



# UG - Antrieb für Unilac Gasstripper Gerätemodell und Softwareentwurf

R. Pfeil, U. Krause

*Dieses Papier enthält die Beschreibung des Gerätemodells „UG - Antrieb für Unilac Gasstripper“, und den Entwurf der Gerätesoftware für dieses Gerät.*

<b>Änderungsprotokoll</b>			
Datum	GM-Version	Name	Kommentar
10. Feb. 00	UG_01	UK	Beta-Version
13. Mär. 00	UG_01	RP	Erweiterung
28. Mär. 00	UG_01	MK	html-faehig
17. Apr. 00	UG_01	RP	Gerätebedienung + Outfit
August 00	–	MK	Überarbeitete und erweiterte TEX-Version, die sowohl in PostScript als auch in HTML konvertiert werden kann.

# 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	Ventilsteuerung . . . . .	5
2.2	Gasflussregler . . . . .	5
2.3	Zustand Vakuumsystem . . . . .	6
2.4	Gerätevarianten . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Die Schnittstelle zum Gerät</b>	<b>6</b>
3.1	Aufbau des Geräteinterfaces . . . . .	6
3.1.1	Verfahren . . . . .	6
3.1.2	Belegung der Register . . . . .	7
3.2	Funktionscodes der Interfacekarte . . . . .	7
3.3	Interlock Interrupt . . . . .	8
3.4	Data Request (DRQ) Interrupts . . . . .	8
3.5	Data Ready (DRD) Interrupts . . . . .	8
3.6	Normierung der Soll- und Ist-Werte . . . . .	8
3.7	Definition der Bits des Hardwarestatus . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Die Bedienung des Gerätes</b>	<b>9</b>
4.1	Aufgaben im Normalbetrieb . . . . .	9
4.1.1	Sollwert: Hand-Rechner Übernahme . . . . .	9
4.1.2	Sollwert bei geschlossenem Gaszugangsventil . . . . .	10
4.1.3	Sollwertübernahme: Einschränkung . . . . .	10
4.1.4	Soll- und Istwert: Normierung . . . . .	10
4.1.5	Einschalten und Ausschalten . . . . .	10
4.2	Genauigkeitsanforderungen . . . . .	11
4.3	Zeitkritische Anforderungen . . . . .	11
4.4	Einordnung in das Timing . . . . .	11
4.5	Festlegung von Startwerten . . . . .	11
4.5.1	Kaltstarts . . . . .	11
4.5.2	Warmstarts . . . . .	11
4.6	Handbetrieb . . . . .	11
4.7	Ableitung des Hardwarefehler-Bits aus dem Gerätestatus . . . . .	11
4.8	Verhalten bei Störungen . . . . .	12
4.8.1	Geräteinterlock . . . . .	12
4.8.2	Emergency-Event . . . . .	12
4.8.3	Ausfall der Kommunikation EC – Gerät . . . . .	12
4.8.4	Sonstiges . . . . .	12
4.9	Bedienungsfehler vom Operating . . . . .	12
4.10	Sonstige Anforderungen . . . . .	12
<b>5</b>	<b>Die Repräsentation des Gerätes</b>	<b>12</b>
5.1	Kennzeichnung des Gerätemodells . . . . .	12
5.2	Die Master-Properties . . . . .	13
5.2.1	POWER . . . . .	13
5.2.2	STATUS . . . . .	13
5.2.3	INIT . . . . .	13

5.2.4	RESET . . . . .	14
5.2.5	VERSION . . . . .	14
5.2.6	INFOSTAT . . . . .	14
5.2.7	CONSTANT . . . . .	15
5.2.8	GASFLOW . . . . .	15
5.2.9	PRESSURE . . . . .	15
5.2.10	VALVES . . . . .	15
5.3	Die Slave-Properties . . . . .	16
5.3.1	ACTIV . . . . .	16
5.3.2	EQMERROR . . . . .	16
5.3.3	COPYSET . . . . .	17
<b>II Der Entwurf der Software</b>		<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Softwareentwurf</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>Lokale Datenbasis</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>Dualport RAM</b>	<b>19</b>
8.1	Master-Daten . . . . .	19
<b>9</b>	<b>USRs - User Service Routinen</b>	<b>19</b>
9.1	Besonderheiten bei USRs . . . . .	19
9.1.1	W_GasFlow . . . . .	19
9.1.2	R_GasFlow . . . . .	19
9.1.3	W_Pressure . . . . .	20
9.1.4	R_Pressure . . . . .	20
9.1.5	W_Valves . . . . .	20
9.1.6	R_Valves . . . . .	20
9.2	Globale Routinen . . . . .	20
<b>10</b>	<b>EQMs - Equipment Module</b>	<b>20</b>
10.1	Interne Zustände . . . . .	20
10.1.1	Bedeutung der internen Zustände . . . . .	20
10.1.2	Übergänge zwischen den Zuständen . . . . .	21
10.1.3	Standard-Zustandsübergänge . . . . .	21
10.2	Besonderheiten bei den EQMs . . . . .	23
10.2.1	gas_valve_state_EQM . . . . .	23
10.3	Globale Routinen . . . . .	23
10.4	MIL-Treiber . . . . .	23
<b>Index</b>		<b>25</b>

