



Sie haben etwas gegen Bad Actor Pumps?

Auf Spurensuche mit den Servicedetektiven

Thorsten Reder
07.09.21

KSB SupremeServ

All Rights Reserved
Internal

© Copyright KSB Service GmbH



1. Ziel und Methodik beim
System Effizienz Service®

2. Fallstudie Magnetkupplungspumpen

3. Fallstudie Seewassersystem Offshore

System Effizienz Service®

Wie betreiben Sie Ihre Pumpen?

- Aktueller Betriebsbereich der Pumpen?
- Wie viele Pumpen laufen?
- Wie ist der Zustand der Pumpen? (Verschleiß?)
- Wie ist die Betriebsweise der Anlage (Regelstrategie)
- Potential zur Optimierung?

System Effizienz Service® Laufen Ihre Pumpen störungsfrei?

- Schadenshistorie
- vermehrte Schäden z.B. an Gleitringdichtung und Lagern
- unruhiges Laufverhalten
- Druckschwankung
- Schwingungen
- Kavitation
- unruhige Wasseroberfläche



System Effizienz Service®

Leistungsübersicht



- Herstellerunabhängige energetische Bewertung von Pumpensystemen gemäß DIN EN ISO 14414
- Identifikation von Schadensursachen u.a. durch umfassende Schwingungsanalysen von zertifizierten Ingenieuren nach ISO CAT 18436-2
- Ergebnisbericht und -präsentation inklusive Maßnahmenplan und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Verifizierung der umgesetzten Maßnahmen

[Link System Effizienz Service](#)

System Effizienz Service® Umsetzung

- Vorabstimmung mit dem Kunden ist entscheidend für
 - ➔ Sicherheit
 - ➔ Verifizierung d. Messstellen und Messwerte
 - ➔ Daten Leitsystem
 - ➔ Repräsentative Fahrweise im vereinbarten Zeitraum



ISO 50001

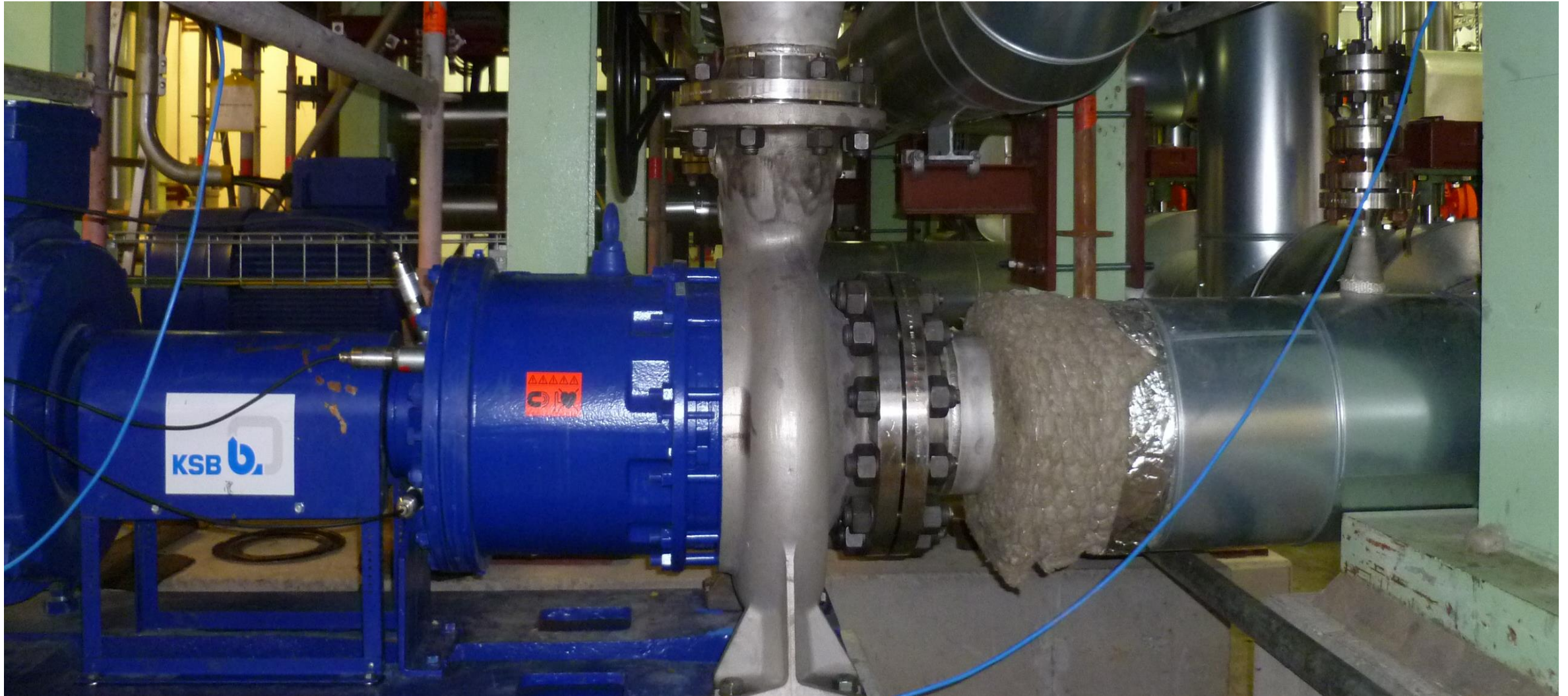


1. Ziel und Methodik beim
System Effizienz Service

2. Fallstudie Magnetkupplungspumpen

3. Fallstudie Seewassersystem Offshore

2. Magnetkupplungspumpen (Kühlwasser)

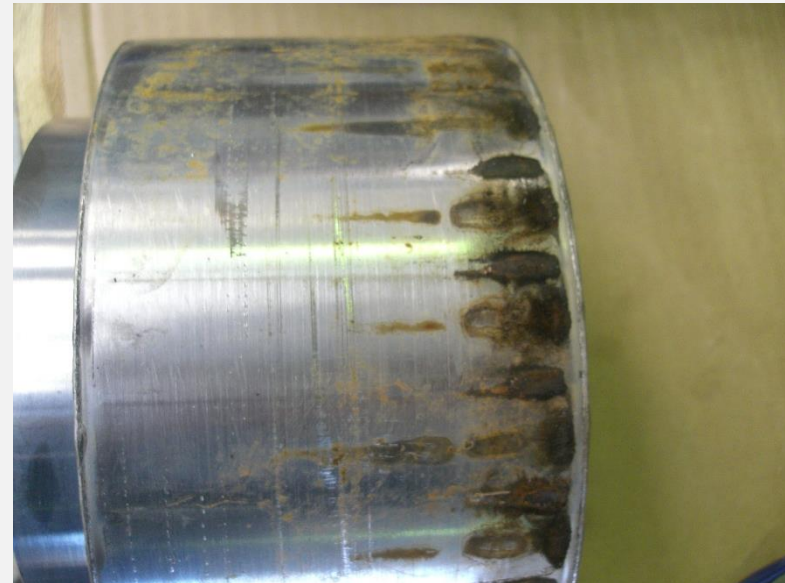
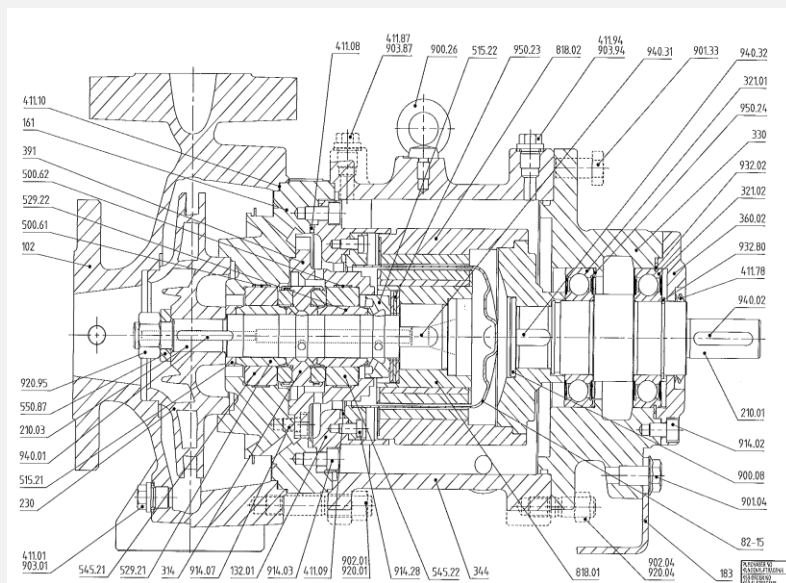


