

MHZ-Projekt

Sibelco

Planungsunterstützung

Technisches Blatt

Stand: 01. Oktober 2010

Version 1.0

Copyright TEAM GmbH/Herten

Nur für den internen Gebrauch.

Weitergabe an Dritte nicht gestattet.

Adresse: TEAM GmbH • Westerholter Straße 781 • 45701 Herten
Telefon: 02366 – 9597-0
Telefax: 02366 – 9597-99
Quelle: M:\0975.Sibelco_MHZ\Berichte\Sibelco - MHZ - Bericht - Version 1.0 - 2010-10-01.doc

Inhaltsverzeichnis

1 Kurzbeschreibung.....	5
2 Produktionsparameter.....	5
3 Strukturübersicht.....	6
4 Der Saugbagger	7
5 Das Steuerungssystem	8
5.1 Grobstruktur des Steuerungssystems	8
5.2 Struktur des hydraulischen Teils des Saugbaggers	9
5.2.1 I/O-Gerüst PLC-Saugbagger.....	10
5.3 Regelbetrieb des Saugbaggers	13
5.3.1 Vakuumregelung	13
5.3.2 Brestklappen-Automatik	15
5.3.3 Fließgeschwindigkeitsregelung	17
5.4 Verbindung zu den Landaggregaten.....	19
5.4.1 I/O-Gerüst PLC-Land	19
5.4.2 Interface PLC-Saugbagger <-> PLC-Land	19
5.5 Struktur des hydraulischen Teils der Boosterstationen	20
5.5.1 I/O-Gerüst PLC-Booster (X = 1, 2, 3)	22
5.5.2 Interface PLC-Saugbagger <-> PLC-Booster (X = 1, 2, 3)	23

5.6 Software-Schritt-kette.....	25
5.6.1 Schritt „ <i>Rohrleitung befüllen</i> “ (Erstbefüllung – nach Entleerung)	26
5.6.2 Schritt „ <i>Rohrleitung entleeren</i> “	28
5.6.3 Schritt „ <i>Pump-Betrieb mit Wasser/Sand-Gemisch</i> “	29
5.6.4 Schritt „ <i>Pump-Betrieb mit Wasser/Sand-Gemisch beenden</i> “	33
5.7 Visualisierung und Parameter.....	35
5.7.1 Anzeige des Betriebszustandes der Pumpen	35
5.7.2 Systemvariable	36
5.7.3 Reaktionen der Steuerung auf Störungen (Fehlermeldungen).....	49
Anhang A – Saugbagger - Berechnung der installierten Leistung	50
Anhang B – Booster - Berechnung der installierten Leistung	51
Anhang C –Berechnung Antriebsstrang Bagger-Sandpumpe	52

1 Kurzbeschreibung

Material aus einer Gewinnungsstätte soll aus einem Baggersee mit einem Saugbagger gewonnen werden und über eine Distanz von ca. 5,8 km mit Hilfe von drei Boosterstationen zu einer Aufbereitungsanlage in einem anderen Werk verpumpt werden.

Die Auslegung der Pumpen und die Bestimmung der Arbeitspunkte sowie die Auslegung der Pumpenantriebseinrichtungen erfolgt durch die Fa. Wehr.

2 Produktionsparameter

Die Produktionsparameter wurden der Auslegung der Fa. Wehr mit Stand vom 01.03.2010 entnommen (Enquiry No. WBQ10.0180.DG-HO) Tabelle 2.1.

Dichte Rohmaterial	2,65 kg/m ³
Korn d ₅₀	0,225 mm
Produktion	400 t/h
Volumenstrom	800 m ³ /h
Gemischdichte	1,31 kh/l
Geschwindigkeit nominal	3,67 m/s
Geschwindigkeit kritisch	3,31 m/s
Druckrohrleitung	
Material	HDPE
Innendurchmesser	277,8 mm

Tabelle 2.1: Produktionsparameter

Zur Zeit wird von einer Produktionsdauer von 1.000 h/anno ausgegangen.

3 Strukturübersicht

Im Bild 3.1 ist die Gesamtstruktur der hydraulischen Strecke abgebildet. Die Strecke besteht aus einem Saugbagger und drei Boosterstationen.

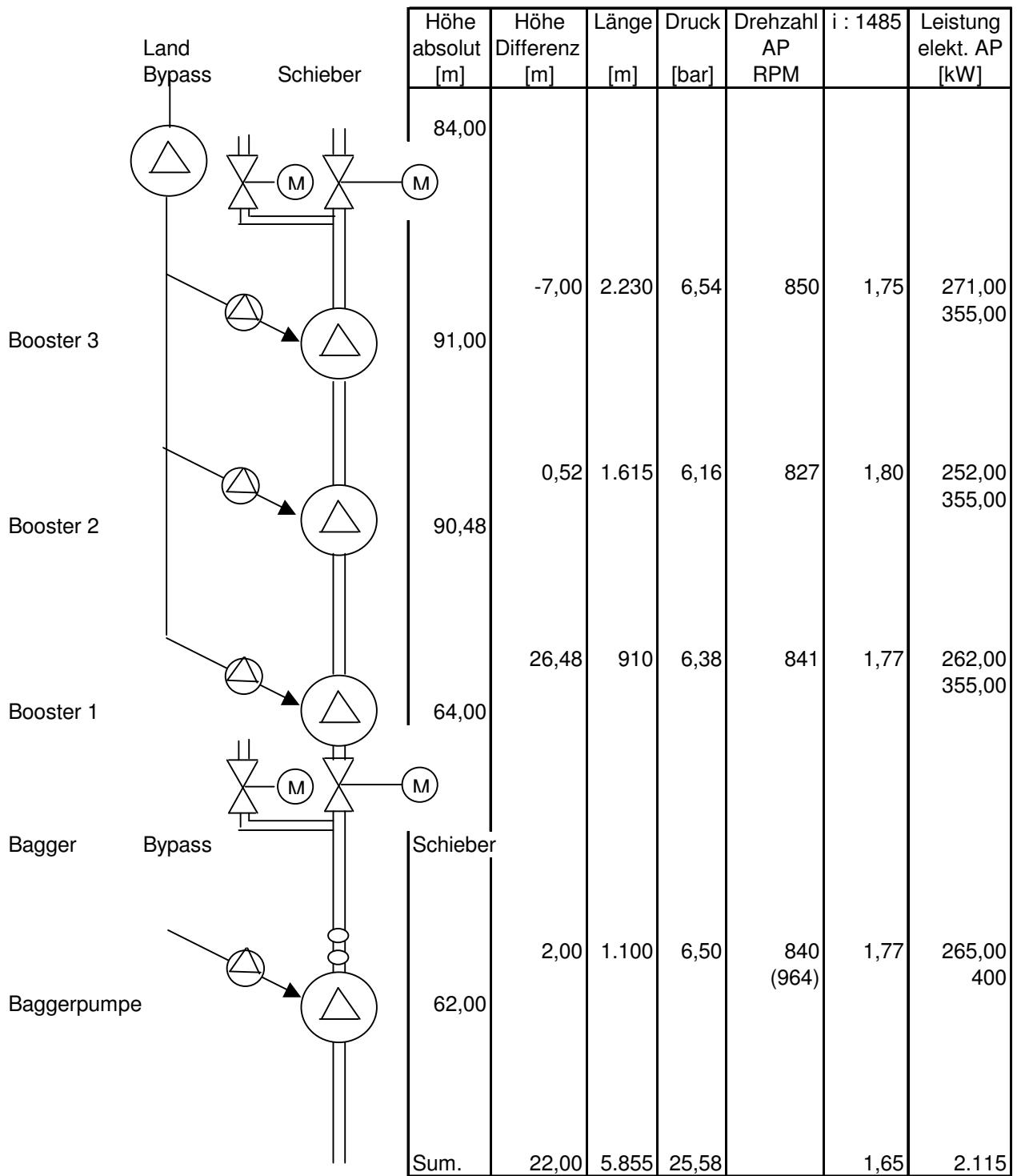


Bild 3.1: Strukturübersicht

Die Durchlaufzeit für das Material beträgt bei 5.855 m Länge der Rohrleitung und einer Geschwindigkeit von 3,6 m/s insgesamt 1.626 Sekunden bzw. ca. 28 Minuten.

Die Rohrleitung hat ein Wasservolumen von insgesamt ca. 360 Kubikmetern.

Ein Absetzen des Materials muss unbedingt verhindert werden, da auf Grund der Höhenlage der Rohrleitung das Freispülen nicht möglich ist.

Damit sich die Rohrleitung bei Betriebsruhe nicht automatisch entleert, ist auf der Druckseite vor dem ersten Booster ein Schieber vorzusehen.

Da der Auslaufpunkt der Rohrleitung zum Booster 3 ein Gefälle aufweist, ist an dieser Stelle ein Schieber zu installieren.

4 Der Saugbagger

Der Saugbagger ist bereits vorhanden und wird für den Einsatz in diesem Projekt umgebaut. Die genauen elektrischen und hydraulischen Daten sind zur Zeit noch nicht bekannt. Eine Abschätzung für die elektrische Leistung des Saubaggers ist im Anhang A aufgeführt.

5 Das Steuerungssystem

5.1 Grobstruktur des Steuerungssystems

Es wird davon ausgegangen, dass es auf dem Saugbagger, in den drei Boosterstationen und in der Landanlage eine PLC mit Visualisierung gibt (Bild 5.1-1).

Wir gehen davon aus, dass die Kommunikation zwischen den einzelnen Steuerungen über eine Licht-Wellen-Leiter-Strecke realisiert wird.

Für die Installation und Inbetriebsetzung ist es sicher nützlich, auch in den Boosterstationen ein komplettes Abbild der gesamten Anlage zu haben. Auch für den Betrieb und die Wartung wäre dies nützlich. Dies ist im wesentlichen eine Frage der Betriebs- und Unternehmensphilosophie.

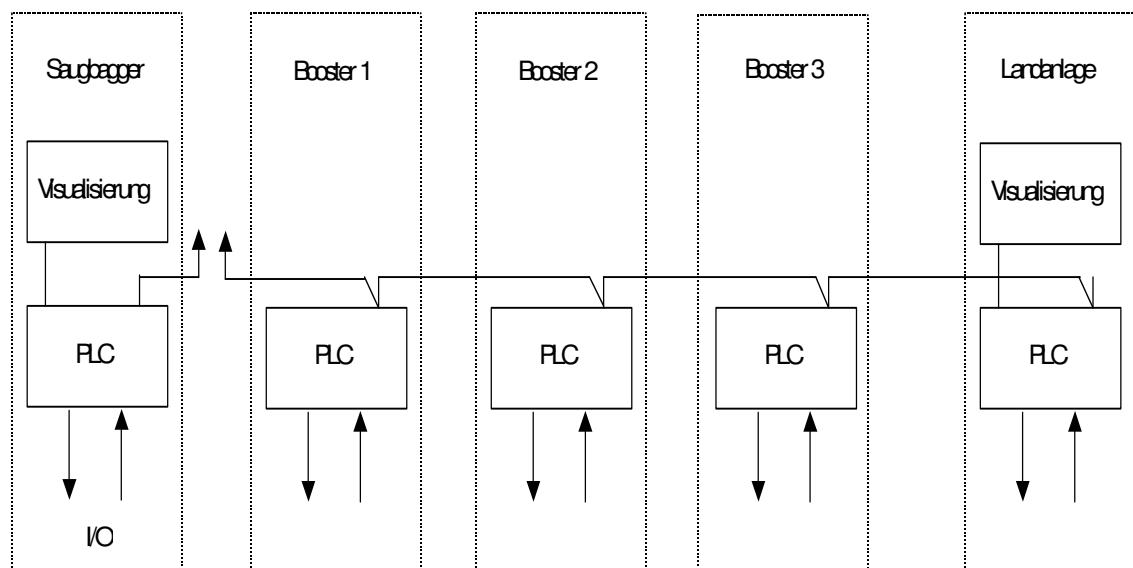


Bild 5.1-1: Kommunikationsstruktur

Als PLC kommt ABB zum Einsatz!

