

# HFU - HF-Steuerung an HLI u. UNILAC

Gerätemodell und Softwareentwurf

**P. Kainberger**

*Dieses Papier enthält die Beschreibung des Gerätemodells ‘HFU - HF-Steuerung an HLI u. UNI-LAC’ und den Entwurf der Gerätesoftware für dieses Gerät.*

<b>Änderungsprotokoll</b>			
07. Apr 94	HFU_03	P. Kainberger	erste Version
27. Mar 95	HFU_03	P. Kainberger	Ergänzung der Besonderheiten für HLI, Alvarez und ERs
01. Aug 95	HFU_05	P. Kainberger	Korrekturen und Ergänzungen
03. Aug 95	HFU_05	P. Kainberger	Phasensollwert jetzt in BCD-Code
07. Sep 95	HFU_05	P. Kainberger	Korrektur einiger Statustexte
05. Feb 96	HFU_05	P. Kainberger	Korrektur einiger Statustexte
14. Feb 96	HFU_06	P. Kainberger	Erweiterung um Therapie
09. Mar 99	HFU_10	P. Kainberger	Aktualisierung, Hochstromtiming
Mai 00	–	M. Kühn	Überarbeitete und erweiterte $\text{\TeX}$ -Version, die sowohl in PostScript als auch in HTML konvertiert werden kann.
18. Sep 01	HFU_10	P. Kainberger	Aktualisierung wegen Konditionierung
12. Nov 03	HFU_13	P. Kainberger	ER-Spezialitäten raus

# Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>Das Gerätemodell</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Die Aufgabe des Gerätes</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Die Hardware des Gerätes</b>	<b>7</b>
2.1	Gerätevarianten . . . . .	7
2.1.1	Einzelresonatoren . . . . .	7
2.1.2	Alvarez . . . . .	7
2.1.3	Hochstrominjektor . . . . .	7
2.1.4	UN6BC2 . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Die Schnittstelle zum Gerät</b>	<b>8</b>
3.1	Funktionscodes der Interfacekarte . . . . .	8
3.2	Interlock Interrupt . . . . .	9
3.3	Data Request (DRQ) Interrupts . . . . .	9
3.4	Data Ready (DRD) Interrupts . . . . .	9
3.5	Umfang eines logischen Gerätes . . . . .	9
3.6	Definition der Bits des Hardwarestatus . . . . .	10
3.7	Konfigurationsabfrage . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Die Bedienung des Gerätes</b>	<b>11</b>
4.1	Aufgaben im Normalbetrieb . . . . .	11
4.1.1	Sollwerte setzen . . . . .	11
4.1.2	Istwert lesen . . . . .	12
4.1.3	Soll-Istwert Überwachung . . . . .	12
4.1.4	Konditionierungszyklen . . . . .	12
4.1.5	Stabilisierungszyklen . . . . .	12
4.1.6	Einschalten . . . . .	12
4.1.7	Ausschalten . . . . .	13
4.2	Aufgaben im Therapiebetrieb . . . . .	13
4.2.1	Anforderungen an die SE-Hardware für den Therapiebetrieb . . . . .	13
4.3	Genauigkeitsanforderungen . . . . .	14
4.4	Zeitkritische Anforderungen . . . . .	14
4.5	Einordnung in das Timing . . . . .	14
4.6	Festlegung von Startwerten . . . . .	15
4.6.1	Kaltstarts . . . . .	15
4.6.2	Warmstarts . . . . .	15
4.7	Handbetrieb . . . . .	15
4.8	Ableitung des Hardwarewarning-Bits aus dem Gerätestatus . . . . .	15
4.9	Verhalten bei Störungen . . . . .	15
4.9.1	Geräteinterlock . . . . .	15
4.9.2	Event-Sequenzfehler . . . . .	15
4.9.3	Event-Overrun . . . . .	16
4.9.4	Ausfall der Kommunikation EC – Gerät . . . . .	16
4.10	Bedienungsfehler vom Operating . . . . .	16

<b>5</b>	<b>Die Repräsentation des Gerätes</b>	<b>16</b>
5.1	Kennzeichnung des Gerätemodells	16
5.2	Die Master-Properties	16
5.2.1	POWER	17
5.2.2	STATUS	17
5.2.3	INIT	17
5.2.4	RESET	17
5.2.5	VERSION	17
5.2.6	INFOSTAT	18
5.2.7	STANDBY	19
5.2.8	CONSTANT	19
5.2.9	SAVEMST	20
5.2.10	SECURITY	20
5.2.11	CHECKSET	20
5.2.12	STORESET	20
5.2.13	SAVESET	20
5.2.14	DATAID	20
5.2.15	MAXEFI	21
5.2.16	OPERMODE	21
5.2.17	MEDIINFO	21
5.2.18	MEDIMODE	21
5.3	Die Slave-Properties	21
5.3.1	ACTIV	22
5.3.2	EQMERROR	22
5.3.3	COPYSET	23
5.3.4	AMPLIS	23
5.3.5	AMPLII	23
5.3.6	AMPLCTRL	23
5.3.7	AMPLREF	24
5.3.8	PHASES	24
5.3.9	PPMODES	24
5.3.10	PPMODEI	24
5.3.11	MEDDATAS	25
5.3.12	MEDDATAI	25
<b>II</b>	<b>Der Entwurf der Software</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>Softwareentwurf</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>Lokale Datenbasis</b>	<b>27</b>
7.1	Tabelle der Konstanten	27
<b>8</b>	<b>Dualport RAM</b>	<b>27</b>
<b>9</b>	<b>USRs - User Service Routinen</b>	<b>28</b>
9.1	Obligatorische USRs	28
9.1.1	N_Init	28
9.1.2	N_Reset	28
9.1.3	R_Status	28
9.1.4	R_Power	28
9.1.5	W_Power	28
9.1.6	R_Active	28

9.1.7	W_Active	28
9.1.8	W_CopySet	28
9.1.9	R_EQMErr	28
9.1.10	R_Version	28
9.1.11	R_InfoStat	28
9.2	Gerätespezifische USRs	28
9.2.1	R_StandbyS	28
9.2.2	W_StandbyS	28
9.2.3	R_AmplS	28
9.2.4	W_AmplS	28
9.2.5	R_AmplI	28
9.2.6	R_PPMoDeS	28
9.2.7	W_PPMoDeS	28
9.2.8	R_PPMoDeI	29
9.2.9	W_PhaseS	29
9.2.10	R_PhaseS	29
9.2.11	R_AmplCtrlS	29
9.2.12	W_AmplCtrlS	29
9.2.13	R_AmplRefS	29
9.2.14	R_ConstantS	29
9.2.15	R_PosauneS	29
9.2.16	W_PosauneS	29
<b>10</b>	<b>EQMs - Equipment Module</b>	<b>29</b>
10.0.17	Bedeutung der internen Zustände	29
10.1	Interne Zustände	29
10.1.1	Bedeutung der internen Zustände	29
10.1.2	Übergänge zwischen den Zuständen	30
10.1.3	Standard-Zustandsübergänge	30
10.2	Eventkonnektierte EQMs	31
10.2.1	Vorg_EQM	31
10.2.2	Mess_EQM	31
10.2.3	Warm_EQM	31
10.3	Periodisch konnektierte EQMs	31
10.3.1	Update_Config_EQM	31
10.4	An externe Interrupts konnektierte EQMs	31
10.4.1	Interlock_EQM	31
10.4.2	DRD_EQM	32
10.4.3	DRQ_EQM	32
10.5	Kommandogetriggerte EQMs	32
10.5.1	Dev_Init_EQM	32
10.5.2	Dev_Reset_EQM	32
10.5.3	Status_EQM	32
10.5.4	Active_EQM	32
10.5.5	Standby_EQM	32
10.5.6	Power_EQM	32
10.5.7	Posaune_EQM	32
10.6	EQMs für die Diagnose vor Ort	32
10.6.1	Display_DPR_EQM	32
10.6.2	Display_DevErr_EQM	33
10.7	Sonstige EQMs	33
10.7.1	Startup_EQM	33

10.8	Globale Routinen . . . . .	33
10.8.1	Read_and_Update_Status . . . . .	33
10.8.2	Do_Intr_Service_Prep . . . . .	33
10.9	Gerätevarianten . . . . .	33

<b>Index</b>		<b>35</b>
--------------	--	-----------

## Teil I

# Das Gerätemodell

## 1 Die Aufgabe des Gerätes

???. In diesem Kapitel erfolgt eine *allgemeine* Beschreibung des Gerätes. Es soll unter anderem aufgeführt werden

- wozu das Gerät verwendet werden soll,
- welche Bedeutung das Gerät für die Physik der Beschleunigeranlagen hat,
- welche Anforderungen an das Gerät gestellt werden in Bezug auf die Beschleunigerphysik,
- ...