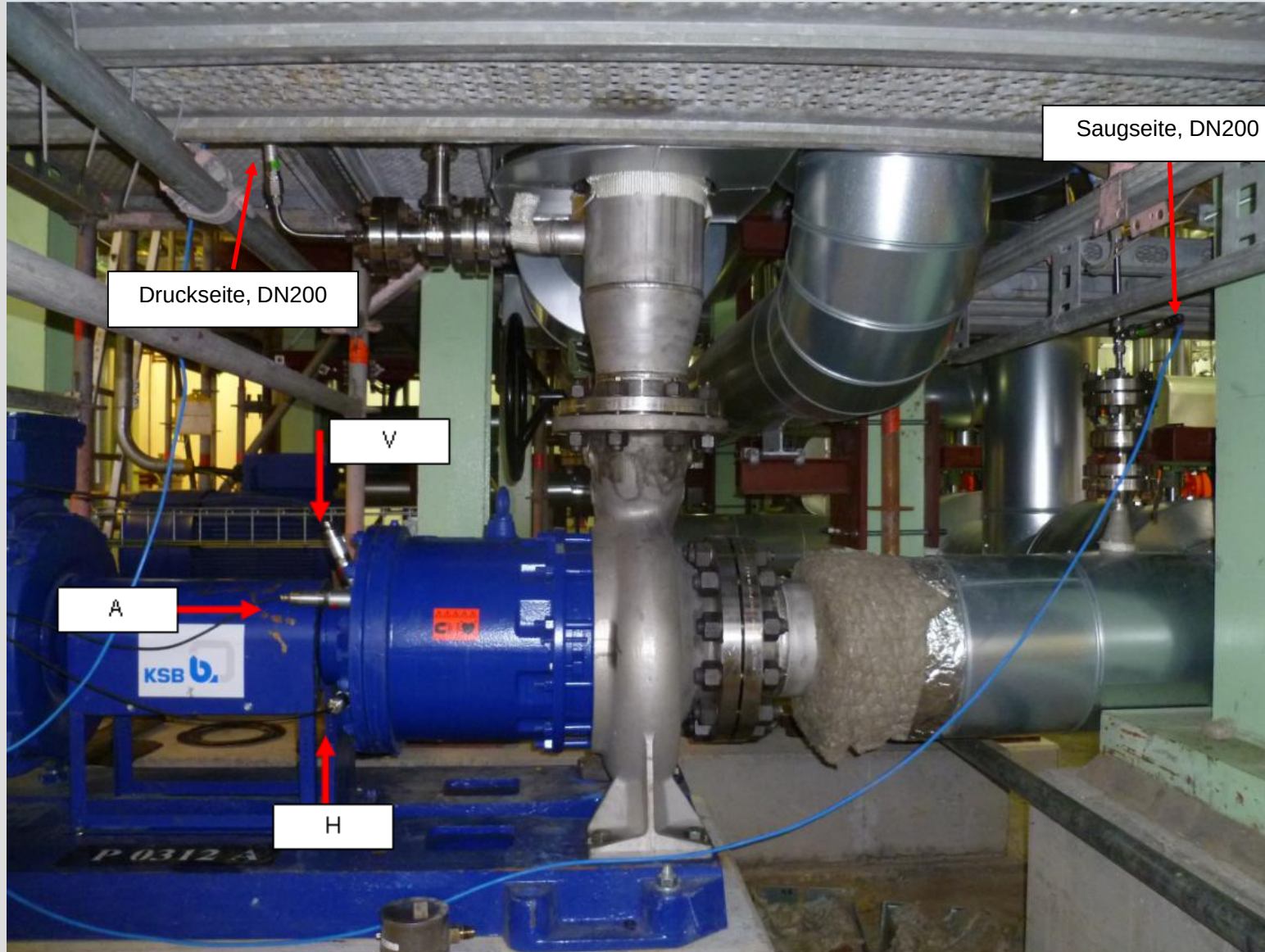
Magnetkupplungspumpe

Ausgangslage

Was waren die Anlässe für die Systemanalyse?

- Wiederholte Ausfälle
 - Radiale Anlaufspuren
 - Zerstörung der mediumgeschmierten Axiallager
 - Kundenmessungen (1 Wert/min) ohne Hinweise
- Feststellung des Betriebsverhaltens im Normalbetrieb und bei instationären Vorgängen (Aufheizbetrieb)





Magnetkupplungspumpen

2.1 Messung

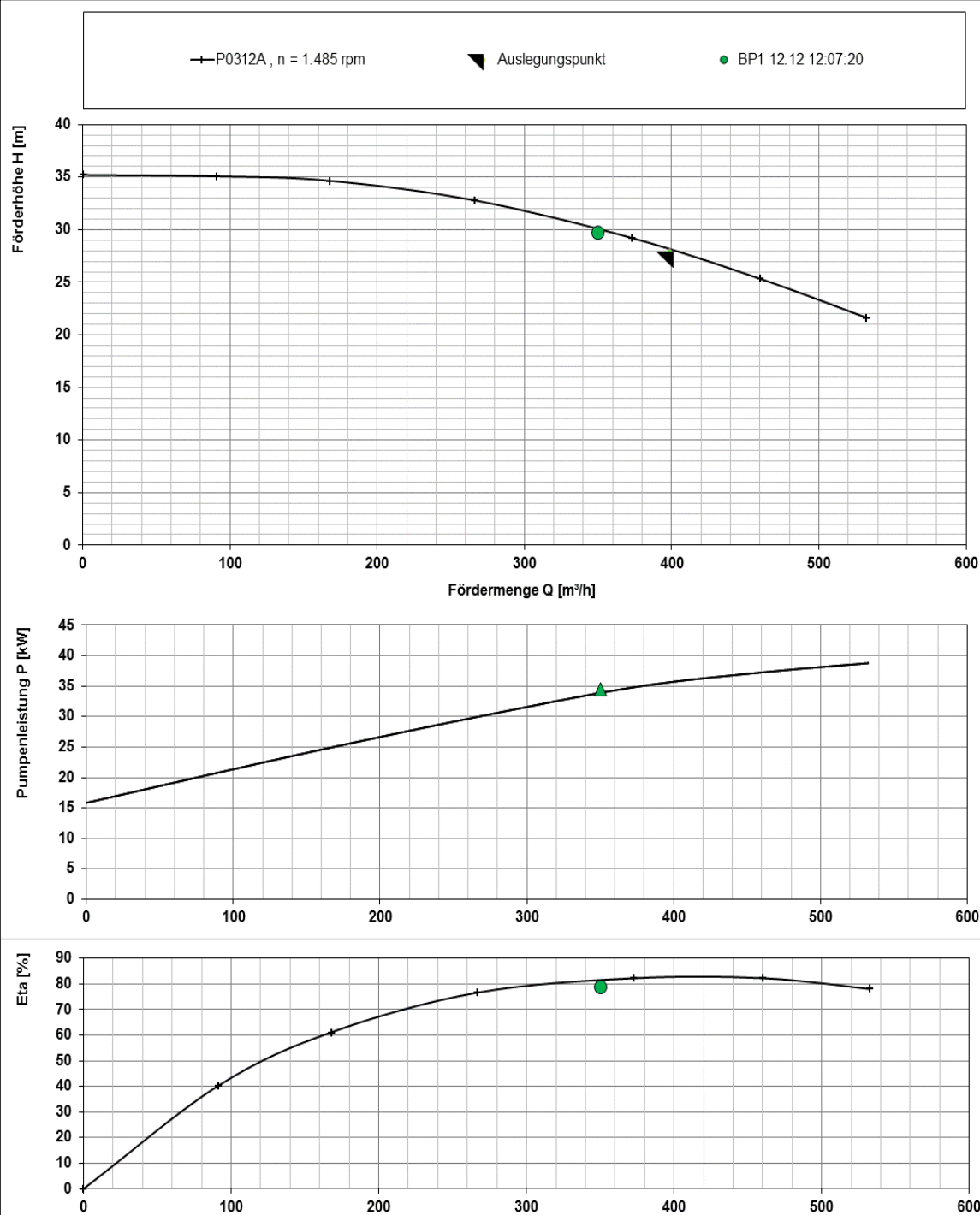
Zeitraum: 20.05 - 25.05.2016

KSB (1 Wert / s)

- Saug- und Enddruck
- Fördermenge (kurzzeitig)
- Leistungsaufnahme
- Schwingungen

Kundendaten (1 Wert / min)

- Saugdruck
- Fördermenge (6x WT)
- Stromaufnahme



2.2 Ergebnisse

Betriebsbereich

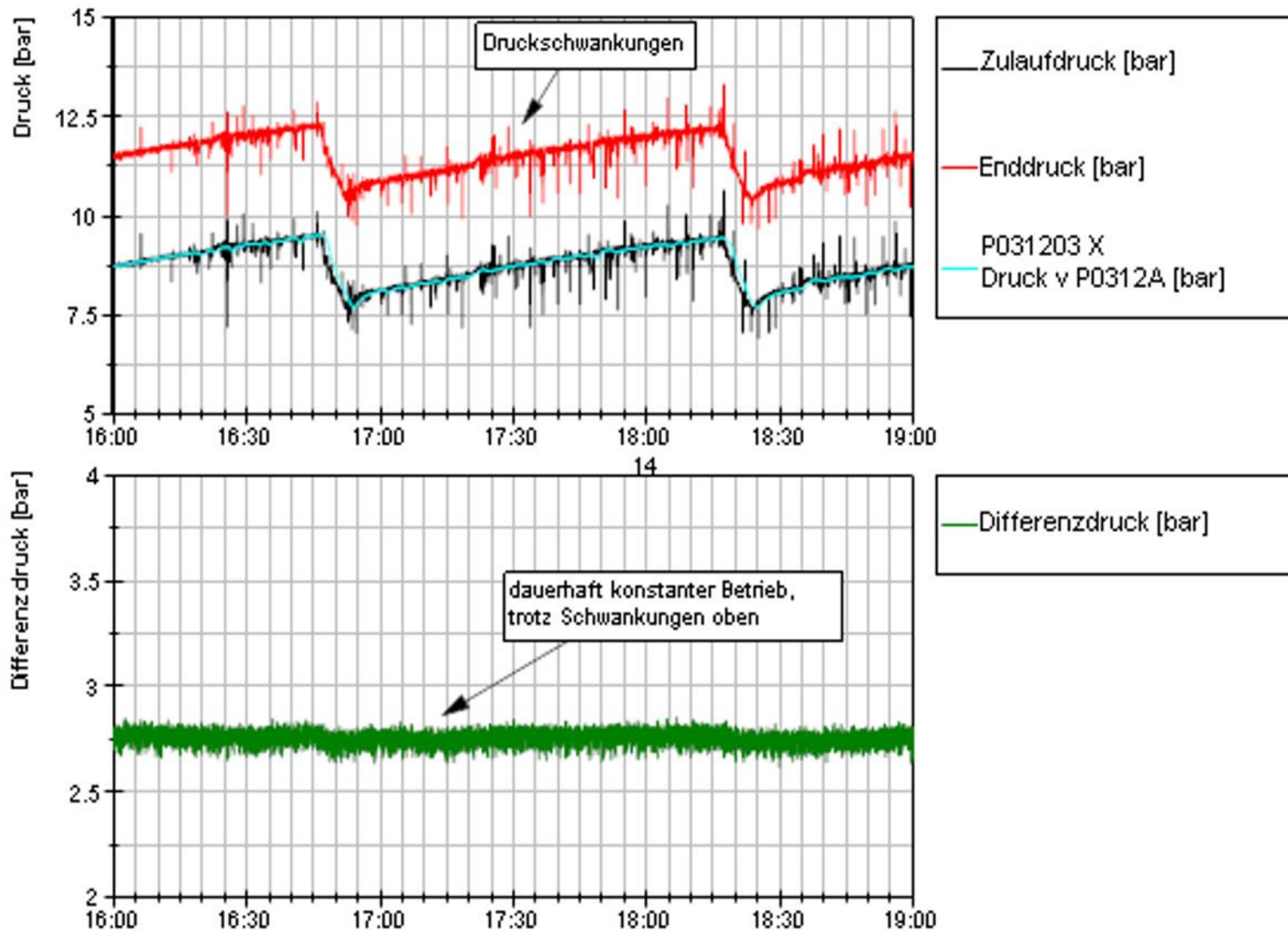
- Konstanter Betrieb im Bereich des Optimums
- Guter Zustand, Betriebspkt. liegt auf Pumpenkennlinie
- Wirkungsgrad 79,1%, Verschleiß entspricht Meßgenauigkeit und Betriebsstunden
- Pumpendimensionierung passt gut zum Bedarf der Anlage