Die Kommunikation erfolgt über Control-Net.

Die Visualisierung wird auf der Basis von Compact HMI realisiert.

Die Landanlage ist nur über „Freigabe“ und „Störung“ mit dem Bagger und den Boostern verbunden.

5.2 Struktur des hydraulischen Teils des Saugbaggers

Der Saugbagger soll mit einer Pumpe der Fa. Warman (10/8) mit Sperrwasser-Versorgung ausgestattet werden. Der Antrieb erfolgt über einen 6-poligen Elektromotor mit Direktantrieb und Drehzahlregelung.

Über einen Durchflusssensor wird die Fließgeschwindigkeit gemessen. Dieses Signal wird zur Drehzahlregelung der Baggerpumpe verwendet.

Der Saubagger wird mit einer Dichtemessung ausgestattet. Der Saugbagger wird mit einer Vakuum-Regelung ausgestattet. Der Saugbagger verfügt über eine Brestklappe.

In Bild 5.2-1 ist die Baggerpumpe mit Hilfsaggregaten und Sensoren abgebildet.

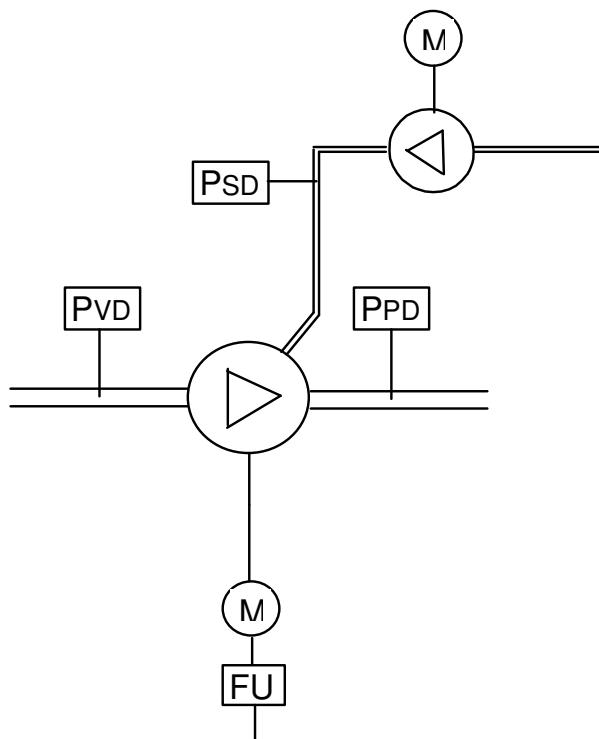


Bild 5.2-1: Hydraulischer Teil - Saugbagger

Der Vordrucksensor entspricht hier dem Vakuum-Sensor.

Der Sperrdruck ist noch einmal gesichert abzuklären. Es ist zu prüfen, ob die Faustregel auch bei diesen Pumpen gilt, dass der Sperrdruck 0,35 bis 0,7 bar höher sein soll als der Pressdruck!

5.2.1 I/O-Gerüst PLC-Saugbagger

Digitalausgänge (DA):

DA_Saugrohrwinde_Holen

DA_Saugrohrwinde_Vieren

DA_Jetpumpe_An (?)

DA Bresklappe Auf

DA Bresklappe Zu

DA_Sperrwasserpumpe_An

DA_Sandpumpe_An

DA_Bypassklappe_Bagger_Auf

DA_Bypassklappe_Bagger_Zu

DA_Schieber Bagger_Auf

DA_Schieber Bagger_Zu

DA_Bypassklappe_Land_Auf

DA_Bypassklappe_Land_Zu

DA_Schieber_Land_Auf

DA_Schieber_Land_Zu

Analogausgänge (AA):

AA_Sandpumpe_Drehzahl

Digitaleingänge (DE):

DE_Verholwinde_VL_Störung

DE Verholwinde VR Störung

DE Verholwinde HL Störung

DE Verholwinde HR Störung

DE_Saugrohrwinde_Holenbetrieb
DE_Saugrohrwinde_Vierenbetrieb
DE_Saugrohrwinde_Störung
DE_Saugrohrwinde_Schlaffseil

DE_Jetpumpe_Betrieb
DE_Jetpumpe_Störung
DE_Jetpumpe_PTC-Störung

DE_Bresklappe_Auf
DE_Bresklappe_Zu

DE_Sperrwasserpumpe_Betrieb
DE_Sperrwasserpumpe_Störung

DE_Sandpumpe_Betrieb
DE_Sandpumpe_FU-Störung
DE_Sandpumpe_PTC-Störung

DE_Bypassklappe_Bagger_Motor_Betrieb (?)
DE_Bypassklappe_Bagger_Störung
DE_Bypassklappe_Bagger_Auf
DE_Bypassklappe_Bagger_Zu

DE_Schieber_Bagger_Motor_Betrieb (?)
DE_Schieber_Bagger_Störung
DE_Schieber_Bagger_Auf
DE_Schieber_Bagger_Zu

DE_Bypassklappe_Land_Motor_Betrieb (?)
DE_Bypassklappe_Land_Störung
DE_Bypassklappe_Land_Auf
DE_Bypassklappe_Land_Zu

DE_Schieber_Land_Motor_Betrieb (?)
DE_Schieber_Land_Störung

DE_Schieber_Land_Auf

DE_Schieber_Land_Zu

Analogeingänge (AE):

AE_Jetdruck

AE_Saugrohrwinde_Winkelgeber

AE_Sandpumpe_Vordruck (Vakuum)

AE_Sandpumpe_Sperrwasserdruck

AE_Sandpumpe_Leistung

AE_Fliessgeschwindigkeit

AE_Konzentrationsmessung

AE_Sandpumpe_Pressdruck

5.3 Regelbetrieb des Saugbaggers

Voraussetzungen:

Um einen kontinuierlichen Materialstrom zu erzeugen, muss im Gewinnungsprozess eine Vakuum- und Fließgeschwindigkeitsregelung vorhanden sein.

5.3.1 Vakuumregelung

Voraussetzungen:

Die Steuerung befindet sich im Schritt „Pumpenbetrieb“. Keine unquittierten Fehler mit dem Status höher als ‚M‘ werden gemeldet. Die beiden Bypassklappen sind geschlossen, die beiden Schieber geöffnet. Die Leitung ist mit Wasser gefüllt.

Damit der Vakuumregler eingeschaltet wird, muss der Schalter „Vakuumregler An/Aus“ auf der Visualisierungsoberfläche betätigt werden (eingeschaltet).

Der Vakuumregler kann jederzeit vom Benutzer ausgeschaltet werden, wenn der Schalter „Vakuumregler An/Aus“ auf der Visualisierungsoberfläche betätigt wird (ausgeschaltet).

Zum Vakuumregler gehören die folgenden Parameter:

PA_Vakuumregelung_Vakuumsollwert [bar]

PA_Vakuumregelung_Saugrohrwinde_Schwellwert [m/sek] (einstufig ohne FU)

PA_Vakuumregelung_PID-Proportionalfaktor [U/Min / bar]

PA_Vakuumregelung_PID-Max_Output [U/Min]

PA_Vakuumregelung_PID-Min_Output [U/Min]

PA_Vakuumdruck_Einsturzerkennungsschwelle [bar]

PA_Vakuumdruck_Einsturz-Hysterese Untergrenze [bar]

PA_Vakuumdruck_Verstopfung [bar]

PA_Vakuumdruck_Verstopfung_Wartezeit [sek]

PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_Holen [m/sek]

PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_Vieren [m/sek]

PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_zu_Drehzahl_x1 [m/sek]

PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_zu_Drehzahl_x2 [m/sek]

PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_zu_Drehzahl_y1 [U/Min]

PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_zu_Drehzahl_y2 [U/Min]

Die Ansteuerung der Saugrohrwinde erfolgt im einstufigen An-Aus-Modus.

Der Ausgangswert des Reglers (Stellgröße) wird proportional zur Differenz zwischen dem Vakuum-Sollwert = PA_Vakuumregelung_Vakumsollwert und dem Vakuum-Istwert mit dem Proportionalfaktor = PA_Vakuumregelung_PID-Proportionalfaktor berechnet und im Bereich PA_Vakuumregelung_PID-Max_Output ...PA_Vakuumregelung_PID-Min_Output begrenzt.

Es gibt einen toten Bereich gleich der Geschwindigkeitsschwelle der Saugrohrwinde bei der Feinansteuerung PA_Vakuumregelung_Saugrohrwinde_Schwellwert (die lineare Geschwindigkeit des Saugrohrkopfes in m/sec) umgerechnet mit Hilfe der Kennlinie PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_zu_Drehzahl_x1...PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_zu_Drehzahl_xy2 in die Drehzahl in U/Min. Überschreitet der Absolutbetrag des Reglerausgangs diese Schwelle, so wird dieses Ausgangssignal als Drehzahlvorgabe für die Ansteuerung der Saugrohrwinde benutzt. Wenn der Ausgangswert des Reglers innerhalb des toten Bereichs liegt, wird die Saugrohrwinde nicht betätigt.

Wenn der Vakuum-Istwert die Einsturz-Erkennungsschwelle = PA_Vakuumdruck_Einsturzerkennungsschwelle unterschreitet (alle Vakuumwerte sind negativ), erfolgt der Übergang in den Schritt „Einsturz“, in dem das Saugrohr angehoben wird, bis die Hysterese-Schwelle = PA_Vakuumdruck_Einsturz-Hysteresee Untergrenze erreicht wird. Dann kommt die Steuerung zurück in den Schritt „Pumpenbetrieb“. Die Vakuumregelung wird wieder aktiv.

Unterschreitet der Vakuum-Istwert die Verstopfungs-Erkennungsschwelle = PA_Vakuumdruck_Verstopfung länger als die Wartezeit = PA_Vakuumdruck_Verstopfung_Wartezeit (alle Vakuumwerte sind negativ), so wird der Vakuumregler abgeschaltet und die Steuerung geht in den Schritt „Anhalten“, wo sie verbleibt, bis der Vakuum-Istwert wieder normal ist und der Fehler quittiert wurde. Dann kommt die Steuerung zurück in den Schritt „Pumpenbetrieb“. Der Vakuumregler wird dabei nicht automatisch eingeschaltet.