Dieses Kapitel könnte auch vom Geräteentwickler formuliert werden.

## 2 Die Hardware des Gerätes

???. Hier wird ein Überblick über die Funktionsweise des Gerätes gegeben. Es soll erklärt werden wie es aufgebaut ist, wie es intern funktioniert, also wie das Gerät die Anforderungen aus Kapitel 1 erfüllt.

### 2.1 Gerätevarianten

Die verschiedenen Sender der Unilac-HF Anlagen unterscheiden sich in ihren Eigenschaften so wesentlich, daß für die Gerätesoftware mehrere Varianten notwendig sind.

#### 2.1.1 Einzelresonatoren

Nach dem derzeitigen Entwicklungsstand sind die Einzelresonatoren auf die gleiche Schnittstelle umgestellt worden wie die Alvarez-Sender. Lediglich im `default`-Sollwert gibt es einen Unterschied (5 V statt 3 V).

#### 2.1.2 Alvarez

Die Alvarez-Sender liefern zusätzlich eine 16 Bit Statuserweiterung.

#### 2.1.3 Hochstrominjektor

Die Sender des neuen Hochstrominjektors unterliegen bzgl. der maximal erlaubten Sollwerte anderen Randbedingungen und müssen deshalb gesondert behandelt werden.

- Nieder- $B\rho$ -Betrieb (Betrieb mit Ionen gemässiger Steifigkeit): Keine Sollwerte über 4.2V ans Gerät schicken. Sollte das vorkommen, ist ein Alarm zu melden.

#### 2.1.4 UN6BC2

Im Therapiebetrieb wird der HLI-Chopper UN6BC2 (Gerätemodellvariante BC2) zur Intensitätsvariation benutzt. Alle anderen HFU-Geräte sind zwar mit der Therapieerweiterung ausgerüstet, hängen aber nicht von  $E$ ,  $F$  und  $I$  Parametern ab.

## 3 Die Schnittstelle zum Gerät

### 3.1 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 (nur IFK)
ifb_standby_on	02	Funktion	Generator einschalten
ifb_standby_off	03	Funktion	Generator ausschalten
ifb_soll_Ampl	06	Schreiben	Amplitudensollwert setzen
ifb_soll_Phase	07	Schreiben	Phasensollwert setzen
ifb_power_on	14	Funktion	Leistungsteil (HF) einschalten
ifb_power_off	15	Funktion	Leistungsteil (HF) ausschalten
ifb_quit	16	Funktion	Störung quittieren
ifb_Ext_Stat_1	81	Lesen	Statuserweiterung Wort 1 lesen
ifb_ist_Ampl	84	Lesen	Amplitude lesen
ifb_rdstat	C0	Lesen	Gerätestatus lesen

#### **ifb\_reset**

Die Interfacekarte wird in einen definierten Ausgangszustand gebracht.

#### **ifb\_standby\_on, ifb\_standby\_off**

Einschalten bzw. Ausschalten des Generators und aller Hilfseinrichtungen (z.B. Röhrenheizung) des Gerätes (siehe Abschnitt 4.1.6 **Einschalten** auf Seite 12).

#### **ifb\_soll\_Ampl**

Setzen des Sollwertes für Amplitude und Puls/Pause-Modus. Die einzelnen Bits im Sollwert haben dabei folgende Bedeutung:

Bit	Bedeutung
0 . . . 2	unbenutzt
3 . . . 14	Amplitudensollwert
15	Puls/Pause-Modus (0:Pause, 1:Puls)

#### **ifb\_soll\_Phase**

Setzen des Phasensollwertes. Das Format des Phasensollwertes hängt vom Typ des Phasenstellers ab:

#### **Binär-kodiert**

Einige Sender erwarten den Phasensollwert binär kodiert, also ohne besondere Umwandlung. Zulässig sind Werte zwischen  $0^\circ$  und  $3999^\circ$ .



### BCD-kodiert

Einige HF-Anlagen mit digitalen Phasenstellern erwarten einen BCD-kodierten Sollwert. Die Auflösung ist 3 Stellen, entsprechend 12 Bits. Das Format des Phasensollwertes ist wie folgt:

**ifb\_soll\_Phase:**

15	12	11	8	7	4	3	0
-		10 <sup>2</sup>		10 <sup>1</sup>		10 <sup>0</sup>	

Ein Sollwert von zum Beispiel 270 müßte folgendermaßen formatiert an das Gerät geschickt werden:

**ifb\_soll\_Phase:**

15	12	11	8	7	4	3	0
-		2		7		0	

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

Einschalten bzw. Ausschalten des Leistungsteils (HF) des Gerätes.

### ifb\_quit

Das Gerät wird in einen definierten Ausgangszustand gebracht.

### ifb\_Ext\_Stat\_1

Lesen der 16 Bit Staterweiterung.

### ifb\_ist\_Ampl

Lesen des Amplitudenistwertes. Im Bit 15 des gelesenen Wertes liefert das Gerät den Puls/Pause-Istwert (0:Pause, 1:Puls).

### ifb\_rdstat

Lesen des 8 Bit Gerätestatus.

## 3.2 Interlock Interrupt

Ein Summeninterlock wird vom Gerät nicht generiert.

## 3.3 Data Request (DRQ) Interrupts

Ein Data Request Interrupt wird vom Gerät nicht generiert.

## 3.4 Data Ready (DRD) Interrupts

Ein Data Ready Interrupt wird vom Gerät nicht generiert.

## 3.5 Umfang eines logischen Gerätes

Eine Interfacekarte repräsentiert ein logisches Gerät.

### 3.6 Definition der Bits des Hardwarestatus

Das Gerät liefert (abhängig vom Gerätetyp) bis zu 3 Bytes Statusinformation. Die Funktionscodes zum Lesen der entsprechenden Bytes sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

Statusbits	Funktionscode
8 ... 15	ifb_rdstat
16 ... 31	ifb_Ext_Stat_1

Die HF-Anlagen im UNILAC- und HLI-Bereich haben abhängig vom Gerätetyp (HLI oder Alvarez-Schnittstelle) 1 bis 3 Byte Statusinformationen, zusätzlich sind einzelne Bits unterschiedlich bezeichnet.

Die Bits 0...7 sind die systemweiten sogenannten generierten Softwarestatusbits (in engl. derived status bits) und gelten für alle Gerätetypen gleichermaßen.