## Teil I

# Das Gerätemodell

## 1 Die Aufgabe des Gerätes

Antrieb für den Unilac Gasstripper

## 2 Die Hardware des Gerätes

Das Gerät steuert den Gasdurchfluss für den Unilac-Gasstripper. Darüberhinaus lassen sich zwei Absperrventile steuern sowie einige Zustandsinformationen des Vakuumsystems auslesen. Darin sind auch Informationen des Pumpsystems enthalten, mit dem das eingeleitete Strippergas wieder abgepumpt wird.

### 2.1 Ventilsteuerung

Mit dem Gerät „Gasstripper Unilac“ lassen sich zwei Absperrventile ansteuern:

- Gaszugangsventil (US2VV1E): Absperrventile für die Zufuhr des Strippergases. (Dieses Ventil wird auch Gas\_Ventil oder Ventil\_1 genannt.)
- Rootspumpenventil (US2VV5H): Vakuumventil zur Pumpe, die das Strippergas wieder absaugt. (Dieses Ventil wird auch Roots\_Ventil oder Ventil\_2 genannt.)

Das Gaszugangsventil darf nur geöffnet werden, wenn auch das Rootspumpenventil geöffnet ist. Die Gerätehardware schließt daher das Gaszugangsventil, wenn das Rootspumpenventil geschlossen ist.

### 2.2 Gasflussregler

Die Hauptkomponente des Gerätes ist der Antrieb des Regelventiles (flow controller / US2-FC-1) für den Gasdurchfluss des Strippers.

Der Vorgabewert für das Regelventil wird im eigentlichen Steuergerät in digitaler Form gespeichert. Die Rechnersteuerung übermittelt den Vorgabewert, welcher als Sollwert: “gasflow“ im DPR abgelegt ist deshalb als digitalen Wert an das Steuergerät. Der Sollwert kann im Rechnerbetrieb über einen Positions- oder Druckvorgabewert geändert werden.

Im Handbetrieb wird die Regelgröße nicht direkt vorgegeben (Potenziometer oder ähnlich), sondern es kann der im Gerät gespeicherte Vorgabewert nur über einen Up/Down Inkrementalgeber verändert werden. Alle manuellen Änderungen an der Regelgröße erfolgen daher relativ zum aktuellen Wert dieser Regelgröße und damit des Gasflusses. Der Sollwert im DPR wird durch Auslesen des am Gerät eingestellten Wertes ständig aktualisiert.

Der im Gerät gehaltene Vorgabewert für den Gasfluss kann über die Rechnerschnittstelle ausgelesen werden.

Mit diesem Aufbau lassen sich abrupte Änderungen des Vorgabewertes weitgehend verhindern. Insbesondere lässt sich damit erreichen, dass sich der Gasdurchfluss nicht ändert, wenn zwischen Rechner- und Handbetrieb umgeschaltet wird (siehe Absch. 4.1.1).

Da die Ventilregelung bei abgesperrtem Gasdurchfluss ganz öffnen würde (das Regelventil wird solange geöffnet, bis der eingestellte Durchfluss erreicht ist), setzt die Gerätehardware bei geschlossenem Gaszugangsventil (US2VV1E) den Geräte-Vorgabewert auf 0.

Ein Istwert (gemessener Wert) des Gasflusses ist nicht verfügbar.

## 2.3 Zustand Vakuumsystem

Über den Status des Gerätes „Gasstripper Unilac“ lassen sich auch einige Informationen über den Zustand des Vakuumsystems am Gasstripper auslesen:

Druck (Hochvakuum oder Atmosphärendruck) in Stripper und Rootspumpenstand

Funktion des Rootspumpenstandes

## 2.4 Gerätevarianten

Es gibt keine Varianten.

# 3 Die Schnittstelle zum Gerät

Dieses Kapitel beschreibt den Aufbau der digitalen Schnittstelle zum Rechnersystem.

## 3.1 Aufbau des Geräteinterfaces

### 3.1.1 Verfahren

Das Gerät ist über den GSI I/O-Bus anzusprechen. Die eigentlichen Geräteeigenschaften sind als Register auf diesem Bus realisiert.

Die Register, die die Geräteeigenschaften repräsentieren, sind über Adress- und Datenbuszugriffe anzusprechen:

1.: Register über Adressbus selektieren

2.: Register über Adressbus beschreiben bzw. auslesen

Auf dem Adressbus werden die höherwertigen 4 Bit als Kartenadresse verwendet, die niedrigwertigen 4 Bits als Adresse eines Registers auf der Karte. Da hier nur eine Karte mit Geräteregistern zum Einsatz kommt, sind die oberen vier Bit der verwendeten Adressen immer 0.

