

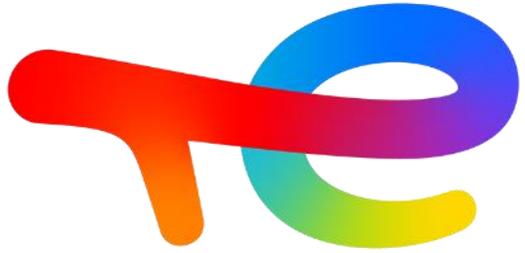
TotalEnergies

Ertüchtigung einer älteren Pumpenpopulation der Methanolanlage zur Erfüllung der TA Luft

Peter Michael Rainer

Graz 12.09.2022





TotalEnergies

Inhalt

1. Vorstellung der Methanolanlage
2. Untersuchung der Pumpenpopulation bezüglich der Relevanz zur TA Luft
3. Machbarkeitsstudie zur Ertüchtigung der Pumpen
4. Realisierte technische Lösungen



01.

Vorstellung der Methanolanlage



Methanolanlage in Leuna

POX/Methanol-Komplex

- Baujahr: 1983
- Inbetriebnahme: 1986
- Ziel: Vollständige stoffliche Nutzung des Erdöles
- Verfahren: Partielle Oxidation (POX) der schweren Rückstände der Erdölverarbeitung unter Einsatz von Sauerstoff und Dampf zu Synthesegas.
- Verwendung des Synthesegases
 - Nach H₂S-Entfernung und Reinigung – Wasserstoff für die Hydrierungen der Raffinerie
 - Erzeugung von ca. 750.000 Tonnen Methanol/Jahr



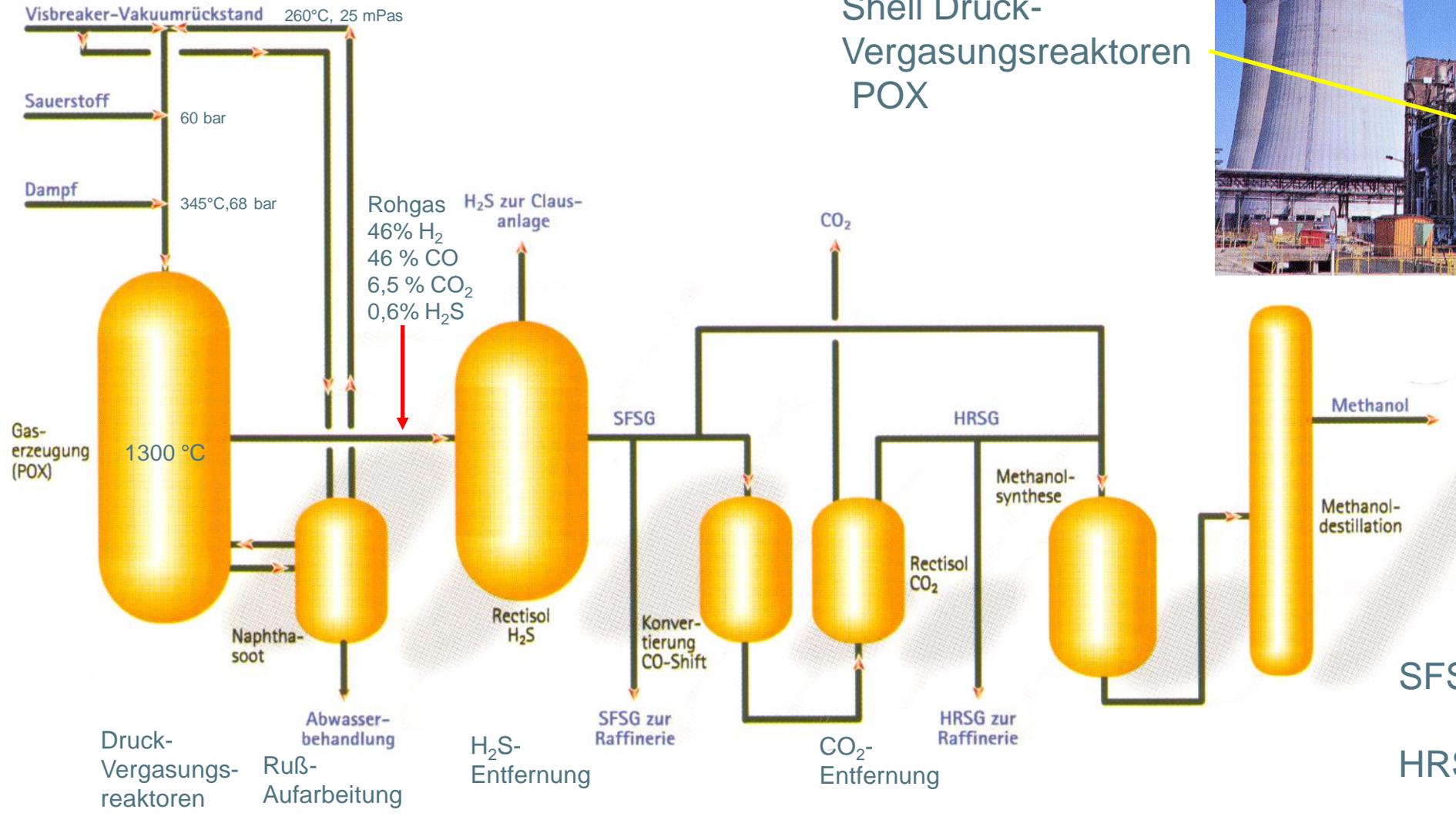
Montage der Shell-Druckvergasungsreaktoren 1984

Methanolanlage in Leuna



Methanolanlage in Leuna

Shell Druck-
Vergasungsreaktoren
POX

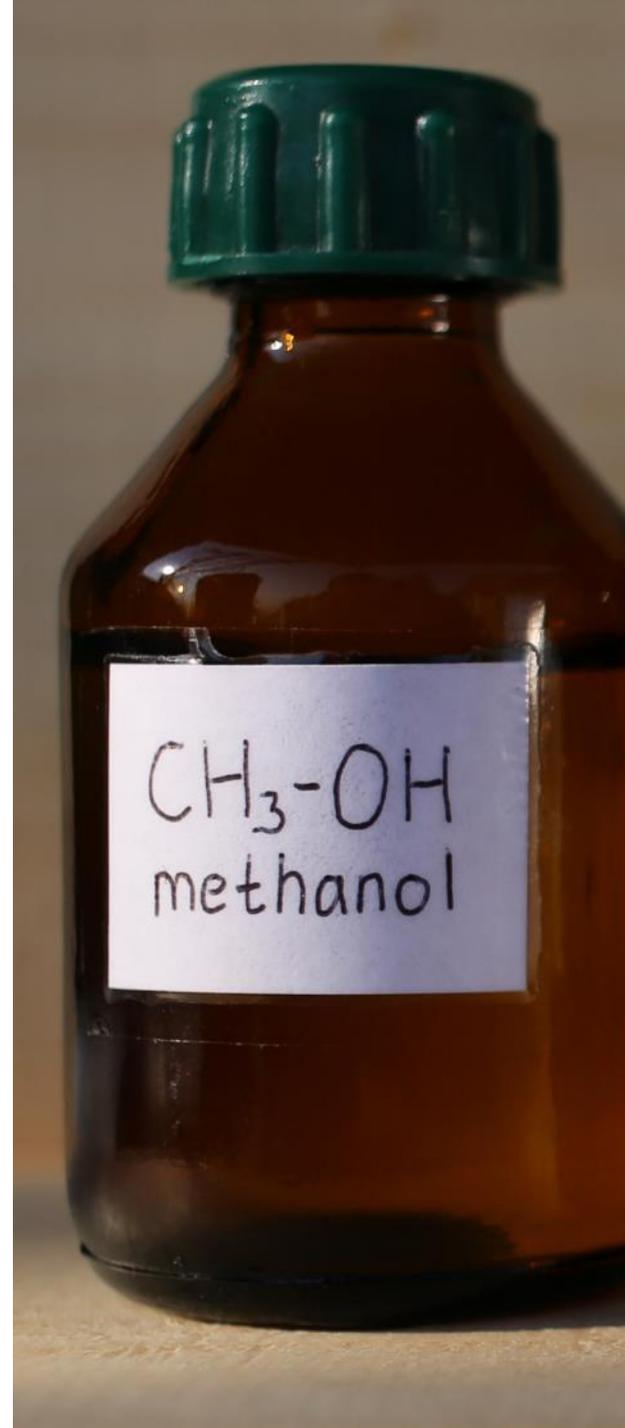
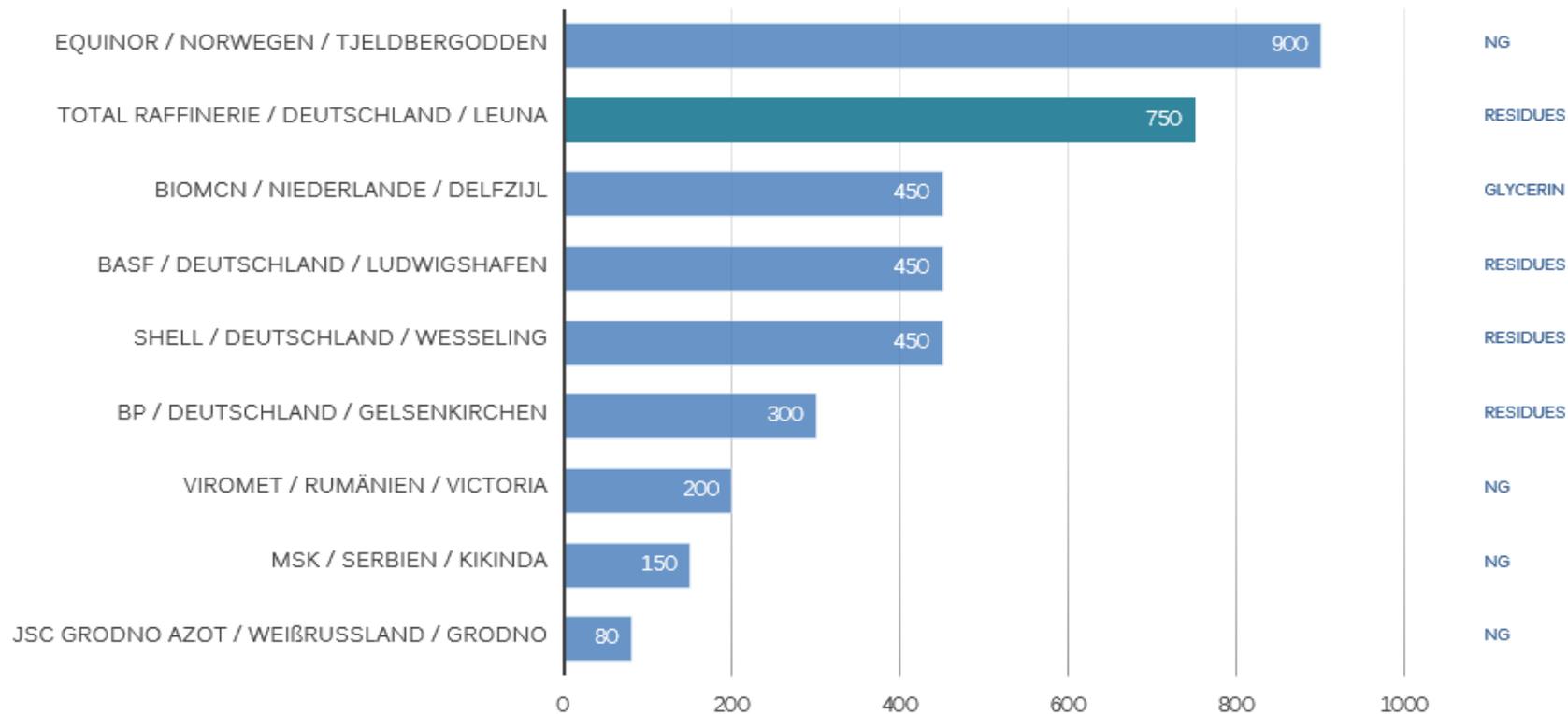


SFG –schwefelfreies
Synthesegas
HRSG -halbreines
Synthesegas

Wofür man Methanol benötigt



Methanolproduzenten in Europa



Quelle: MIDER-Helm-Methanol Vertriebs GmbH 2018



02.

Untersuchung der
Pumpenpopulation
bezüglich der Relevanz
zu TA Luft



Untersuchung der Pumpenpopulation

Studie zur Ermittlung des Handlungsbedarfes

Grundlagen der Studie durch Verfahrenstechnik Schwedt GmbH

TA Luft 2002

- Ziffer 5.2.5. Organische Stoffe Klasse 1 Methanol
- Ziffer 5.2.6. Gasförmige Emissionen beim Verarbeiten, Fördern, Umfüllen oder Lagern von flüssigen organischen Stoffen
- Ziffer 5.2.8. Geruchsintensive Stoffe

GefStoffV

Sicherheitsdatenblätter der TotalEnergies Raffinerie Leuna

VDI 2440 Emissionsminderung Mineralölraffinerien

20. Verordnung zum BImSchG

Sicherheitsbericht POX

Pumpenliste POX

Untersuchung der Pumpenpopulation

Auswahl der TA-Luft relevanten Teilanlagen

Betrachtet wurden alle Methanol führenden Teilanlagen der POX mit einem Methanolanteil ab 1,0 Ma.% im Produkt:

- Gasreinigung	1400/2400	H ₂ S-Entfernung
	1450	CO ₂ -Entfernung
	1470	CO ₂ -Tailgaswäsche
- Methanolanlage	1600	Methanolsynthese
	1700	Methanoldestillation
- Methanollager	6500	Methanoltanklager

Untersuchung der Pumpenpopulation

Auswahl der betroffenen Pumpen

TOTAL Raffinerie Mitteldeutschland GmbH

**VERFAHRENSTECHNIK
Schwedt GmbH**

4.1.2. Teilanlage 1400/2400 H₂S-Entfernung

Pos.	Pumpe		Bezeichnung	Maschine	Wellendichtung	TA Luft konform
1	831-	P-1401 A	Heißgenerator-Zulaufpumpe	Kreiselpumpe 1-stufig	doppelte GLRD Tandem	ja
2	831-	P-1401 R	Heißgenerator-Zulaufpumpe	Kreiselpumpe 1-stufig	doppelte GLRD Tandem	ja
3	831-	P-2401 A	Heißgenerator-Zulaufpumpe	Kreiselpumpe 1-stufig	doppelte GLRD Tandem	ja
4	831-	P-2401 R	Heißgenerator-Zulaufpumpe	Kreiselpumpe 1-stufig	doppelte GLRD Tandem	ja
5	831-	P-1402 A	Absorber-Zulaufpumpe	Kreiselpumpe 10-stufig	einfache GLRD	nein
6	831-	P-1402 R	Absorber-Zulaufpumpe	Kreiselpumpe 10-stufig	einfache GLRD	nein
7	831-	P-2402 A	Absorber-Zulaufpumpe	Kreiselpumpe 10-stufig	einfache GLRD	nein
8	831-	P-2402 R	Absorber-Zulaufpumpe	Kreiselpumpe 10-stufig	einfache GLRD	nein
9	831-	P-1403 A	Rücklaufpumpe	Kreiselpumpe 1-stufig	einfache GLRD	nein
10	831-	P-1403 R	Rücklaufpumpe	Kreiselpumpe 1-stufig	einfache GLRD	nein
11	831-	P-2403 A	Rücklaufpumpe	Kreiselpumpe 1-stufig	einfache GLRD	nein
12	831-	P-2403 R	Rücklaufpumpe	Kreiselpumpe 1-stufig	einfache GLRD	nein
13	831-	P-1404 A	Methanol-Wasser-Pumpe	Kreiselpumpe 1-stufig	einfache GLRD	nein
14	831-	P-1404 R	Methanol-Wasser-Pumpe	Kreiselpumpe 1-stufig	einfache GLRD	nein
15	831-	P-2404 A	Methanol-Wasser-Pumpe	Kreiselpumpe 1-stufig	einfache GLRD	nein

Untersuchung der Pumpenpopulation

Auswahl der betroffenen Pumpen

TOTAL Raffinerie Mitteldeutschland GmbH

**VERFAHRENSTECHNIK
Schwedt GmbH**

In den Teilanlagen der POX-Anlage müssen Pumpen mit Packungen und einfacher Gleitringdichtung umgerüstet bzw. ersetzt werden. Folgende Anzahl wurde ermittelt:

1400 / 2400 H ₂ S-Entfernung	20 Pumpen
1450 / 1470 CO ₂ Entfernung, CO ₂ Tailgaswäsche	7 Pumpen
1700 Methanoldestillation	16 Pumpen
6500 Methanollager	5 Pumpen

Ergebnis: 48 der 145 Pumpen in der POX-Methanolanlage erfüllen nicht die Anforderungen der TA Luft