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

Die übrigen Statusbits der verschiedenen Gerätetypen sind in folgenden Tabellen zusammengefaßt. Statusbelegung der HLI-Sender:

Bit	Name	Bedeutung	
		High (1)	Low (0)
8	Remote/Local	Remote	Local
9	Generator u. Hilfseinrichtungen	on	off
10	Leistungsteil (HF)	on	off
11	Netzgerät ok	ok	Störung
12	Verstärker u. HF ok	ok	Störung
13	Tank in Resonanz	resonant	nicht resonant
14	Ext. Interlock (Wasser, Vakuum, Tunnel)	ok	Störung
15		unbenutzt	
⋮		⋮	
31		unbenutzt	

Statusbelegung der Alvarez-Sender (gilt auch für BB1, BB2, BB3, BB11, die Sender des Hochstrominjektors und alle Einzelresonatoren):

Bit	Name	Bedeutung	
		High (1)	Low (0)
8	Remote/Local	Remote	Local
9	Generator u. Hilfseinrichtungen	on	off
10	Leistungsteil (HF)	on	off
11	Einschaltsperr Netzgeräte Treiber	ok	Sperre
12	Utank ok	ok	Fehler
13	Tank in Resonanz	resonant	nicht resonant
14	Ext. Interlock (Wasser, Vakuum, Tunnel)	ok	Störung
15	Störung Netzgeräte	ok	Störung
16	unbenutzt		
17	Ug2 Einschaltsperr	ok	Sperre
18	Ug2 Summenstörung	ok	Störung
19	Überschlag Anode	ok	Überschlag
20	Luftstörung	ok	Störung
21	Ua ist Ein	Ein	Aus
22	Ua Summenstörung	ok	Störung
23	Ua Einschaltsperr	ok	Sperre
24	unbenutzt		
25	HF Trigger	ok	Störung
26	HF Freigabe	ok	Störung
27	Ug1 ist Ein	Ein	Aus
28	Ug1 bereit	ok	Störung
29	Summenstörung Verstärker	ok	Störung
30	Heizung ist Ein	Ein	Aus
31	Heizung bereit	bereit	nicht bereit

### 3.7 Konfigurationsabfrage

Ein logisches Gerät ist ansprechbar und damit im Kontrollsystem vorhanden, wenn von der Interfacekarte mit dem Funktionscode  $C0_{hex}$  (ifb.rdstat) ein Status gelesen werden kann und im *Lowbyte* des Statuswortes die Adresse der Interfacekarte steht.

## 4 Die Bedienung des Gerätes

### 4.1 Aufgaben im Normalbetrieb

Im Normalbetrieb muß das Gerät mit zwei Sollwerten versorgt und vom Gerät ein Istwert gelesen und gegebenenfalls mit einem Referenzwert verglichen werden.

#### 4.1.1 Sollwerte setzen

Zu Beginn eines Zyklus müssen der Amplitudensollwert (mit Puls/Pause-Information) und der Phasensollwert an das Gerät geschickt werden. Mit Hilfe der Puls/Pause-Information wird dafür gesorgt, daß der HF-Sender auch dann Leistung abgeben kann, wenn er zur Beschleunigung nicht benötigt wird. Dazu wird der Sender einige ms vor dem Strahlpuls (in der sog. Strahlpause )

für kurze Zeit aktiviert. Dieses Verfahren ist notwendig, damit der Sender möglichst gleichmäßig belastet wird und damit termisch stabil bleibt.

#### 4.1.2 Istwert lesen

Kurz nach Beginn des Strahlpulses wird im Gerät der Amplitudenistwert digitalisiert und *latched* (sample and hold, getriggert mit `Evt_Beam_On` (6)). Nach diesem Zeitpunkt kann der Amplitudenistwert vom Gerät gelesen und ein Soll-Istvergleich durchgeführt werden.

Auch die Puls/Pause-Information im Istwert muß einem Soll-Istvergleich unterzogen werden. Ein Phasenistwert kann derzeit von keinem der 3 Gerätetypen geliefert werden.

#### 4.1.3 Soll-Istwert Überwachung

Der vom Gerät gelesene Amplitudenistwert muß mit einem vorgegebenen Referenzistwert verglichen werden. Ist die Abweichung größer als ein vorgegebener Wert (gerätespezifisch), so ist ein *EC\_ActValDvtnAlarm* (Referenzistwertabweichungsalarm) auszulösen. Diese Überwachung ist per default ausgeschaltet und muß explizit vom Operating enabled werden.

#### 4.1.4 Konditionierungszyklen

Zu Beginn eines Konditionierungszyklus muß jeder HF-Sender mit folgenden Daten versorgt werden:

- Amplitude (wenn der Sender in der Amplitude pulsbar ist).
- Phase (wenn der Sender in der Phase pulsbar ist).
- Puls/Pause-Mode auf Puls (nur dann ist die Pulslänge über die Pulszentrale einstellbar).

Dabei werden die Sollwerte des virtuellen Beschleunigers 14 benutzt. Dieser Beschleuniger wird auch als *Konditionierungsbeschleuniger* bezeichnet und ist über die Pulszentrale in seinen Eigenschaften (Pulslänge und Wiederholrate) einstellbar.

#### 4.1.5 Stabilisierungszyklen

Zu Beginn eines Stabilisierungszyklus muß jeder HF-Sender mit folgenden Daten versorgt werden:

- Amplitude (wenn der Sender in der Amplitude pulsbar ist).
- Phase (wenn der Sender in der Phase pulsbar ist).
- Puls/Pause-Mode auf Puls (nur dann ist die Pulslänge über die Pulszentrale einstellbar).

Dabei werden die Sollwerte des virtuellen Beschleunigers 15 benutzt. Dieser Beschleuniger wird auch als *Stabilisierungsbeschleuniger* bezeichnet und ist über die Pulszentrale in seinen Eigenschaften (Pulslänge und Wiederholrate) einstellbar.

#### 4.1.6 Einschalten

Das Einschalten des Gerätes erfolgt in mehreren Stufen und wird im Wesentlichen durch die im Gerät integrierte SPS durchgeführt. Für den Bediener sind nur zwei Stufen des Einschaltprozesses sichtbar:

1. Standby on

2. Power on

**Standby on:**

1. Versorgungsspannungen für *interne Geräte* werden eingeschaltet (Regler, Phasenschieber, 50W u. 300W Verstärker, etc.).
2. Heizspannungen der Röhrenstufen werden eingeschaltet.
3. Gitter-1-Netzgeräte werden eingeschaltet.
4. Anodenspannungs-Netzgeräte werden eingeschaltet.
5. Gitter-2-Netzgeräte werden eingeschaltet.

**Power on:**

Die von der Phasenachse kommende HF-Niederleistung (200mW) wird im Regler freigegeben und in 2 Transistorverstärkern und 3 Röhrenstufen (bei ERs nur 2) auf die geforderte Leistung verstärkt.

Auf der VME-Ebene werden beim Einschalten folgende Aktionen durchgeführt:

**Standby on:**

- aktuellen Gerätestatus ermitteln
- Funktionscode *ifb\_Standby-on* an das Gerät schicken

**Power on:**

- aktuellen Gerätestatus ermitteln
- Funktionscode *ifb\_Power-on* an das Gerät schicken

#### 4.1.7 Ausschalten

Äquivalent zum Einschalten.

## 4.2 Aufgaben im Therapiebetrieb

Im Therapiebetrieb muß das Gerät mit Sollwerten aus dem FLASH-Speicher versorgt werden. Dazu muß das Gerät als *Teilnehmer am Therapiebetrieb* gekennzeichnet werden. Im Therapiebetrieb wird der HLI-Chopper UN6BC2 (Gerätemodellvariante BC2) zur Intensitätsvariation benutzt. Alle anderen HFU-Geräte sind zwar mit der Therapieerweiterung ausgerüstet, hängen aber nicht von *E*, *F* und *I* Parametern ab. Mit Hilfe dieser Erweiterung wird automatisch (durch ECC-Events der Pulszentrale gesteuert) dafür gesorgt, daß die Geräte im Therapiebetrieb mit dem dafür vorgesehenen Sollwert aus dem FLASH-Speicher versorgt werden.

### 4.2.1 Anforderungen an die SE-Hardware für den Therapiebetrieb

Mit der Erweiterung der Gerätesoftware für den Therapiebetrieb, muß auch die SE-Hardware für alle Varianten der Gerätesoftware mit einem entsprechenden Zusatzspeicher (Therapiepiggy als CPU-Piggy) ausgerüstet sein.