2.2 Ergebnisse

Betriebsbereich

Feststellung

- Bei der Auflösung (1 Wert/s) sind Druckschwankungen als peaks sichtbar (ca. 4bar/s).
- Mit höherer zeitlicher Auflösung des Meßsignals sind evtl. noch höhere Amplituden zu erwarten
- Druckschläge wirken über die Saugseite als Impulse auf den Pumpenläufer → axiale Schläge, radialer Anlauf



2.2 Ergebnisse

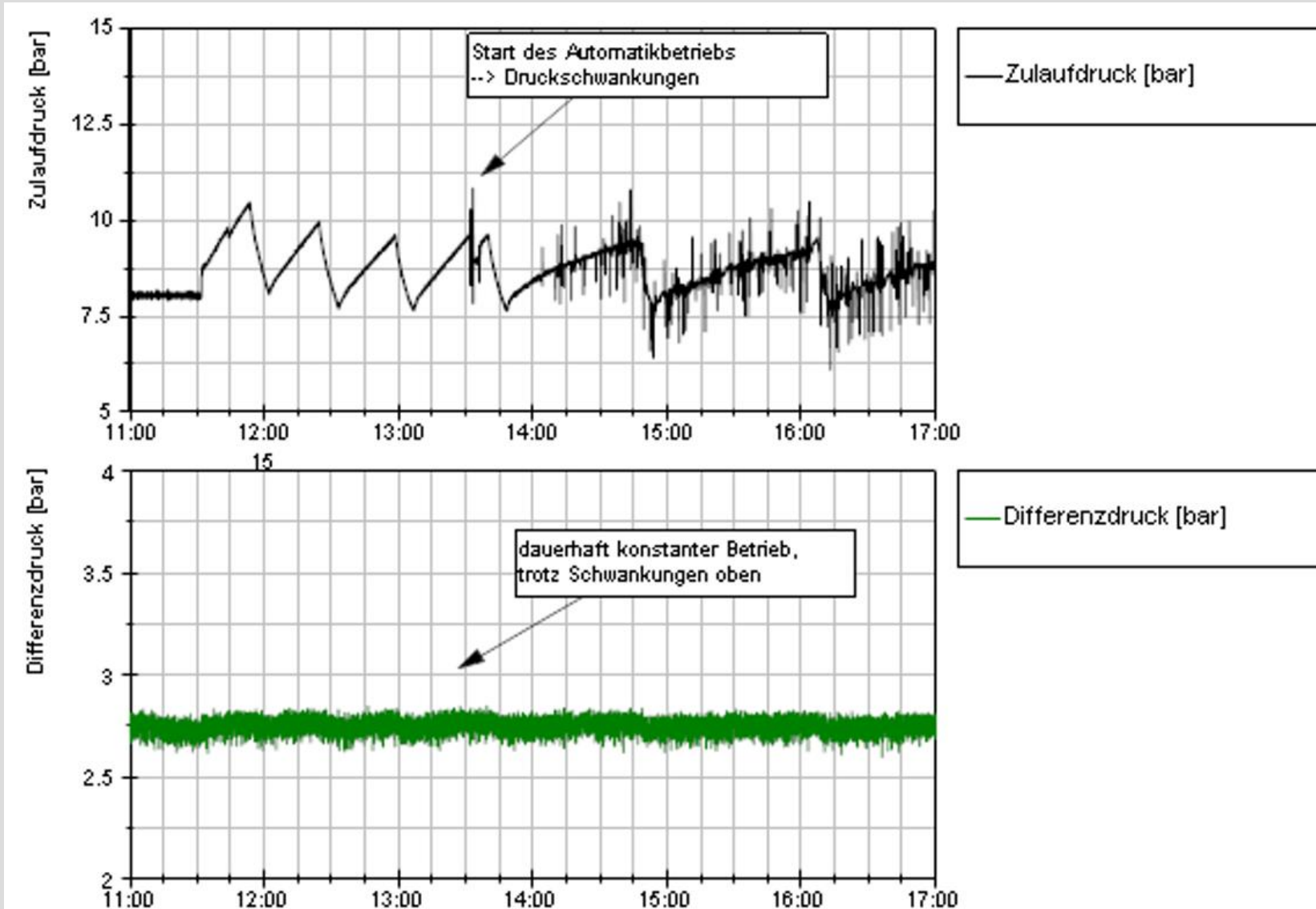
Betriebsbereich

Feststellung

- Druckschwankungen bilden sich immer erst nach Start des Automatikbetriebs

Behebung

- Anpassung Regelventil der Dampfzuführung (Verkleinerung des Querschnitt)
- Verkürzung der Aufheizphase



2.3 Zusammenfassung

Anpassung des Automatikbetriebs

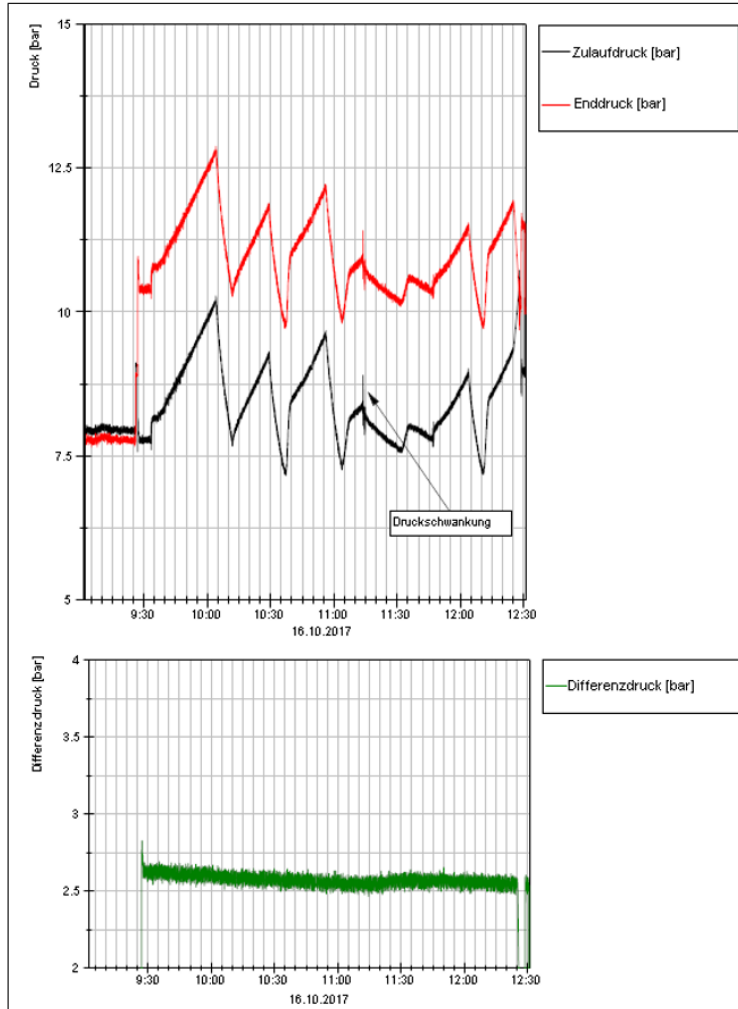


Abbildung 11: Zulauf- und Enddruck sowie Differenzdruck an Pumpe P0312 B am 16.10.2017

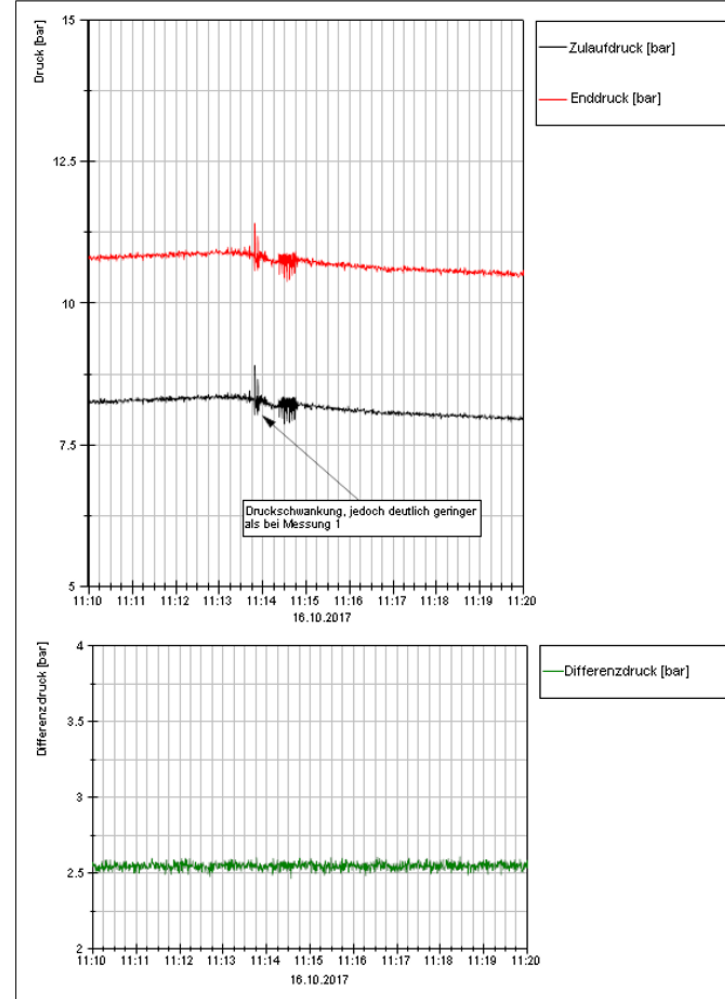


Abbildung 12: Zulauf- und Enddruck sowie Differenzdruck an Pumpe P0312 B am 16.10.2017

- Druckschwankungen treten im manuellen Betrieb nicht auf
- Reduzierung der eingespeisten Dampfmenge im Automatikbetrieb
- Messung vom 16.10.17 nach Umbau des Ventileinsatzes bestätigt Senkung der Druckschwankungen
- Pumpen laufen seitdem ohne Axiallagerschäden