Die Gerätefunktionen werden (über die unteren vier Bit) auf dem Adressbus angesprochen:

Adresse (hex)	Modus	Bedeutung
00	Lesen	Gerätstatus (Bit 0 - 32)
02	Schreiben	Ventilstellungen (Bit 0 + 1)
03	Schreiben	Vorgabewert Regelventil (Bit 0 - 11)
05	Lesen	Vorgabewert Regelventil (Bit 0 - 11) und Ventilstellung (Bit 14 + 15)

### 3.1.2 Belegung der Register

Die einzelnen Register haben folgende Belegung:

**00:** Status lesen. Bitbelegung:

Bit	Bedeutung	Wert=1	Wert=0
0	nicht belegt	–	–
1	Rezipient HV	ok	nicht ok
2	Ventil US2VV6H	auf	zu
3	Rootspumpe ATM	nein	ja
4	Rootspumpe HV	ok	nicht ok
5	Rootspumpe	ein	aus
6	Power	ein	aus
7	Remote/Local	Remote	Local
8-15	unbenutzt	–	–

**02:** Ventilstellungen schreiben. Bitbelegung:

Bit	Bedeutung	Wert=1	Wert=0
0	Stellung Gaszugangsventil (US2VV1E)	Auf	Zu
1	Stellung Rootspumpenventil (US2VV5H)	Auf	Zu
1-15	nicht belegt	–	–

**03:** Vorgabewert Regelventil schreiben. Bitbelegung:

Bit	Bedeutung
0-11	Vorgabewert Regelventil
12-15	nicht belegt

**04:** Vorgabewert Regelventil und Ventilstellungen lesen. Bitbelegung:

*Achtung - Belegung von Bit 14/15 kann vertauscht sein!*

Bit	Bedeutung	Wert=1	Wert=0
15	Stellung Gaszugangsventil	??	??
14	Stellung Rootspumpenventil	??	??
13	nicht belegt	–	–
12	nicht belegt	–	–
0-11	Vorgabewert Regelventil		

## 3.2 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_data_bus_w	10	Schreiben	16 Bit Daten auf den Datenbus schreiben
ifb_adr_bus_w	11	Schreiben	8 Bit Daten auf den Adressbus schreiben
ifb_data_bus_r	90	Lesen	16 Bit Daten vom Datenbus lesen
ifb_rdstat_int	C9	Lesen	Status der Interfacekarte lesen

### ifb\_reset

Das Gerät wird in einen definierten Ausgangszustand gebracht. Entsprechende Hardwarestatusbits und das Summeninterlock werden zurückgesetzt.

### 3.3 Interlock Interrupt

Interlock-Interrupts werden nicht erwartet bzw. verarbeitet.

### 3.4 Data Request (DRQ) Interrupts

DRQ-Interrupts werden nicht erwartet bzw. verarbeitet.

### 3.5 Data Ready (DRD) Interrupts

DRD-Interrupts werden nicht erwartet bzw. verarbeitet.

### 3.6 Normierung der Soll- und Ist-Werte

Der Vorgabewert für das Regelventil wird als 12-Bit Wert übermittelt:

$$\begin{aligned}
 0000_{hex} &\hat{=} \text{ Ventil geschlossen} \\
 0FFF_{hex} &\hat{=} \text{ Ventil vollständig geöffnet}
 \end{aligned}$$

### 3.7 Definition der Bits des Hardwarestatus

?

Die Geräte liefern 1 Byte Statusinformation. Der Status wird über ein Register auf dem I/O-Bus gelesen.

Die Belegung des Gerätestatus ist:

Bit	Name	Bedeutung	
		High (1)	Low (0)
0	nicht belegt	–	–
1	Rezipient HV	ok	nicht ok
2	Ventil US2VV6H	auf	zu
3	Rootspumpe ATM	nein	ja
4	Rootspumpe HV	ok	nicht ok
5	Rootspumpe	ein	aus
6	Power	ein	aus
7	Remote/Local	Remote	Local



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	nicht belegt	–	–
9	Rezipient HV	ok	nicht ok
10	Ventil US2VV6H	auf	zu
11	Rootspumpe ATM	nein	ja
12	Rootspumpe HV	ok	nicht ok
13	Rootspumpe	ein	aus
14	Power	ein	aus
15	Remote/Local	Remote	Local
16	nicht belegt	–	–
	...	–	–
31	nicht belegt	–	–

## 4 Die Bedienung des Gerätes

Hier wird beschrieben, wie das Gerät (die Hardware) bedient werden muss. Das beinhaltet die Anforderungen *vom* Gerät als auch die Anforderungen *an das* Gerät.