### 4.3 Genauigkeitsanforderungen

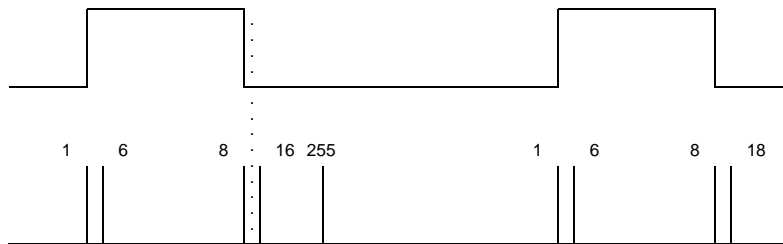
Amplituden und Phasensollwert müssen in 12-Bit Genauigkeit vorgegeben werden. Der Amplitudenistwert darf nur um 1% vom aktuellen Sollwert abweichen.

### 4.4 Zeitkritische Anforderungen

Als zeitkritisch ist vor allem das Setzen der Sollwerte zu betrachten, da im 50 Hz Timing am UNILAC die Zeit vom Beginn des Zyklus bis zum Beginn der Strahlpause sehr kurz ist (wenige ms). Wenn ein Gerät auf Pause geschaltet ist, muß der Sollwerttransfer zum Gerät in jedem Fall vor Beginn des Strahlpauszeitpunktes erfolgt sein. Anhand der Puls/Pause-Information im Amplitudenistwert kann dies überprüft werden.

### 4.5 Einordnung in das Timing

Ein Beispiel eines UNILAC und HLI Standardzyklus mit relevanten Events für HFU ist in der folgenden Abbildung angegeben.



Die Konnektierungen sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

Aktion	Event
Sollwerte setzen	Evt_Prep_Next_Acc (16)
Pausen-Sollwerte setzen	Evt_RF_Prep_Nxt_Acc (18)
Istwerte lesen	Evt_Beam_On (6)

Tabelle 2: Standard-Eventkonnektierungen für HFU

Für die Gerätevariante BC2 (HLI-Chopper UN6BC2) gilt für den Therapiebetrieb zusätzlich folgendes:

Wird der Chopper zur Intensitätsvariation im Therapiebetrieb benutzt, so muß der entsprechende VME-Rahmen am SIS-Timing angeschlossen werden. Denn nur im SIS-Timing ist per EFICD-Events bekannt, welche Intensitätsstufe gerade gewünscht wird.

D.h. die Gerätesoftware auf der SE-Ebene versorgt das Gerät entsprechend den Abläufen im SIS mit Sollwerten, die Hardwaretrigger (Strahlpause, Strahlpuls und Pulslänge) empfängt das Gerät aber weiterhin aus dem HLI-Timing. Folglich arbeitet das Gerät für alle im HLI-Timing laufenden virtuellen Beschleuniger mit den Sollwerten, die für den zuletzt beschleunigten Therapiezyklus im SIS eingestellt wurden.

Damit das Gerät, wenn es im SIS-Timing angeschlossen ist aber kein Therapiebetrieb läuft, auch für andere virtuelle Beschleuniger genutzt werden kann, wird das Gerät von der VME-Software aus nach dem Lesen der Istwerte mit den Sollwerten versorgt, die im *Mastermode* für den *Masterpuls* eingestellt wurden. Ist der *Mastermode* nicht aktiv, wird das Gerät nach dem Lesen der Istwerte auf *Strahlpause* geschaltet.

D.h. für alle Beschleuniger im HLI-Timing außer dem Therapiezyklus (0) arbeitet das Gerät mit den Sollwerten des eingestellten Masterpulses oder das Gerät arbeitet in der Strahlpause. Die Konnektierungen für den HLI-Chopper im SIS-Timing sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

Aktion	Event
Sollwerte setzen	Evt_Uni_Ready (38)
Istwerte lesen und Sollwerte auf Pause setzen	Evt_Ramp_Start (43)

Tabelle 3: Eventkonnektierungen für UN6BC2 im SIS-Timing

## 4.6 Festlegung von Startwerten

### 4.6.1 Kaltstarts

Bei einem Kaltstart werden folgende Aktionen durchgeführt:

- Es wird ein Gerätereset durchgeführt.
- Alle Sollwerte werden für alle virtuellen Beschleuniger auf 0 gesetzt.
- Die Referenzwertüberwachung wird initialisiert und disabled.
- Die SE wird in den Eventmode-Betrieb geschaltet (nur bei Kaltstart der SE).
- Die Standard-Eventkonnektierungen werden gesetzt (siehe Tabelle 2 auf Seite 14) (nur bei Kaltstart der SE).

### 4.6.2 Warmstarts

Bei einem Warmstart werden folgende Aktionen durchgeführt:

- Es wird ein Gerätereset durchgeführt.

## 4.7 Handbetrieb

Ein Handbetrieb des Gerätes soll seitens der Rechnersteuerung nicht berücksichtigt werden. Das Gerät soll also auch im Handbetrieb mit Sollwerten versorgt werden.

## 4.8 Ableitung des Hardwarewarning-Bits aus dem Gerätestatus

Bisher wird aus den Statusbits keine Hardwarewarning abgeleitet.

## 4.9 Verhalten bei Störungen

### 4.9.1 Geräteinterlock

Bisher liefert das Gerät keinen Interlock.

### 4.9.2 Event-Sequenzfehler

Wenn die für die Gerätesteuerung benötigten Events in falscher Reihenfolge kommen, soll die Gerätesoftware einen Sequenz-Fehler auslösen.

### 4.9.3 Event-Overrun

Event-Overruns sind bei diesem Gerät im UNILAC-Timing unvermeidbar und werden von der Gerätesoftware nicht berücksichtigt.

### 4.9.4 Ausfall der Kommunikation EC – Gerät

Der Ausfall der Kommunikation zwischen EC und Gerät führt zu einem Timeout beim Status- oder Istwert lesen. Im Rahmen der periodischen Konfigurationsüberwachung durch die Systemsoftware wird das Gerät als *offline* gekennzeichnet.

### 4.10 Bedienungsfehler vom Operating

Alle Aktionen, die das Operating vom Gerät fordert, müssen in der Gerätesoftware auf Gültigkeit überprüft und fehlerhafte Anforderungen mit entsprechender Fehlermeldung abgewiesen 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 3.5 definierten logischen Gerätes.

### 5.1 Kennzeichnung des Gerätemodells

Das Gerätemodell hat die Bezeichnung **HFU\_06**.

Die Gerätemodellnummer ist  $48_{dez}$ .

### 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
STANDBY	R/W	0	–	1	BitSet16	1	0
CONSTANT	RA	0	–	4	RealF	1	0
SAVEMST	N	0	–	0	–	1	0
SECURITY	R	0	–	1	BitSet16	1	0
CHECKSET	RA	4	BitSet32	128	BitSet32	1	0
STORESET	N	0	–	0	–	1	0
SAVESET	WA	0	–	3	BitSet16	1	0
DATAID	R/W	3	Integer16	1	BitSet32	1	0

Forts. auf nächster Seite



Master-Properties							
Property	Klasse	Parameter		Daten		Größe	
		Anz.	Typ	Anz.	Typ	Einh.	Exp.
MAXEFI	RA/WA	0	–	6	BitSet16	1	0
OPERMODE	R/W	0	–	1	BitSet16	1	0
MEDIINFO	RA	0	–	10	BitSet16	1	0
MEDIMODE	RA	0	–	2	BitSet16	1	0

### 5.2.1 POWER

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

**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.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Das 32bit Statuswort. Die Bits entsprechen den Statusbits, wie sie in Abschnitt 3.6 auf Seite 10 und den daran anschließenden Tabellen erklärt sind.