5.3.2 Brestklappen-Automatik

Die Bypass-Klappe kann jederzeit manuell angesteuert werden. Die manuelle Ansteuerung der Bypass-Klappe hat gegenüber der automatischen Ansteuerung höhere Priorität.

Voraussetzungen:

Die Steuerung befindet sich im Schritt „Pump-Betrieb“. Keine unquittierten Fehler mit dem Status höher als ‚M‘ werden gemeldet. Die beiden Bypassklappen sind geschlossen, die beiden Schieber geöffnet. Die Leitung ist mit Gemisch gefüllt. Der Vakuumregler ist eingeschaltet.

Damit die Brestklappe automatisch angesteuert wird, muss der Parameter PA_Brestklappe_automatisch auf den Wert gleich TRUE gesetzt werden.

Zur Brestklappe-Automatik gehören die folgenden Parameter:

- PA_Brestklappe_automatisch
- PA_Brestklappe_VAKUUM_Auf [bar]
- PA_Brestklappe_GESCHW_Auf [m/sek]
- PA_Brestklappe_VAKUUM_Zu [m]
- PA_Brestklappe_GESCHW_Zu [m/sek]
- PA_Brestklappe_Einsturz_Saugrohr_anheben [m]

PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_Holen

Wenn der aktuelle Vakuum-Wert die Schwelle PA_Brestklappe_VAKUUM_Auf unterschreitet (alle Vakuumwerte sind negativ) oder wenn die aktuelle Fließgeschwindigkeit die Schwelle PA_Brestklappe_GESCHW_Auf unterschreitet, wird die Brestklappe automatisch geöffnet. Dabei wird der Übergang in den Schritt "Einsturz" ausgelöst. Wenn der Übergang in den Schritt "Einsturz" durch das automatische Öffnen der Brestklappe ausgelöst wurde, wird das Saugrohr angehoben. Die Tiefendifferenz in m, um welche das Saugrohr angehoben wird, wird durch den Parameterwert PA_Brestklappe_Einsturz_Saugrohr_anheben bestimmt. Die Dauer des Holen-Befehls der Saugrohrwinde wird dabei ausgehend vom Parameterwert

PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_Holen berechnet. Nachdem das Saugrohr um diese Tiefendifferenz angehoben wurde, wird die Schließbedingung der Brestklappe geprüft. Wenn der aktuelle Vakuum-Wert die Schwelle PA_Brestklappe_VAKUUM_Zu überschreitet (alle Vakuumwerte sind negativ) und gleichzeitig die aktuelle Fliessgeschwindigkeit die Schwelle PA_Brestklappe_GESCHW_Zu überschreitet, wird die Brestklappe geschlossen. Wenn dabei der aktuelle Vakuum-Istwert die Vakuum-Einsturzhystereseschwelle überschreitet (alle Vakuumwerte sind negativ), wird das Anheben des Saugrohrs gestoppt. Weiter läuft alles nach dem üblichen Szenario des Schrittes "Einsturz" ab.

5.3.3 Fließgeschwindigkeitsregelung

Voraussetzungen:

Die Steuerung befindet sich im Schritt „Pumpenbetrieb“. Keine unquittierten Fehler mit dem Status höher als ‚M‘ werden gemeldet. Die beiden Bypassklappen sind geschlossen, die beiden Schieber geöffnet. Die Leitung ist mit Wasser gefüllt.

Damit der Fliessgeschwindigkeitsregler eingeschaltet wird, muss der Schalter „Fliessgeschwindigkeitsregler An/Aus“ auf der Visualisierungsoberfläche betätigt werden (eingeschaltet).

Der Fliessgeschwindigkeitsregler kann jederzeit vom Benutzer ausgeschaltet werden, wenn der Schalter „Fliessgeschwindigkeitsregler An/Aus“ auf der Visualisierungsoberfläche betätigt wird (ausgeschaltet).

Zum Fließgeschwindigkeitsregler gehören die folgenden Parameter:

- PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_Sandpumpe-Drehzahl_Min [U/Min]
- PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_Sandpumpe-Drehzahl_Max [U/Min]
- PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_Sollwert_minimal [m/s]
- PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_Sollwert_maximal [m/s]
- PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_PID-Proportionalfaktor [sek]
- PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_PID-Weicher_Übergang
- PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_PID-I-Anteil [sek]
- PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_PID-Inneres_Fenster [m/sek]
- PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_PID-Äuferes_Fenster [m/sek]

Der Parameterwert PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_PID-Proportionalfaktor wird als der Übertragungsfaktor des Proportionalanteils des PID-Reglers benutzt. Der Fliessgeschwindigkeits-Sollwert wird als arithmetischer Mittelwert von den Parametern PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_Sollwert_minimal und PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_Sollwert_maximal berechnet. Der Ausgangswert des Reglers (Stellgröße) wird proportional zur Differenz zwischen dem Fliessgeschwindigkeits-Sollwert und dem Fliessgeschwindigkeits-Istwert mit dem Proportionalfaktor berechnet und im Bereich PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_Sandpumpe-Drehzahl_Min ... PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_Sandpumpe-Drehzahl_Max begrenzt.

Um die Regelungsqualität zu verbessern kann auch der Integral-Anteil des PID-Reglers aktiviert werden.

5.4 Verbindung zu den Landaggregaten

Dieses Interface ist nur notwendig, wenn die Landstation über ein eigenes SPS-Steuerungsprogramm verfügt (Slave).

5.4.1 I/O-Gerüst PLC-Land

Digitalausgänge (DA):

Keine

Analogausgänge (AA):

Keine

Digitaleingänge (DI):

DE_Land_Betrieb

DE_Land_Störung

Analogeingänge (AE):

Keine

5.4.2 Interface PLC-Saugbagger <-> PLC-Land

Anmerkung:

Dieses Interface ist nur notwendig, wenn die Landstation über eine eigenes SPS-Steuerungsprogramm verfügt (Slave).

Bedienvariablen (BV):

Keine

Systemvariablen (SV):

SV_Landanlage_Lebenspuls

SV_Landanlage_Betrieb

SV_Landanlage_Störung

Parameter (PA):

Keine

5.5 Struktur des hydraulischen Teils der Boosterstationen

Die Boosterstationen sollen mit Pumpen der Fa. Warman (200 SHG) mit Sperrwasser-Versorgung ausgestattet werden. Der Antrieb soll über einen 4-poligen Elektromotor mit Riementrieb und Drehzahlregelung erfolgen.

In Bild 5.5-1 ist eine Boosterpumpe mit Hilfsaggregaten und Sensoren abgebildet.

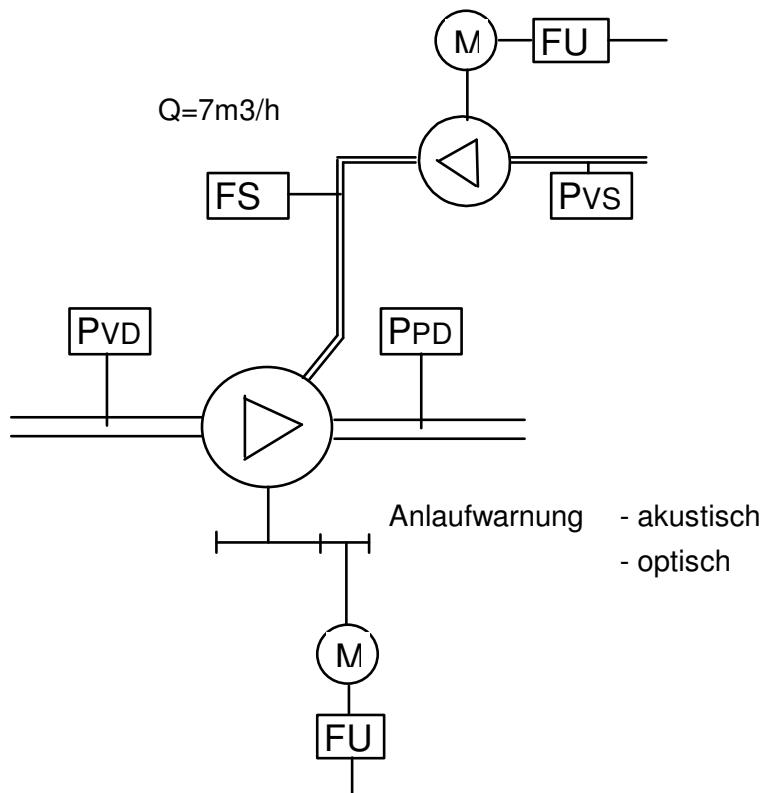


Bild 5.5-1: Hydraulischer Teil - Boosterstation

Der Vordrucksensor liegt gemäß der Pumpenauslegung bei 1 bar. Im Betrieb darf der Vordruck auf keinen Fall negativ werden.

Bezüglich des Sperrwasserdrucks gilt hier die gleiche Anmerkung wie bei der Baggerpumpe (siehe Punkt 5.2).

Die Sperrwasserversorgung erfolgt von der Landstation aus. Mit einer Sperrwasser-Speisepumpe wird das Frischwasser in die Sperrwasser-Versorgungsleitung eingebracht.

Die Durchmesser der Sperrwasserversorgungsleitung sind unterschiedlich:

- Zwischen Pumpe und Booster 3:
 - o 140 mm
 - o 2.230 m
 - o 3 x 7 m³/h
 - o $v = 0,379 \text{ m/s}$
 - o Druckverlust pro 100m = 0,012 bar
- Zwischen Booster 3 und Booster 2:
 - o 110 mm
 - o 1.615 m
 - o 2 x 7 m³/h
 - o $v = 0,409 \text{ m/s}$
 - o Druckverlust pro 100m = 0,018 bar
- Zwischen Booster 2 und Booster 3:
 - o 75 mm
 - o 910 m
 - o 1 x 7 m³/h
 - o $v = 0,440 \text{ m/s}$
 - o Druckverlust pro 100m = 0,034 bar
- Gesamtvolumenstrom = 21 m³/h

Die Frischwasserpumpe kann, auch bei Regelung der Arbeitspunkte der einzelnen Sperrwasserpumpen in einem stationären Arbeitspunkt betrieben werden.

5.5.1 I/O-Gerüst PLC-Booster (X = 1, 2, 3)

Digitalausgänge (DA):

DA_Booster_X_Sperrwasserpumpe_An

DA_Booster_X_An

Analogausgänge (AA):

AA_Booster_X_Sperrwasserpumpe_Drehzahl

AA_Booster_X_Drehzahl

Digitaleingänge (DE):

DE_Booster_X_Sperrwasserpumpe_Betrieb

DE_Booster_X_Sperrwasserpumpe_Störung

DE_Booster_X_Sperrwasserpumpe_Flowsensor

DE_Booster_X_Betrieb

DE_Booster_X_FU-Störung

DE_Booster_X_PTC-Störung

Analogeingänge (AE):

AE_Booster_X_Vordruck

AE_Booster_X_Sperrwasservordruck

AE_Booster_X_Leistung

AE_Booster_X_Pressdruck

5.5.2 Interface PLC-Saugbagger <-> PLC-Booster (X = 1, 2, 3)

Anmerkung:

Dieses Interface ist nur notwendig, wenn die Boosterstationen über ein eigenes SPS-Steuerungsprogramme verfügen (Slaves).