1. Ziel und Methodik beim
System Effizienz Service

2. Fallstudie Magnetkupplungspumpen

3. Fallstudie Seewassersystem Offshore

3. Seewassersystem Offshore



Seewassersystem Ausgangslage

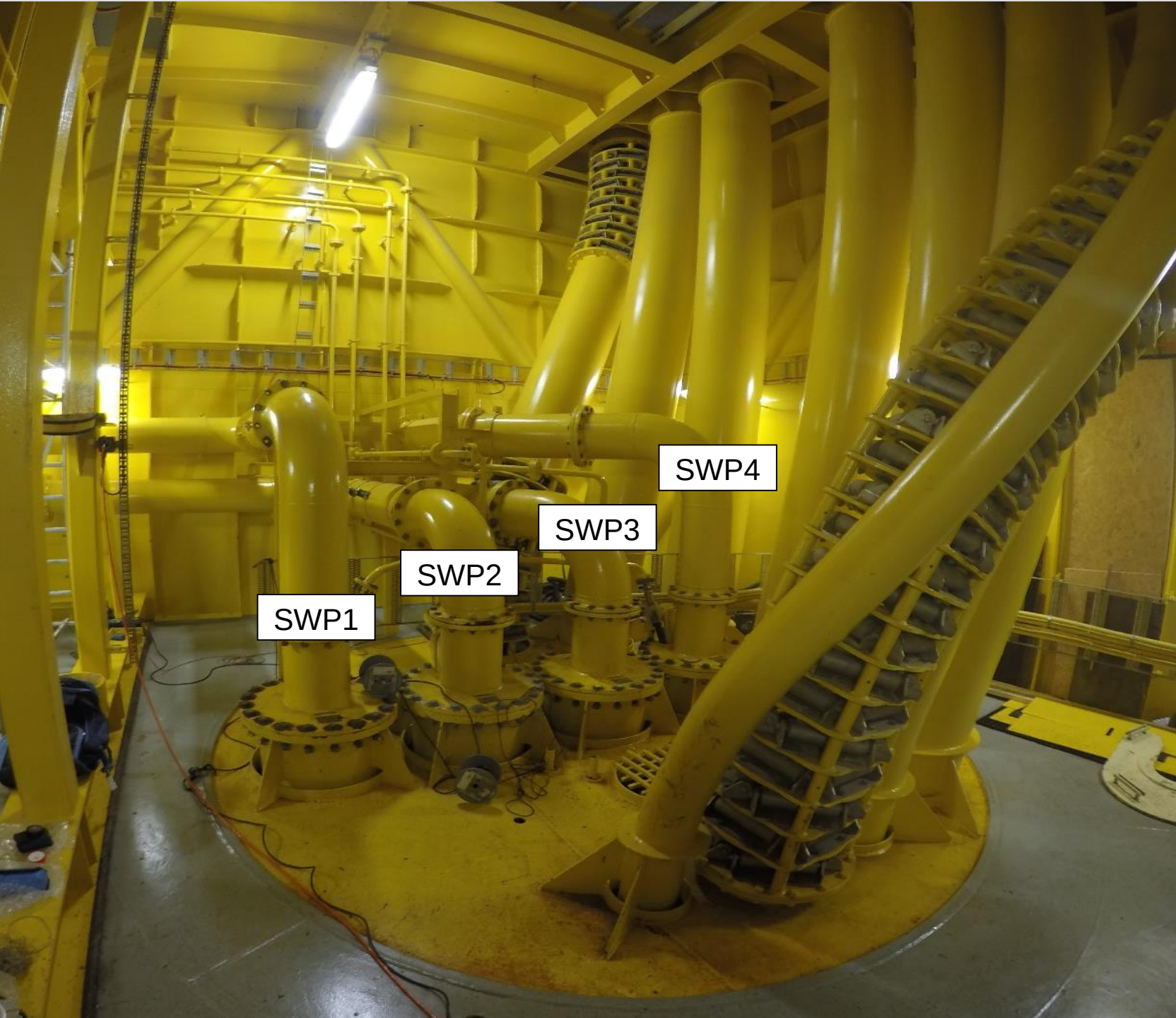
Was waren die Anlässe für die Systemanalyse?



Wiederkehrende Leistungseinbrüche
der Unterwassermotorpumpen

→ Überprüfung des
Förderverhaltens, des
Pumpenzustands und der
Leistungsfähigkeit der Anlage

→ Ausarbeitung von
Handlungsempfehlungen



Seewassersystem

3.1. Anlage

Aufbau und Fahrweise

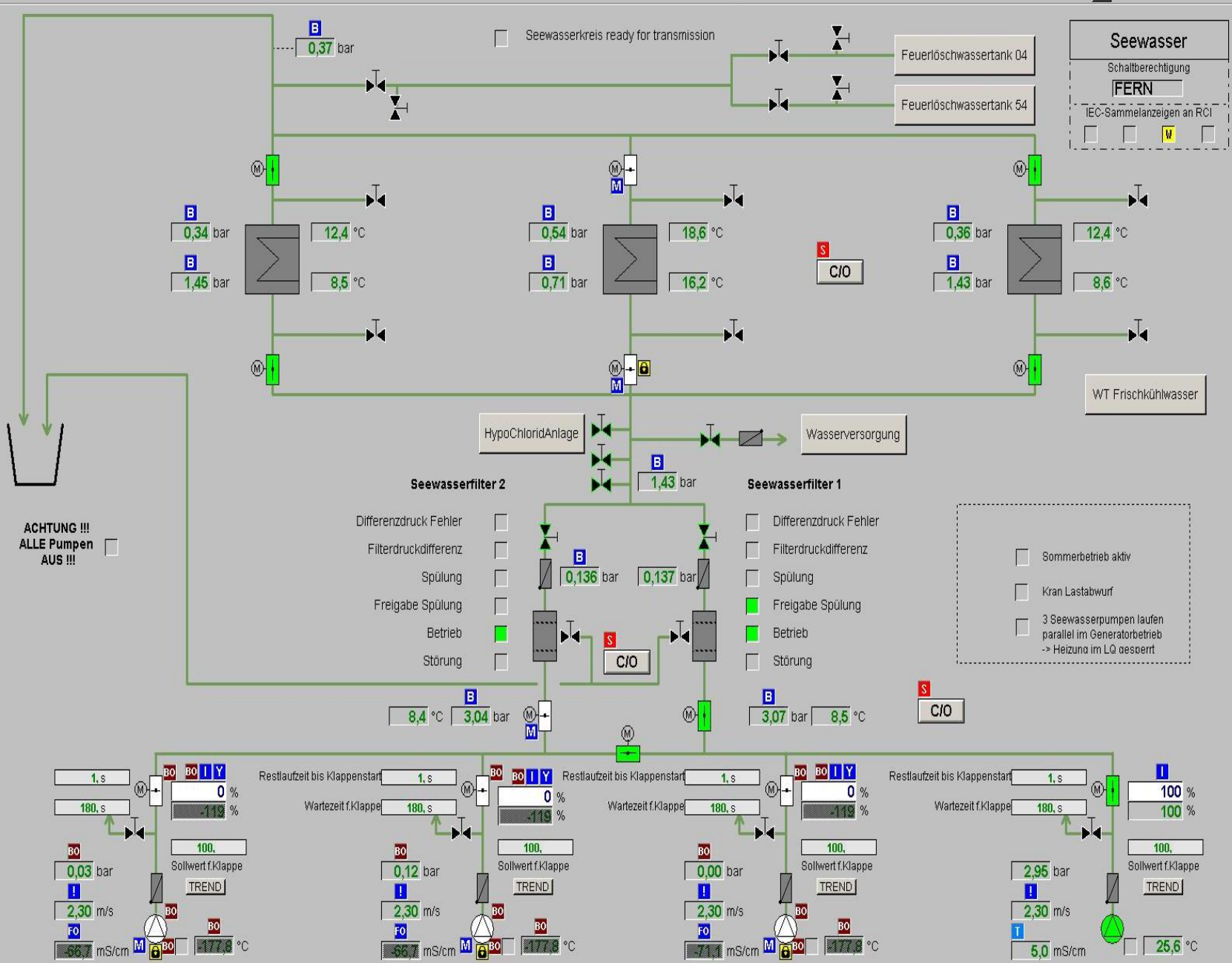
- Pumpentyp:
4 x BRZ 535/2a+UMA 300
210/42; $Q_{\text{nenn}} = 650 \text{ m}^3/\text{h}$ @
60 m; Netzbetrieb 50Hz
- Normalbetrieb: 2 Pumpen auf
2 Wärmetauscher, täglicher
Pumpenwechsel
- Hyperchlorierung gg.
organische Ablagerungen
(Muscheln etc..)