### 5.2.3 INIT

**Bedeutung:** Initialisierung des Gerätes (Kaltstart). Für die dabei durchzuführenden Aktionen siehe Abschnitt 4.6.1 auf Seite 15.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Keine.

### 5.2.4 RESET

**Bedeutung:** Reset des Gerätes (Warmstart). Für die dabei durchzuführenden Aktionen siehe Abschnitt 4.6.2 auf Seite 15.

**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 Command-Mode vorbereitet aber noch nicht beendet.
  - 2:** *Command* Der ECM läuft im Command-Mode.
  - 3:** *Preset\_Event* Der ECM hat das Umschalten in 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 STANDBY

**Bedeutung:** Gibt an, ob der Generator und alle Hilfsgeräte (z.B. Röhrenheizung) ein- oder ausgeschaltet ist bzw. werden soll. Wenn Generator und Hilfsgeräte eingeschaltet sind, dann ist das Gerät in einem betriebsbereiten Zustand und das Leistungsteil (HF) kann eingeschaltet werden.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Das Datum kann nur zwei Werte annehmen. Eins heißt, Generator und Hilfsgeräte sind eingeschaltet bzw. sollen eingeschaltet werden. Null heißt, Generator und Hilfsgeräte sind ausgeschaltet bzw. sollen ausgeschaltet werden.

### 5.2.8 CONSTANT

**Bedeutung:** Lesen der gerätetypspezifischen Konstanten.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Die 4 RealF Werte bedeuten:

1. maximal erlaubter Amplitudensollwert (*Ampl\_Max*)
2. maximal erlaubte Abweichung bei der Referenzwertüberwachung der Amplituden Soll- und Istwerte (*Max\_Ampl\_Deviation*)

3. Kodierung des Phasensollwertes (0: Kodierung BCD-digital, umtastbar; 1: Kodierung in 30 Grad Schritten, Feineinstellung mit Posaune, nicht umtastbar; 2: Kodierung binär, umtastbar)
4. Kodierung der Amplituden-Pulsbarkeit (0: nicht pulsbar; 1: pulsbar)

#### 5.2.9 SAVEMST

**Bedeutung:**

**Parameter:** Keine.

**Daten:**

#### 5.2.10 SECURITY

**Bedeutung:** Gibt an, ob Zugriffe auf *sensible* Properties des Gerätes verriegelt sind oder nicht.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Das Datum kann nur 2 Werte annehmen, *Null* bedeutet die Gerätezugriffe sind nicht verriegelt, *Eins* bedeutet die Gerätezugriffe sind verriegelt.

#### 5.2.11 CHECKSET

**Bedeutung:**

**Parameter:**

**Daten:**

#### 5.2.12 STORESET

**Bedeutung:**

**Parameter:** Keine.

**Daten:**

#### 5.2.13 SAVESET

**Bedeutung:**

**Parameter:** Keine.

**Daten:**

#### 5.2.14 DATAID

**Bedeutung:**

**Parameter:**

**Daten:**

### 5.2.15 MAXEFI

**Bedeutung:** Keine.

**Parameter:**

**Daten:**

### 5.2.16 OPERMODE

**Bedeutung:**

**Parameter:** Keine.

**Daten:**

### 5.2.17 MEDIINFO

**Bedeutung:** Keine.

**Parameter:**

**Daten:**

### 5.2.18 MEDIMODE

**Bedeutung:**

**Parameter:** Keine.

**Daten:**

## 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
COPYSET	W	0	–	1	BitSet16	1	0
EQMERROR	RA	0	–	146	Integer32	1	0
AMPLIS	R/W	0	–	1	RealF	V	0
AMPLII	R	0	–	1	RealF	V	0
AMPLCTRL	R/W	0	–	1	BitSet16	1	0
AMPLREF	R	0	–	1	RealF	V	0
PHASES	R/W	0	–	1	BitSet16	Grad	0
PPMODES	R/W	0	–	1	Bitset16	1	0
PPMODEI	R	0	–	1	Bitset16	1	0
MEDDATAS	WA	4	BitSet32	3	RealF	1	0
MEDDATAS	RA	3	BitSet16	3	RealF	1	0
MEDDATAI	RA	1	Integer16	2	RealF	1	0

### 5.3.1 ACTIV

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

Die HF-Anlagen im HLI- und UNILAC-Bereich nehmen immer an der PPM teil. Der Versuch *ACTIV* zu schalten führt zu einer entsprechenden Fehlermeldung.

Soll ein Sender nicht auf den Strahl einwirken, so wird dieser auf *Pause* geschaltet (d.h. er gibt seine Leistung während der Strahlpause – also bevor Strahl im Beschleuniger ist – ab).

**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 AMPLIS

**Bedeutung:** Setze oder lese den Amplitudensollwert eines Gerätes. Für jedes Gerät ist in der VME-Datenbank ein maximal zulässiger Amplitudensollwert als Begrenzung eingestellt.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Der zu setzende bzw. gelesene Sollwert in Volt.

### 5.3.5 AMPLII

**Bedeutung:** Lese den Amplitudenistwert des Gerätes.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Der gelesene Istwert in Volt.

### 5.3.6 AMPLCTRL

**Bedeutung:** Gibt an, ob die Referenzwertüberwachung der Amplitude (Soll- Istabweichung innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbandes) eingeschaltet ist bzw. werden soll. Beim Einschalten der Überwachung wird der aktuelle Amplitudenistwert als *Referenzwert* festgehalten. Die maximal erlaubte Abweichung von diesem Wert ist

als gerätetypspezifische Konstante in der VME-Datenbank eingetragen und kann über die Property *CONSTANT* gelesen werden. Welcher Wert als *Referenzwert* festgehalten wurde, kann über die Property *AMPLREF* gelesen werden.

**Parameter:** Keine.

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

### 5.3.7 AMPLREF

**Bedeutung:** Lese den Amplitudenistwert, der als *Referenzwert* für die Amplitudenüberwachung benutzt wird. Dieser Wert entspricht dem Amplitudenistwert, der beim Einschalten der *Referenzwertüberwachung* (über die Property *AMPLCTRL*) als aktueller Istwert vorgelegen hat.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Der *Referenzwert* in Volt.

### 5.3.8 PHASES

**Bedeutung:** Lese oder setze den Phasensollwert eines Gerätes.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Der zu setzende bzw. gelesene Phasensollwert in Grad (Wertebereich: 0...359).

### 5.3.9 PPMODES

**Bedeutung:** Gibt an, ob das Gerät seine Leistung im Strahlpuls oder in der Strahlpause abgibt bzw. abgeben soll. Siehe hierzu auch Abschnitt 4.4 *Zeitkritische Anforderungen* auf Seite 14.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Das Datum kann nur zwei Werte annehmen. Null heißt, das Gerät arbeitet bzw. soll arbeiten im Strahlpuls. Eins heißt, das Gerät arbeitet bzw. soll arbeiten in der Strahlpause.

### 5.3.10 PPMODEI

**Bedeutung:** Gibt an, ob das Gerät seine Leistung im Strahlpuls oder in der Strahlpause abgegeben hat. Siehe hierzu auch Abschnitt 4.4 *Zeitkritische Anforderungen* auf Seite 14.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Das Datum kann nur zwei Werte annehmen. Null heißt, das Gerät arbeitete im Strahlpuls. Eins heißt, das Gerät arbeitete in der Strahlpause.



### 5.3.11 MEDDATAS

**Bedeutung:** Schreiben bzw. Lesen eines kompletten Sollwertdatensatzes für eine  $E$ ,  $F$  und  $I$ -Kombination. Dabei ist zu beachten, daß für einen Schreibzugriff das Gerät im *Einstellmodus* sein muß. Bei Lesezugriffen werden die Daten entweder aus dem lokalen Speicher der SE (RAM oder FLASH, abhängig vom aktuellen Betriebsmodus) oder aus dem DPRAM (wenn alle Parameter *Null* sind) gelesen.