Bedienvariablen (BV):

BV_Baggersteuerung_Lebenspuls

BV_Baggersteuerung_Schrittnummer

BV_Boosterpumpe_X_Sperrwasserpumpe_An

BV_Boosterpumpe_X_An

BV_Rohrleitung_entleeren_An

BV_Rohrleitung_befüllen_An

BV_Pumpenbetrieb_An (Automatik An)

Systemvariablen (SV):

SV_Booster_X_Sperrwasservordruck [bar]

SV_Booster_X_Sperrwasserpumpe_Betrieb

SV_Booster_X_Sperrwasserpumpe_Fehler

SV_Boosterpumpe_X_Drehzahlvorgabe [U/Min]

SV_Boosterpumpe_X_Betrieb

SV_Boosterpumpe_X_Fehler

SV_Boosterpumpe_X_PTC-Störung

SV_Boosterpumpe_X_Vordruck [bar]

SV_Boosterpumpe_X_Leistung [kW]

SV_Boosterpumpe_X_Pressdruck [bar]

SV_Boosterstation_X_Automatikbetrieb

SV_Boosterstation_X_Lebenspuls

SV_Boosterstation_X_Fehler-Nr. (?)

Parameter (PA):

Übertragen von der Baggersteuerung

5.6 Software-Schritt-kette

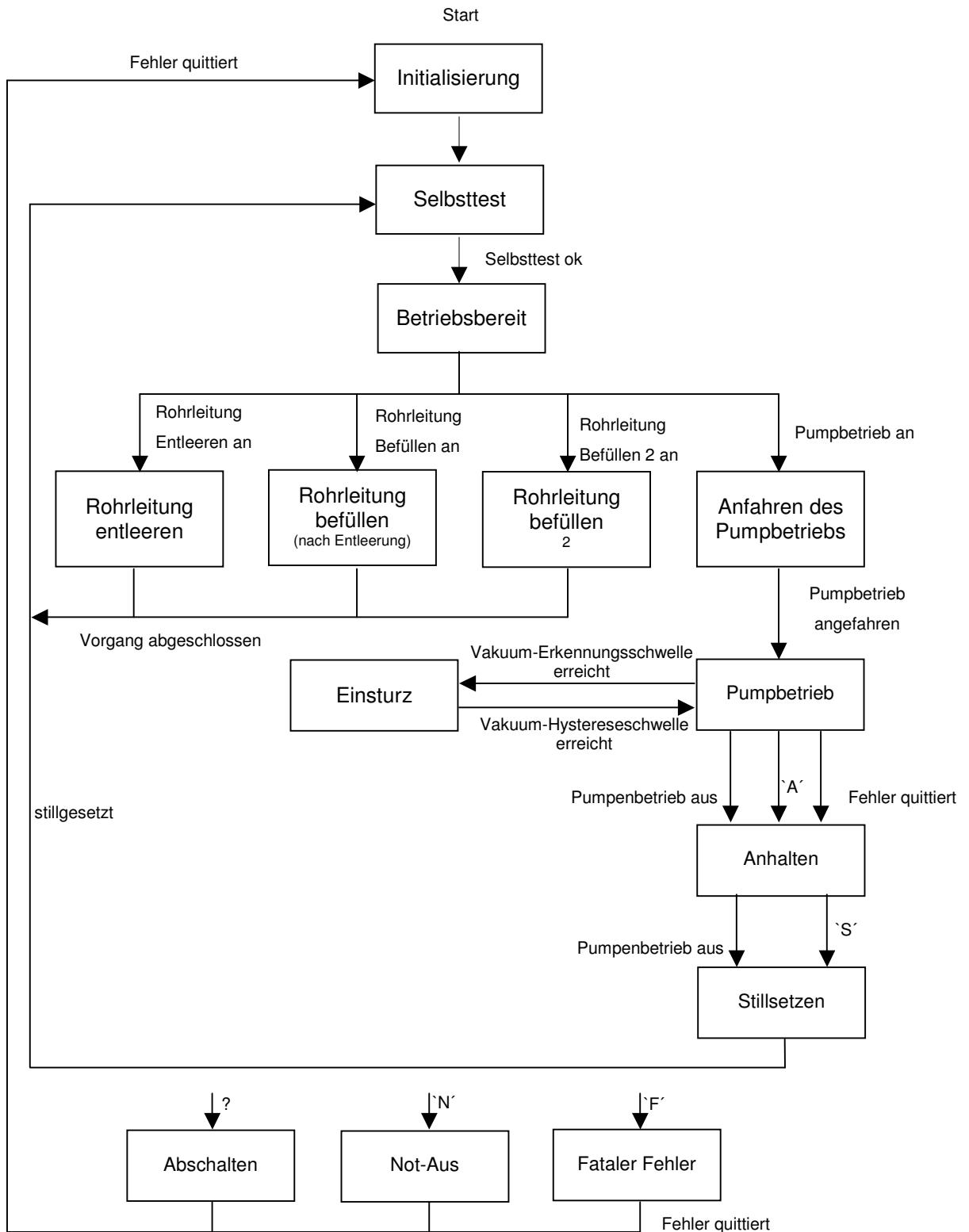


Bild 5.6-1: Software-Schritt-kette

5.6.1 Schritt „Rohrleitung befüllen“ (Erstbefüllung – nach Entleerung)

Voraussetzungen:

Die Steuerung befindet sich im Schritt „Betriebsbereit“. Keine unquittierten Fehler mit dem Status höher als ‚M‘ werden gemeldet. Die Saugrohrtiefe muss 2 ... 5 m betragen, wobei sich der Saugrohrkopf im freien Wasser befinden muss.

Damit der Befüllungsvorgang gestartet wird, muss der Schalter „Rohrleitung befüllen An/Aus“ auf der Visualisierungsfläche betätigt werden (eingeschaltet). Dabei erfolgt der Übergang in den Schritt „Rohrleitung befüllen“ (wenn dabei kein Fehler mit dem Status höher als ‚M‘ aufgetreten ist).

- Die Schieber werden geschlossen.
- Die beiden Bypassklappen werden geschlossen.
- Die Sperrwasserpumpe zur Sandpumpe und die Sperrwasserpumpen zu allen Boosterpumpen werden eingeschaltet.
- Die Sandpumpe mit der Drehzahlvorgabe = PA_Rohrleitung_befüllen_Sandpumpe_Drehzahl [U/Min] eingeschaltet.
- Nachdem der Pressdruck die Schwelle PA_Rohrleitung_befüllen_Sandpumpe_Pressdruck_Schwellwert erreicht hat, wird der Schieber_Bagger geöffnet. Der Schieber_Land wird teilweise geöffnet.
- Die Boosterpumpen werden freigegeben. Ist der Vordruck größer als Schwellwert für Befüllung = PA_Rohrleitung_befüllen_Booster_X_Vordruck_Schwellwert (wobei X – Booster-Nr.), so wird die entsprechende Boosterpumpe eingeschaltet. Die Drehzahlvorgabe wird dabei nach der folgenden Formel berechnet:

Drehzahl = PA_Boosterpumpe_1_Drehzahlverhältnis_Offset +
PA_Boosterpumpe_1_Drehzahlverhältnis_Faktor *
Sandpumpendrehzahl;

- Wenn der Pressdruck der Boosterpumpe 3 die Schwelle PA_Rohrleitung_befüllen_Booster_3_Pressdruck_Schwellwert überschreitet, wird der Schieber_Land ganz geöffnet.
- Wartezeit = PA_Rohrleitung_befüllen_Wartezeit_bis_Betriebsbereit
- Die beiden Schieber werden geschlossen.
- Die Sandpumpe und die Boosterpumpen werden ausgeschaltet.
- Die Sperrwasserpumpe zur Sandpumpe sowie die Sperrwasserpumpen zu den Boosterpumpen werden ausgeschaltet.
- Übergang zurück in den Schritt „Betrieb“ (wenn dabei kein Fehler mit dem Status höher als ‚S‘ aufgetreten ist).

Dieser Modus entspricht dem Schritt „Rohrleitung befüllen“ der Baggersteuerung und dem gleichnamigen Schritt jeder Boosterstation-Steuerung.

Der Schritt „Rohrleitung befüllen“ kann jederzeit vom Benutzer abgebrochen werden, wenn der Schalter „Rohrleitung befüllen An/Aus“ auf der Visualisierungsoberfläche betätigt wird (augeschaltet).

- Die beiden Schieber und die Bypassklappen werden geschlossen.
- Alle Pumpen werden abgeschaltet.

Reaktionen auf Fehler:

Werden im Schritt „Rohrleitung befüllen“ einer der Schieber, eine der Bypassklappen oder eine der am Vorgang beteiligten Pumpen gestört, so erfolgt der Übergang in den Schritt „Abschalten“, in dem alle Ausgänge sofort abgeschaltet werden. Das gleiche erfolgt, wenn einer der relevanten Drucksensoren gestört wird oder wenn einer der überwachten

gemessenen Druckwerte zu hoch ist (auch wenn der Sperrwasserpumpe_Flowsensor nicht mehr anspricht).

Beim Auftreten eines Fehlers mit dem Status niedriger als „N“ wird der Schritt „Rohrleitung befüllen“ nicht abgebrochen.

Tritt im Schritt „Rohrleitung befüllen“ ein Fehler mit dem Status „N“ auf, so erfolgt der Übergang in den Schritt „Not-Aus“. Alle Ausgänge werden dabei abgeschaltet.

Tritt im Schritt „Rohrleitung befüllen“ ein Fehler mit dem Status „F“ auf, so erfolgt der Übergang in den Schritt „Fataler Fehler“. Alle Ausgänge werden dabei abgeschaltet.

5.6.2 Schritt „Rohrleitung entleeren“

Voraussetzungen:

Die Steuerung befindet sich im Schritt „Betriebsbereit“. Keine unquittierten Fehler mit dem Status höher als „M“ werden gemeldet. Die beiden Bypassklappen und die beiden Schieber sind geschlossen.

Damit der Entleerungsvorgang gestartet wird, muss der Schalter „Rohrleitung entleeren An/Aus“ auf der Visualisierungsoberfläche betätigt werden (eingeschaltet). Dabei erfolgt der Übergang in den Schritt „Rohrleitung entleeren“.

Um die Leitung zu entleeren, müssen nur die beiden Schieber und die Bypassklappe hinter dem Saugbagger geöffnet werden, dann kann das Wasser zurücklaufen.

- Die beiden Bypassklappen werden geöffnet.
- Wenn die beiden Bypassklappen geöffnet sind, wird der Schieber_Bagger geöffnet. Der Schieber_Land bleibt geschlossen.
- Sobald der Schieber_Bagger und die Bypassklappen geöffnet sind, wird abgewartet (parametrierbare Wartezeit PA_Rohrleitung_entleeren_Wartezeit).
- Die beiden Bypassklappen sowie der Schieber_Bagger werden geschlossen.