### 4.1 Aufgaben im Normalbetrieb

#### 4.1.1 Sollwert: Hand-Rechner Übernahme

Das Gerät soll im normalen Maschinenoperating sowohl im Remote-Betrieb als auch lokal vor Ort im Handbetrieb eingestellt werden können. Dazu muss die Betriebsart jeweils zwischen Hand- und Rechnerbetrieb (am Gerät) umgeschaltet werden. Bei solchen Umschaltungen dürfen keine Schwankungen im Gasdurchfluss auftreten, was eine gleichbleibende Position des Gasregelventils erfordert.

Beim Umschalten von Rechner auf Hand wird der Gasfluß auf 0 gesetzt. Die Ventilstellungen werden von der letzten Handschaltung übernommen. Dafür sorgt die besondere Bauart des Gerätes (siehe Abschn. 2.2 auf Seite 5)

Beim Umschalten von Hand auf Rechner (umgekehrter Fall) muss die Gerätesoftware Sorge tragen: Dazu muss sie die letzten im Handbetrieb eingestellten Sollwerte für Gasfluß und Ventilstellungen

als Rechner-Sollwerte übernehmen.

- Zweckmäßigerweise übernimmt sie im Rechnerbetrieb ständig den jeweils eingestellten (Hand-)Vorgabewert als Rechner-Sollwert. Dazu wird der Vorgabewert im Handbetrieb periodisch ausgelesen (abgepollt) und im DPR in “gasflow“ abgelegt.

#### 4.1.2 Sollwert bei geschlossenem Gaszugangsventil

Steht am Regelgerät ein Vorgabewert an, während kein Gas durch das Regelventil strömt, würde die Regeleinheit versuchen, den gewünschten Vorgabewert zu erreichen und das Ventil völlig öffnen. Diesen Zustand tritt z. B. bei geschlossenem Gaszugangsventil ein. Setzt dann der Gasfluss wieder ein (weil etwa das Gaszugangsventil geöffnet wird), benötigt die Regeleinheit eine gewisse Zeit, bis sie den gewünschten Gasfluss eingestellt hat. Während dieser Einregelzeit tritt zu viel Gas in den Stripper ein.

Daher ist zu vermeiden, dass das Gaszugangsventil geöffnet wird, während ein von Null verschiedener Vorgabewert ansteht:

- Sobald das Gaszugangsventil geschlossen wird, muss der Rechnersollwert auf den Wert Null gesetzt werden.

Im Handbetrieb ist das gewährleistet, da die Gerätehardware automatisch dafür sorgt. Da im Handbetrieb der Vorgabewert als Rechner-Sollwert übernommen wird, wird der Rechnersollwert ebenfalls auf Null gesetzt, wenn das Ventil im Handbetrieb geschlossen wird.

Das Setzen eines Sollwertes fuer das Gasregelventil (z.B. mit WGasflow, WPressure) bei geschlossenem Gaszugangsventil wird softwaremäßig gesperrt.

#### 4.1.3 Sollwertübernahme: Einschränkung

Zur Vermeidung von Druckstößen bei der Hand-/Rechner-Umschaltung ist die korrekte Verfolgung des Vorgabewertes durch den Rechner wichtig, wenn das Gerät im Handbetrieb arbeitet.

*Die korrekte Nachführung des Rechner-Sollwertes bei Änderungen des Vorgabewertes im Gerät im Handbetrieb ist nicht ganz streng zu gewährleisten. In seltenen Fällen (wie z. B. bei einem Reset des Rechners) kann es Lücken in dieser Nachführung geben.*

#### 4.1.4 Soll- und Istwert: Normierung

Der Sollwert steht als Real-Zahl im Bereich 0.0 bis 1.0 zur Verfügung.

0.0	≐	Ventil geschlossen
1.0	≐	Ventil geöffnet

Zusätzlich wird der Sollwert über eine von den Gerätebetreuern aufzunehmende Tabelle in Druckwerte umgerechnet.

#### 4.1.5 Einschalten und Ausschalten

Keine Besonderheiten.

## 4.2 Genauigkeitsanforderungen

Keine Besonderheiten.

## 4.3 Zeitkritische Anforderungen

Einstellungen, die im Handbetrieb erfolgen, müssen hinreichend schnell vom Rechner übernommen werden. Verzögerungen kleiner als 0.5 s werden dabei als unkritisch angesehen.

## 4.4 Einordnung in das Timing

Das Gerät nimmt nicht an der Puls zu Puls Modulation teil.

## 4.5 Festlegung von Startwerten

### 4.5.1 Kaltstarts

Bei einem Kaltstart (Init) werden folgende Aktionen durchgeführt:

- Es wird ein Gerätereset durchgeführt.
- Der Sollwert für gasflow und valve\_pos, sowie der Istwert für valve\_pos und stamps im DPR wird auf 0 gesetzt.