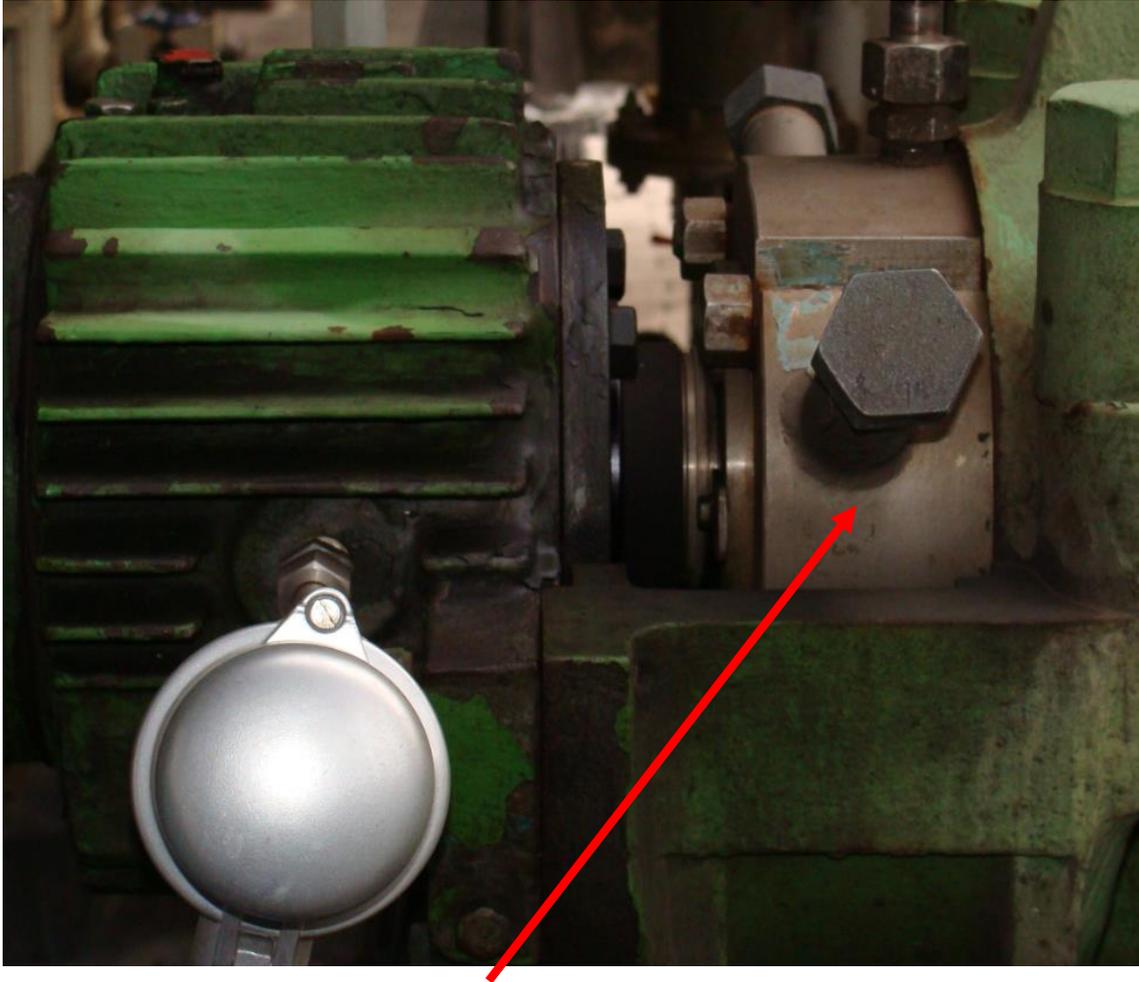
Untersuchung der Emissionen aus den Wellendichtungen

Messprinzip

Flüchtige Kohlenwasserstoffe haben bei bestimmten Wellenlängen die Eigenschaft, Wärmestrahlung zu absorbieren bzw. besser zu emittieren. Mit einer sehr hoch auflösenden IR-Kamera kann der sich im Strahlungsweg ergebende Unterschied visualisiert werden. Die Videos sind entweder als normales Infrarot (IR) oder im hochauflösenden Bewegungserkennungsmodus (HR) erstellt worden.

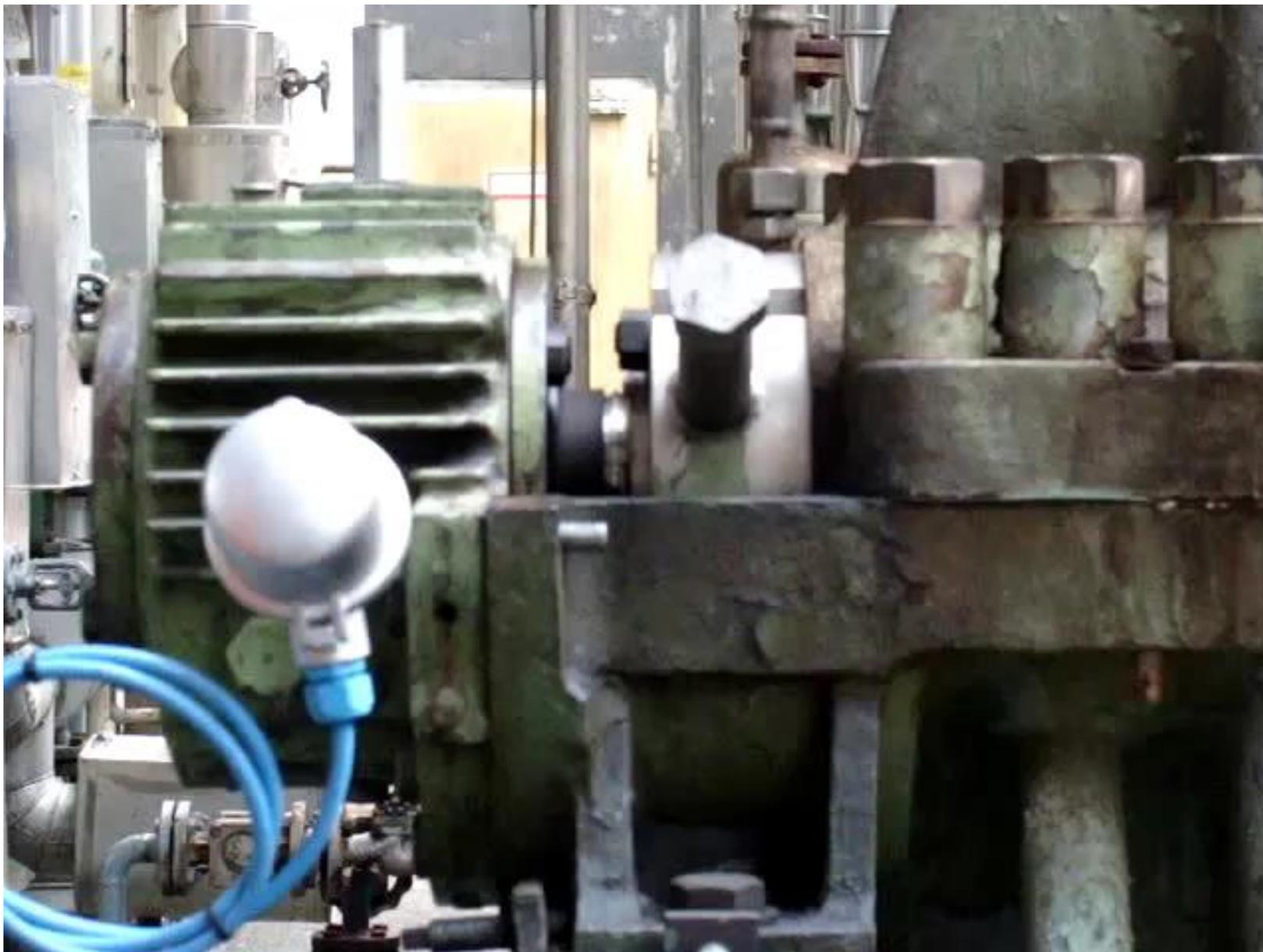


Untersuchung der Emission aus den Wellendichtungen



Pumpe 2402 A – rechts die GRD

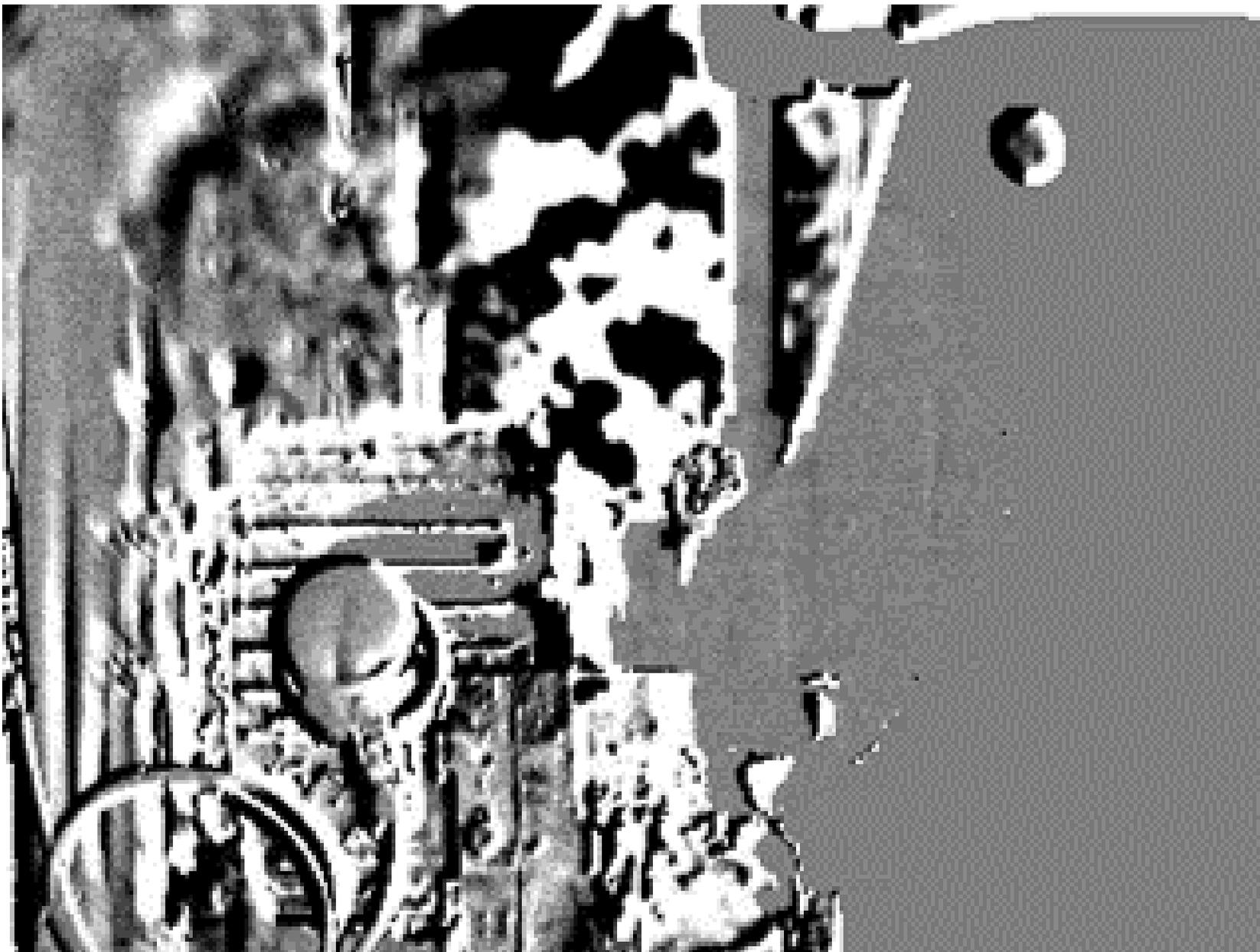
1. Pumpe 2402 A – Video im Betrieb
2. Pumpe 2402 A infrarot (IR)
- 3, Pumpe 2402 A Infrarot hochaufgelöst (HR)



Pumpe 2402 A - Video



Pumpe 2402 A
infrarot (IR)



Pumpe 2402 A
hochaufgelöst (HR)

03.

Machbarkeitsstudie zur Ertüchtigung der Pumpen



21/03/2019

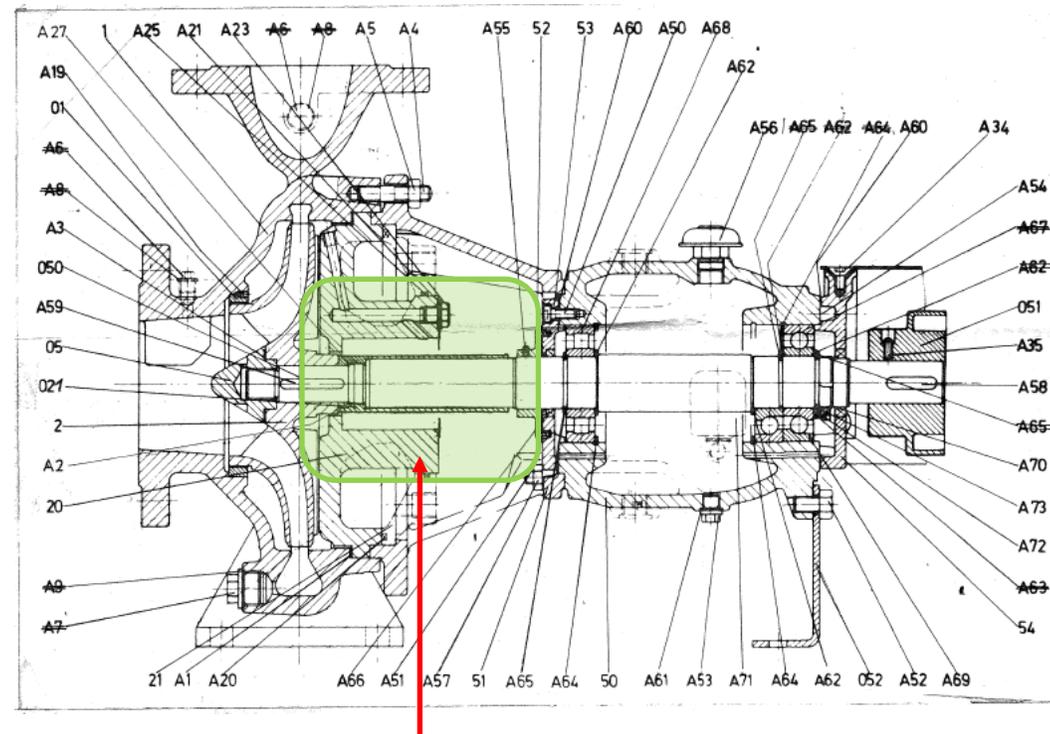
Machbarkeitsstudie

Übersicht der betroffenen Pumpen (1)

Einstufige und mehrstufige horizontale Kreiselpumpen sowie Tauchkreiselpumpen der Hersteller Worthington, Ochsner und Byron Jackson