-
- Übergang zurück in den Schritt „Betrieb“ (wenn dabei kein Fehler mit dem Status höher als ‚S‘ aufgetreten ist).

Dieser Modus entspricht dem Schritt „Rohrleitung entleeren“ der Baggersteuerung und dem gleichnamigen Schritt jeder Boosterstationssteuerung.

Der Schritt „Rohrleitung entleeren“ kann jederzeit vom Benutzer abgebrochen werden, wenn der Schalter „Rohrleitung entleeren An/Aus“ auf der Visualisierungsoberfläche betätigt wird (ausgeschaltet).

- Die beiden Bypassklappen sowie die Schieber werden geschlossen.

Reaktionen auf Fehler:

Wird im Schritt „Rohrleitung entleeren“ der Schieber_Bagger, der Schieber_Land oder die Bypassklappe gestört, so erfolgt der Übergang in den Schritt „Abschalten“, in dem alle Ausgänge sofort abgeschaltet werden.

Beim Auftreten eines Fehlers mit dem Status niedriger als ‚N‘ (darüber s. weiter) wird der Schritt „Rohrleitung entleeren“ nicht abgebrochen.

Tritt im Schritt „Rohrleitung entleeren“ ein Fehler mit dem Status ‚N‘ auf, so erfolgt der Übergang in den Schritt „Not-Aus“. Alle Ausgänge werden dabei abgeschaltet.

Tritt im Schritt „Rohrleitung entleeren“ ein Fehler mit dem Status ‚F‘ auf, so erfolgt der Übergang in den Schritt „Fataler Fehler“. Alle Ausgänge werden dabei abgeschaltet.

5.6.3 Schritt „Pump-Betrieb mit Wasser/Sand-Gemisch“

Voraussetzungen:

Die Steuerung befindet sich im Schritt „Betriebsbereit“. Keine unquittierten Fehler mit dem Status höher als ‚M‘ werden gemeldet. Die beiden Bypassklappen und die beiden Schieber müssen geschlossen sein. Die Leitung ist mit Wasser voll gefüllt. Die Saugrohrtiefe muss 2 ... 5 m betragen, wobei sich der Saugrohrkopf im freien Wasser befinden muss.

Damit der Automatikmodus gestartet wird, muss der Schalter „Pump-Betrieb An/Aus“ auf der Visualisierungsoberfläche betätigt werden (eingeschaltet). Dabei erfolgt der Übergang in den Schritt „Pump-Betrieb“ (wenn dabei kein Fehler mit dem Status höher als ‚M‘ aufgetreten ist).

- Übergang in den Schritt „Pump-Betrieb anfahren“ (wenn dabei kein Fehler mit dem Status höher als ‚M‘ aufgetreten ist)
- Die Sperrwasserpumpe zur Sandpumpe und die Sperrwasserpumpen zu allen Boosterpumpen werden eingeschaltet.
- Die beiden Schieber und die beiden Bypassklappe sind geschlossen. Die Sandpumpe wird mit der Drehzahlvorgabe = PA_Pumpenbetrieb_anfahren_Sandpumpe_Drehzahl eingeschaltet.
- Nachdem der Pressdruck die Schwelle PA_Rohrleitung_anfahren_Sandpumpe_Pressdruck_Schwellwert erreicht hat, wird der Schieber_Bagger geöffnet.
- Die Boosterpumpen werden freigegeben. Ist der Vordruck größer als Schwellwert für Befüllung = PA_Rohrleitung_anfahren_Booster_X_Vordruck_Schwellwert (wobei X – Booster-Nr.), so wird die entsprechende Boosterpumpe eingeschaltet. Die Drehzahlvorgabe wird dabei nach der folgenden Formel berechnet:

$$\text{Drehzahl} = \text{PA_Boosterpumpe_1_Drehzahlverhältnis_Offset} + \text{PA_Boosterpumpe_1_Drehzahlverhältnis_Faktor} * \text{Sandpumpendrehzahl};$$

- Wenn der Pressdruck der Boosterpumpe 3 die Schwelle PA_Rohrleitung_anfahren_Booster_3_Pressdruck_Schwellwert überschreitet, wird der Schieber_Land geöffnet.
- Sobald der Schieber_Land geöffnet ist, wird die Sandpumpe beschleunigt (mit der Beschleunigung = PA_Pumpenbetrieb_anfahren_Sandpumpe_Drehzahlbeschleunigung). Die Sandpumpendrehzahl wird dabei auf den Wert = PA_Sandpumpe_Drehzahlvorgabe erhöht. Die Boosterpumpen werden nach wie

vor mit der Drehzahlvorgaben angesteuert, die nach der obengenannten Formel berechnet werden.

- Wenn die Sandpumpendrehzahl den Arbeitswert erreicht hat, wird abgewartet.
Wartezeit = PA_Pumpenbetrieb_anfahren_Wartezeit_bis_Pumpenbetrieb.
- Nach dem Ablauf der Wartezeit erfolgt der Übergang in den Schritt „Pump-Betrieb“ (wenn dabei kein Fehler mit dem Status höher als ‚M‘ aufgetreten ist)

Dieser Modus entspricht den Schritten „Pump-Betrieb anfahren“ und „Pump-Betrieb“ der Baggersteuerung und den gleichnamigen Schritten jeder Boosterstationssteuerung.

Der Schritt „Pump-Betrieb“ kann jederzeit vom Benutzer abgebrochen werden, wenn der Taster „Pump-Betrieb An/Aus“ auf der Visualisierungsoberfläche betätigt wird (ausgeschaltet). In diesem Fall erfolgt der Übergang in den Schritt „Stillsetzen“.

Reaktionen auf Fehler:

Beim Auftreten eines Fehlers mit dem Status niedriger als ‚A‘ wird der Schritt „Pump-Betrieb“ nicht abgebrochen.

Tritt im Schritt „Pump-Betrieb“ ein Fehler mit dem Status ‚A‘ auf, so erfolgt der Übergang in den Schritt „Anhalten“. Nachdem dieser Fehler quittiert worden ist, erfolgt der Übergang in den Schritt „Pump-Betrieb“ zurück.

Werden im Schritt „Pump-Betrieb anfahren“ einer der Schieber, eine der Bypassklappen oder eine der am Vorgang beteiligten Pumpen gestört, so erfolgt der Übergang in den Schritt „Abschalten“ (Schieber und Bypassklappen sollten offen bleiben). Alle Ausgänge werden sofort abgeschaltet. Das gleiche erfolgt, wenn ein Fehler mit dem Status höher als ‚M‘ auftritt (darüber s. weiter), wenn einer der relevanten Drucksensoren gestört wird oder wenn einer der überwachten gemessenen Druckwerte zu hoch ist (auch wenn der Sperrwasserpumpe_Flowsensor nicht mehr anspricht).

Tritt im Schritt „Pump-Betrieb anfahren“ oder „Pump-Betrieb“ ein Fehler mit dem Status ‚N‘ auf, so erfolgt der Übergang in den Schritt „Not-Aus“. Alle Ausgänge werden dabei abgeschaltet.

Tritt im Schritt „Pumpenbetrieb anfahren“ oder „Pumpenbetrieb“ ein Fehler mit dem Status ‚F‘ auf, so erfolgt der Übergang in den Schritt „Fataler Fehler“. Alle Ausgänge werden dabei abgeschaltet.

5.6.4 Schritt „Pump-Betrieb mit Wasser/Sand-Gemisch beenden“

Pumpenbetrieb mit Wasser/Sand-Gemisch beenden - Stillsetzen beim ordentlichen Ausschalten.

Voraussetzungen:

Die Steuerung befindet sich im Schritt „Pump-Betrieb“. Keine unquittierten Fehler mit dem Status höher als ‚M‘ werden gemeldet. Die beiden Bypassklappen sind geschlossen, die beiden Schieber geöffnet. Die Leitung ist mit Gemisch voll gefüllt.

Damit der Pump-Betrieb eingestellt wird, muss der Schalter „Pumpenbetrieb An/Aus“ auf der Visualisierungsoberfläche betätigt werden (ausgeschaltet). Dabei erfolgt erst der Übergang in den Schritt „Anhalten“ (wenn dabei kein Fehler mit dem Status höher als ‚M‘ aufgetreten ist).

- Übergang in den Schritt „Anhalten“.
- Es wird geprüft, ob der Ist-Vakuum-Wert über dem Schwellwert „Vakuum-Wasserschwelle [bar]“ liegt (alle Vakuumwerte sind negativ). Ist das nicht der Fall, so wird das Saugrohr automatisch angehoben, bis diese Schwelle erreicht wird.
- Wenn die Vakuum-Wasserschwelle erreicht ist und wenn dabei kein Fehler mit dem Status höher als ‚S‘ aufgetreten ist (darüber s. weiter), erfolgt der Übergang in den Schritt „Stillsetzen“.
- Während der Spülzeit = PA_Pumpenbetrieb_einstellen_Spülzeit wird weiter gepumpt. Die Spülzeit beim Einstellen der Gemischförderung beträgt ca. 28 Minuten plus einer gewissen Reservezeit (beispielsweise 5 Minuten).
- Die beiden Schieber werden geschlossen.
- Wenn die Schieber geschlossen sind, werden die Sandpumpe und alle Boosterpumpen ausgeschaltet.

-
- Die Sperrwasserpumpe zur Sandpumpe und die Sperrwasserpumpen zu den Boosterpumpen werden ausgeschaltet.
 - Wartezeit = PA_Pumpenbetrieb_einstellen_Wartezeit_bis_betriebsbereit.
 - Nach dem Ablauf der Wartezeit erfolgt der Übergang in den Schritt „Betriebsbereit“ (wenn dabei kein Fehler mit dem Status höher als ‚S‘ aufgetreten ist).

Dieser Modus entspricht den Schritten „Anhalten“ und „Stillsetzen“ der Baggersteuerung und den gleichnamigen Schritten jeder Boosterstationssteuerung, in welche die Steuerungen von dem Schritt „Pump-Betrieb“ übergehen, wenn der Schalter „Pump-Betrieb An“ auf der Visualisierungsoberfläche betätigt wird (ausgeschaltet) oder (*eventuell*) wenn ein Fehler mit dem Status ‚S‘ auftritt (*darüber s. weiter*).