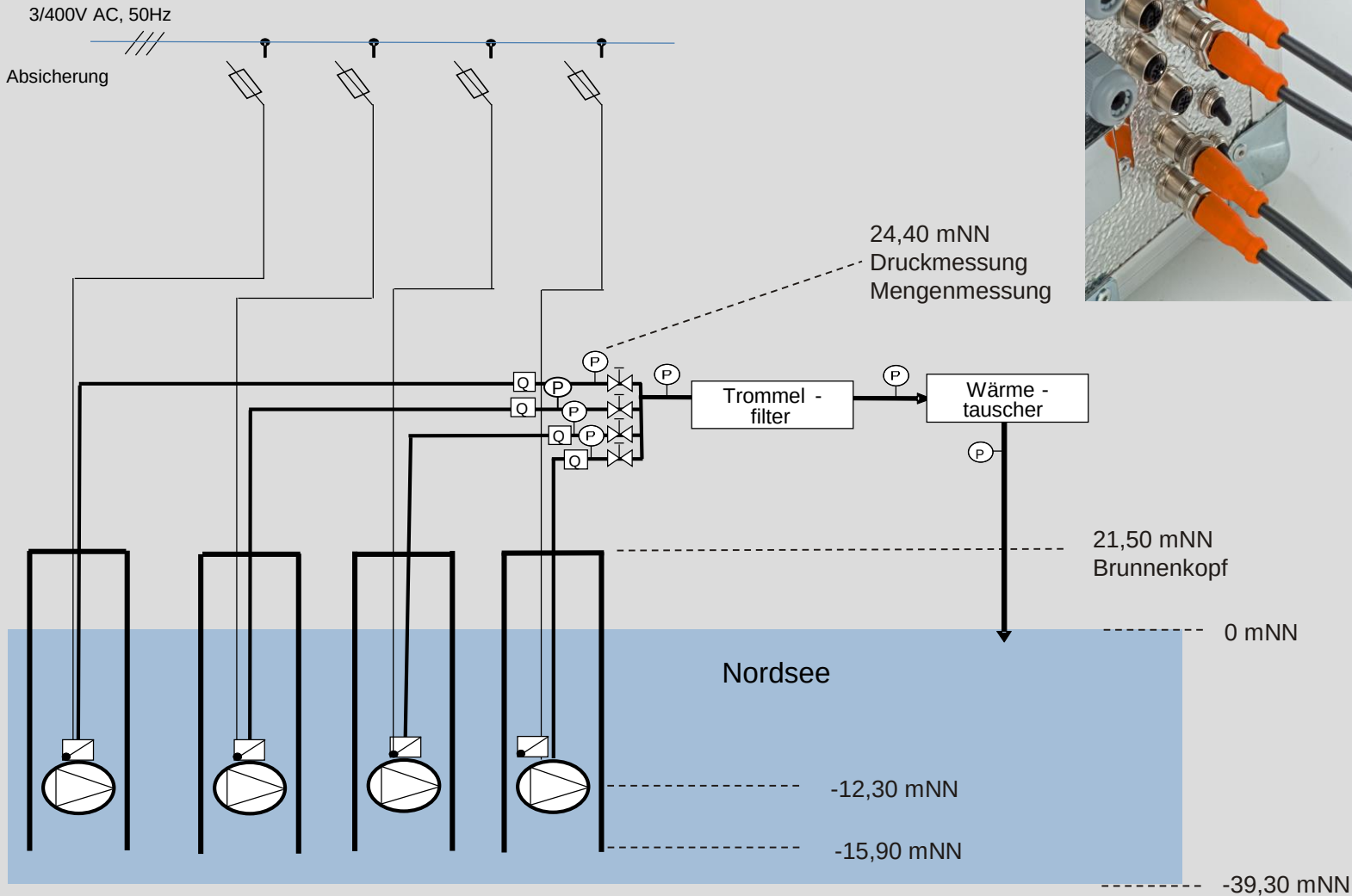
Seewassersystem

3.1. Anlage

Aufbau und Fahrweise

- 4 Pumpen installiert (Netzbetrieb)
- Gemeinsamer Sammler
- 2 Automatikfilter (2 x 100 %)
- Sammelleitung DN500
- 3 Wärmetauscher (3 x 50 %)
- Drosselblenden in Druckleitung

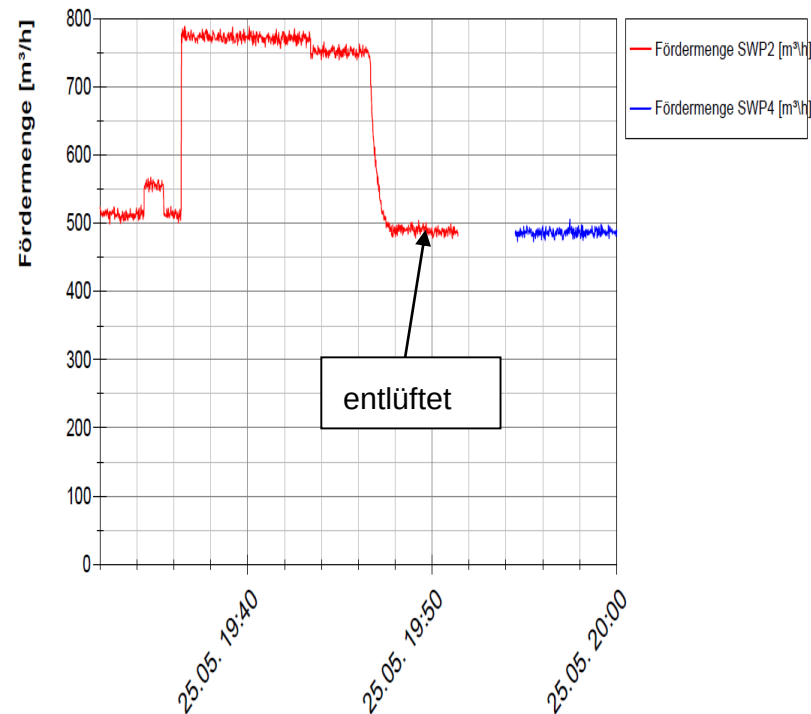
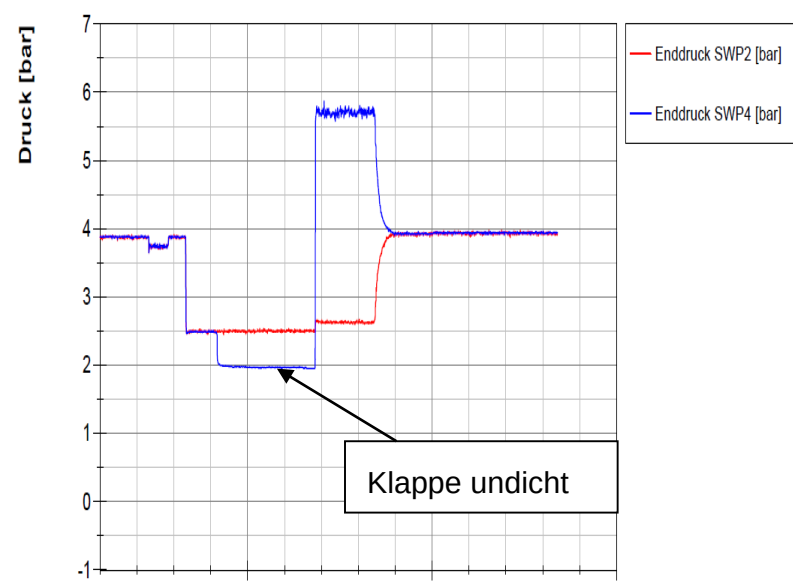
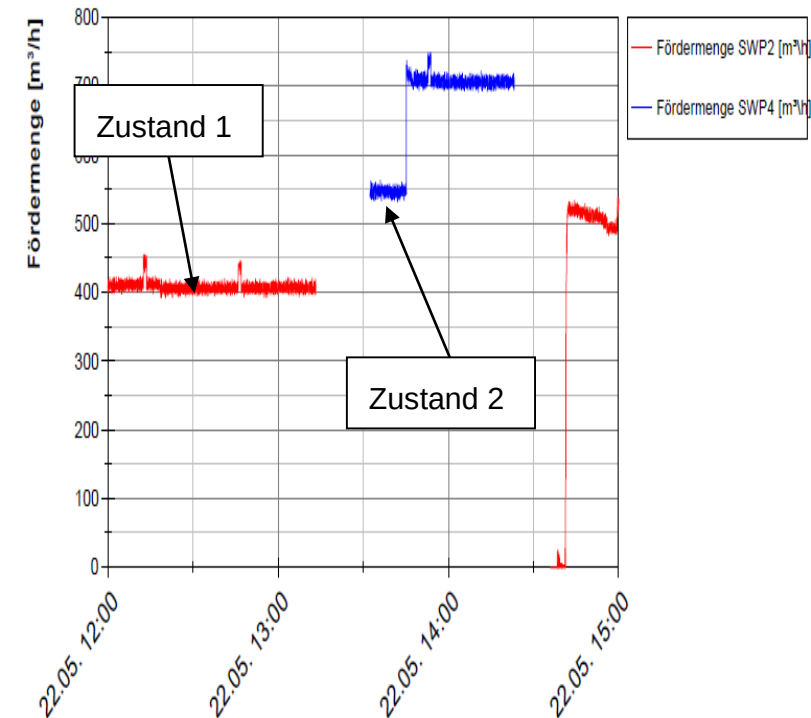
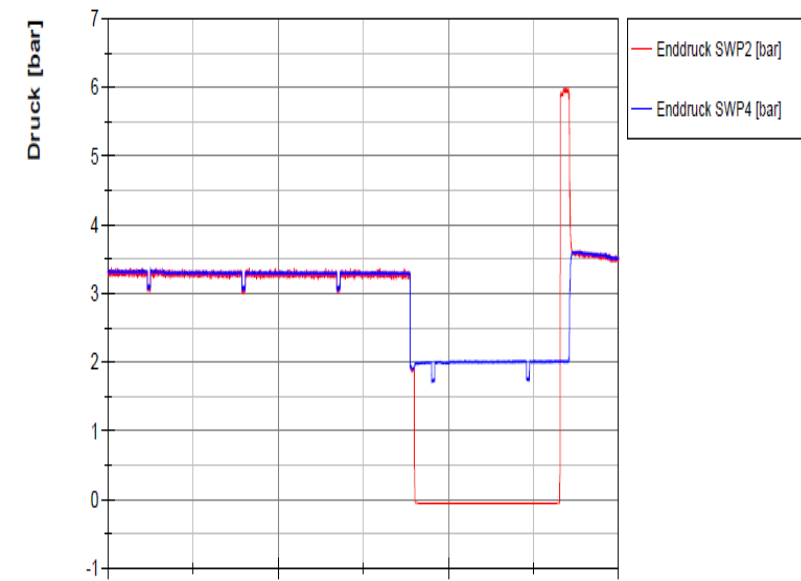




Seewassersystem

3.1. Messung

- Zeitraum: 20.05. – 25.05.2020
- Parallelbetrieb / Solobetrieb
- Kundenseitige Messung:
Druck / Menge / Leitwert
- Messung KSB:
Druck SWP2 und SWP4
Druck nach Filter
Druck nach Wärmetauscher
- Menge SWP2 und SWP4 im Wechsel
- Leistung SWP2 und SWP4 im Wechsel