### 4.5.2 Warmstarts

Bei einem Warmstar (Reset) werden folgende Aktionen durchgeführt:

- Es wird ein Gerätereset durchgeführt.
- Der Istwert für valve\_pos und stamps wird im DPR mit 0 vorbesetzt.

## 4.6 Handbetrieb

Das Gerät kann auf Handbetrieb (local) geschaltet werden. Der Zustand wird im Status des Gerätes (Bit 7 = 0 und Bit 15 = 1) angezeigt. Im Handbetrieb sind die über den Rechner auszuführenden Schreibfunktionen zum Sollwert schicken durch die Software gesperrt. Es können aber Werte aus dem DPR gelesen werden.

## 4.7 Ableitung des Hardwarefehler-Bits aus dem Gerätestatus

Ein Hardwarefehler (angezeigt im Hardwarefehler-Bit des Status) liegt vor, wenn eines der folgenden Bits des Hardwarestatus *nicht* den angegebenen Wert (nicht OK) anzeigt.

Bit	Name	Wert
??	????	?

## **4.8 Verhalten bei Störungen**

### **4.8.1 Geräteinterlock**

Nichts zu tun.

### **4.8.2 Emergency-Event**

Nichts zu tun.

### **4.8.3 Ausfall der Kommunikation EC – Gerät**

Die Behandlung durch die Systemfunktionen (Gerät wird offline) ist ausreichend.

### **4.8.4 Sonstiges**

Keine weiteren Störungen vorhanden.

## **4.9 Bedienungsfehler vom Operating**

Sollwerte ausserhalb des zulässigen Bereichs sind zurückzuweisen.

## **4.10 Sonstige Anforderungen**

Für das Gaszugangsventil (Ventil\_1) und das Rootspumpenventil (Ventil\_2) ist in der Software folgendes zu berücksichtigen:

Das Öffnen von Ventil\_1, wenn Ventil\_2 noch zu ist, ist verboten. Ebenso das Schließen von Ventil\_2, wenn Ventil\_1 noch auf ist. Somit sind diese beiden Möglichkeiten von der Software gesperrt und der Zustand Ventil\_1 offen und Ventil\_2 geschlossen nicht einstellbar.

Ist das Ventil\_1 geschlossen, kann kein Gassollwert gesetzt werden, was beim Schreibversuch (WGasflow, WPressure) nur zu einer Fehlermeldung führt.

Wird das Ventil\_1 geschlossen, so wird gleichzeitig der Gassollwert auf den Wert 0 gesetzt.

## **5 Die Repräsentation des Gerätes**

Dieses Kapitel beschreibt, wie das Gerät nach höheren Ebenen hin abgebildet wird.

### **5.1 Kennzeichnung des Gerätemodells**

Das Gerätemodell hat die Bezeichnung **UG**.

Die Gerätemodellnummer ist 68<sub>dez</sub>.

## 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	–	36	BitSet8	1	0
INFOSTAT	RA	0	–	25	BitSet32	1	0
CONSTANT	RA	0	–	0	RealF	1	0
GASFLOW	R/W	0	–	1	RealF	1	0
PRESSURE	R/W	0	–	1	RealF	1	0
VALVES	R/W	1	BitSet16	1	BitSet16	1	0
VALVEI	R	1	BitSet16	1	BitSet16	1	0

### 5.2.1 POWER

**Bedeutung:** Gibt an, ob der Leistungsteil des Gerätes ein- oder ausgeschaltet ist bzw. werden soll. Beim Einschalten eines Gerätes mit Lastumschaltung muss gegebenenfalls vorher die Last umgeschaltet werden.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Das Datum kann nur zwei Werte annehmen. Null heisst, das Gerät ist eingeschaltet bzw. soll eingeschaltet werden. Eins 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 3.7 auf Seite 8 und in der Tabelle 3.7 auf Seite 8 erklärt sind.

### 5.2.3 INIT

**Bedeutung:** Initialisierung des Gerätes (Kaltstart). Für die dabei durchzuführenden Aktionen siehe Abschnitt 4.5.1 auf Seite 11.

**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 11.

**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:** Reserviert für Erweiterungen.
- ⋮
- 25:** Reserviert für Erweiterungen.

### 5.2.7 CONSTANT

**Bedeutung:** Liefert die gerätespezifischen Konstanten.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Die 2 Realwerte bedeuten im Einzelnen:

- 1:** Vielleicht mal irgendwas
- 2:** Vielleicht mal was anderes

### 5.2.8 GASFLOW

**Bedeutung:** Setzen bzw. Lesen der Stellung des Gas Regelventiles (US2-FC-1).

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Die Stellung des Regelventiles im Bereich von 0.0 bis 1.0.

Wert	Bedeutung
0.0	Ventil geschlossen
1.0	Ventil vollständig geöffnet

### 5.2.9 PRESSURE

**Bedeutung:** Setzen bzw. Lesen des Strippergasdruckes

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Der anhand der Kalibrierkurve aus der Stellung des Regelventiles berechnete Druck des Gasstrippers. Die Umwandlungstabelle für die Reglerpositions- und Druckwerte befindet sich nicht in einer Datenbasis, sondern im Kopf der USRS.