5.7 Visualisierung und Parameter

5.7.1 Anzeige des Betriebszustandes der Pumpen

Anzeige für die Pumpen, beispielsweise in einem Pumpen-Übersichtsbildschirm, mit spaltenförmiger Darstellung aller Pumpen nebeneinander:

- Vordruck [bar]
- Pressdruck [bar]
- Differenzdruck [bar]
- Drehzahl-Pumpe [RPM]
- Leistung [kW]
- Sperrwasserdruck [bar]

- Betriebszustand - Pumpenmotor
 - o AUS grau
 - o Betrieb grün
 - o Störung rotv

- Betriebszustand – Sperrwasserpumpenmotor
 - o AUS grau
 - o Betrieb grün
 - o Störung rot

- Status Not-Aus gelb/rot
- Störmeldungen Text

Schieber – I/O – Variablen

- Schieber Auf DA
- Schieber Zu DE
- Schieber Störung DE
- Schieber zu DE
- Schieber offen DE

Baggerpumpe/Boosterpumpe

- Störmeldung vom FU (ggf. differenziert, je nach Anschaltung der FUs)

Störung der Sperrwasserpumpe

- Sperrwasserdruck ist zu niedrig
- Motorschutzschalter ausgelöst

5.7.2 Systemvariable

Systemvariablen (SV):

SV_Baggersteuerung_Schrittnummer

SV_Saugrohrtiefe [m]

SV_Saugrohr_Vertikalwinkel [°]

SV_Regelung_Vakuumsollwert [bar]

SV_Jetdruck [bar]

SV_Sandpumpe_Vordruck (Vakuum) [bar]

SV_Sandpumpe_Sperrwasserdruck [bar]

SV_Sandpumpe_Drehzahlvorgabe [U/Min]

SV_Sandpumpe_Leistung [kW]

SV_Sandpumpe_Pressdruck [bar]

SV_Sandpumpe_Differenzdruck [bar]

SV_Fliessgeschwindigkeit [m/sek]

SV_Konzentration [t/m³]

SV_Boosterpumpe_1_Drehzahlvorgabe [U/Min]

SV_Boosterpumpe_1_Vordruck [bar]

SV_Boosterpumpe_1_Sperrwasservordruck [bar]

SV_Boosterpumpe_1_Leistung [kW]

SV_Boosterpumpe_1_Pressdruck [bar]

SV_Boosterpumpe_1_Differenzdruck [bar]

SV_Boosterpumpe_2_Drehzahlvorgabe [U/Min]

SV_Boosterpumpe_2_Vordruck [bar]

SV_Boosterpumpe_2_Sperrwasservordruck [bar]

SV_Boosterpumpe_2_Leistung [kW]

SV_Boosterpumpe_2_Pressdruck [bar]

SV_Boosterpumpe_2_Differenzdruck [bar]

SV_Boosterpumpe_3_Drehzahlvorgabe [U/Min]

SV_Boosterpumpe_3_Vordruck [bar]

SV_Boosterpumpe_3_Sperrwasservordruck [bar]

SV_Boosterpumpe_3_Leistung [kW]

SV_Boosterpumpe_3_Pressdruck [bar]

SV_Boosterpumpe_3_Differenzdruck [bar]

SV_Vakuumregelung_An

SV_Vakuumregelung_aktiv

SV_Fliessgeschwindigkeitsgelung_An

SV_Fliessgeschwindigkeits_aktiv

SV_Boosterstation_1_Fehler-Nr. (?)

SV_Boosterstation_2_Fehler-Nr. (?)

SV_Boosterstation_3_Fehler-Nr. (?)

SV_Fehler-Nr. (?)

SV_Baggersteuerung-Lebenspuls (überwacht, nicht angezeigt)

SV_Boosterstation_1_Betrieb (Lebenspulse erkannt)

SV_Boosterstation_2_Betrieb (Lebenspulse erkannt)

SV_Boosterstation_3_Betrieb (Lebenspulse erkannt)

SV_Landstation_Betrieb (Lebenspulse erkannt)

SV_Parameterwerte – Übernahme komplett

SV_Simulationsmodus

Parameter (PA):

PA_Saugrohrwinde_Startzeit [sek]

PA_Jetpumpe_Startzeit [sek] (?)

PA_Sperrwasserpumpe_Startzeit [sek]

PA_Sandpumpe_Startzeit [sek]

PA_Bypassklappe_Bagger_Motor_Startzeit [sek] (?)

PA_Bypassklappe_Bagger_Timeout [sek]

PA_Schieber_Bagger_Motor_Startzeit [sek] (?)

PA_Schieber_Bagger_Timeout [sek]

PA_Bypassklappe_Land_Motor_Startzeit [sek] (?)

PA_Bypassklappe_Land_Timeout [sek]

PA_Schieber_Land_Motor_Startzeit [sek] (?)

PA_Schieber_Land_Timeout [sek]

PA_Sandpumpe_Drehzahlvorgabe [U/Min]

PA_Boosterpumpe_1_Drehzahlvorgabe [U/Min]

PA_Boosterpumpe_2_Drehzahlvorgabe [U/Min]

PA_Boosterpumpe_3_Drehzahlvorgabe [U/Min]

PA_Booster_1_Sperrwasserpumpe_Startzeit [sek]

PA_Boosterpumpe_1_Startzeit [sek]

PA_Booster_2_Sperrwasserpumpe_Startzeit [sek]

PA_Boosterpumpe_2_Startzeit [sek]

PA_Booster_3_Sperrwasserpumpe_Startzeit [sek]

PA_Boosterpumpe_3_Startzeit [sek]

PA-Brestklappe_automatisch

PA-Brestklappe_VAKUUM_Auf [bar]

PA-Brestklappe_GESCHW_Auf [m/sek]

PA-Brestklappe_VAKUUM_Zu [bar]

PA-Brestklappe_GESCHW_Zu [m/sek]

PA-Brestklappe_Einsturz_Saugrohr_anheben [m]

PA_Vakuum_Wasserschwelle [bar]

PA_Vakuum_Materialschwelle [bar]

PA_Vakuumregelung_Vakuumsollwert [bar]

PA_Vakuumregelung_Saugrohrwinde_Schwellwert [m/sek] (einstufig ohne FU)

PA_Vakuumregelung_PID-Proportionalfaktor [U/Min / bar]

PA_Vakuumregelung_PID-Max. Output [U/Min]

PA_Vakuumregelung_PID-Min. Output [U/Min]

PA_Vakuumdruck_Einsturzerkennungsschwelle [bar]

PA_Vakuumdruck_Einsturz-Hysterese Untergrenze [bar]

PA_Vakuumdruck_Verstopfung [bar]

PA_Vakuumdruck_Verstopfung_Wartezeit [sek]

PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_Sandpumpe-Drehzahl_Min [U/Min]

PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_Sandpumpe-Drehzahl_Max [U/Min]

PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_Sollwert_minimal [m/s]

PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_Sollwert_maximal [m/s]

PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_PID-Proportionalitätsfaktor [sek]

PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_PID-Weicher_Übergang

PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_PID-I-Anteil [sek]

PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_PID-Inneres_Fenster [m/sek]

PA_Fliessgeschwindigkeitsregelung_PID-Äußeres_Fenster [m/sek]

PA_Fliessgeschwindigkeit_Minimum [m/sek]
PA_Fliessgeschwindigkeit_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Fliessgeschwindigkeit_Maximum [m/sek]
PA_Fliessgeschwindigkeit_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Fliessgeschwindigkeit_Verzögerung [sek]

PA_Konzentration_Minimum [t/m³]
PA_Konzentration_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Konzentration_Maximum [t/m³]
PA_Konzentration_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Konzentration_Verzögerung [sek]

PA_Saugrohrtiefe_Minimum [m]
PA_Saugrohrtiefe_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Saugrohrtiefe_Maximum [m]
PA_Saugrohrtiefe_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Saugrohrtiefe_Verzögerung [sek]

PA_Saugrohrwinkel_Minimum [°]
PA_Saugrohrwinkel_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Saugrohrwinkel_Maximum [°]
PA_Saugrohrwinkel_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Saugrohrwinkel_Verzögerung [sek]

PA_Sandpumpe_Vordruck_Minimum [bar]
PA_Sandpumpe_Vordruck_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Sandpumpe_Vordruck_Maximum [bar]
PA_Sandpumpe_Vordruck_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Sandpumpe_Vordruck_Verzögerung [sek]

PA_Sandpumpe_Sperrwasserdruck_Minimum [bar]
PA_Sandpumpe_Sperrwasserdruck_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Sandpumpe_Sperrwasserdruck_Maximum [bar]
PA_Sandpumpe_Sperrwasserdruck_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Sandpumpe_Sperrwasserdruck_Verzögerung [sek]

PA_Sandpumpe_Leistung_Minimum [kW]
PA_Sandpumpe_Leistung_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Sandpumpe_Leistung_Maximum [kW]
PA_Sandpumpe_Leistung_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Sandpumpe_Leistung_Verzögerung [sek]

PA_Sandpumpe_Pressdruck_Minimum [bar]
PA_Sandpumpe_Pressdruck_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Sandpumpe_Pressdruck_Maximum [bar]
PA_Sandpumpe_Pressdruck_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Sandpumpe_Pressdruck_Verzögerung [sek]

PA_Boosterpumpe_1_Vordruck_Minimum [bar]
PA_Boosterpumpe_1_Vordruck_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_1_Vordruck_Maximum [bar]
PA_Boosterpumpe_1_Vordruck_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_1_Vordruck_Verzögerung [sek]

PA_Booster_1_Sperrwasservordruck_Minimum [bar]
PA_Booster_1_Sperrwasservordruck_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Booster_1_Sperrwasservordruck_Maximum [bar]
PA_Booster_1_Sperrwasservordruck_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Booster_1_Sperrwasservordruck_Verzögerung [sek]

PA_Boosterpumpe_1_Leistung_Minimum [kW]
PA_Boosterpumpe_1_Leistung_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_1_Leistung_Maximum [kW]
PA_Boosterpumpe_1_Leistung_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_1_Leistung_Verzögerung [sek]

PA_Boosterpumpe_1_Pressdruck_Minimum [bar]
PA_Boosterpumpe_1_Pressdruck_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_1_Pressdruck_Maximum [bar]
PA_Boosterpumpe_1_Pressdruck_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_1_Pressdruck_Verzögerung [sek]

PA_Boosterpumpe_2_Vordruck_Minimum [bar]
PA_Boosterpumpe_2_Vordruck_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_2_Vordruck_Maximum [bar]
PA_Boosterpumpe_2_Vordruck_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_2_Vordruck_Verzögerung [sek]

PA_Booster_2_Sperrwasservordruck_Minimum [bar]
PA_Booster_2_Sperrwasservordruck_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Booster_2_Sperrwasservordruck_Maximum [bar]
PA_Booster_2_Sperrwasservordruck_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Booster_2_Sperrwasservordruck_Verzögerung [sek]

PA_Boosterpumpe_2_Leistung_Minimum [kW]
PA_Boosterpumpe_2_Leistung_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_2_Leistung_Maximum [kW]
PA_Boosterpumpe_2_Leistung_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_2_Leistung_Verzögerung [sek]

PA_Boosterpumpe_2_Pressdruck_Minimum [bar]
PA_Boosterpumpe_2_Pressdruck_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_2_Pressdruck_Maximum [bar]
PA_Boosterpumpe_2_Pressdruck_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_2_Pressdruck_Verzögerung [sek]

PA_Boosterpumpe_3_Vordruck_Minimum [bar]
PA_Boosterpumpe_3_Vordruck_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_3_Vordruck_Maximum [bar]
PA_Boosterpumpe_3_Vordruck_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_3_Vordruck_Verzögerung [sek]

PA_Booster_3_Sperrwasservordruck_Minimum [bar]
PA_Booster_3_Sperrwasservordruck_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Booster_3_Sperrwasservordruck_Maximum [bar]
PA_Booster_3_Sperrwasservordruck_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Booster_3_Sperrwasservordruck_Verzögerung [sek]

PA_Boosterpumpe_3_Leistung_Minimum [kW]
PA_Boosterpumpe_3_Leistung_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_3_Leistung_Maximum [kW]
PA_Boosterpumpe_3_Leistung_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_3_Leistung_Verzögerung [sek]

PA_Boosterpumpe_3_Pressdruck_Minimum [bar]
PA_Boosterpumpe_3_Pressdruck_Minimum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_3_Pressdruck_Maximum [bar]
PA_Boosterpumpe_3_Pressdruck_Maximum_Wartezeit [sek]
PA_Boosterpumpe_3_Pressdruck_Verzögerung [sek]

PA_Boosterstation_1_Timeout [sek]
PA_Boosterstation_2_Timeout [sek]
PA_Boosterstation_3_Timeout [sek]
PA_Landanlage_Timeout [sek]

PA_Saugrohr_Länge [m]

PA_Saugrohr_Einbauort_Vakuumsensor [m]

PA_Saugrohr_Gelenkhöhe [m]

PA_Jetdruck_Einbauort_Drucksensor [m]
PA_Jetdruck_Tiefenkorrektur (?)