3.2. Ergebnisse

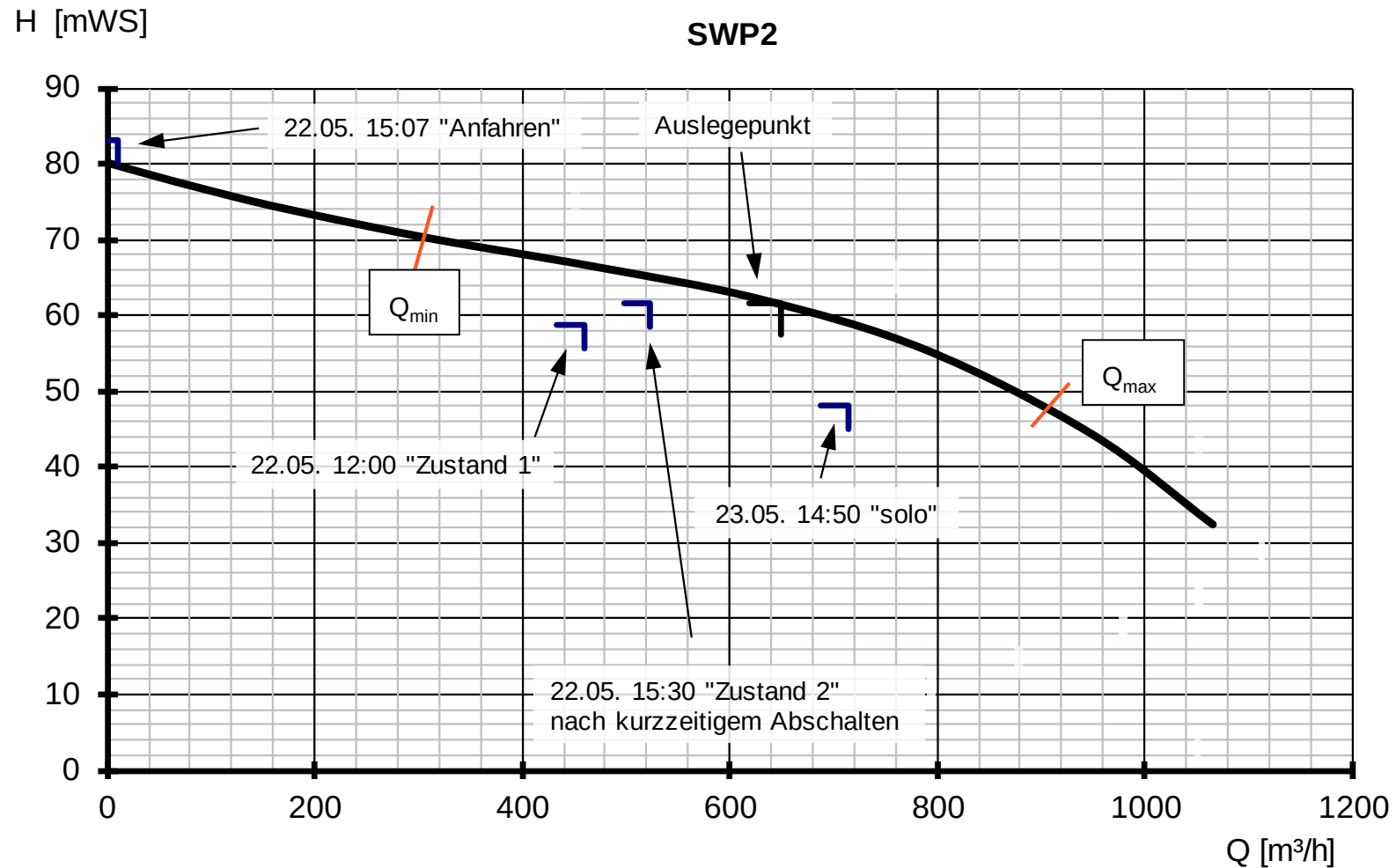
Betriebsbereiche

- Solobetrieb
- Unterschiedliche Menge der beiden Pumpen bei identischem Enddruck
- 2 Betriebszustände, die durch Ab- und Zuschalten wechseln:
Zustand 1: ca. 400 - 450 m³/h
Zustand 2: ca. 500 - 550 m³/h
- Nach manuellem Entlüften:
ca. 490 m³/h je Pumpe

3.2 Ergebnisse

Betriebsbereiche

BRZS 535/2A + UMA 300D 210/42
SWP2



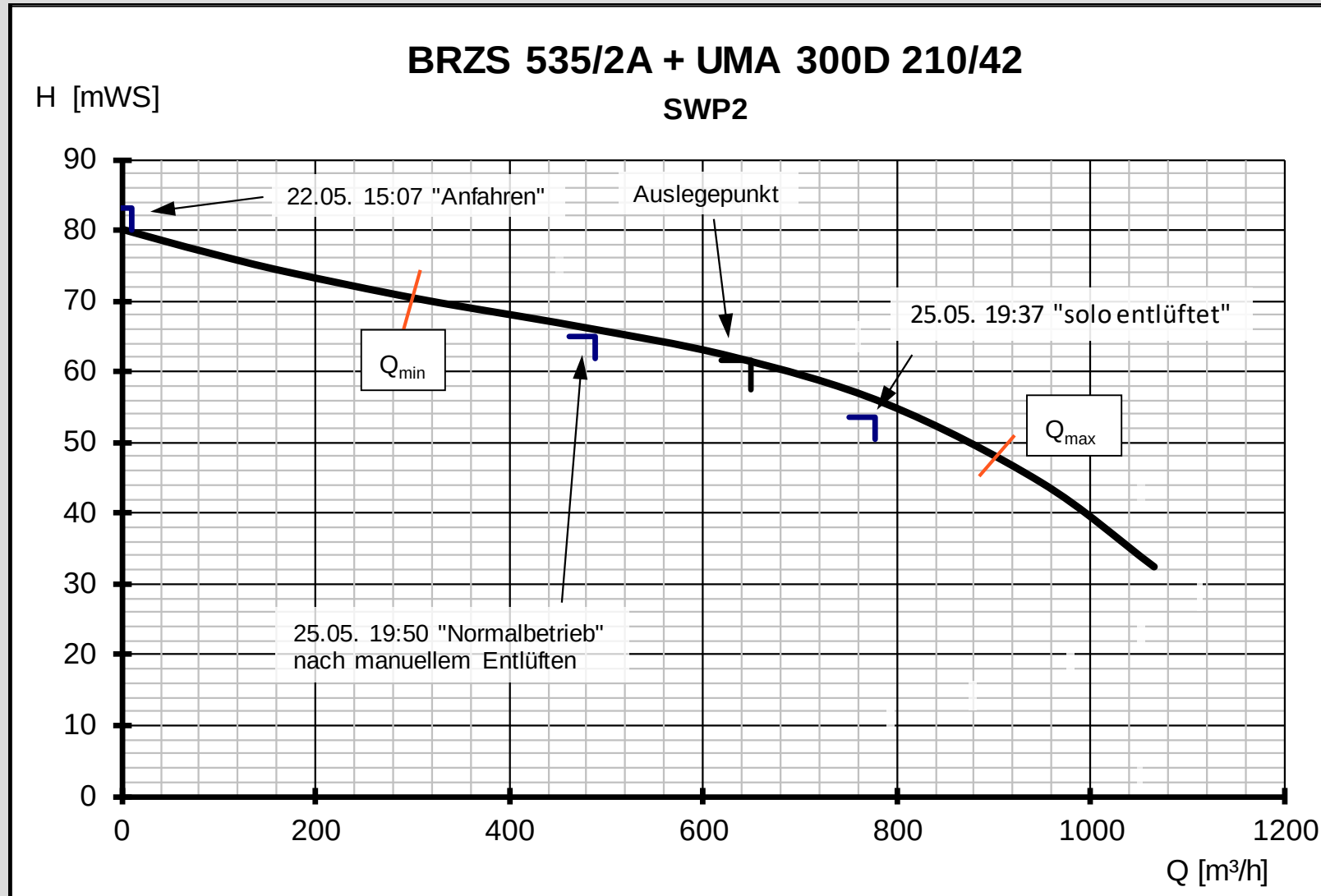
- $Q_{nenn} = 650 \text{ m}^3/\text{h} @ 60 \text{ m}$
- $Q_{min} = 300 \text{ m}^3/\text{h}$
 $Q_{max} = 900 \text{ m}^3/\text{h}$
- 2 Betriebszustände, die durch Ab- und Zuschalten wechseln:
Zustand 1: ca. 400 - 450 m³/h
Zustand 2: ca. 500 - 550 m³/h

3.2 Ergebnisse

Betriebsbereiche

Nach Entlüften:

- Pumpe erreicht Nennkennlinie / Neuzustand
- Betrieb im zulässigen Betriebsbereich