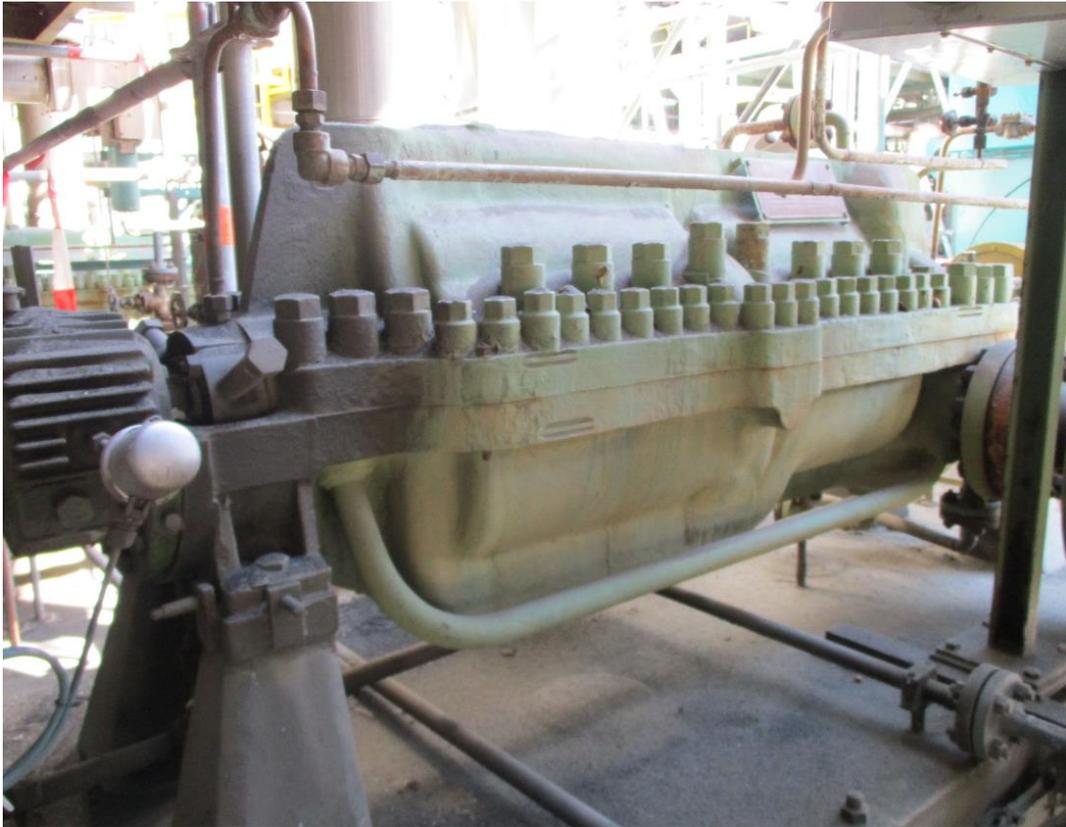
Einstufige horizontale Kreiselpumpe



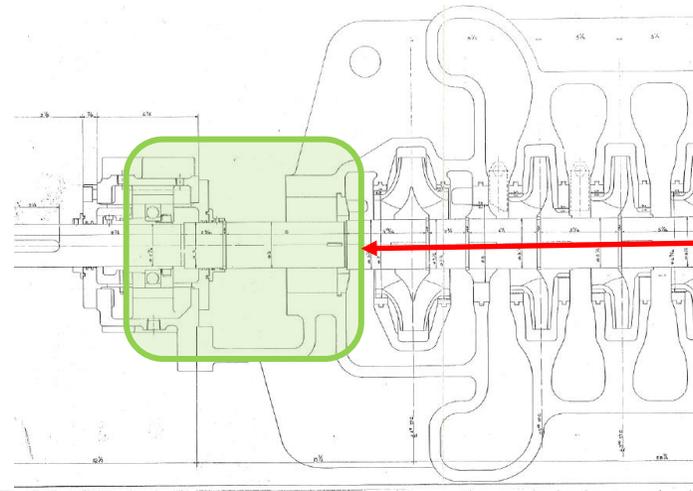
GRD-Einbauraum

Machbarkeitsstudie

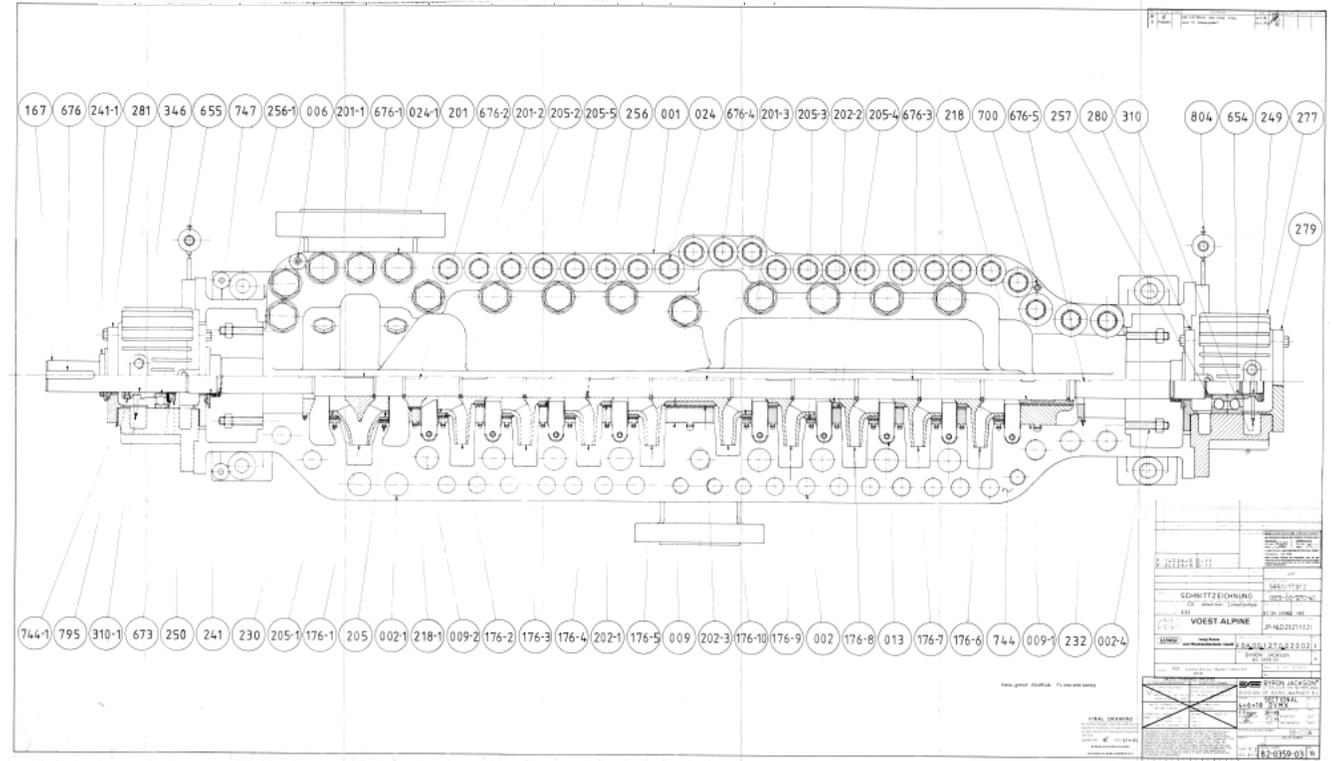
Übersicht der betroffenen Pumpen (2)



Horizontale mehrstufige Kreiselpumpe



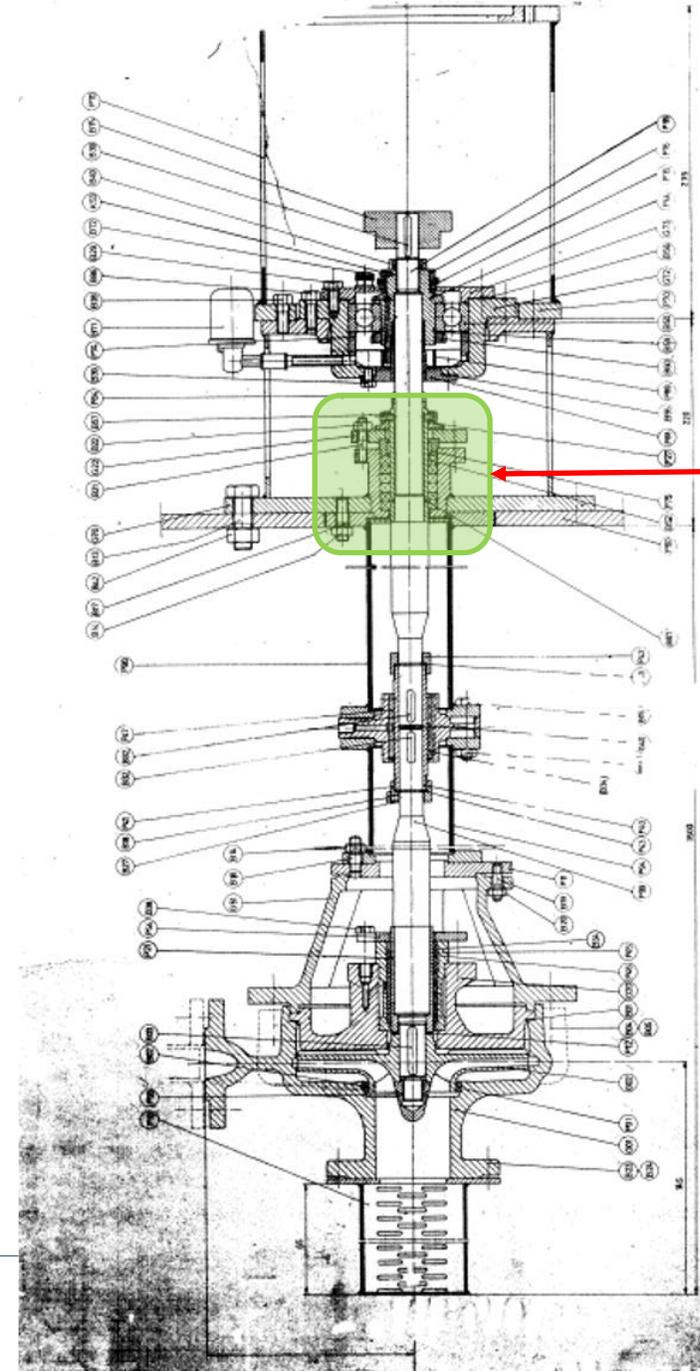
GRD-Einbauraum



Machbarkeitsstudie

Übersicht der betroffenen Pumpen (3)

Vertikale
Tauchpumpe

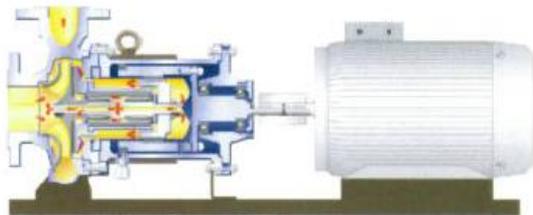


Stopfbuchs-
Wellendichtung

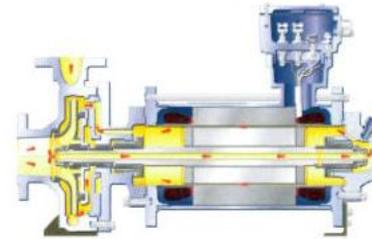
Machbarkeitsstudie

Mögliche Optionen

➤ Option 1: Austausch gegen dichtungslose Pumpen



Magnetantrieb



Spaltrohrmotor

- Hohe Kosten: neue Pumpen + Anpassung Rohrleitungen und Fundamente + Trockenlaufschutz
- Höhere Energieverluste bei Magnetantrieb und Spaltrohrmotor

➤ Option 2: Austausch der Einfach- gegen Doppelgleitringdichtung

- + Maschinen können weiter genutzt werden
- Zusätzliche Installation eines Versorgungssystems für die Doppeldichtungen



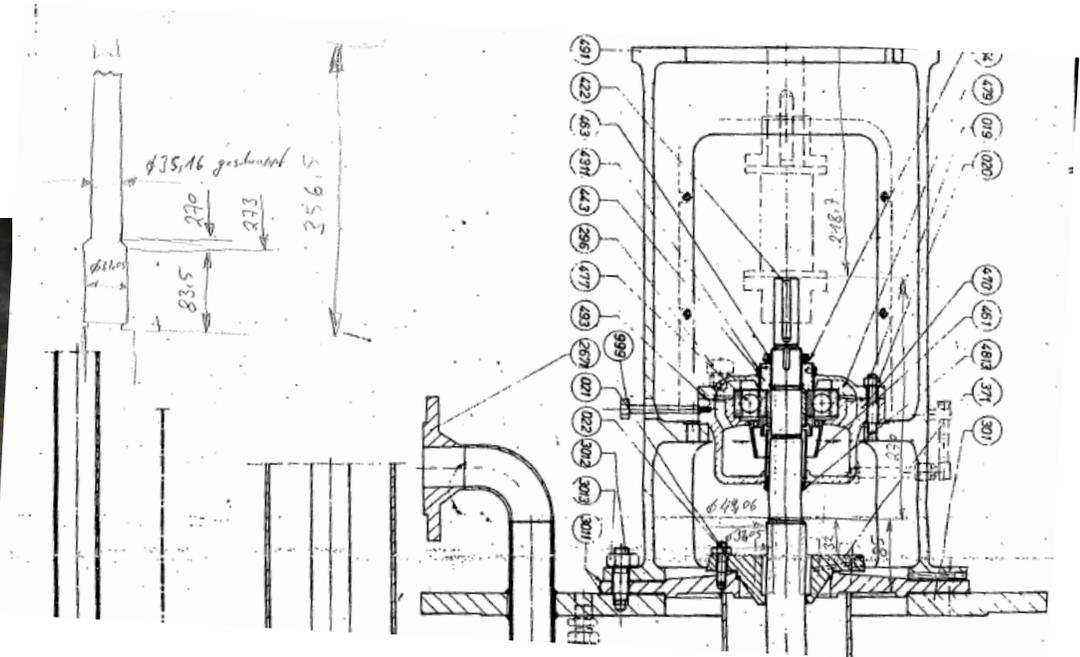
**Entscheidung:
Anwendung von
Option 2**

Machbarkeitsstudie

Inhalt der Machbarkeits-Studie	Verantwortlich
Auswahl der je Pumpe einzusetzenden Doppel-Gleitringdichtung	Burgmann
Paßfähigkeit des Dichtungs-Einbauraumes der Pumpe	Burgmann
Auswahl des Versorgungssystems (gem. TRM-Typicals in der Anlage)	TRM-Burgmann
Platz für Installation des Versorgungssystems an der Pumpe	Burgmann
Heranführung der Stickstoff-Versorgung	BIS
Einbindung der Dichtungen ins SLOP-System	BIS
Auswahl der Instrumentierung des Versorgungssystem in Rücksprache mit TRM, R-IE, B. Queitsch	Burgmann-TRM
Untersuchung verfügbarer Instrumentierungskabel und –wege Pumpe-POX Instrumentierungsraum	BIS
Untersuchung der Einbindung der Signale des Versorgungssystems in das Leitsystem der POX	BIS-TRM

Machbarkeitsstudie

Maßaufnahmen – Beispiel Tauchpumpe



Machbarkeitsstudie

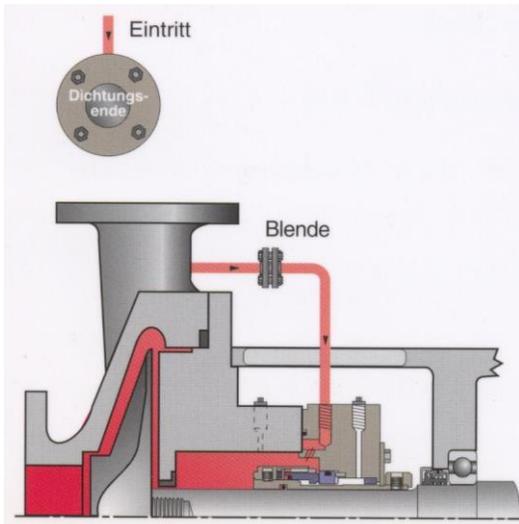
Maßnahmen - Zusammenfassung

Pos.	Item	Hersteller	pumpmanufacturer type	API 610 pump type	pump shaft diam.	Laufnrad Sitz = d1	Weilendurchmesser = d2	Weilendurchmesser vor Lager = d3	Stopfbuchsdurchmesser = d4	Lochkreis = d5	Ø Bohrung / Anzahl / Lage	Max bis Lager = l1	Tiefe Stopfbuchsraum = l2	API-Plan NEU 2012 von Total gefordert	GLRD	Versorgungssystem	Signale/Kabelverbindungen	Stickstoff - Leitung	Einbindung ins Slop-System	Installation VS-System an der Pumpe
1	P1403-A	WORTHINGTON	ERP 40-315	H	<48	35 H7	43,0	44,0	min 83; Zentrierung 94f7	130,0	4x / M12 max 50 / 45°	65,0	ca. 65	72	HJ4../53 - CGS../50-DX	GSS4016/A217-EX	2 digitale Signale PI_AH + PI_AL (Alternativ 1 analoges Signal PI T)	Stickstoff - ND an der Pumpe vorhanden	ja	ja
2	P1403-R	WORTHINGTON	ERP 40-315	H	<48	35 H7	43,0	44,0	min 83; Zentrierung 94f7	130,0	4x / M12 max 50 / 45°	65,0	ca. 65	72	HJ4../53 - CGS../50-DX	GSS4016/A217-EX	2 digitale Signale PI_AH + PI_AL (Alternativ 1 analoges Signal PI T)	Stickstoff - ND an der Pumpe vorhanden	ja	ja
3	P2403-A	WORTHINGTON	ERP 40-315	H	<48	35 H7	43,0	44,0	min 83; Zentrierung 94f7	130,0	4x / M12 max 50 / 45°	65,0	ca. 65	72	HJ4../53 - CGS../50-DX	GSS4016/A217-EX	2 digitale Signale PI_AH + PI_AL (Alternativ 1 analoges Signal PI T)	Stickstoff - ND an der Pumpe vorhanden	ja	ja
4	P2403-R	WORTHINGTON	ERP 40-315	H	<48	35 H7	43,0	44,0	min 83; Zentrierung 94f7	130,0	4x / M12 max 50 / 45°	65,0	ca. 65	72	HJ4../53 - CGS../50-DX	GSS4016/A217-EX	2 digitale Signale PI_AH + PI_AL (Alternativ 1 analoges Signal PI T)	Stickstoff - ND an der Pumpe vorhanden	ja	ja
5	P1404-A	WORTHINGTON	ERP 32-250	H	<38	26 H7	34,0	35 H7	63,0	ca. 110 (errechnet)	4x / M12 / 45°	55,0	ca. 50	72	HJ4../45-CGS../43-DX	GSS4016/A217-EX	2 digitale Signale PI_AH + PI_AL (Alternativ 1 analoges Signal PI T)	N2 bei P2403 (Entfernung ca. 20m)	ja	ja