PA_Sandpumpe_Pressdruck_Einbauort_Drucksensor [m]
PA_Booster_1_Pressdruck_Einbauort_Drucksensor [m]
PA_Booster_2_Pressdruck_Einbauort_Drucksensor [m]
PA_Booster_3_Pressdruck_Einbauort_Drucksensor [m]

PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_Holen [m/sek]
PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_Vieren [m/sek]

PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_zu_Drehzahl_x1 [m/sek]

PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_zu_Drehzahl_x2 [m/sek]
PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_zu_Drehzahl_y1 [U/Min]
PA_Saugrohrwinde_Geschwindigkeit_zu_Drehzahl_y2 [U/Min]

PA_Saugrohrwinde_Drehzahl_x1
PA_Saugrohrwinde_Drehzahl_x2
PA_Saugrohrwinde_Drehzahl_y1 [U/Min]
PA_Saugrohrwinde_Drehzahl_y2 [U/Min]

PA_Jetdruckmessung_x1
PA_Jetdruckmessung_x2
PA_Jetdruckmessung_y1 [bar]
PA_Jetdruckmessung_y2 [bar]
PA_Jetdruckmessung_Tieppass [sek]

PA_Saugrohr_Winkelmessung_x1
PA_Saugrohr_Winkelmessung_x2
PA_Saugrohr_Winkelmessung_y1 [°]
PA_Saugrohr_Winkelmessung_y2 [°]
PA_Saugrohr_Winkelmessung_Tieppass [sek]

PA_Sandpumpe_Drehzahl_x1
PA_Sandpumpe_Drehzahl_x2
PA_Sandpumpe_Drehzahl_y1 [U/Min]
PA_Sandpumpe_Drehzahl_y2 [U/Min]

PA_Sandpumpe_Vordruckmessung_x1 (Vakuum)
PA_Sandpumpe_Vordruckmessung_x2
PA_Sandpumpe_Vordruckmessung_y1 [bar]
PA_Sandpumpe_Vordruckmessung_y2 [bar]
PA_Sandpumpe_Vordruckmessung_Tieppass [sek]

PA_Sperrwasserdruckmessung_x1
PA_Sperrwasserdruckmessung_x2
PA_Sperrwasserdruckmessung_y1 [bar]
PA_Sperrwasserdruckmessung_y2 [bar]

PA_Sperrwasserdruckmessung_Tiefpass [sek]

PA_Sandpumpe_Leistung x1

PA_Sandpumpe_Leistung x2

PA_Sandpumpe_Leistung y1 [kW]

PA_Sandpumpe_Leistung y2 [kW]

PA_Sandpumpe_Leistung Tiefpass [sek]

PA_Sandpumpe_Pressdruckmessung_x1

PA_Sandpumpe_Pressdruckmessung_x2

PA_Sandpumpe_Pressdruckmessung_y1 [bar]

PA_Sandpumpe_Pressdruckmessung_y2 [bar]

PA_Sandpumpe_Pressdruckmessung_Tiefpass [sek]

PA_Fliessgeschwindigkeitsmessung_x1

PA_Fliessgeschwindigkeitsmessung_x2

PA_Fliessgeschwindigkeitsmessung_y1 [m/sek]

PA_Fliessgeschwindigkeitsmessung_y2 [m/sek]

PA_Fliessgeschwindigkeitsmessung_Tiefpass [sek]

PA_Konzentrationsmessung_x1

PA_Konzentrationsmessung_x2

PA_Konzentrationsmessung_y1 [t/m³]

PA_Konzentrationsmessung_y2 [t/m³]

PA_Konzentrationsmessung_Tiefpass [sek]

PA_Booster_1_Sperrwasservordruckmessung_x1

PA_Booster_1_Sperrwasservordruckmessung_x2

PA_Booster_1_Sperrwasservordruckmessung_y1 [bar]

PA_Booster_1_Sperrwasservordruckmessung_y2 [bar]

PA_Booster_1_Sperrwasservordruckmessung_Tiefpass [sek]

PA_Booster_1_Sperrwasserpumpe_Drehzahl_x1

PA_Booster_1_Sperrwasserpumpe_Drehzahl_x2

PA_Booster_1_Sperrwasserpumpe_Drehzahl_y1 [U/Min]

PA_Booster_1_Sperrwasserpumpe_Drehzahl_y2 [U/Min]

PA_Boosterpumpe_1_Drehzahlverhältnis_Offset [U/Min]

PA_Boosterpumpe_1_Drehzahlverhältnis_Faktor [U/Min]

PA_Boosterpumpe_1_Drehzahl_x1

PA_Boosterpumpe_1_Drehzahl_x2

PA_Boosterpumpe_1_Drehzahl_y1 [U/Min]

PA_Boosterpumpe_1_Drehzahl_y2 [U/Min]

PA_Boosterpumpe_1_Vordruckmessung_x1

PA_Boosterpumpe_1_Vordruckmessung_x2

PA_Boosterpumpe_1_Vordruckmessung_y1 [bar]

PA_Boosterpumpe_1_Vordruckmessung_y2 [bar]

PA_Boosterpumpe_1_Vordruckmessung_Tiepass [sek]

PA_Boosterpumpe_1_Leistung_x1

PA_Boosterpumpe_1_Leistung_x2

PA_Boosterpumpe_1_Leistung_y1 [kW]

PA_Boosterpumpe_1_Leistung_y2 [kW]

PA_Boosterpumpe_1_Leistung_Tiepass [sek]

PA_Boosterpumpe_1_Pressdruckmessung_x1

PA_Boosterpumpe_1_Pressdruckmessung_x2

PA_Boosterpumpe_1_Pressdruckmessung_y1 [bar]

PA_Boosterpumpe_1_Pressdruckmessung_y2 [bar]

PA_Boosterpumpe_1_Pressdruckmessung_Tiepass [sek]

PA_Booster_2_Sperrwasservordruckmessung_x1

PA_Booster_2_Sperrwasservordruckmessung_x2

PA_Booster_2_Sperrwasservordruckmessung_y1 [bar]

PA_Booster_2_Sperrwasservordruckmessung_y2 [bar]

PA_Booster_2_Sperrwasservordruckmessung_Tiepass [sek]

PA_Booster_2_Sperrwasserpumpe_Drehzahl_x1

PA_Booster_2_Sperrwasserpumpe_Drehzahl_x2

PA_Booster_2_Sperrwasserpumpe_Drehzahl_y1 [U/Min]

PA_Booster_2_Sperrwasserpumpe_Drehzahl_y2 [U/Min]

PA_Boosterpumpe_2_Drehzahlverhältnis_Offset [U/Min]

PA_Boosterpumpe_2_Drehzahlverhältnis_Faktor [U/Min]

PA_Boosterpumpe_2_Drehzahl_x1

PA_Boosterpumpe_2_Drehzahl_x2

PA_Boosterpumpe_2_Drehzahl_y1 [U/Min]

PA_Boosterpumpe_2_Drehzahl_y2 [U/Min]

PA_Boosterpumpe_2_Vordruckmessung_x1

PA_Boosterpumpe_2_Vordruckmessung_x2

PA_Boosterpumpe_2_Vordruckmessung_y1 [bar]

PA_Boosterpumpe_2_Vordruckmessung_y2 [bar]

PA_Boosterpumpe_2_Vordruckmessung_Tiefpass [sek]

PA_Boosterpumpe_2_Leistung_x1

PA_Boosterpumpe_2_Leistung_x2

PA_Boosterpumpe_2_Leistung_y1 [kW]

PA_Boosterpumpe_2_Leistung_y2 [kW]

PA_Boosterpumpe_2_Leistung_Tiefpass [sek]

PA_Boosterpumpe_2_Pressdruckmessung_x1

PA_Boosterpumpe_2_Pressdruckmessung_x2

PA_Boosterpumpe_2_Pressdruckmessung_y1 [bar]

PA_Boosterpumpe_2_Pressdruckmessung_y2 [bar]

PA_Boosterpumpe_2_Pressdruckmessung_Tiefpass [sek]

PA_Booster_3_Sperrwasservordruckmessung_x1

PA_Booster_3_Sperrwasservordruckmessung_x2

PA_Booster_3_Sperrwasservordruckmessung_y1 [bar]

PA_Booster_3_Sperrwasservordruckmessung_y2 [bar]

PA_Booster_3_Sperrwasservordruckmessung_Tiefpass [sek]

PA_Booster_3_Sperrwasserpumpe_Drehzahl_x1

PA_Booster_3_Sperrwasserpumpe_Drehzahl_x2

PA_Booster_3_Sperrwasserpumpe_Drehzahl_y1 [U/Min]
PA_Booster_3_Sperrwasserpumpe_Drehzahl_y2 [U/Min]

PA_Boosterpumpe_3_Drehzahlverhältnis_Offset [U/Min]
PA_Boosterpumpe_3_Drehzahlverhältnis_Faktor [U/Min]

PA_Boosterpumpe_3_Drehzahl_x1
PA_Boosterpumpe_3_Drehzahl_x2
PA_Boosterpumpe_3_Drehzahl_y1 [U/Min]
PA_Boosterpumpe_3_Drehzahl_y2 [U/Min]

PA_Boosterpumpe_3_Vordruckmessung_x1
PA_Boosterpumpe_3_Vordruckmessung_x2
PA_Boosterpumpe_3_Vordruckmessung_y1 [bar]
PA_Boosterpumpe_3_Vordruckmessung_y2 [bar]
PA_Boosterpumpe_3_Vordruckmessung_Tieppass [sek]

PA_Boosterpumpe_3_Leistung_x1
PA_Boosterpumpe_3_Leistung_x2
PA_Boosterpumpe_3_Leistung_y1 [kW]
PA_Boosterpumpe_3_Leistung_y2 [kW]
PA_Boosterpumpe_3_Leistung_Tieppass [sek]