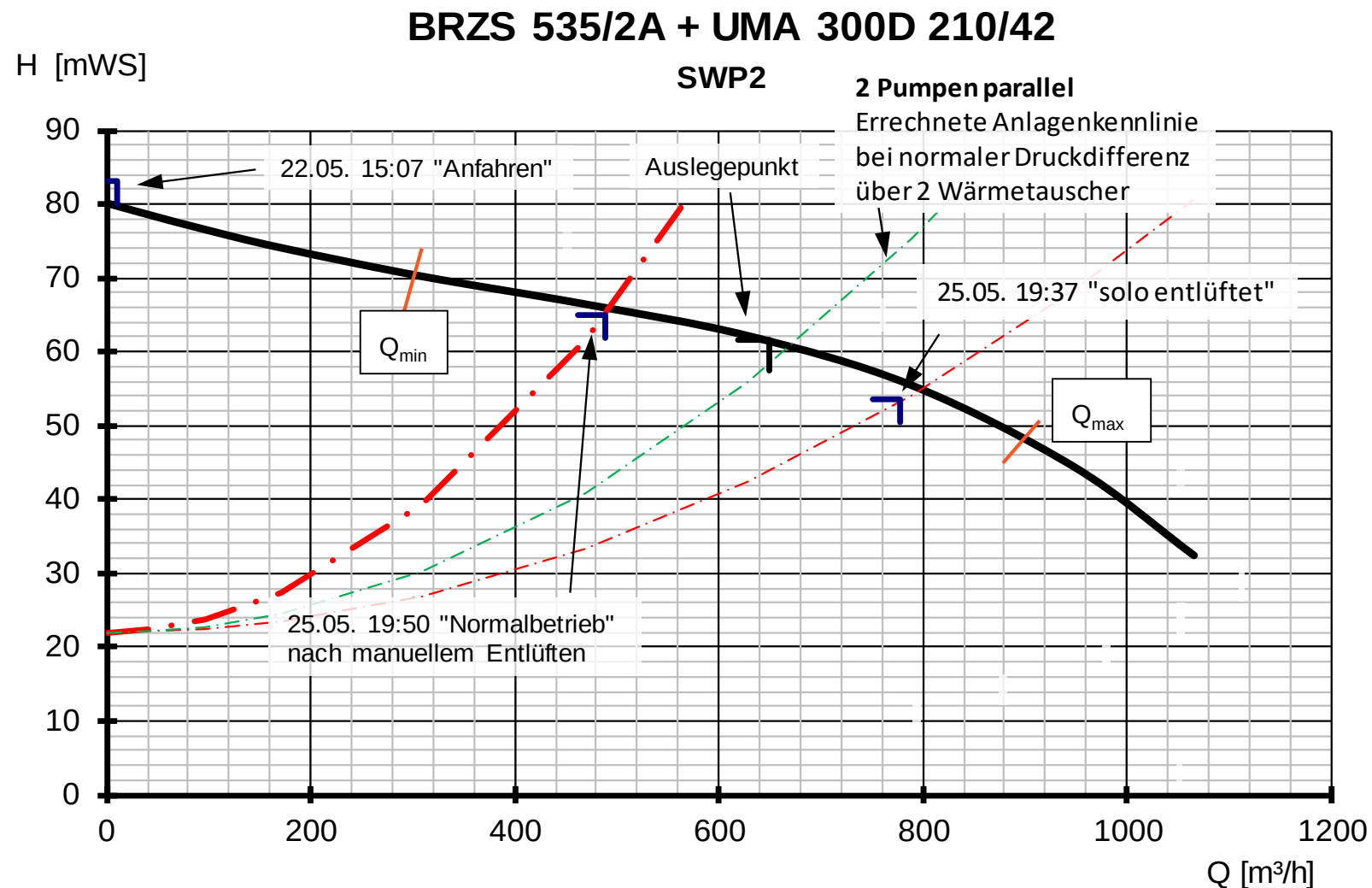


3.2 Ergebnisse

Betriebsbereiche

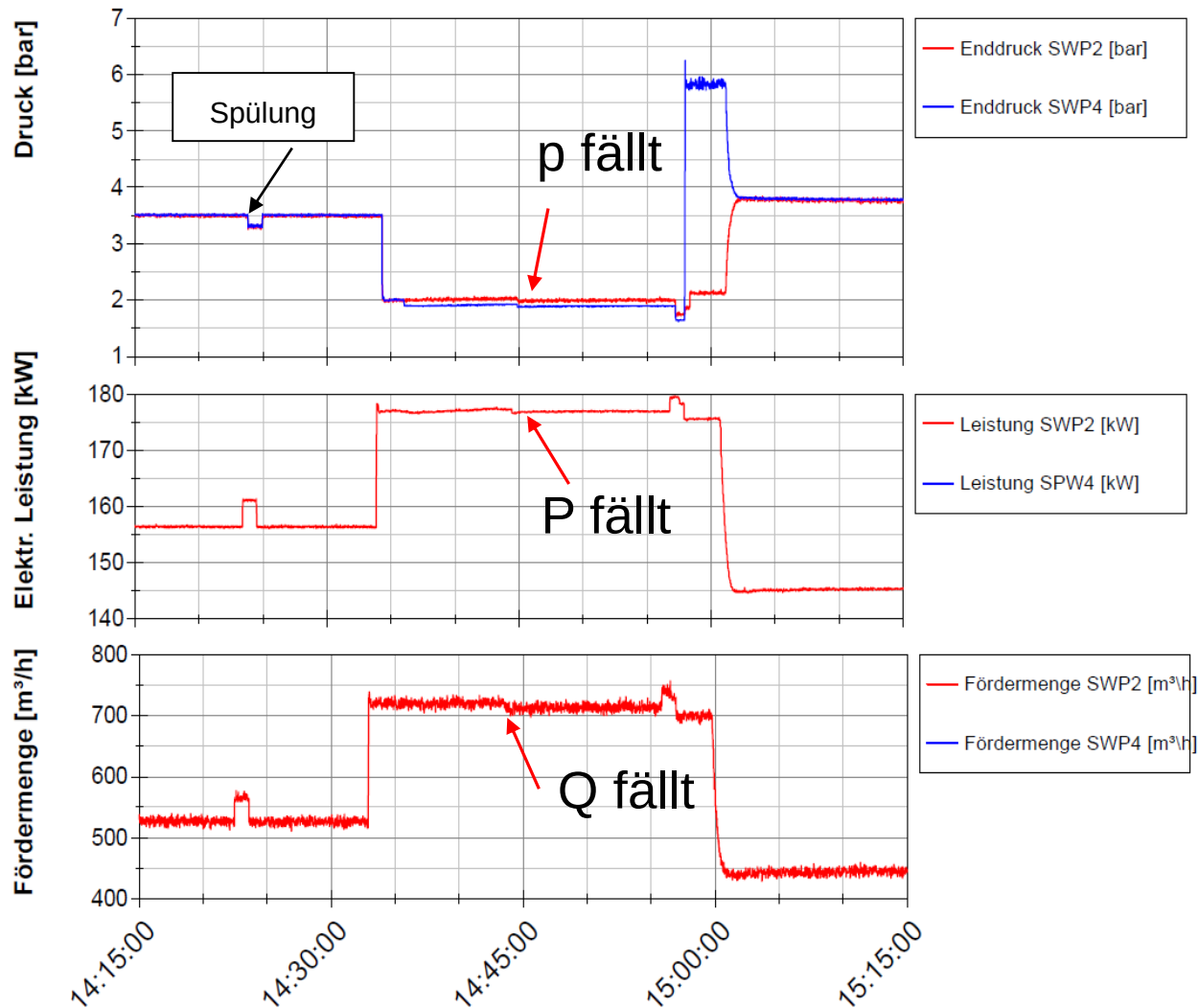
Feststellung

- H_{geo} ~ 22 m; überwiegend dyn. Strömungsverluste
- **Druckverluste über Wärmetauscher** sehr hoch
- Rechnerische Ermittlung der Anlagenkennlinie bei **normalen Druckverlusten des WT**
- Dann passt die Fahrweise zum Auslegepunkt



3.2 Ergebnisse

Rohrleitungen



Feststellung

- Filterspülung unkritisch
- Luftsackbildung im Messzeitraum:
Zufälliger Abfall der Fördermenge und Leistung
 - Enddruck an Pumpe steigt
 - Enddruck auf der Transportleitung sinkt

→ Erhöhter Gegendruck durch Lufteinschlüsse im System



3.2 Ergebnisse **Rohrleitungen**

Feststellung

- Möglichkeiten für Luftansammlung auf der Druckseite:
Konzentrische Verjüngung & Hochpunkt ohne Entlüftung

Empfehlung

- Entlüftungsventile an Hochpunkten
- Regelmäßige Umschaltung, um Luft in Bewegung zu versetzen

3.2 Ergebnisse

Anströmung

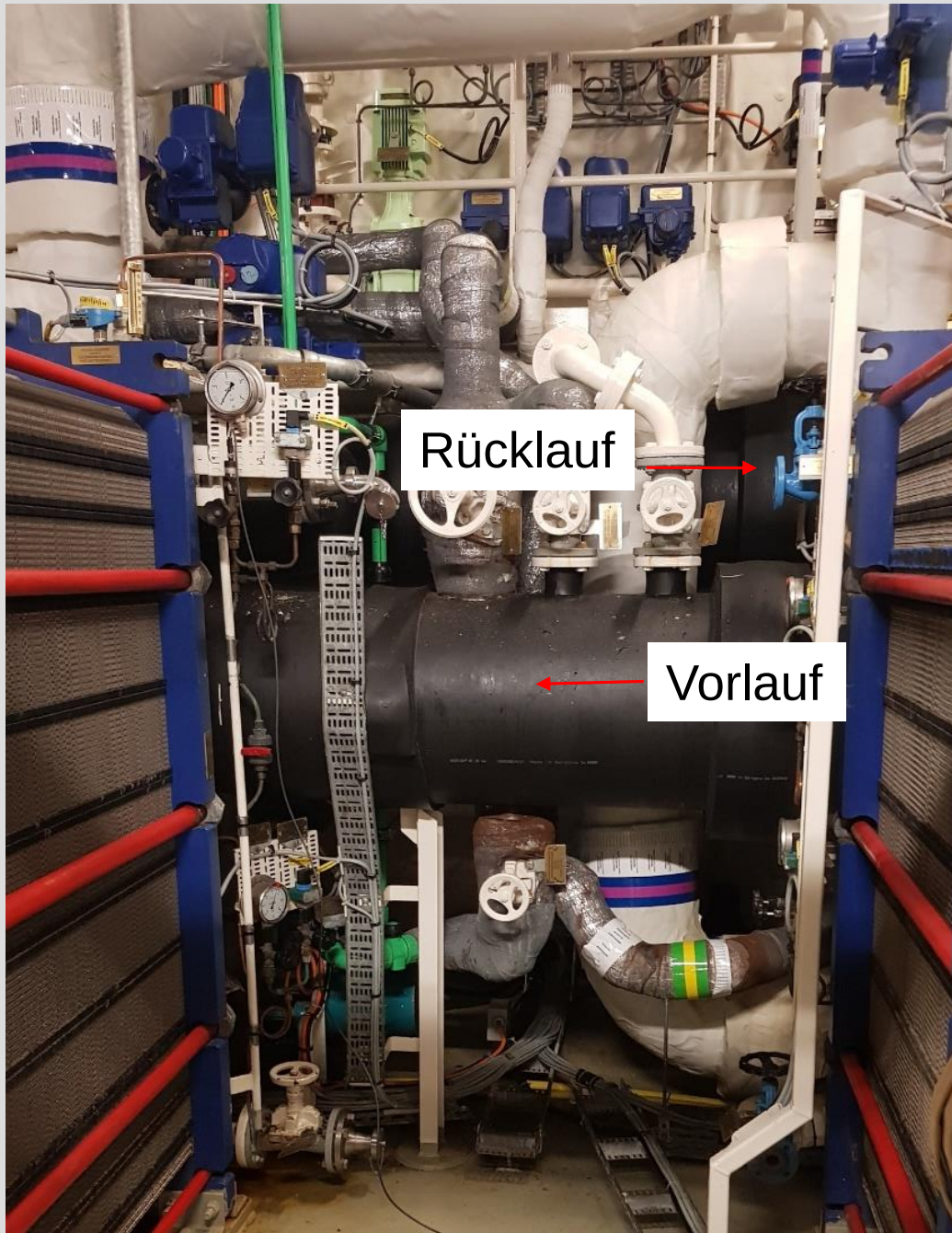
Feststellung

- Schäden am Saugsieb
Untersuchung Kraft auf Saugsieb:
 - Fläche Saugsieb: 0,6 m²
 - Annahme: freie Fläche 0,3 m²
 - Annahme: $\Delta p = 0,3$ bar
 - Kraft: 970 kg
 - 6 Streben: → 160 kg je Teilfläche
→ Verschmutzung Saugsieb kann zu Schäden führen
- Hyperchlorierungsanlage ca. 1,5 Jahre defekt
→ Muschelkolonie mit Ø 700mm unten an Hyperchlorierungsring