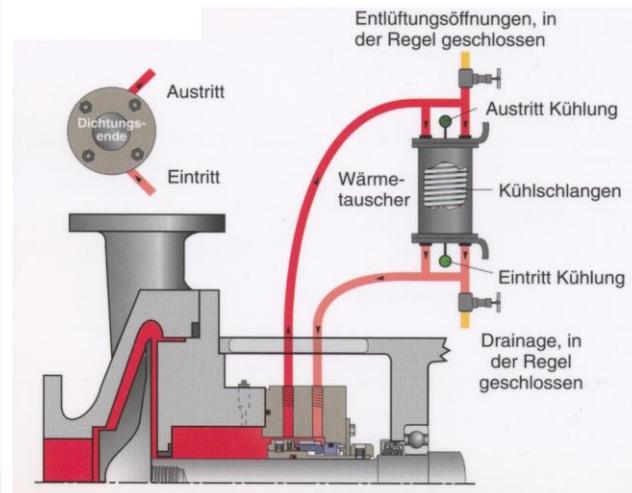
Ausschnitt aus der zusammenfassenden Liste über Geometrie, Anschlüsse und Signale zur Ertüchtigung

Machbarkeitsstudie

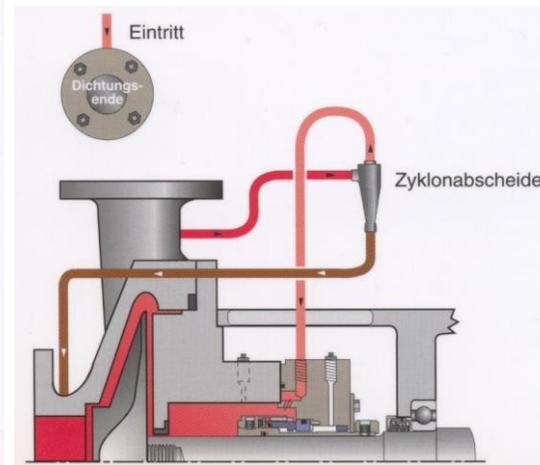
Vorhandene Spülsysteme der produktseitigen GRD



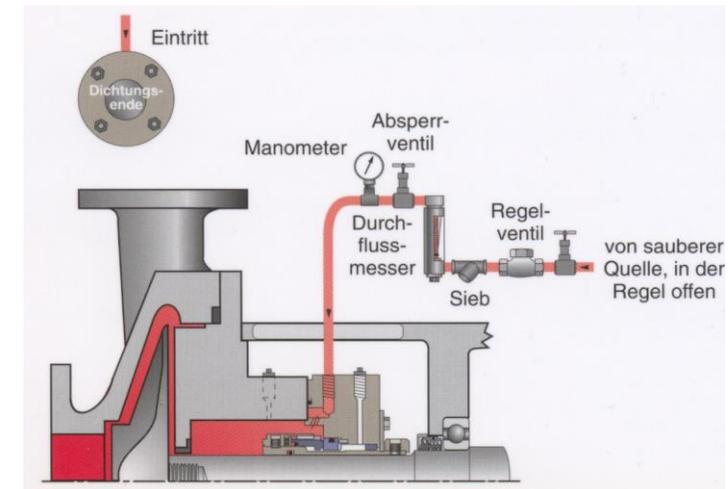
API-Plan 11



API-Plan 23



API-Plan 31

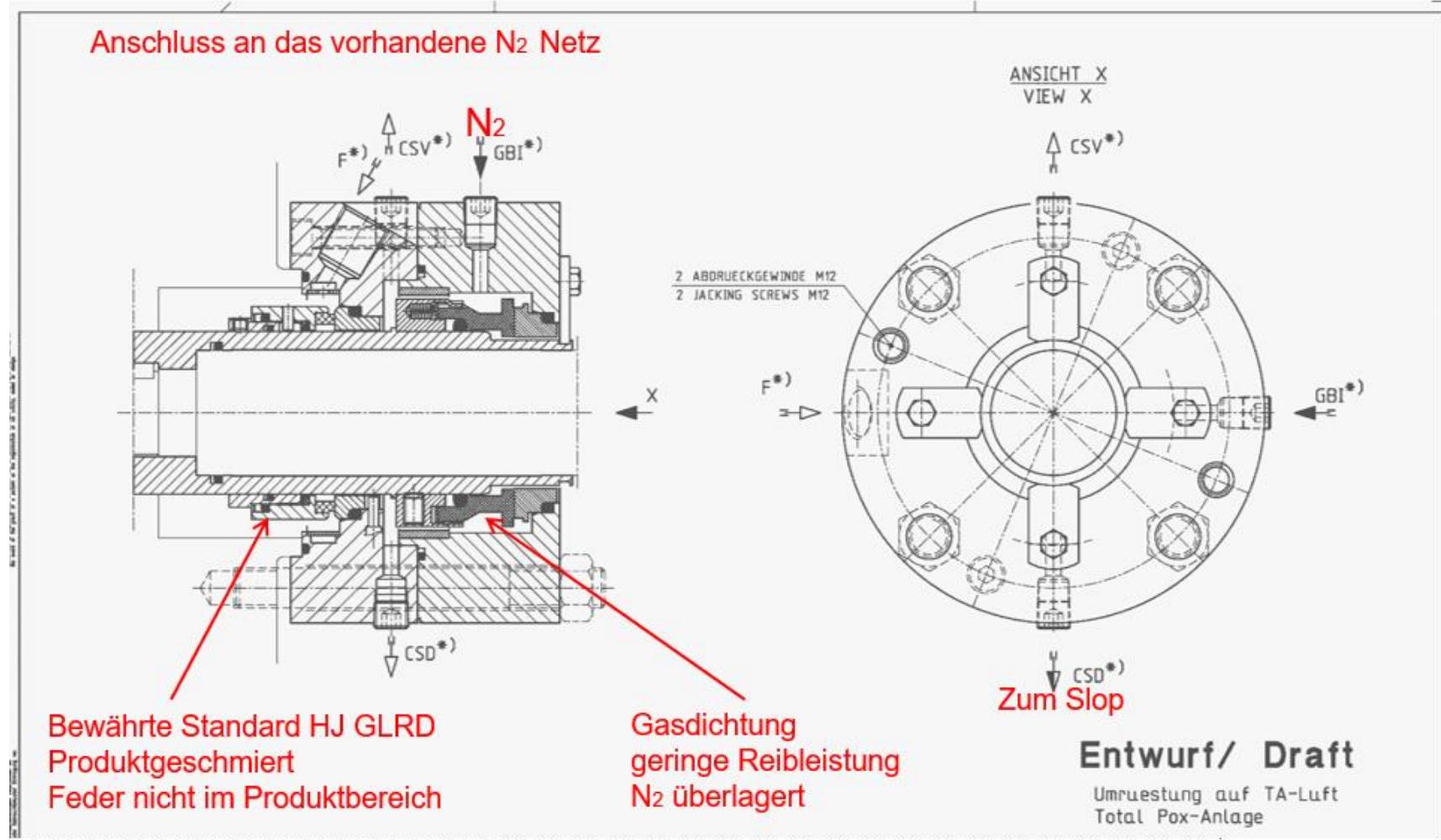


API-Plan 32

Machbarkeitsstudie

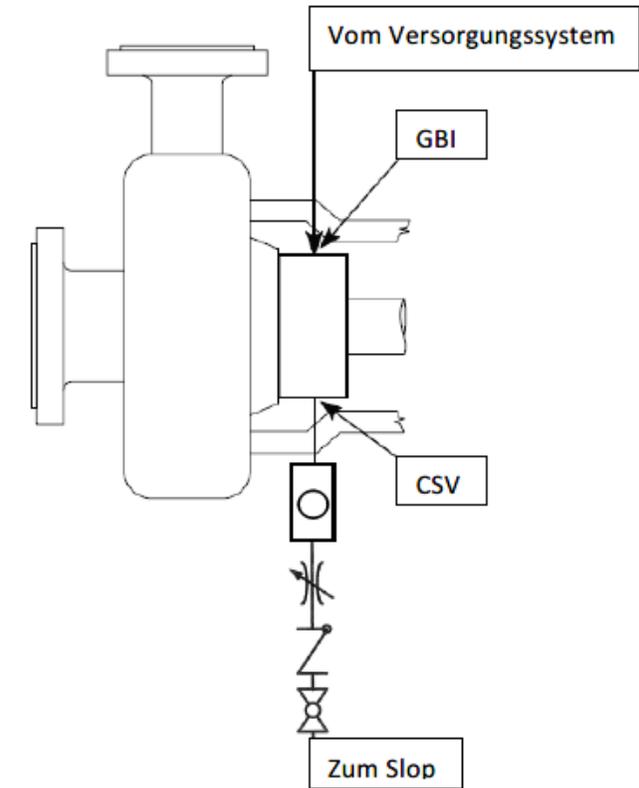
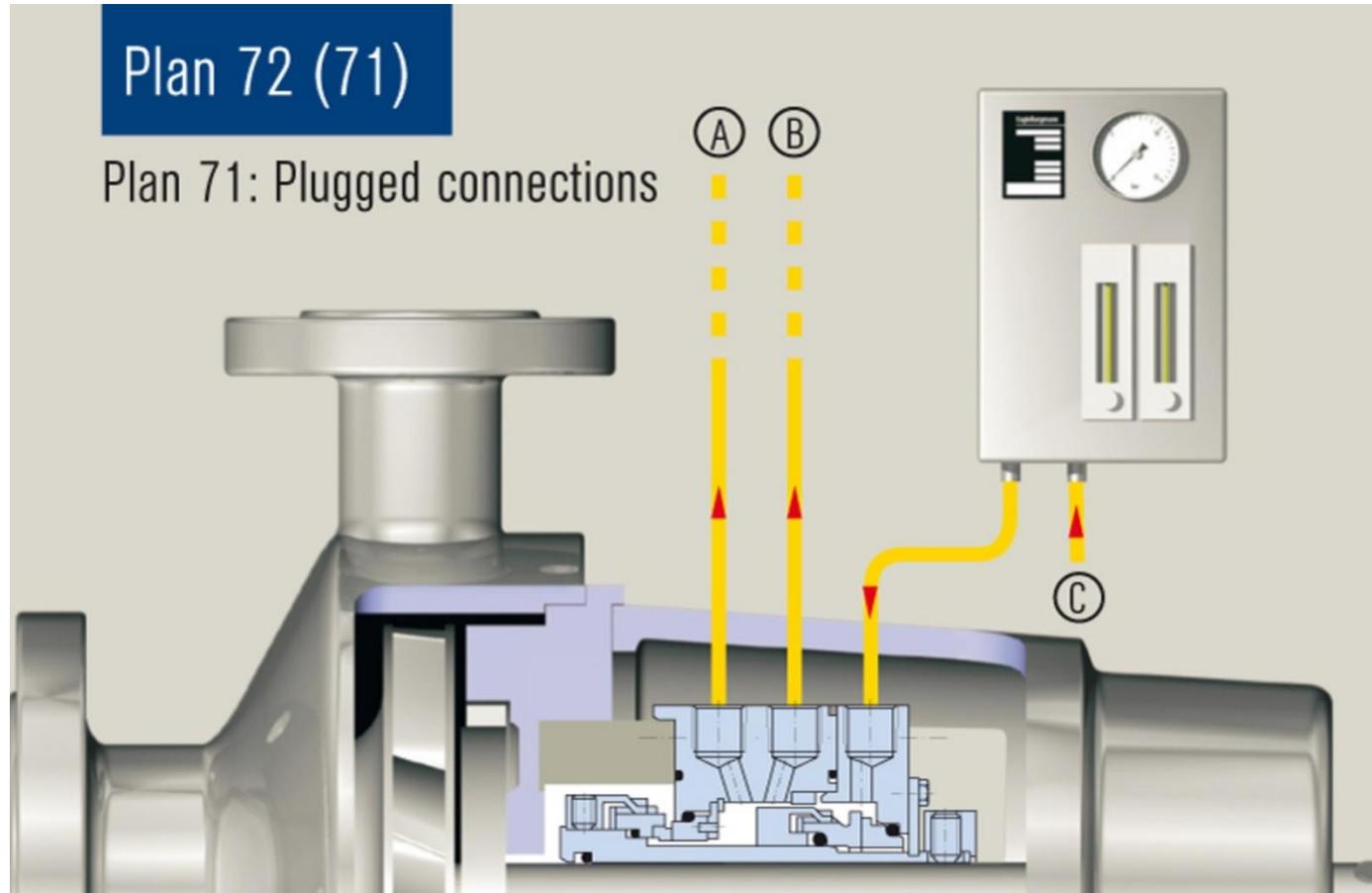
1.Lösung für horizontale Pumpen – Atmosphärenseite N₂ gesperrt

- Funktionalität der inneren, flüssigkeitgeschmierten GRD wird beibehalten
- Atmosphärenseitig wird eine N₂-geschmierte GRD als Sicherheitsdichtung nach API 72 + Ergänzung vorgesetzt



Machbarkeitsstudie

1.Lösung für horizontale Pumpen – Atmosphärenseite N₂ gesperrt



Machbarkeitsstudie

1.Lösung für horizontale Pumpen – Atmosphärenseite N₂ gesperrt

Prinzip:

Produktseitige GLRD (PS GLRD)

(hier befederte GLRD vom Typ HJ92)

- Produkt (**rot**) geschmiert

- Produkt (p₁, T₁)

Atmosphärenseitige GLRD (AS GLRD)

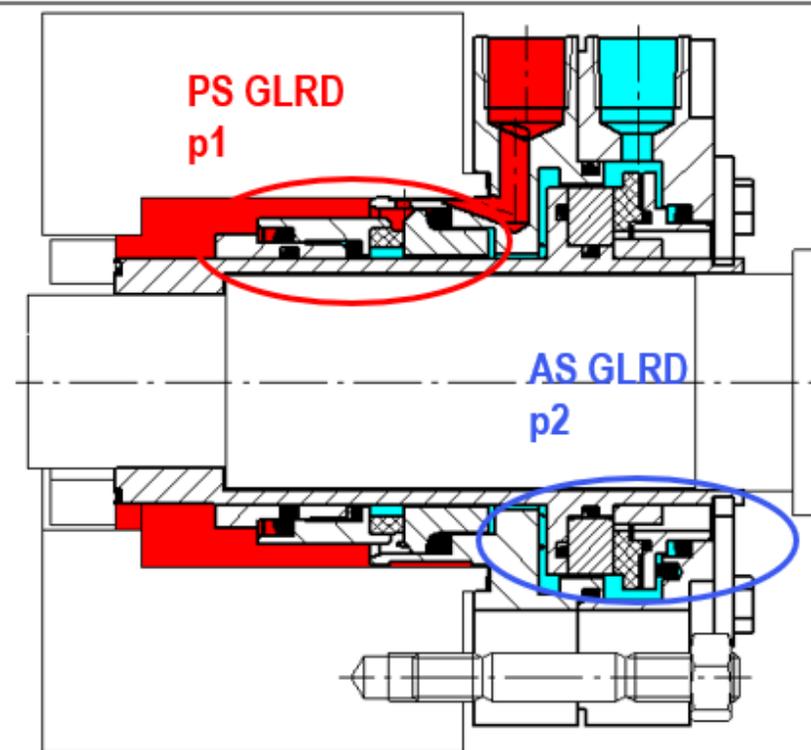
(hier befederte GLRD vom Typ RGS)

- Spülgas (**blau**) (Stickstoff) geschmiert *

- Stickstoff (p₂, T₂)

p₁ > p₂

* In Verbindung mit Versorgungssystem GSS4016/A251-D1 und
Ergänzung zum API-Plan 72 (Slop Verrohrung)