**Parameter:** Die Anzahl und Bedeutung der Parameter ist beim Lesen und Schreiben unterschiedlich:

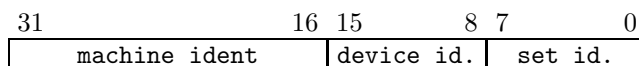
**Lesen:** Die 3 Parameter beschreiben, welcher Sollwertdatensatz gelesen werden soll:

1. Nummer der Energiestufe (Wertebereich 0...254)
2. Nummer der Fokussierungsstufe (Wertebereich 0...7)
3. Nummer der Intensitätsstufe (Wertebereich 0...15)

Haben alle 3 Parameter den Wert *Null*, dann wird der aktuelle Sollwertdatensatz aus dem DPRAM gelesen. Parameter von denen das Gerät nicht abhängt werden ignoriert (als *Null* betrachtet).

**Schreiben:** Die 4 Parameter beschreiben, welcher Sollwertdatensatz geschrieben werden soll:

1. Datenkennung:



2. Nummer der Energiestufe (Wertebereich 0...254)
3. Nummer der Fokussierungsstufe (Wertebereich 0...7)
4. Nummer der Intensitätsstufe (Wertebereich 0...15)

**Daten:** Die 3 Werte haben folgende Bedeutung:

1. Amplitudensollwert
2. Puls/Pause-Sollwert
3. Phasensollwert

### 5.3.12 MEDDATAI

**Bedeutung:** Liefert die Therapieistwerte des Gerätes aus dem lokalen Speicher der SE oder aus dem DPRAM (abhängig vom Parameter). Dazu sei angemerkt, daß die Istwerte in einem Puffer gespeichert werden, der Platz für 256 Istwertsätze bietet. Während einer Therapiesession schickt die Pulszentrale für jeden Zyklus eine Zyklusnummer (Wertebereich 1...256) beginnend mit *Eins*. Diese Zyklusnummer wird beim Speichern der Istwerte im lokalen Puffer als Index benutzt. Werden also während einer Therapiesession 42 Zyklen gefahren, so kann man anschließend nur Istwertsätze mit den Nummern 1...42 lesen.

**Parameter:** Das Datum  $p$  gibt die Nummer des Istwertes an, der aus dem lokalen Istwertespeicher gelesen werden soll.

- $p < 0$  Istwertsatz relativ zum aktuellsten Istwert  
(z.B.  $-2$  liefert den vorletzten Istwert der Session)
- $p = 0$  Istwertsatz aus dem DPR (aktuellster/letzter Wert)
- $p > 0$  Istwertsatz relativ zum ältesten Istwert  
(z.B.  $2$  liefert den zweiten Istwert der Session)

**Daten:** Die beiden Werte haben folgende Bedeutung:

1. Amplitudenistwert
2. Puls/Pause-Istwert

## Teil II

# Der Entwurf der Software

## 6 Softwareentwurf

Keine erwähnenswerten Besonderheiten.

## 7 Lokale Datenbasis

### 7.1 Tabelle der Konstanten

Für jedes Gerät gibt es eine Beschreibung aus 4 Elementen in der Konstantentabelle der lokalen Datenbasis. Die Elemente haben in der Reihenfolge folgende Bedeutung:

- 1:** Ampl\_Max: maximal erlaubter Amplitudensollwert
  
- 2:** Max\_Ampl\_Deviation: maximal erlaubte Abweichung bei der Referenzwertüberwachung der Amplituden Soll- und Istwerte
  
- 3:** Phase\_Type: Kodierung des Phasensollwertes (0: Kodierung BCD-Code, umtastbar; 1: Kodierung in 30 Grad Schritten, Feineinstellung mit Posaune, nicht umtastbar; 2: Kodierung binär, umtastbar)
  
- 4:** Ampl.Type: Umtastbarkeit der Amplitude (0: nicht umtastbar (master); 1: umtastbar (slave))

## 8 Dualport RAM

In den Datenstrukturen des Dualport RAM sind keine erwähnenswerten Besonderheiten enthalten.

## 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 UNILAC und HLI HF-Anlagen folgende gerätespezifischen USRs benötigt:

9.2.1 R\_StandbyS

Lesen des Ein/Aus-Zustands von Generator und Hilfseinrichtungen.

9.2.2 W\_StandbyS

Setzen des Ein/Aus-Zustands von Generator und Hilfseinrichtungen.

9.2.3 R\_AmplS

Amplitudensollwert lesen.

9.2.4 W\_AmplS

Amplitudensollwert setzen.

9.2.5 R\_AmplI

Amplitudenistwert lesen.

9.2.6 R\_PPModeS

Lesen des Puls/Pause-Mode.

9.2.7 W\_PPModeS

Setzen des Puls/Pause-Mode.

### 9.2.8 R\_PPMoDeI

Lesen des Puls/Pause-Mode Istwertes.

### 9.2.9 W\_PhaseS

Phasensollwert setzen.

### 9.2.10 R\_PhaseS

Phasensollwert lesen.

### 9.2.11 R\_AmplCtrlS

Lesen, ob Amplitudenreferenzwertüberwachung ein- oder ausgeschaltet ist.

### 9.2.12 W\_AmplCtrlS

Amplitudenreferenzwertüberwachung ein- oder ausschalten.

### 9.2.13 R\_AmplRefS

Amplitudenreferenzwert lesen.

### 9.2.14 R\_ConstantS

Gerätespezifische Konstanten lesen.

### 9.2.15 R\_PosauneS

Lesen des zuletzt gesetzten Fahrmodus der Posaune.

### 9.2.16 W\_PosauneS

Setzen des Fahrmodus der Posaune.

## 10 EQMs - Equipment Module

### 10.0.17 Bedeutung der internen Zustände

## 10.1 Interne Zustände

### 10.1.1 Bedeutung der internen Zustände

Für die Gerätesoftware sind folgende interne Zustände definiert:

not_set	Initzustand. Dieser Zustand sollte nie auftreten.
power_off	Das Gerät ist ausgeschaltet (Generator ein und HF aus).
power_seq	Das Gerät schaltet gerade ein oder aus.
standby	Das Gerät ist <i>ganz</i> aus (Generator aus und HF aus).
ready	Das Gerät ist bereit für Aktionen. Ausgangszustand am Beginn eines virtuellen Beschleunigers.
busy	Das Gerät arbeitet (Sollwerte wurden gesetzt).

### 10.1.2 Übergänge zwischen den Zuständen

Die Zustände und die Übergänge zwischen denselben sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt. Die Legende zu diesen Tabellen ist im Anschluß zu finden.

Tabelle der Zustandsübergänge						
von ↓	nach →	power_off	power_seq	standby	ready	busy
power_off	U:	-	Power=1	Standby=0	-	-
	B:	-	P	g	-	-
	A:	-	Power_EQM, Status_EQM	Standby_EQM, Status_EQM	-	-
power_seq	U:	Power=0	-	Standby=0	Power=1	-
	B:	p	-	g	T +10s	-
	A:	Power_EQM	-	Standby_EQM, Status_EQM	Status_EQM	-
standby	U:	Standby=1	-	-	-	-
	B:	G	-	-	-	-
	A:	Standby_EQM, Status_EQM	-	-	-	-
ready	U:	Power=0	-	Standby=0	-	Evt_Prep_Next_Acc
	B:	p	-	g	-	-
	A:	Power_EQM, Status_EQM	-	Standby_EQM, Status_EQM	-	Vorg_EQM
busy	U:	Power=0	-	Standby=0	Evt_Beam_On	-
	B:	p	-	g	-	-
	A:	Power_EQM, Status_EQM	-	Standby_EQM, Status_EQM	Mess_EQM	-