PA_Boosterpumpe_3_Pressdruckmessung_x1
PA_Boosterpumpe_3_Pressdruckmessung_x2
PA_Boosterpumpe_3_Pressdruckmessung_y1 [bar]
PA_Boosterpumpe_3_Pressdruckmessung_y2 [bar]
PA_Boosterpumpe_3_Pressdruckmessung_Tieppass [sek]

PA_Rohrleitung_entleeren_Wartezeit [sek]

PA_Rohrleitung_befüllen_Sandpumpe_Drehzahl [U/Min]
PA_Rohrleitung_befüllen_Sandpumpe_Pressdruck_Schwellwert
PA_Rohrleitung_befüllen_Booster_1_Vordruck_Schwellwert
PA_Rohrleitung_befüllen_Booster_2_Vordruck_Schwellwert
PA_Rohrleitung_befüllen_Booster_3_Vordruck_Schwellwert

PA_Rohrleitung_befüllen_Booster_3_Pressdruck_Schwellwert

PA_Rohrleitung_befüllen_Wartezeit_bis_Betriebsbereit [sek]

PA_Pumpenbetrieb_anfahren_Sandpumpe_Drehzahl [U/Min]

PA_Pumpenbetrieb_anfahren_Sandpumpe_Drehzahlbeschleunigung [U/Min / sek]

PA_Rohrleitung_anfahren_Sandpumpe_Pressdruck_Schwellwert

PA_Rohrleitung_anfahren_Booster_1_Vordruck_Schwellwert

PA_Rohrleitung_anfahren_Booster_2_Vordruck_Schwellwert

PA_Rohrleitung_anfahren_Booster_3_Vordruck_Schwellwert

PA_Rohrleitung_anfahren_Booster_3_Pressdruck_Schwellwert

PA_Pumpenbetrieb_anfahren_Wartezeit_bis_Pumpenbetrieb [sek]

PA_Pumpenbetrieb_einstellen_Spülzeit [sek]

PA_Pumpenbetrieb_einstellen_Wartezeit_bis_betriebsbereit [sek]

5.7.3 Reaktionen der Steuerung auf Störungen (Fehlermeldungen)

Die Fehlermeldungen können einen der folgenden Status haben

- I - Information (die Meldung wird nur angezeigt)
- M - Meldung (Warnmeldung)
- A - Anhalten (der Übergang in den Schritt „Anhalten“ wird ausgelöst)
- S - Stillsetzen (der Übergang in den Schritt „Anhalten“ und dann in den Schritt „Stillsetzen“ wird ausgelöst)
- N - Not-Aus (der Übergang in den Schritt „Not-Aus“ wird ausgelöst, in dem alle Ausgänge sofort abgeschaltet werden)
- F - Fataler Fehler (der Übergang in den Schritt „Fataler Fehler“ wird ausgelöst, in dem alle Ausgänge sofort abgeschaltet werden)

Anhang A – Saugbagger - Berechnung der installierten Leistung

Verbraucher	Anzahl	U (V)	f/U	I (A)	Pnutz (kW)	cos	eta	Arbeitspunkt	Smax (kVA)	Savg (kVA)	Pavg(kW)	Qavg (kvar)	S f/U (kVA)	Imax (A)
Sandpumpe (f/U)	1	400	Ja		400	0,92	0,92	0,6	472,6	283,6	260,9	111,1	472,6	
Sperrwasserpumpe	1	400			5,5	0,8	0,85	0,7	8,1	5,7	4,5	3,4		-
Jetpumpe (f/U)	1	400	Ja		75	0,9	0,92	1	90,6	90,6	81,5	39,5	90,6	
Saugrohrwinde (f/U)	1	400	Ja		7,5	0,8	0,92	0,3	10,2	3,1	2,4	1,8	10,2	
Verholwinden	4	400			3,5	0,7	0,95	0,3	21,1	6,3	4,4	4,5		-
									602,5	389,2				870
Heizung Kabine	1	230			2	1	1	1	2,0	2,0	2,0	0,0		-
Heizung E-Anlage	1	230			2	1	1	1	2,0	2,0	2,0	0,0		-
Außenstrahler	2	230			0,4	1	1	1	0,8	0,8	0,8	0,0		-
Leuchtstofflampen	2	230			0,055	0,7	1	1	0,2	0,2	0,1	0,1		-
Leuchtstofflampen	4	230			0,03	0,7	1	1	0,2	0,2	0,1	0,1		-
230V-Steckdosen	4	230	10			1	1	0,5	9,2	4,6	4,6	0,0		-
400V-Steckdose	1	400	32			1	1	0,5	22,2	11,1	11,1	0,0		-
230V-Trafo	2	400			1	1	1	1	2,0	2,0	2,0	0,0		-
24V-Netzteil	1	230	Ja		0,24	1	0,9	1	0,3	0,3	0,3	0,0	0,3	
12V-Netzteil	1	12	Ja	8	1	1	0,9	1	1,1	1,1	1,1	0,0	1,1	
USV	1	230	Ja		1	1	1	1	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	
									40,9	25,2	25,1	0,2	2,4	59

Strom 932 601 929

Einspeisung auf 400 Volt für 800A

Transformator 630 kVA (913 A)

Die genauen Daten der Aggregate und Hilfskomponenten sind nicht bekannt.

Anhang B – Booster - Berechnung der installierten Leistung

Verbraucher	Anzahl	U (V)	f/U	I (A)	Pnutz (kW)	cos	eta	Arbeitspunkt	Smax (kVA)	Savg (kVA)	Pavg(kW)	Qavg (kvar)	S f/U (kVA)	Imax (A)
Sandpumpe (f/U)	1	400	Ja		355	0,92	0,92	0,75	419,4	314,6	289,4	123,3	419,4	
Sperrwasserpumpe	1	400			5,5	0,8	0,85	0,7	8,1	5,7	4,5	3,4	-	
									427,5	320,2				617
Heizung	1	230			2	1	1	1	2,0	2,0	2,0	0,0	-	
Lüftung	1	230			2	1	1	1	2,0	2,0	2,0	0,0	-	
Außenbeleuchtung	1	230			0,4	1	1	1	0,4	0,4	0,4	0,0	-	
Leuchtstofflampen	2	230			0,055	0,7	1	1	0,2	0,2	0,1	0,1	-	
230V-Steckdosen	4	230		10		1	1	0,5	9,2	4,6	4,6	0,0	-	
400V-Steckdose	1	400		32		1	1	0,5	22,2	11,1	11,1	0,0	-	
230V-Trafo	2	400			1	1	1	1	2,0	2,0	2,0	0,0	-	
24V-Netzteil	1	230	Ja		0,24	1	0,9	1	0,3	0,3	0,3	0,0	0,3	
12V-Netzteil	1	12	Ja	8	1	1	0,9	1	1,1	1,1	1,1	0,0	1,1	
USV	1	230	Ja		1	1	1	1	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	
									40,3	24,6	24,6	0,1	2,4	58

Scheinleistung in kVA

468 345

Strom in A

678 500

675

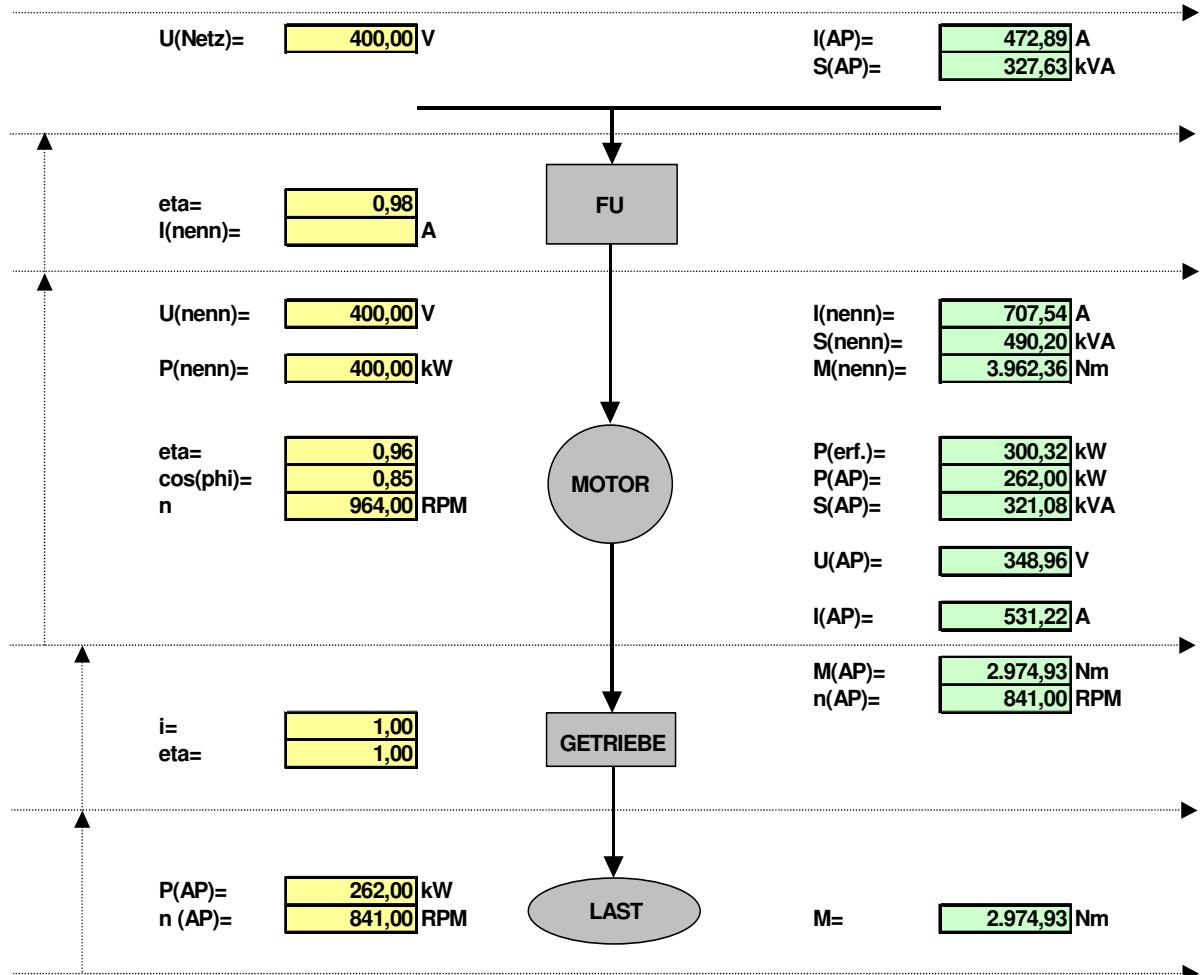
Einspeisung auf 400 Volt für 800A

Transformator 630 kVA (913 A)

Die genauen Daten der Aggregate und Hilfskomponenten sind nicht bekannt.

Anhang C –Berechnung Antriebsstrang Bagger-Sandpumpe

Auslegung Antriebsstrang



Projekt MHZ Sibelco
Stand: 01.10.2010
Sandpumpen-Motor

Der 400kW-Antriebsmotor verfügt im Arbeitspunkt von 262 kW bei 841 RPM noch über eine Leistungsreserve von ca. 100 kW.