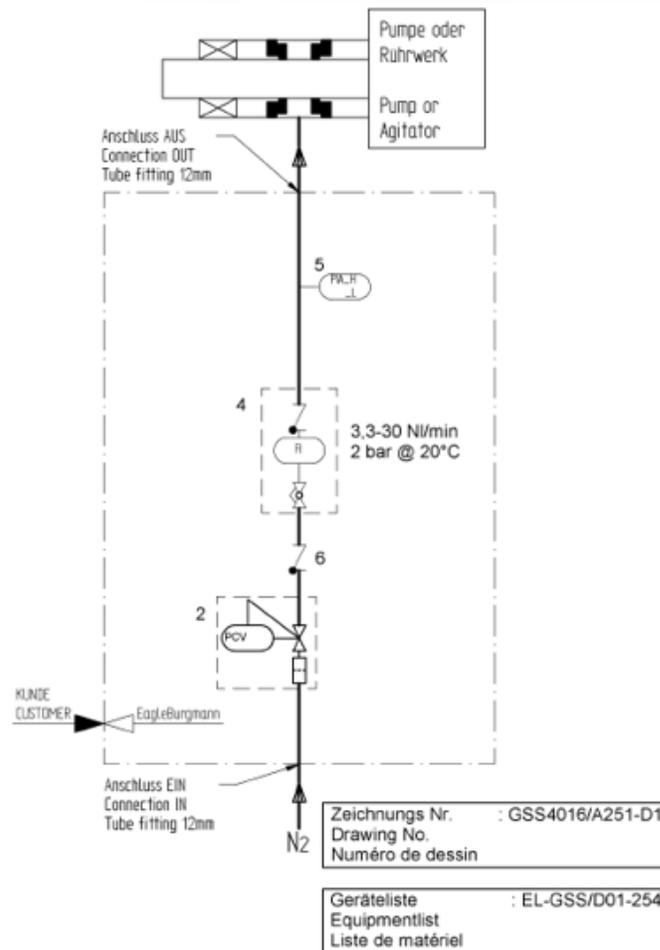
Machbarkeitsstudie

1.Lösung für horizontale Pumpen – Atmosphäreseite N₂ gesperrt

Sperrgasversorgung der Atmosphäreseitigen GRD

Atmosphäreseitige GLRD (AS GLRD)
Versorgung über Versorgungssystem (VS)
Stickstoff als Spülgas aus ext. Netz
 $p = 4 \text{ Bar}$
Regulierung PCV (Pos.2) auf 1 Bar
Spüldruck am Manometer (ca. 0,9 Bar) *
Durchflußmenge zwischen 5-25 NL/min *

* Durch Einregulieren Nadelventil (Pos.39)
in Slop Verrohrung



Machbarkeitsstudie

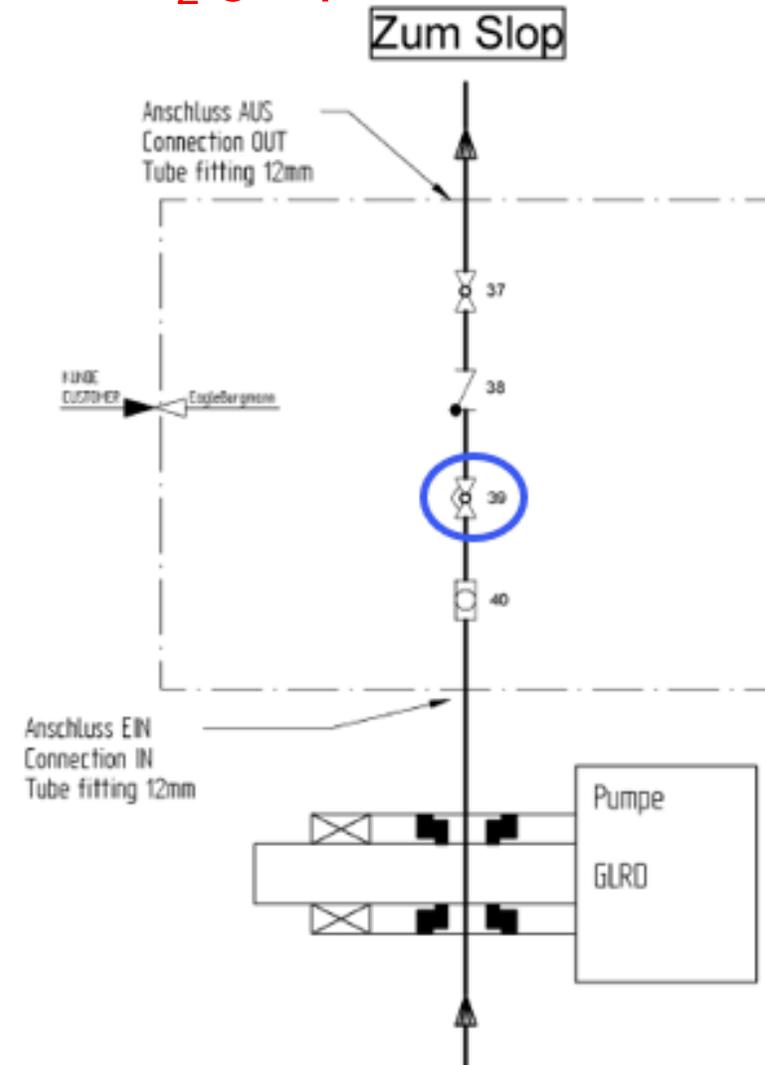
1.Lösung für horizontale Pumpen – Atmosphäreseite N₂ gesperrt

Slopanschluss – Ergänzung zur API 72

*Nadelventil (Pos.39) dient als
Hindernis zum Druckaufbau in der GLRD*

*Einregulierung, bis auf Manometer (Pos.5)
ca. 0,9 Bar angezeigt werden.*

*Eine Durchflußmenge zwischen
5-25 NL/min soll sich dabei einstellen*



Machbarkeitsstudie

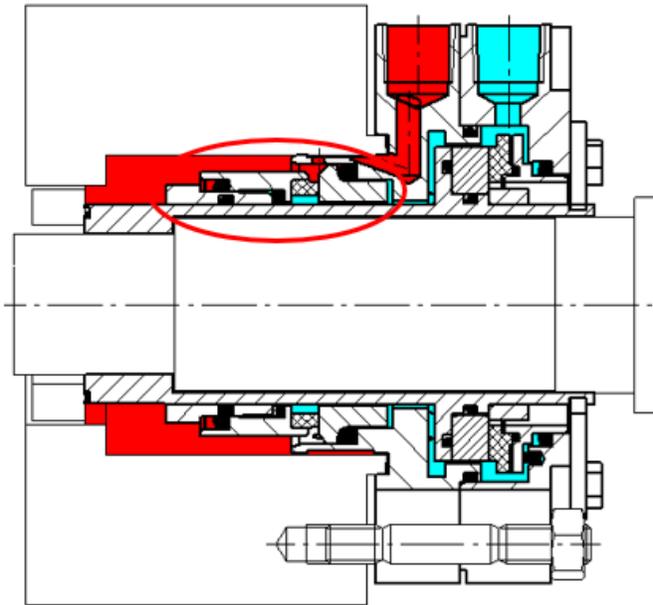
1.Lösung für horizontale Pumpen – Atmosphäreseite N₂ gesperrt

Alarmierungen

Hochalarm

Einstellwert 2,0 bar

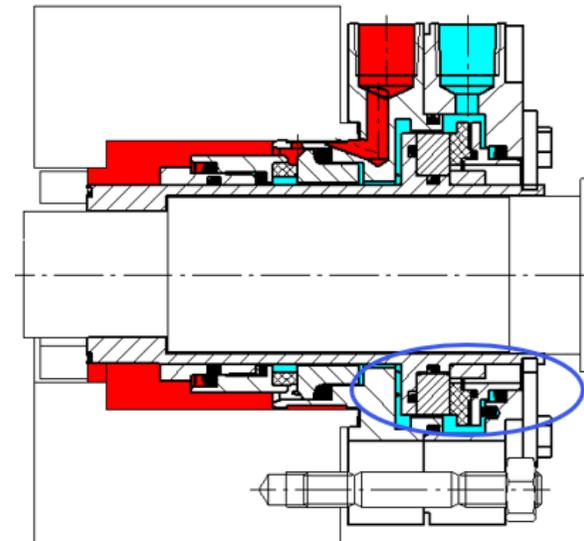
- Defekte innere GRD



Tiefalarm

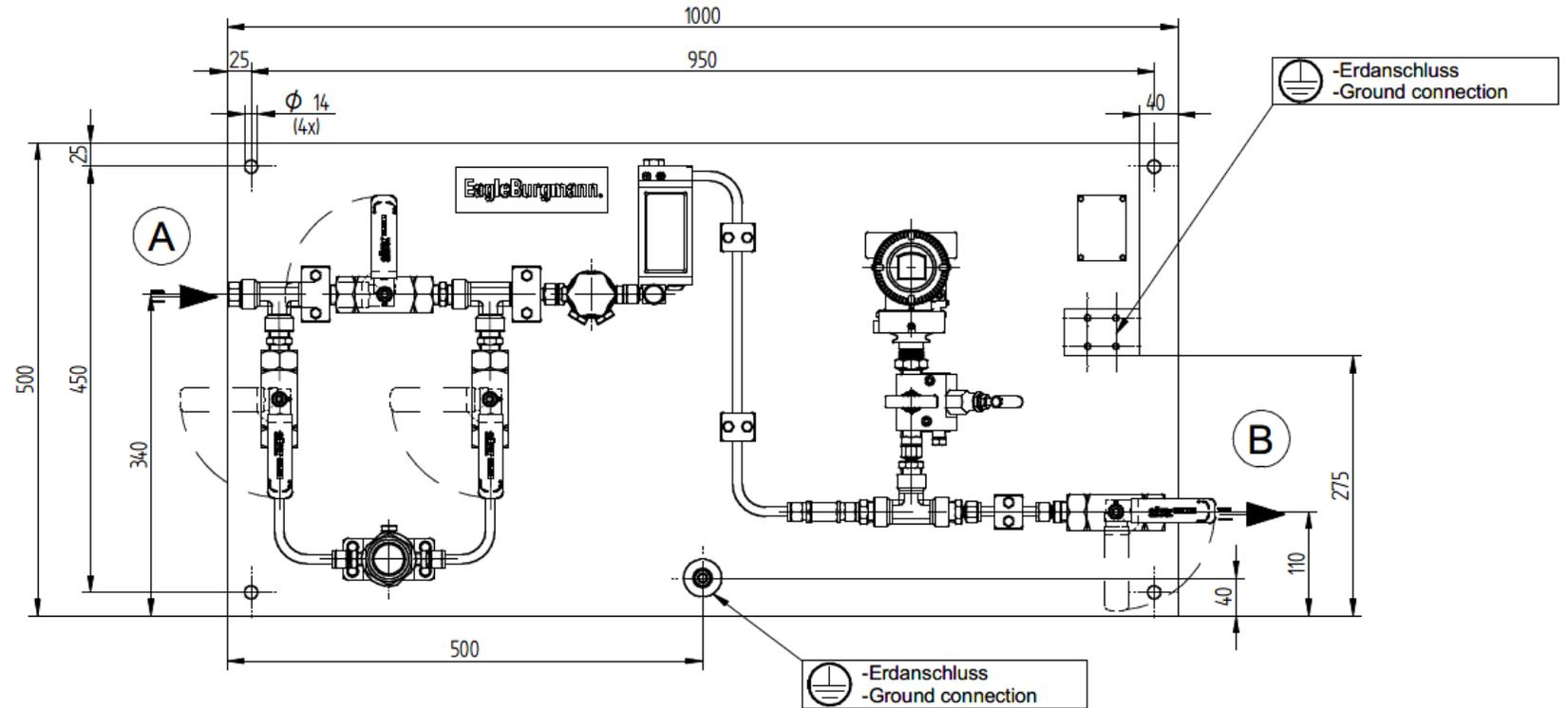
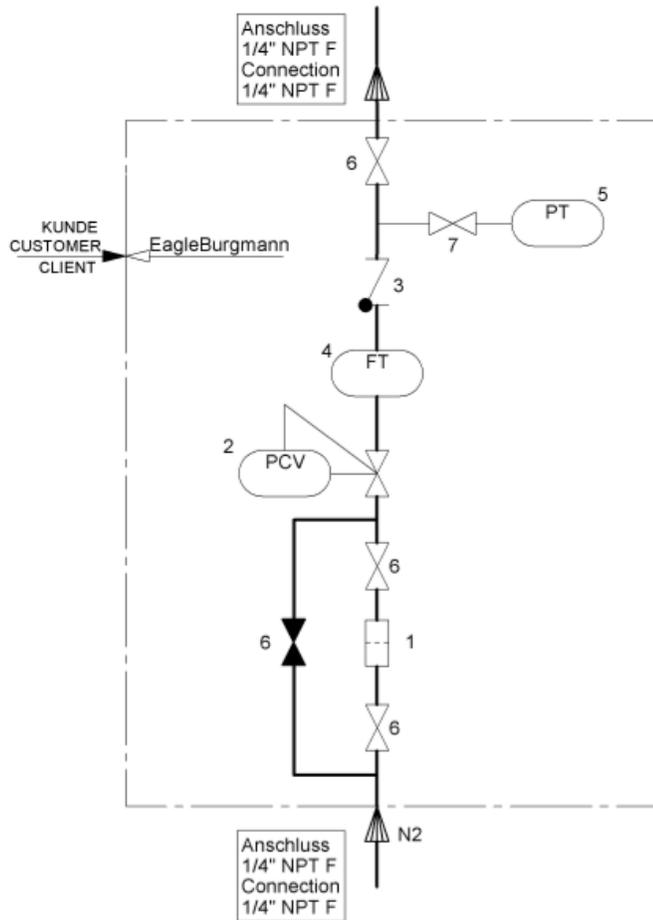
Einstellwert 0,2 bar

- Defekte äußere GRD; Abfall N₂-
Druck; Einstellung Nadelventil prüfen



Machbarkeitsstudie

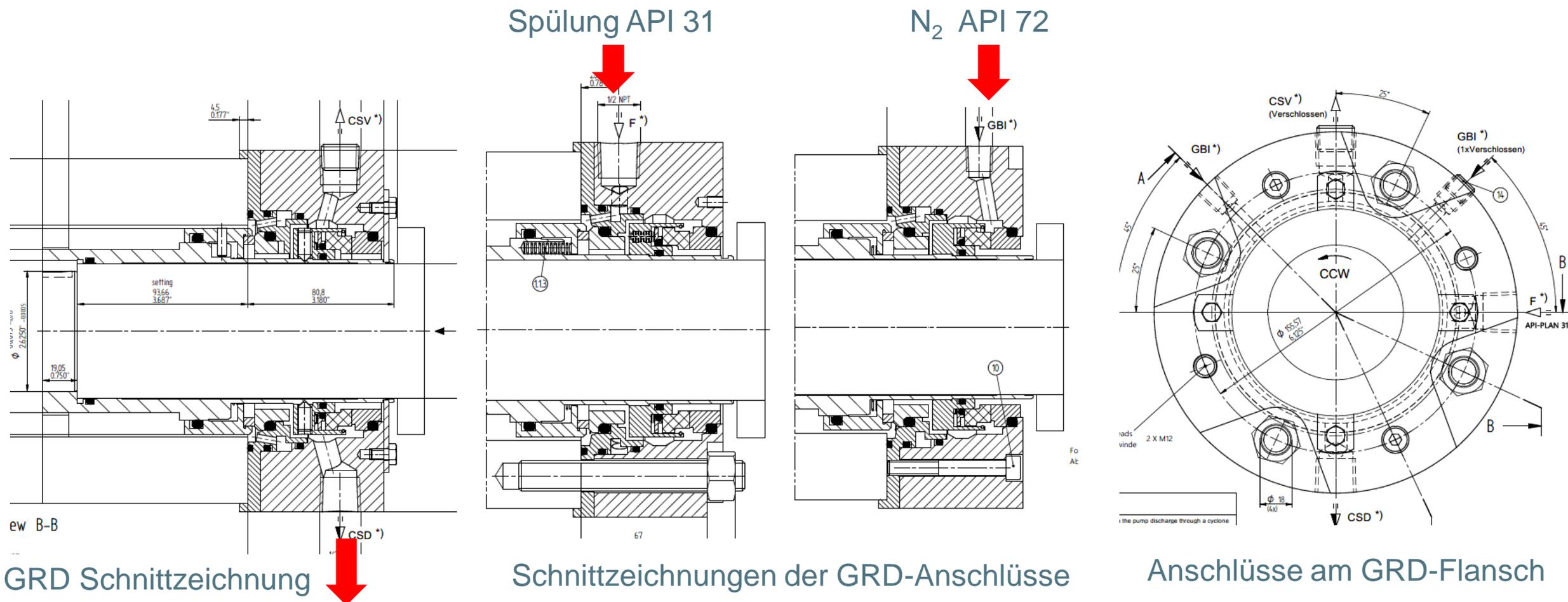
1.Lösung für horizontale Pumpen – Atmosphäreseite N₂ gesperrt



Alternative Sperrgasversorgung mit Alarmierung durch Transmitter statt Schaltern

Machbarkeitsstudie

1.Lösung für horizontale Pumpen – Atmosphärenseite N2- gesperrt



GRD Schnittzeichnung

Schnittzeichnungen der GRD-Anschlüsse

Anschlüsse am GRD-Flansch

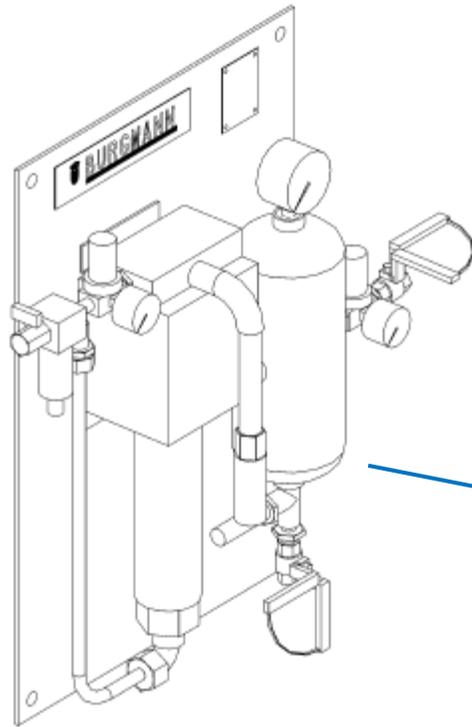
zum Slop Beispiel für API Plan 31 + Plan 72