Tabelle 6: Zustandsübergangsdiagramm

#### Legende

- Die Priorität der Zustände (höchste Priorität zuerst): standby, power\_off, power\_seq, error, ready, busy.  
Liegen mehrere Bedingungen für verschiedene Zustände gleichzeitig vor (z.B. HF aus und Generator aus), muß der jeweils wichtigste Zustand eingenommen werden.
- U: Auslösende Ursache.  
 RESET                   Reset wird per Kommando oder Knöpfchendrücken ausgelöst.  
 Power=1                Power wird per Kommando oder von Hand eingeschaltet.  
 Power=0                Power wird per Kommando oder von Hand ausgeschaltet.  
 Standby=1              Generator wird per Kommando oder von Hand eingeschaltet.  
 Standby=0              Generator wird per Kommando oder von Hand ausgeschaltet.
- B: Abzuprüfende Bedingung.  
 R                        Remotebit des Status steht auf Remote.  
 r                        Remotebit des Status steht auf Local.  
 P                        Powerbit des Status steht auf Power on.  
 p                        Powerbit des Status steht auf Power off.  
 G                        Generatorbit des Status steht auf Generator off.  
 g                        Generatorbit des Status steht auf Generator on.  
 T                        Tank-resonant-bit des Status steht auf "resonant"  
 t                        Tank-resonant-bit des Status steht auf "nicht resonant"
- A: Ausführende Stelle des Zustandsübergangs.  
 Status lesen (period.)    Beim periodischen (oder zumindest regelmäßigen) Lesen des Status.  
 ...EQM                    Innerhalb des EQMs ...EQM.

Tabelle 7: Legende zu den Zustandsübergangsdiagrammen

### 10.1.3 Standard-Zustandsübergänge

Innerhalb eines virtuellen Beschleunigers wird zum Sollwert setzen der Zustand ready erwartet und zum Istwert lesen wird der Zustand busy erwartet und zum Zustand ready weitergeschaltet.

ready -> busy -> ready

## 10.2 Eventkonnektierte EQMs

### 10.2.1 Vorg\_EQM

**Event:** Evt\_Prep\_Next\_Acc (16) oder Evt\_Uni\_Ready (38).

**Aktion:** Für alle Geräte, die *online* und *active* sind, wird der Amplitudensollwert (mit Puls/Pause-Information) und der Phasensollwert gesetzt. Anschließend wird der Gerätestatus ermittelt und die Fehlerbehandlung durchgeführt.

### 10.2.2 Mess\_EQM

**Event:** Evt\_Beam\_On (6) Evt\_Ramp\_Start (43).

**Aktion:** Für alle Geräte, die *online* und *active* sind, wird der Amplitudenistwert ermittelt und gegebenenfalls die Amplitudenreferenzwertüberwachung durchgeführt. Der Puls/Pause-Istwert wird mit dem entsprechenden Sollwert verglichen und ggf. eine Fehlermeldung erzeugt.

Wurde das EQM mit Evt\_Ramp\_Start (SIS-Timing) getriggert, wird der aktuelle Sollwert mit *Strahlpause*-Information zum Gerät geschickt.

Im Therapiebetrieb (Betriebsmodus *Med\_Parameter*) werden die Istwerte zusätzlich im lokalen RAM gespeichert.

### 10.2.3 Warm\_EQM

**Event:** Evt\_RF\_Prep\_Nxt\_Acc (18).

**Aktion:** Für alle Geräte, die *online* sind, werden (unter Berücksichtigung der geräteabhängigen Pulsbarkeit der Phasen- und Amplituden- Werte) die Sollwerte eines *Stabilisierungs-* (Beschl. 15) oder eines *Konditionierungs-Zyklus* (Beschl. 14) gesetzt. Anschließend wird der Gerätestatus ermittelt und die Fehlerbehandlung durchgeführt.

## 10.3 Periodisch konnektierte EQMs

### 10.3.1 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:** Bisher keine

#### 10.4.2 DRD\_EQM

**Interrupt:** Data Ready Interrupt.

**Aktion:** Bisher keine.

#### 10.4.3 DRQ\_EQM

**Interrupt:** Data Request Interrupt.

**Aktion:** Bisher keine.

### 10.5 Kommandogetriggerte EQMs

#### 10.5.1 Dev\_Init\_EQM

#### 10.5.2 Dev\_Reset\_EQM

#### 10.5.3 Status\_EQM

#### 10.5.4 Active\_EQM

#### 10.5.5 Standby\_EQM

Ein/Ausschalten des Generator und der Hilfseinrichtungen. Dabei werden folgende Aktionen durchgeführt:

1. aktuellen Gerätestatus ermitteln
2. Funktionscode *ifb\_Standby\_on* ans Gerät schicken

Was dabei im Gerät intern passiert, ist in Abschnitt 4.1.6 **Einschalten** auf Seite 12 beschrieben.

#### 10.5.6 Power\_EQM

Ein/Ausschalten des Leistungsteils der HF. Dabei werden folgende Aktionen durchgeführt:

1. aktuellen Gerätestatus ermitteln
2. Funktionscode *ifb\_Power\_on* ans Gerät schicken

Was dabei im Gerät intern passiert, ist in Abschnitt 4.1.6 **Einschalten** auf Seite 12 beschrieben.

#### 10.5.7 Posaune\_EQM

Fahren der Posaune zur Feineinstellung des Phasensollwertes.

### 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 Datenstruktur im Dualport-RAM für das gewählte Gerät und den gewählten virt. Beschleuniger an.

## 10.7 Sonstige EQMs

### 10.7.1 Startup\_EQM

Installiert die Event-EQM-Konnektierung für alle virtuellen Beschleuniger (siehe hierzu auch Abschnitt 4.5 auf Seite 14) und schaltet die SE in den Event-Mode.

Installiert die für den Therapiebetrieb notwendigen Konnektierungen für ECCs (**E**vent **C**onnecte**D** Commands).

## 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

### 10.8.2 Do\_Intr\_Service\_Prep

## 10.9 Gerätevarianten

Da die Alvarez-Sender zusätzlich 16 Bit Staturerweiterung liefern, ist eine spezielle Gerätemodellvariante für Alvarez-Sender nötig.

Die Varianten im Einzelnen:

**Variant 1** (HFU\$NORMAL.PIN) HLI-HF-Anlagen.

**Variant 2** (HFU\$ALVAREZ.PIN) Alvarez-Senderanlagen mit 16 Bit Staturerweiterung (siehe auch Abschnitt 3.6 auf Seite 10). Ebenso werden mit dieser Variante einige Buncher betrieben.

**Variant 3** (HFU\$ER.PIN) Einzelresonatoren und einzelne Buncher.

**Variant 4** (HFU\$BC2.PIN) HLI-Chopper UN6BC2 (wird benutzt zur Intensitätsvariation im Therapiebetrieb).

**Variant 5** (HFU\$HSI.PIN) HF-Sender des Hochstrom-Injektors.



# Index

## —Symbole —

Änderungsprotokoll ..... 2

## —A—

Abriß ..... 2  
Active\_EQM ..... 34  
An externe Interrupts konnektierte EQMs 33  
Aufgabe des Gerätes ..... 7  
Ausschalten ..... 14

## —B—

Bedienung des Gerätes ..... 13  
Bedienungsfehler ..... 17

## —D—

Datenbasis ..... 29  
Dev\_Init\_EQM ..... 34  
Dev\_Reset\_EQM ..... 34  
Display\_DevErr\_EQM ..... 35  
Display\_DPR\_EQM ..... 34  
DRD Interrupt ..... 10  
DRD\_EQM ..... 34  
DRQ Interrupt ..... 10  
DRQ\_EQM ..... 34  
Dualport RAM ..... 29