### 5.2.10 VALVES

**Bedeutung:** Setzen bzw. Lesen des Sollwertes der beiden Ventile.

**Parameter:** Nummer des Ventiles

- 0:** US2VV1E (Gaszugangsventil)
- 1:** US2VV5H (Rootspumpenventil)
- :** US2VV1E und US2VV5H  
(Schreiben: beide werden gleichermaßen beschrieben und geschaltet.)  
(Lesen: eine 1 wird nur dann gelesen, wenn beide eine 1 liefern.)

**Daten:** Die Stellung des Ventiles

- 0:** Ventil geschlossen
- 1:** Ventil geöffnet

### 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	217	Integer32	348	Integer32	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:** Hier hat nur der erste der 217 Parameter eine Bedeutung.

**1:** Wird bei konnektierten Aufträgen ausgewertet. 0: Es wird bei jeder Ausführung des Auftrages eine Antwort verschickt. 1: Es wird bei jeder Ausführung des Auftrages nur dann eine Antwort verschickt, wenn sich seit dem letzten Aufruf der Inhalt der Daten geändert hat.

**2...217:** Dummy, sie werden vom MOPS intern verwendet und können vom Benutzer beliebig gesetzt werden.

**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  $s$  angeben:

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

- 2 : erste Master-Fehlermeldung  
 $\vdots$   
 $m + 1$  : letzte Master-Fehlermeldung  
 $m + 2$  : erste Slave-Fehlermeldung  
 $\vdots$   
 $l + 1$  : 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  
 $\vdots$   
 $t + 4$  : 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.



## Teil II

# Der Entwurf der Software

## 6 Softwareentwurf

Dies ist noch ein sehr allgemeiner Punkt. Hier sollte unter anderem hingehören:

- Datenstrukturen,
- Datenflussdiagramme,
- Kontrollflussdiagramme
- ...

## 7 Lokale Datenbasis

## 8 Dualport RAM

### 8.1 Master-Daten

Es gibt drei Master-Werte im DPR:

Datum	Typ	Bedeutung
gasflow	uns_word	Vorgabewert für das Regelventil
valve_pos_soll	uns_word	Stellung der Ventile
valve_pos_list	uns_word	Stellung der Ventile Bit 0: Gaszugangsventil Bit 1: Rootsumpfenventil

## 9 USRs - User Service Routinen

### 9.1 Besonderheiten bei USRs

#### 9.1.1 W\_GasFlow

Umrechnung Sollwert (Real) in Vorgabewert (uns\_word) für das Gas Regelventil und Speicherung im DPR.

Kein Aufruf eines EQMs, da der Sollwert periodisch vom DPR ins Gerät geschrieben wird.

#### 9.1.2 R\_GasFlow

Lesen des Vorgabewertes des Gas Regelventiles aus dem DPR und Umrechnung des Wertes (uns\_word) zur Anzeige (Real).

### **9.1.3 W\_Pressure**

Umrechnung der Druckwerte anhand einer Tabelle in Vorgabewert (uns\_word) für das Gas Regelventil und Speicherung im DPR.

Kein Aufruf eines EQMs, da der Sollwert periodisch vom DPR ins Gerät geschrieben wird.

### **9.1.4 R\_Pressure**

Lesen des Vorgabewertes des Gas Regelventiles aus dem DPR und Umrechnung anhand einer Tabelle in den Gasdruck.

### **9.1.5 W\_Valves**

Schreiben des Sollzustandes des Rootspumpenventiles oder des Gaszugangsventiles ins DPR.

Folgende Vorschriften sind implementiert:

- Versuche, das Gaszufuhrventil zu öffnen, während das Rootspumpenventil noch geschlossen ist, sind nicht durchführbar.
- Versuche, das Rootspumpenventil zu schließen, während das Gaszufuhrventil noch offen ist, werden abgewiesen.
- Wird das Gaszufuhrventil geschlossen, wird der DPR-Sollwert für das Gasregelventil auf 0 gesetzt (Ventil ganz geschlossen).

### **9.1.6 R\_Valves**

Lesen des Vorgabewertes für den Zustand des Rootspumpenventiles oder des Gaszufuhrventiles aus dem DPR.

## **9.2 Globale Routinen**

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

Im Modul USRs existieren keine globalen Routinen.

## **10 EQMs - Equipment Module**

### **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.
emergency	Ein Emergency-Event wurde empfangen. Dieser Zustand darf nur durch Rücksetzen vom Operating verlassen werden.
interlock	Ein Interlock wurde gemeldet. In einem periodisch ablaufenden Auftrag wird überprüft, ob die Interlock-Ursache noch vorliegt. Falls nein, Übergang nach ready.
local	Das Gerät wird mit Handsteuerung betrieben.
power_off	Das Gerät ist ausgeschaltet.
error	Während der Abarbeitung eines EQMs wurde ein Fehler erkannt. (besser Erklären).
ready	Das Gerät ist bereit für Aktionen.