Machbarkeitsstudie

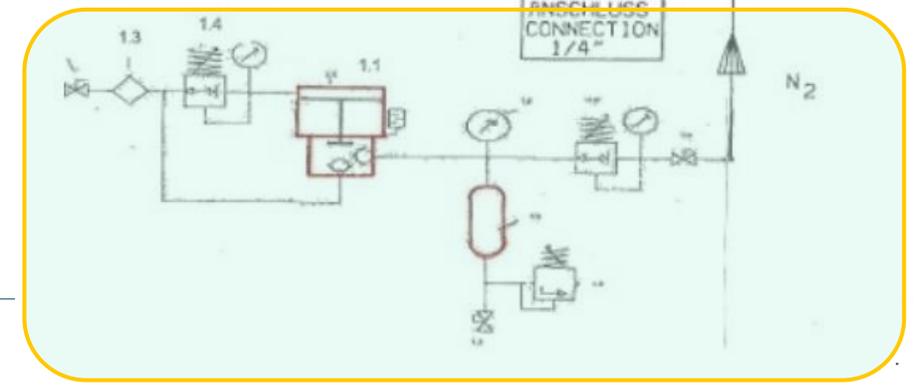
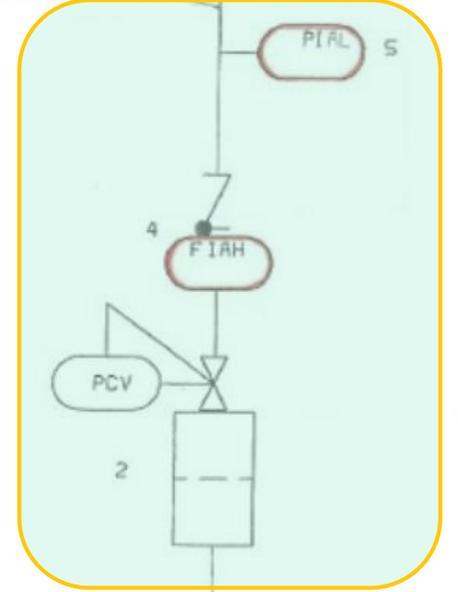
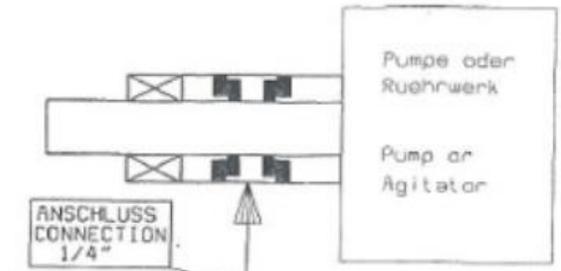
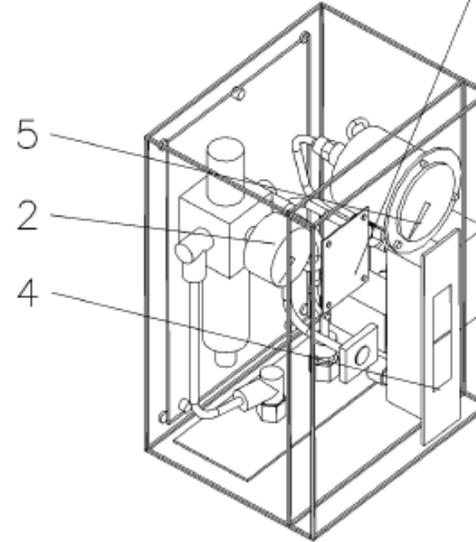
1. Lösung für horizontale Pumpen - alternative Sperrgasversorgung

Fall: Sperrdruck über N₂ - Netzdruck

Druckerhöhungs-System

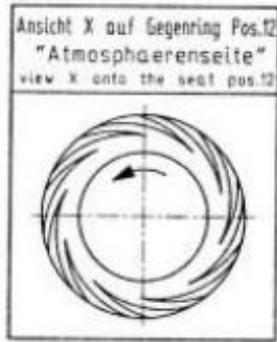
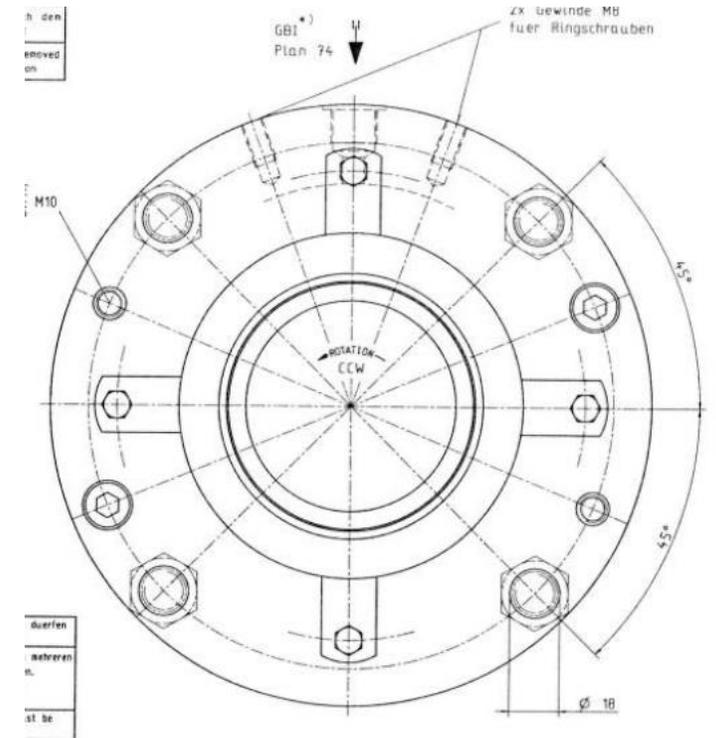
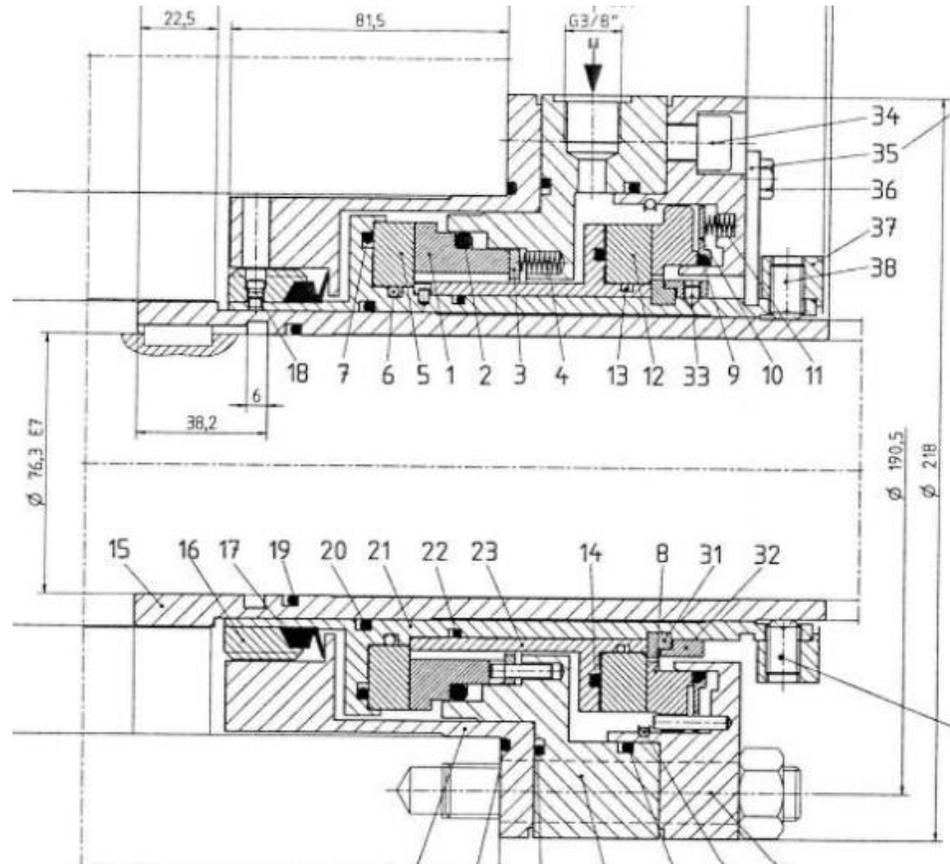


Sperrgas-Monitoring



Machbarkeitsstudie

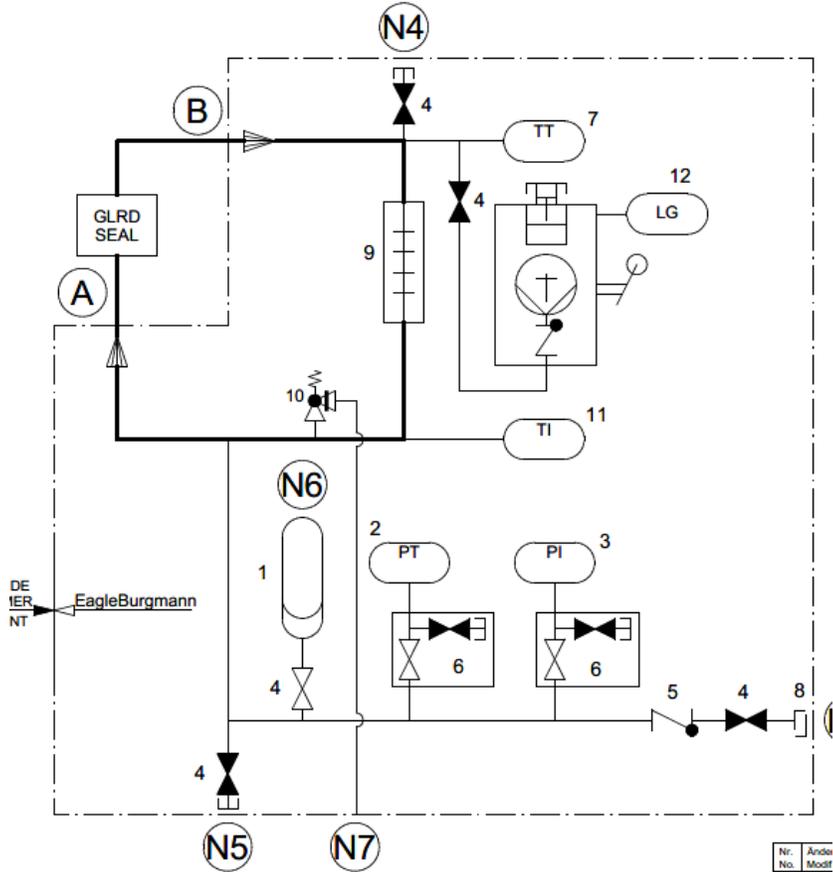
2.Lösung für horizontale Pumpen – Doppel-Gasdichtung



Doppel-Gasdichtung Konfiguration Tandem

Machbarkeitsstudie

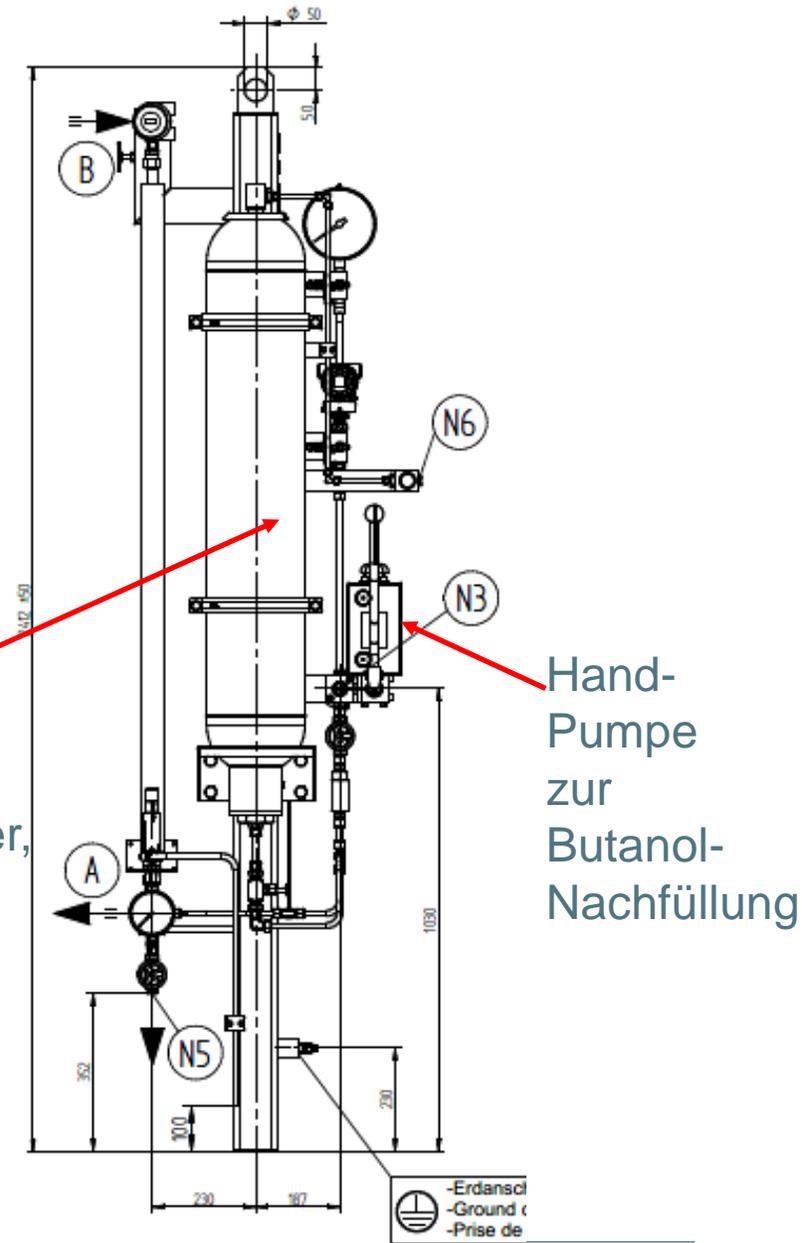
3.Lösung für horizontale Pumpen – Atmosphärenseite Sperrflüssigkeit gesperrt



API Plan 53 B

Sperrflüssigkeit Butanol
Fall: Sperrdruck über
 N_2 -Netzdruck

Druckhaltung über Blasenspeicher,
(mit N_2 vorgespannt)

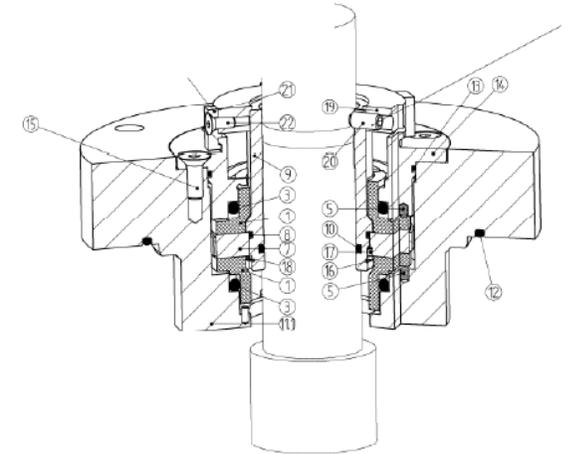
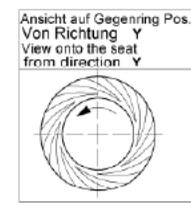
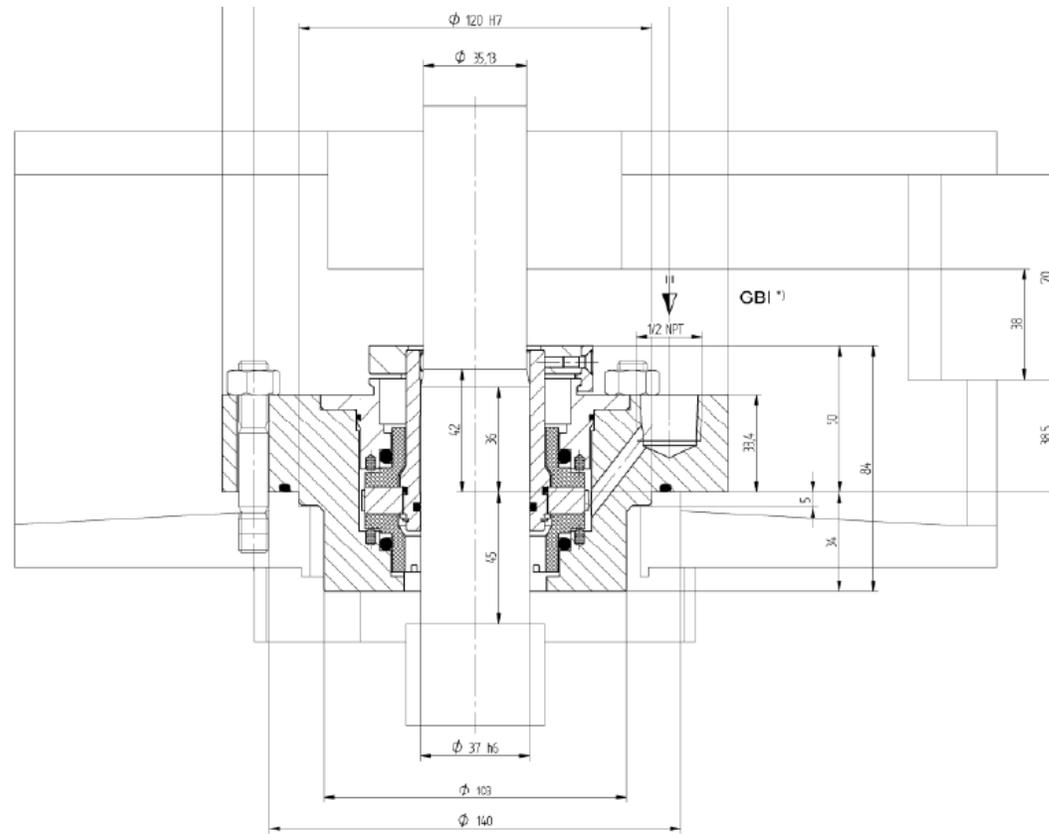