## —E—

Einschalten ..... 14  
EQMs ..... 31

- An externe Interrupts konnektierte 33
  - DRD\_EQM ..... 34
  - DRQ\_EQM ..... 34
  - Interlock\_EQM ..... 33
- Eventkonnektierte ..... 33
  - Mess\_EQM ..... 33
  - Vorg\_EQM ..... 33
  - Warm\_EQM ..... 33
- für die Diagnose vor Ort ..... 34
  - Display\_DevErr\_EQM ..... 35
  - Display\_DPR\_EQM ..... 34
- Globale Routinen ..... 35
  - Do\_Intr\_Service\_Prep ..... 35
  - Read\_and\_Update\_Status ..... 35
- Kommandogetriggerte ..... 34

- Active\_EQM ..... 34
- Dev\_Init\_EQM ..... 34
- Dev\_Reset\_EQM ..... 34
- Posaune\_EQM ..... 34
- Power\_EQM ..... 34
- Standby\_EQM ..... 34
- Status\_EQM ..... 34
- Periodisch konnektierte ..... 33
  - Update\_Config\_EQM ..... 33
- Sonstige - ..... 35
  - Startup\_EQM ..... 35

Event-Overrun ..... 17  
Event-Sequenzfehler ..... 17  
Eventkonnektierte EQMs ..... 33  
Eventkonnektierungen ..... 15

## —F—

Funktionscodes ..... 8

- ifb\_Ext\_Stat\_1 ..... 10
- ifb\_ist\_Ampl ..... 10
- ifb\_phase\_left ..... 10
- ifb\_phase\_right ..... 10
- ifb\_phase\_stop ..... 10
- ifb\_power\_off ..... 9
- ifb\_power\_on ..... 9
- ifb\_quit ..... 9
- ifb\_rdstat ..... 10
- ifb\_reset ..... 8
- ifb\_soll\_Ampl ..... 8
- ifb\_soll\_Phase ..... 9
- ifb\_standby\_off ..... 8
- ifb\_standby\_on ..... 8

## —G—

Genauigkeitsanforderungen ..... 15  
Gerät

- Aufgabe ..... 7
- Bedienung ..... 13
- Hardware ..... 7
- logisches ..... 10
- Repräsentation ..... 17
- Schnittstelle ..... 8

Gerätemodell ..... 7

- Kennzeichnung ..... 17
- Master-Properties ..... 17
- Slave-Properties ..... 22

Gerätevarianten ..... 7, 35

Globale Routinen ..... 35

—H—

Handbetrieb ..... 16  
Hardware des Gerätes ..... 7  
Hardwarestatus ..... 10  
Hardwarewarning-Bit ..... 17

—I—

ifb\_Ext\_Stat\_1 ..... 10  
ifb\_ist\_Ampl ..... 10  
ifb\_phase\_left ..... 10  
ifb\_phase\_right ..... 10  
ifb\_phase\_stop ..... 10  
ifb\_power\_on, ifb\_power\_off ..... 9  
ifb\_quit ..... 9  
ifb\_rdstat ..... 10  
ifb\_reset ..... 8  
ifb\_soll\_Ampl ..... 8  
ifb\_soll\_Phase ..... 9  
ifb\_standby\_on, ifb\_standby\_off ..... 8  
Init ..... 16  
Interfacekarte ..... 8  
Interlock ..... 10, 17  
Interlock\_EQM ..... 33  
Interne Zustände ..... 31  
Interrupt  
    • DRD Interrupt ..... 10  
    • DRQ Interrupt ..... 10  
    • Interlock ..... 10  
Istwert lesen ..... 13

—K—

Kaltstarts ..... 16  
Kommandogetriggerte EQMs ..... 34  
Konditionierungsbeschleuniger ..... 13  
Konditionierungszyklen ..... 13  
Konfigurationsabfrage ..... 12

—L—

logisches Gerät ..... 10  
Lokale Datenbasis ..... 29  
    • Tabelle der Konstanten ..... 29

—M—

Master-Properties ..... 17

Mess\_EQM ..... 33

—N—

N\_Init ..... 30  
N\_Reset ..... 30  
Normalbetrieb ..... 13

—O—

Overrun ..... 17

—P—

Periodisch konnektierte EQMs ..... 33  
Posaune\_EQM ..... 34  
Power\_EQM ..... 34  
Properties  
    • ACTIV ..... 23  
    • AMPLCTRL ..... 25  
    • AMPLII ..... 24  
    • AMPLIS ..... 24  
    • AMPLREF ..... 25  
    • CHECKSET ..... 21  
    • CONSTANT ..... 21  
    • COPYSET ..... 24  
    • DATAID ..... 22  
    • EQMERROR ..... 23  
    • INFOSTAT ..... 19  
    • INIT ..... 18  
    • Master- ..... 17  
    • MAXEFI ..... 22  
    • MEDDATAI ..... 26  
    • MEDDATAS ..... 26  
    • MEDIINFO ..... 22  
    • MEDIMODE ..... 22  
    • OPERMODE ..... 22  
    • PHASES ..... 25  
    • POWER ..... 18  
    • PPMODEI ..... 25  
    • PPMODES ..... 25  
    • RESET ..... 19  
    • SAVEMST ..... 21  
    • SAVESET ..... 22  
    • SECURITY ..... 21  
    • Slave- ..... 22  
    • STANDBY ..... 20  
    • STATUS ..... 18  
    • STORESET ..... 22  
    • TROMPET ..... 21  
    • VERSION ..... 19

—R—

R_Active	30
R_AmplCtrlS	31
R_AmplI	30
R_AmplRefS	31
R_AmplS	30
R_ConstantS	31
R_EQMErr	30
R_InfoStat	30
R_PhaseS	31
R_PosauneS	31
R_Power	30
R_PPModeI	31
R_PPModeS	30
R_StandbyS	30
R_Status	30
R_Version	30
Repräsentation des Gerätes	17
Reset	16

—S—

Schnittstelle zum Gerät	8
Sequenzfehler	17
Slave-Properties	22
Softwareentwurf	29
Softwarestatus	11
Soll-Istwert Überwachung	13
Sollwerte setzen	13
Sonstige EQMs	35
Störungen	17
• Event-Overrun	17
• Event-Sequenzfehler	17
• Interlock	17
• Kommunikation EC – Gerät	17
Stabilisierungsbeschleuniger	14
Stabilisierungszyklen	13
Standardzyklus HLI	15
Standardzyklus UNILAC	15
Standby_EQM	34
Startup_EQM	35
Startwerte	16
Status_EQM	34
Statusbits	10

—T—

Therapiebetrieb	15
• Hardwareanforderungen	15
Timing	15

—U—

Update_Config_EQM	33
USRs	30
• gerätespezifische	30
– R_AmplCtrlS	31
– R_AmplI	30
– R_AmplRefS	31
– R_AmplS	30
– R_ConstantS	31
– R_PhaseS	31
– R_PosauneS	31
– R_PPModeI	31
– R_PPModeS	30
– R_StandbyS	30
– W_AmplCtrlS	31
– W_AmplS	30
– W_PhaseS	31
– W_PosauneS	31
– W_PPModeS	30
– W_StandbyS	30
• obligatorische	30
– N_Init	30
– N_Reset	30
– R_Active	30
– R_EQMErr	30
– R_InfoStat	30
– R_Power	30
– R_Status	30
– R_Version	30
– W_Active	30
– W_CopySet	30
– W_Power	30

—V—

Varianten	
• Alvarez-	7
• Betriebs-	15
• Einzelresonatoren-	7
• Geräte-	7, 35
• Hochstrominjektor-	7
• UN6BC2-	8
Vorg_EQM	33

—W—

W_Active	30
W_AmplCtrlS	31
W_AmplS	30
W_CopySet	30
W_PhaseS	31

W_PosauneS .....	31
W_Power .....	30
W_PPModeS .....	30
W_StandbyS .....	30
Warm_EQM .....	33
Warmstarts .....	16

—Z—

Zeitkritische Anforderungen .....	15
Zustände	
• Interne .....	31
– Übergänge .....	32
– Bedeutung .....	31
– Standard-Übergänge .....	32