### 10.1.2 Übergänge zwischen den Zuständen

Die Zustände und die Übergänge zwischen denselben sind aus Platzgründen in zwei Tabellen (Tabelle 7 und Tabelle 8) aufgeteilt. Die Legende zu diesen Tabellen ist in Tabelle 9 zu finden.

Tabelle der Zustandsübergänge					
von↓	nach→	emergency	interlock	local	power_off
interlock	U:	Evt_Emerg	–	RESET	RESET
	B:	–	–	r	Rp
	A:	Emerg_EQM	–	SI_Off_Chk, Reset_EQM	SI_Off_Chk, Reset_EQM
local	U:	Evt_Emerg	SI	–	–
	B:	–	–	–	Rp
	A:	Emerg_EQM	InterLEQM	–	Status lesen (periodisch)
error	U:	Evt_Emerg	SI	–	–
	B:	–	–	r	Rp
	A:	Emerg_EQM	InterLEQM	Status lesen (periodisch)	Status lesen (periodisch)
ready	U:	Evt_Emerg	SI	–	–
	B:	–	–	r	Rp
	A:	Emerg_EQM	InterLEQM	Status lesen (periodisch)	Status lesen (periodisch)

Tabelle 7: Zustandsübergangsdiagramm 1

Liegen mehrere Bedingungen für verschiedene Zustände gleichzeitig vor (z.B. Netz aus und Gerät auf Handbetrieb), muss der jeweils wichtigste Zustand eingenommen werden.

### 10.1.3 Standard-Zustandsübergänge

Zur Verdeutlichung hier einige Standard-Zustandsübergänge. Sie kommen Zustände, wenn eine Sequenz ohne Fehler abläuft.

Das Gerät unterscheidet im Normalbetrieb nur die beiden Zustände dev\_ready (Zugriff vom Rechner erlaubt) und dev\_local (Handbetrieb).

Tabelle der Zustandsübergänge			
von↓	nach→	error	ready
interlock	U:	–	RESET
	B:	–	–
	A:	–	SI_Off_Chk, Reset_EQM
local	U:	–	–
	B:	–	RP
	A:	–	Status lesen (periodisch)
error	U:	–	RESET, Zyklusende
	B:	–	RP
	A:	–	Reset_EQM, CleanUp_EQM
ready	U:	overrun etc.	–
	B:	–	–
	A:	div. EQMs	–

Tabelle 8: Zustandsübergangsdiagramm 2

### Legende

	Priorität der Zustände (höchste Priorität zuerst) emergency, interlock, local, power_off, error, ready, busy
U	auslösende Ursache <b>SI</b> Summeninterlock des Gerätes steht an. <b>Evt_Emerg</b> Pulszentrale verschickte Emergency-Event. <b>RESET</b> Reset wird per Kommando oder Knöpfchendrücken ausgelöst. <b>Power=1</b> Power wird per Kommando eingeschaltet. <b>Power=0</b> Power wird per Kommando ausgeschaltet.
B	abzuprüfende Bedingung <b>SI</b> Summeninterlock des Gerätes steht an. <b>R</b> Remotebit des Status steht auf Remote. <b>r</b> Remotebit des Status steht auf Local. <b>P</b> Powerbit des Status steht auf Power on. <b>p</b> Powerbit des Status steht auf Power off.
A	ausführende Stelle des Zustandübergangs <b>Status lesen (period.)</b> Beim periodischen (oder zumindest regelmäßigen) Lesen des Status. <b>..._EQM</b> Innerhalb des EQMs ..._EQM.

Tabelle 9: Legende zu den Zustandsübergangsdiagrammen

## 10.2 Besonderheiten bei den EQMs

### 10.2.1 gas\_valve\_state\_EQM

**Aufruf:** Periodisch

**Zeit:** 0.2s

**Aufgabe:** Behandlung der Geräte Sollwerte und des Istwertes.

Je nachdem, ob das Gerät im remote- oder local-Betrieb arbeitet, wird der Gasfluss-Vorgabewert in das Gerät geschrieben oder aus ihm rückgelesen.

Dazu wird zunächst der Gerätestatus ausgelesen und am remote/local-Bit entschieden, ob das Gerät im Rechnerbetrieb arbeitet (interner Zustand dev\_ready) oder im Handbetrieb (interner Zustand dev\_local).

**dev\_ready:** Rechnerbetrieb.

Der im DPR abgelegte Sollwert wird als Vorgabewert für den Gasfluss in das Gerät geschrieben.

Ebenso werden die im DPR abgelegten Sollwerte für die Stellung der beiden ansteuerbaren Absperrventile an das Gerät übermittelt.