Hand-
Pumpe
zur
Butanol-
Nachfüllung

Machbarkeitsstudie

Lösung für vertikale Pumpen

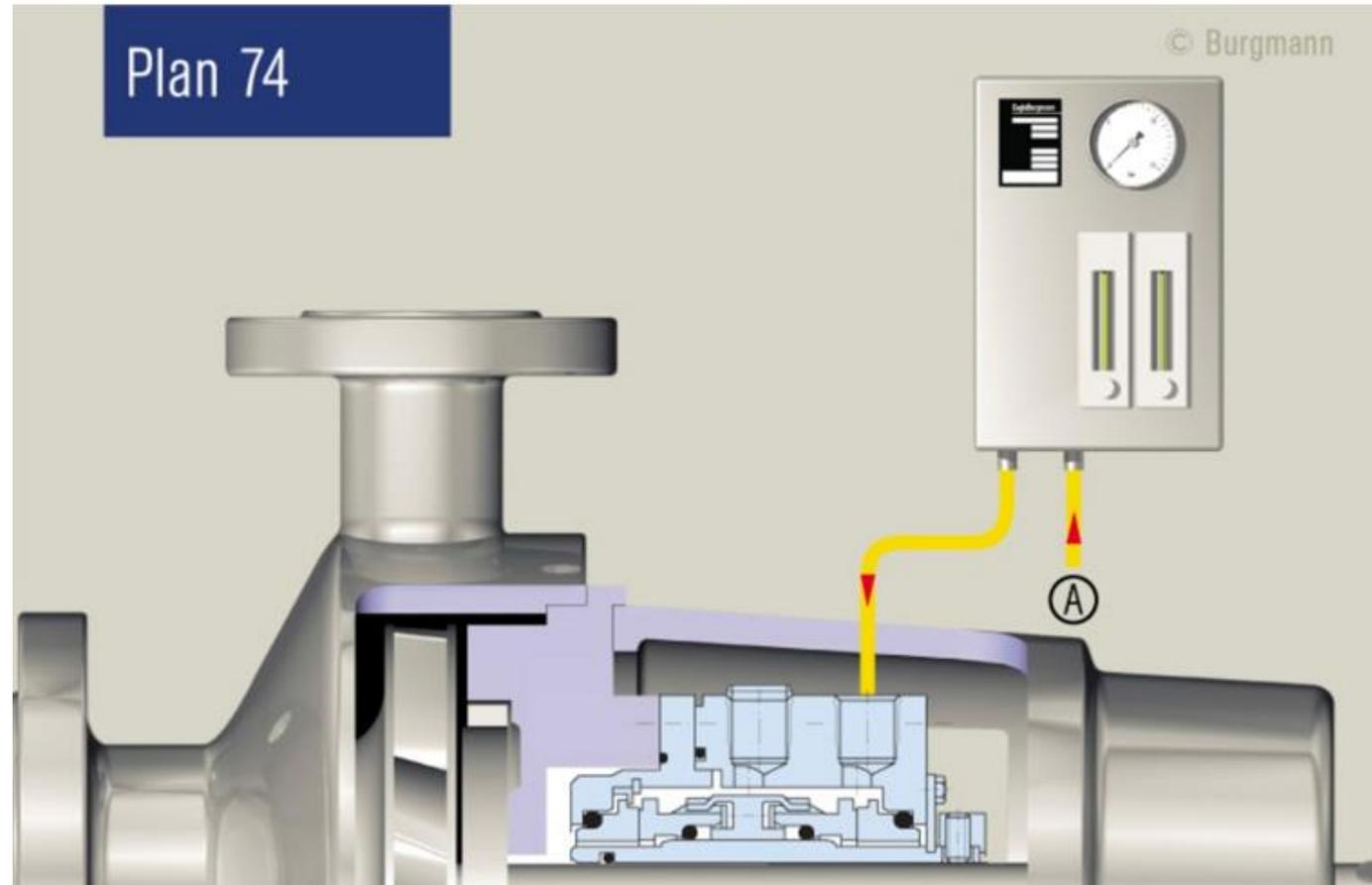
Ersatz der Stopfbuchsichtungen
durch eine Doppel-Gasdichtung
nach API Plan 74
Konfiguration „Face to Face“



Machbarkeitsstudie

Lösung für vertikale Pumpen

Ersatz Stopfbuchse
durch doppelte
Gasdichtung



API Plan 74

Machbarkeitsstudie

Lösung für vertikale Pumpen

Ersatz Stopfbuchse durch doppelte Gasdichtung

*Produkt- und Atmosphärenseitige GLRD
Versorgung über Versorgungssystem (VS)*

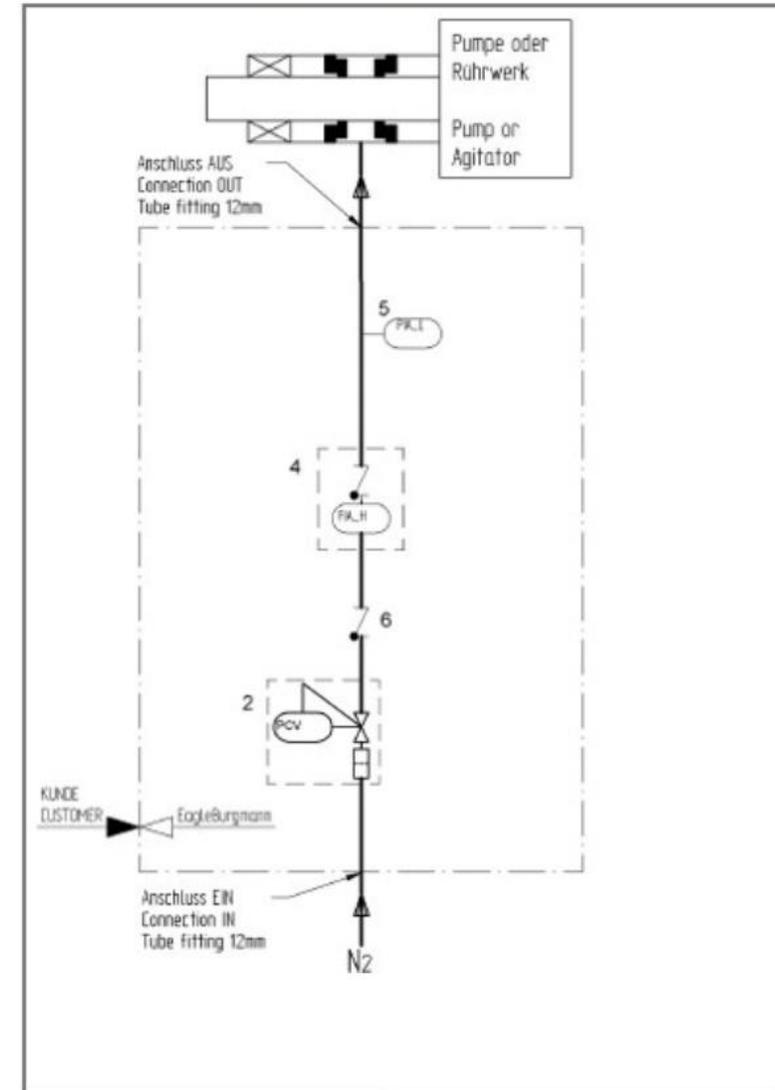
Stickstoff als Sperrgas aus ext. Netz

$p = 4,0$ Bar

Regulierung PCV (Pos.2) auf 3,5 Bar

*Sperrdruck am Manometer (Pos.5)
(3,5 Bar)*

*Durchflußmenge am Durchflußmesser (Pos.4)
zwischen 0,05-0,4 NL/min*



Machbarkeitsstudie

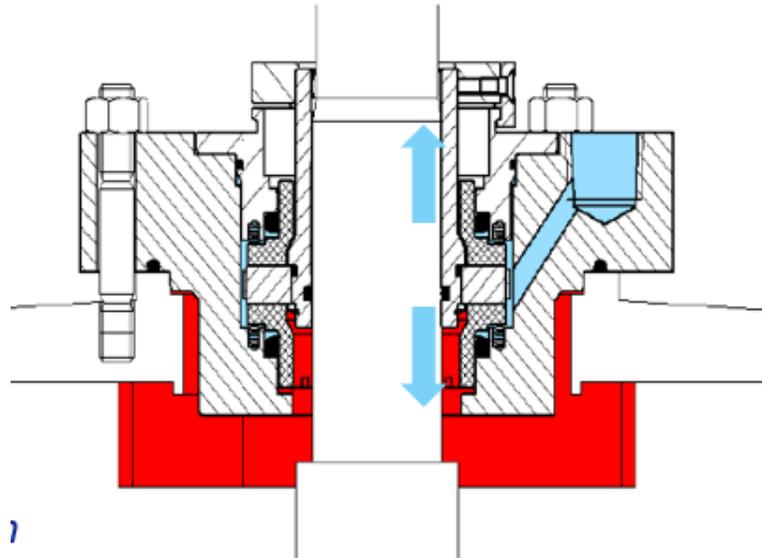
Lösung für vertikale Pumpen

Alarmierungen

Durchfluss Hochalarm

Einstellwert 0,4 NL/min

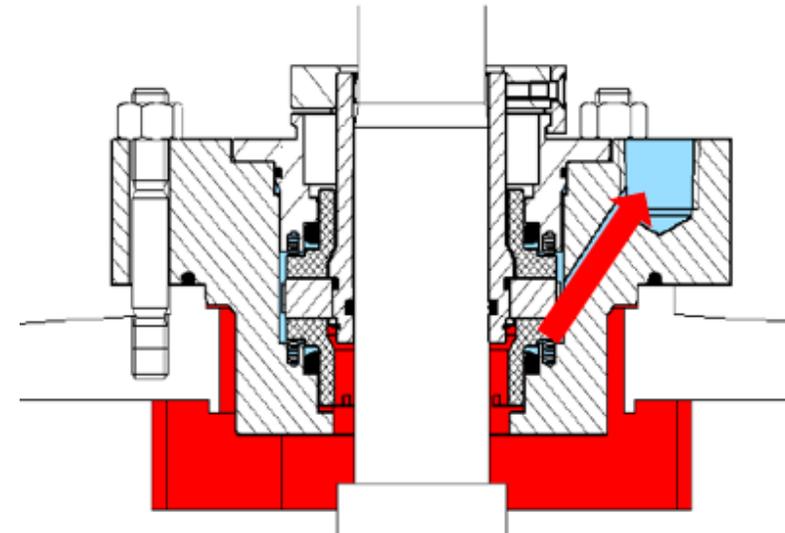
- Defekte innere oder äußere GRD



Durchfluss Tiefalarm

Einstellwert 1,4 bar

- Abfall oder Ausfall externer N₂-Netzdruck





04.

Realisierte technische
Lösungen



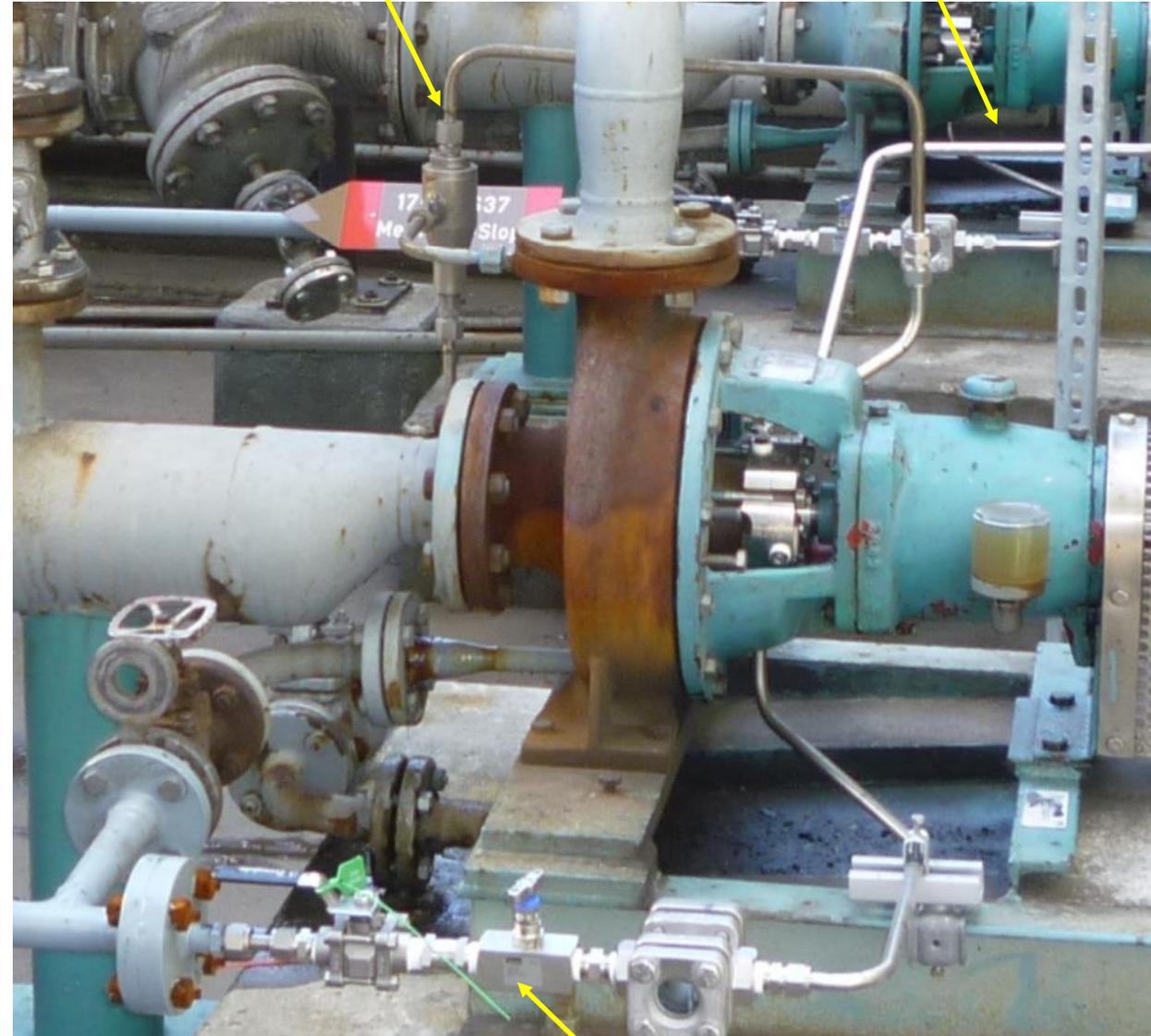
Realisierte technische Lösungen

Horizontale einstufige Pumpen



Zyklonabscheider API Plan 31

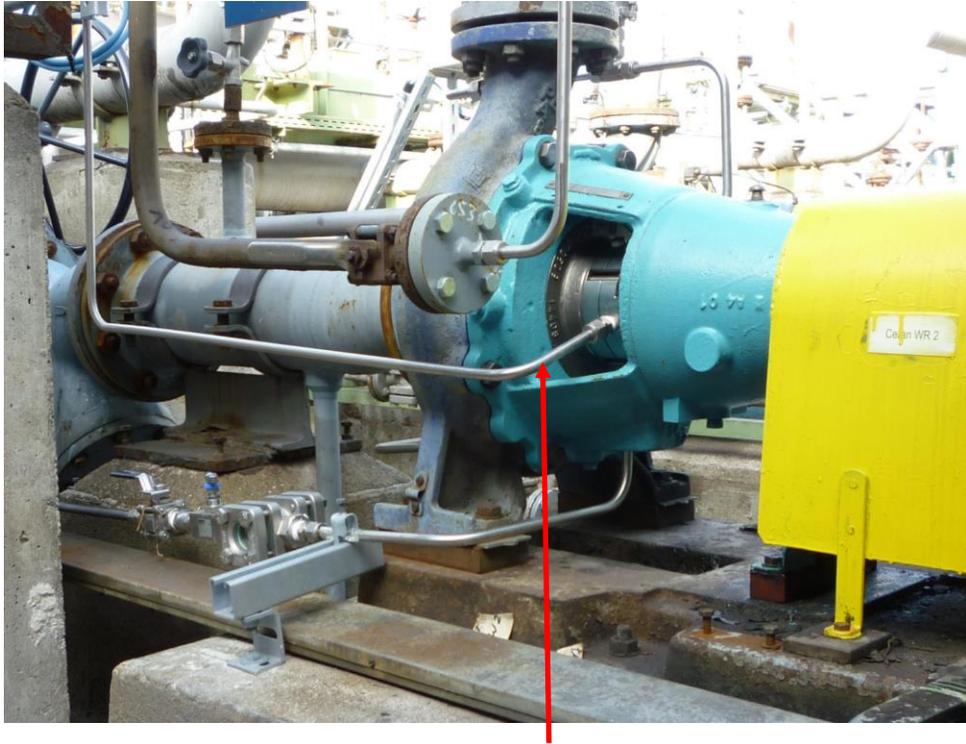
N₂ - Versorgung



Slop -Ergänzung API 72

Realisierte technische Lösungen

Horizontale einstufige Pumpen



N_2 - Versorgung
Atmosphärensseite

Ergänzung API Plan 72



Nadelventil zum Slop

Realisierte technische Lösungen

Horizontale einstufige Pumpen



N₂-Versorgungssystem

N₂-Zufuhr
atmosphärensseitige
GRD



Realisierte technische Lösungen

Sperrgas-Versorgungssystem (Alarmierung durch Schalter)