Empfehlung

- Funktion der Hyperchlorierung prüfen & sicherstellen
- Regelmäßige Umschaltung (Belag kann abfallen)
- Evtl. Installation eines Siebes am Einlauf in das Schutzrohr



3.2 Ergebnisse

Wärmetauscher

Feststellung

- Sehr hohe Druckverluste:
Ist: 2,0 – 2,9 bar @ 315 m³/h
Soll: 1,3 bar @ 650 m³/h

→ Querschnittsverengung d. Verschmutzung/ Luftanteile
- ΔT über Wärmetauscher: ca. 1,5 K (Auslegung ca. 4 K)
- Durch Drehzahlregelung auf ΔT wäre Energieeinsparung möglich

3.2 Ergebnisse

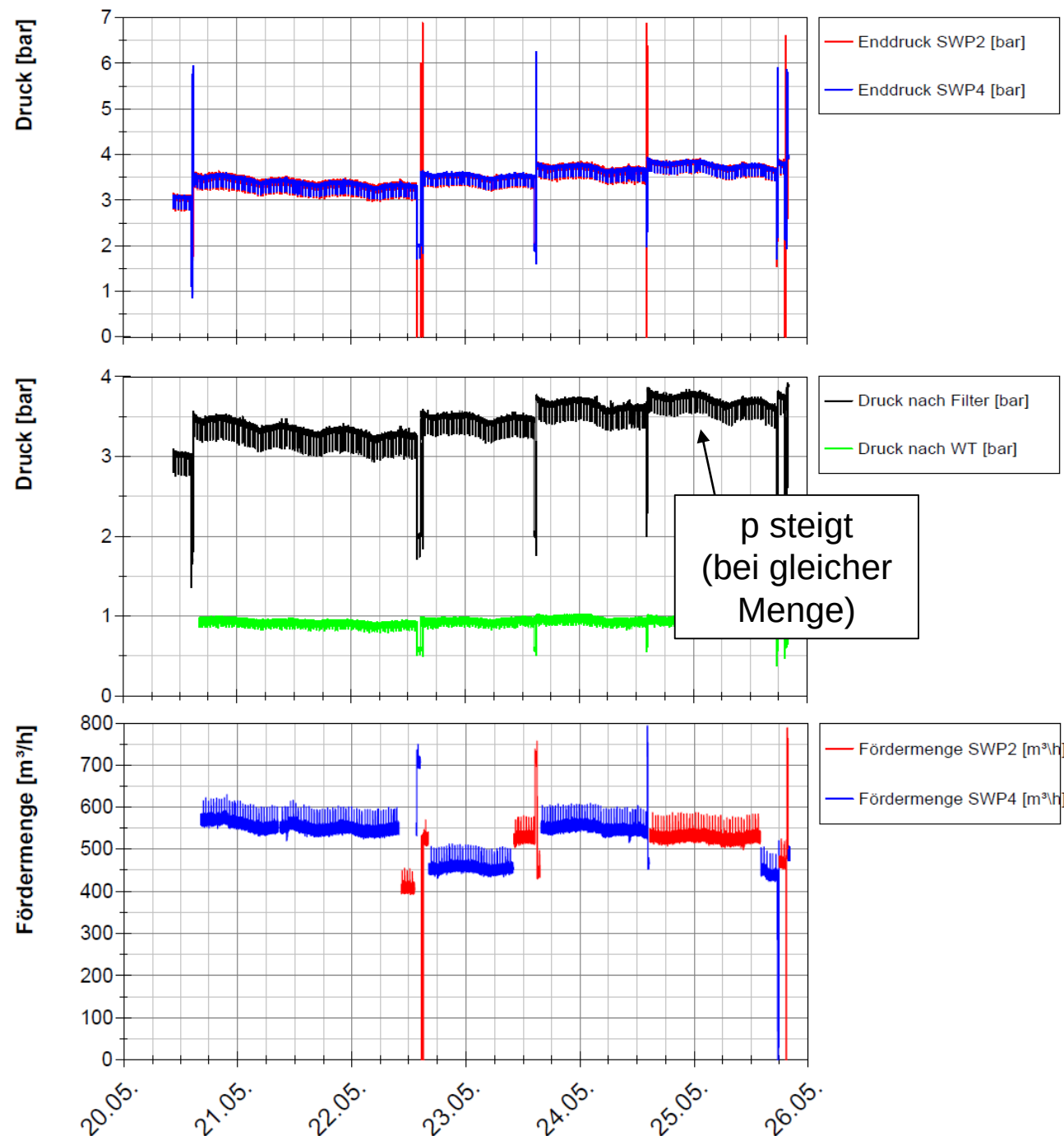
Wärmetauscher

Feststellung

- Druckdifferenz über den Wärmetauschern steigt stufenweise nach Pumpenschaltungen (bei konstanter Menge)
→ Luft in Wärmetauscher

Behebung

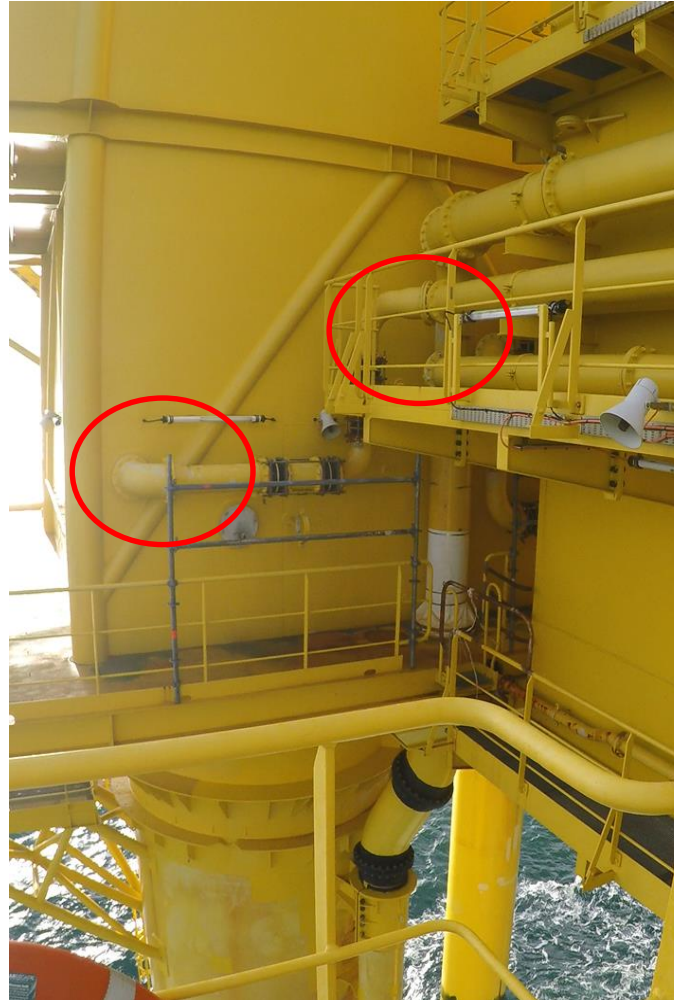
- Wärmetauscher reinigen
- Vor und nach Wärmetauscher ausreichend entlüften
- Überwachung der Druckdifferenz



3.3 Zusammenfassung

Handlungsempfehlungen für Betreiber

- Austausch der defekten Armatur an SWP4
- Beschädigte Saugsiebe austauschen / überwachen
- Hyperchlorierung aktivieren / instandsetzen
- N.M. Anfahrzeit gegen geschlossene Armatur / bis Erreichen $Q_{\min}$ verkürzen



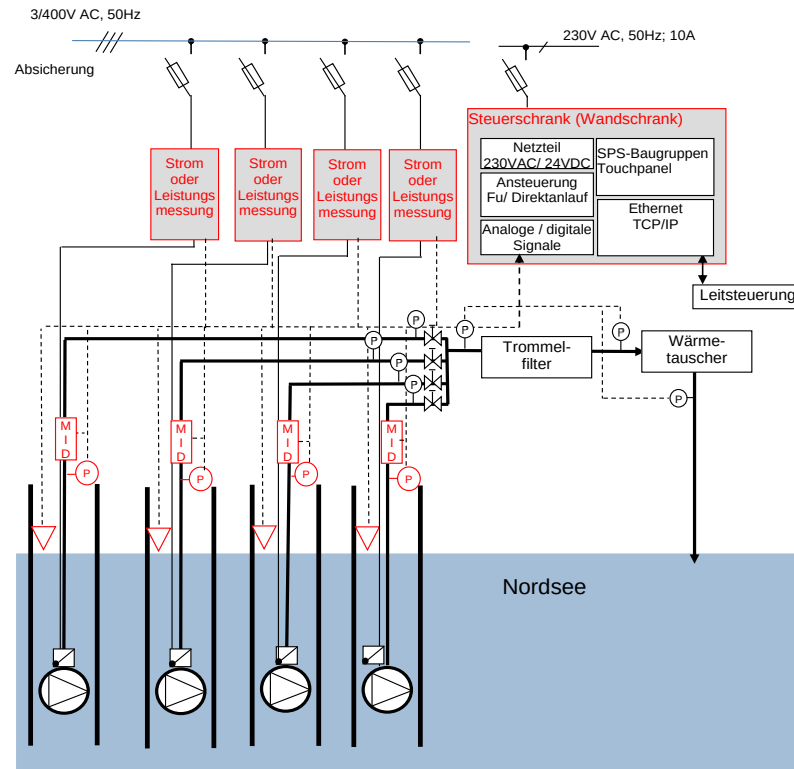
- Entlüftungsventile nachrüsten
- Pumpen regelmäßig umschalten
- Wärmetauscher reinigen / entlüften

3.3 Zusammenfassung

Zukünftige Betriebsüberwachung

Bauseitige Installation von:

- Mengenmessungen an jeder Pumpe
- Druckmessungen direkt am Brunnenkopf
- Pegelmessungen in allen Schutzrohren
- Strom / Leistungsmessung
- Alarmwerte in Relation zu Fördermenge
- Pumpenregelsystem zur Überwachung



Überwacht:

- Verstopfung im Schutzrohr
- Pumpenverschleiß / Leckage Steigleitung
- Verschmutzung Saugsieb / Strömungsverluste Steigleitung
- Strömungsverluste Transportleitung
- Verschmutzung / Luft im Wärmetauscher
- Verschleiß Drosselblende

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Thorsten Reder

KSB Service GmbH

Tel. +49 (6233) 86-2575

E-Mail: thorsten.reder@ksb.com