**dev\_local:** Handbetrieb.

Die von Hand eingestellten Vorgabewerte des Gasflusses und der Ventilstellungen werden aus dem Gerät ausgelesen und als Sollwerte im DPR abgelegt.

## 10.3 Globale Routinen

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

## 10.4 MIL-Treiber

Zum Ansteuern der Interfacekarte wird der Standard-MIL-Treiber eingesetzt.





# Index

## —Symbole —

Änderungsprotokoll ..... 2

## —A—

Abriß ..... 2  
Aufgabe des Gerätes ..... 5  
Ausschalten ..... 10

## —B—

Bedienung des Gerätes ..... 9  
Bedienungsfehler ..... 12

## —D—

Datenbasis ..... 19  
DPR  
    • Master-Daten ..... 19  
DRD Interrupt ..... 8  
DRQ Interrupt ..... 8  
Dualport RAM ..... 19

## —E—

Einschalten ..... 10  
Emergency-Event ..... 12  
EQMs ..... 20  
    • Besonderheiten ..... 23  
    • gas\_valve\_state\_EQM ..... 23  
    • Globale Routinen ..... 23  
    • MIL-Treiber ..... 23  
Eventkonn timerungen ..... 11

## —F—

Funktionscodes ..... 7  
    • ifb\_reset ..... 8

## —G—

gas\_valve\_state\_EQM ..... 23  
Gasflussregler ..... 5  
Gaszugangventil ..... 5  
    • geschlossen ..... 10  
Genauigkeitsanforderungen ..... 11

## Gerät

- Aufgabe ..... 5
- Bedienung ..... 9
- Hardware ..... 5
- Repräsentation ..... 12
- Schnittstelle ..... 6

## Geräteinterface

- Aufbau ..... 6
- ## Gerätemodell ..... 5
- Kennzeichnung ..... 12
  - Master-Properties ..... 13
  - Slave-Properties ..... 16

## Gerätevarianten ..... 6

Globale Routinen ..... 20, 23

## —H—

Hand-Rechner Übernahme ..... 9  
Handbetrieb ..... 11  
Hardware des Gerätes ..... 5  
Hardwarefehler-Bit ..... 11  
Hardwarestatus ..... 8

## —I—

ifb\_reset ..... 8  
Init ..... 11  
Interfacekarte ..... 7  
    • MIL-Treiber ..... 23  
Interlock ..... 8, 12  
Interne Zustände ..... 20  
Interrupt  
    • DRD Interrupt ..... 8  
    • DRQ Interrupt ..... 8  
    • Interlock ..... 8  
Istwert  
    • Normierung ..... 10

## —K—

Kaltstarts ..... 11

## —L—

Lokale Datenbasis ..... 19

## —M—

Master-Daten ..... 19

Master-Properties .....	13
MIL-Treiber .....	23

—N—

Normalbetrieb .....	9
Normierung .....	8, 10
• Ist-Werte .....	8
• Soll-Werte .....	8

—P—

Properties	
• ACTIV .....	16
• CONSTANT .....	15
• COPYSET .....	17
• EQMERROR .....	16
• GASFLOW .....	15
• INFOSTAT .....	14
• INIT .....	13
• Master- .....	13
• POWER .....	13
• PRESSURE .....	15
• RESET .....	14
• Slave- .....	16
• STATUS .....	13
• VALVES .....	15
• VERSION .....	14

—R—

R_GasFlow .....	19
R_Pressure .....	20
R_Valves .....	20
Repräsentation des Gerätes .....	12
Reset .....	11
Rootspumpenventil .....	5

—S—

Schnittstelle zum Gerät .....	6
Slave-Properties .....	16
Softwareentwurf .....	19
Softwarestatus .....	8
Sollwert	
• Hand-Rechner Übernahme .....	9
• Normierung .....	10
Sollwertübernahme	
• Einschränkung .....	10
Störungen .....	12
• Emergency-Event .....	12

• Interlock .....	12
• Kommunikation EC – Gerät .....	12
Startwerte .....	11
Statusbits .....	8

—T—

Timing .....	11
--------------	----

—U—

USRs .....	19
• Besonderheiten .....	19
• gerätespezifische	
– R_GasFlow .....	19
– R_Pressure .....	20
– R_Valves .....	20
– W_GasFlow .....	19
– W_Pressure .....	20
– W_Valves .....	20
• Globale Routinen .....	20

—V—

Vakuumsystem	
• Zustand .....	6
Varianten	
• Betriebs- .....	11
• Geräte- .....	6
Ventilsteuerung .....	5

—W—

W_GasFlow .....	19
W_Pressure .....	20
W_Valves .....	20
Warmstarts .....	11

—Z—

Zeitkritische Anforderungen .....	11
Zustände	
• Interne .....	20
– Übergänge .....	21
– Bedeutung .....	20
– Standard-Übergänge .....	21
Zustand Vakuumsystem .....	6