Druckanzeige
mit Alarmierung

Druck-
Regelventil

Durchfluss-
Anzeige
mit Alarmierung



Realisierte technische Lösungen

Horizontale einstufige Pumpen



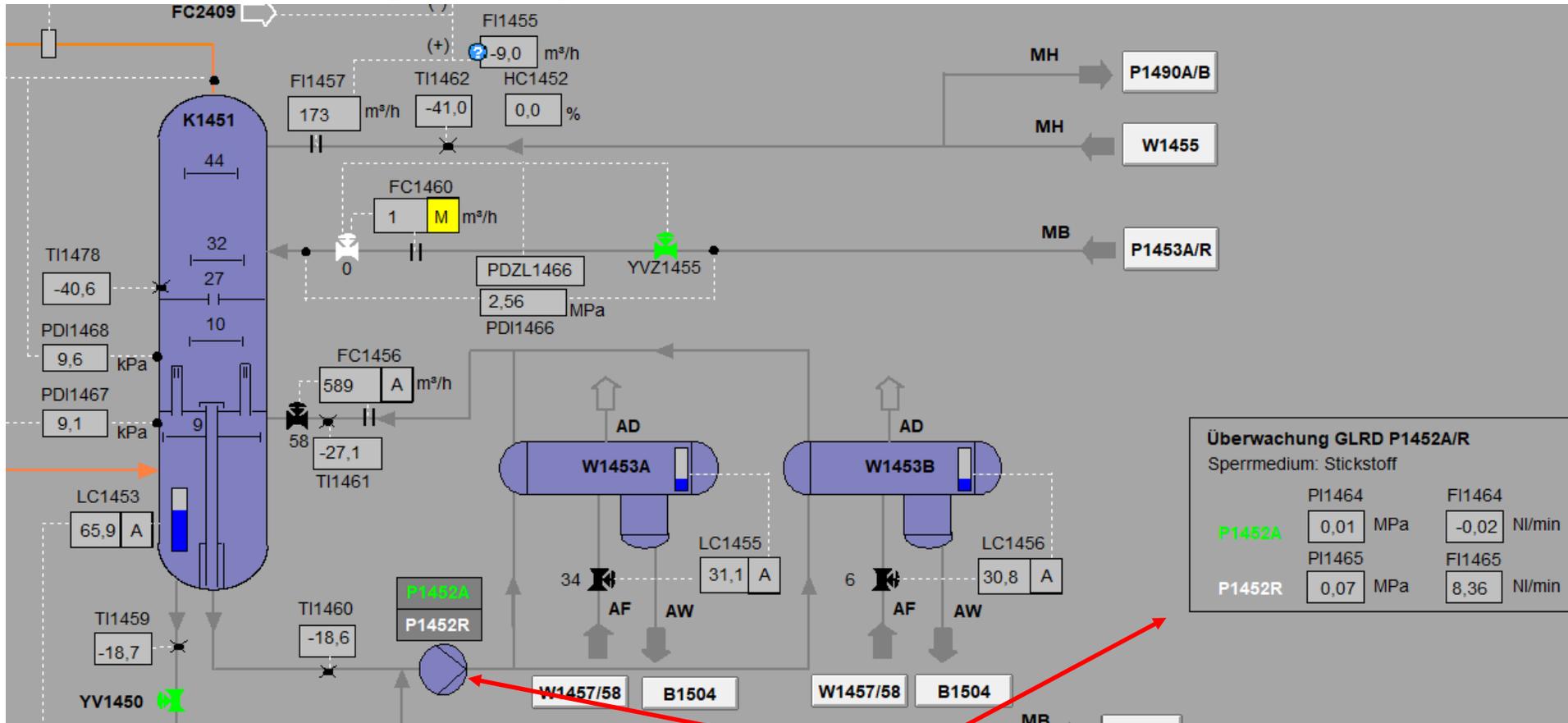
Ursprungszustand API Plan 31



Sperrgas-Versorgung der atmosphärenseitigen zusätzlichen Gasdichtung API Plan 72 mit Alarmierung durch Transmitter

Realisierte technische Lösungen

Horizontale einstufige Pumpen



Überwachung der atmosphärensseitigen Gasdichtung im Prozess-Leitsystem

Realisierte technische Lösungen

Horizontale einstufige Pumpen



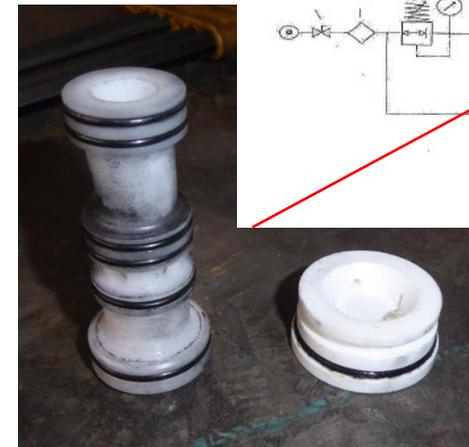
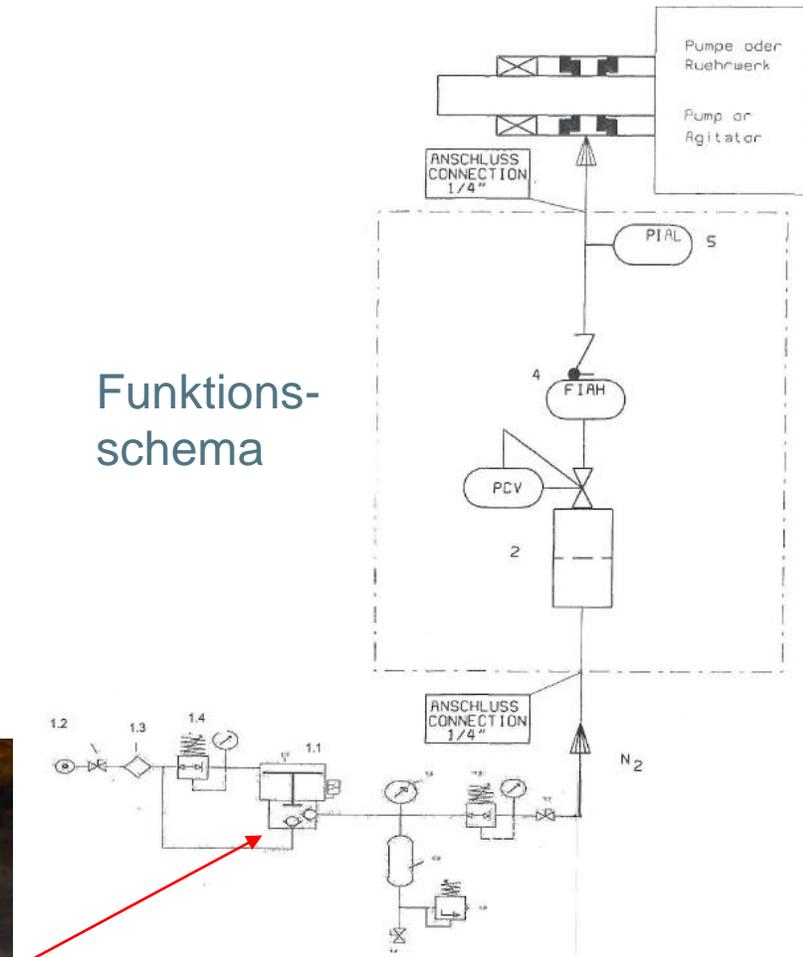
Realisierte technische Lösungen

Horizontale mehrstufige Pumpen



N_2 – Druckerhöhungsanlage auf ca. 10 barg
- Häufige Ausfälle der Haskelpumpe

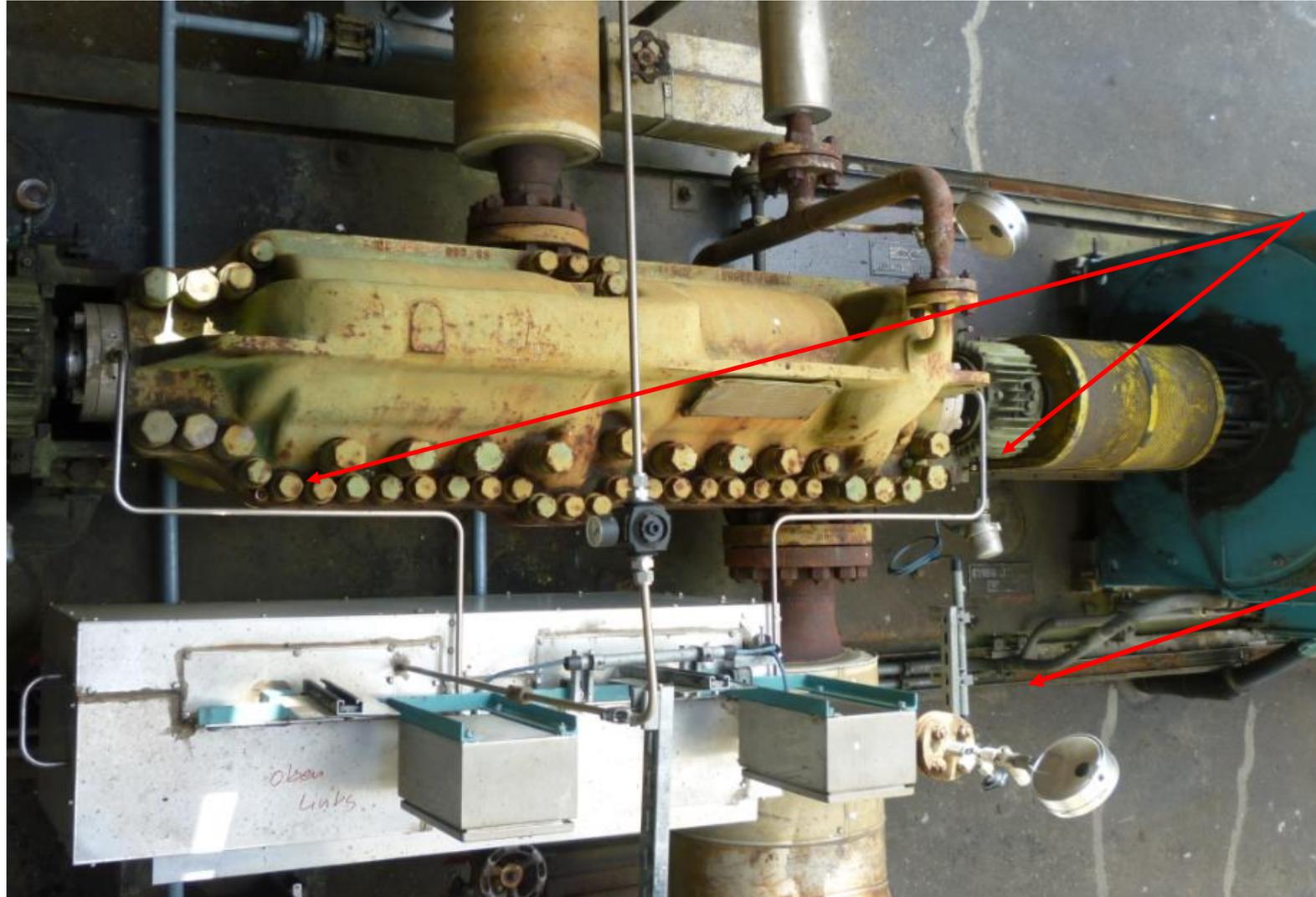
Funktions-
schema



Kolbensystem
der Haskelpumpe

Realisierte technische Lösungen

Horizontale mehrstufige Pumpen

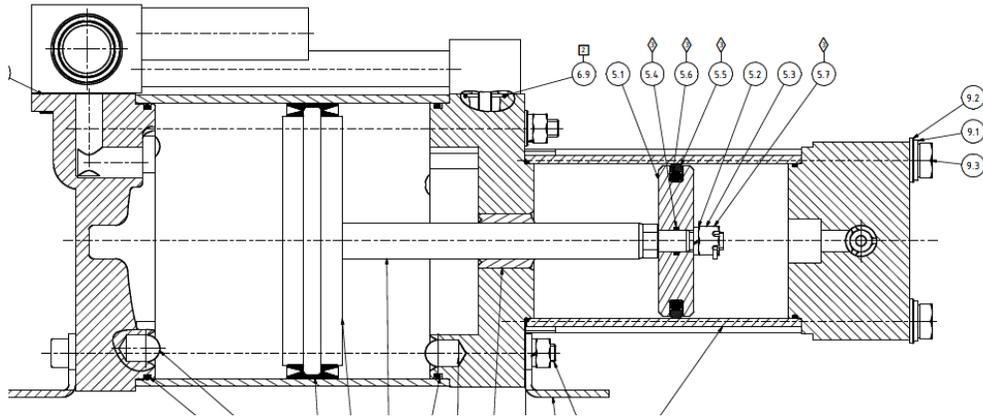
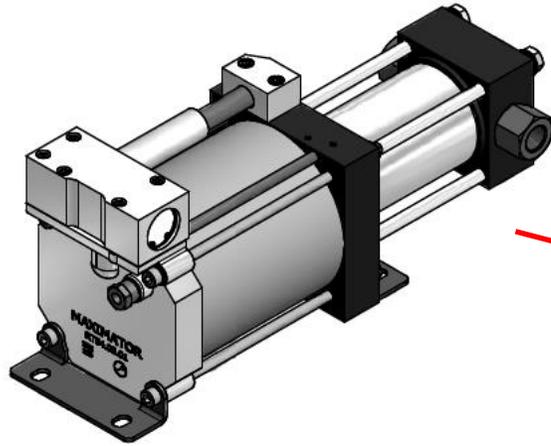


Versorgung der Doppel-Gasdichtungen

Blick von oben auf das Sperrgas-Versorgungs- und Druckerhöhungssystem

Realisierte technische Lösungen

Horizontale mehrstufige Pumpen



Austausch der Haskelpumpe gegen Maximator-
Ausfallrate stark minimiert



Realisierte technische Lösungen

Vertikale Tauchpumpen



N₂-Versorgungssystem

N₂ zur GRD

Realisierte technische Lösungen

Vertikale Tauchpumpen



Originale Ausführung - Stopfbuchse



Ertüchtigung durch doppelwirkende Gasdichtung

Resümee

Pumpen aus dem Baujahr 1983 konnten gemäß TA Luft ertüchtigt werden

Betriebsgenehmigung der POX-Methanolanlage wurde gesichert

Beschaffungs- und Installationskosten für neue Pumpen wurden
vermieden

Einsatz von Cartridge-Dichtungen statt Komponenten-
Dichtungen

Erhöhung der Montagesicherheit und Zuverlässigkeit



Fit für die Zukunft



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

