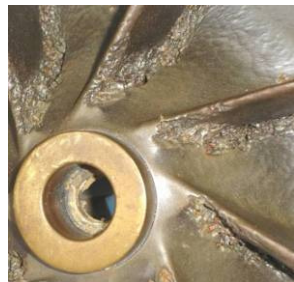


Zuverlässigkeitsprognose von mechatronischen Systemen zur Ableitung restnutzungsdauerbezogener Betriebs- und Instandhaltungsstrategien

Abschlussveranstaltung am 29. April 2010 bei Infracor in Marl



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM

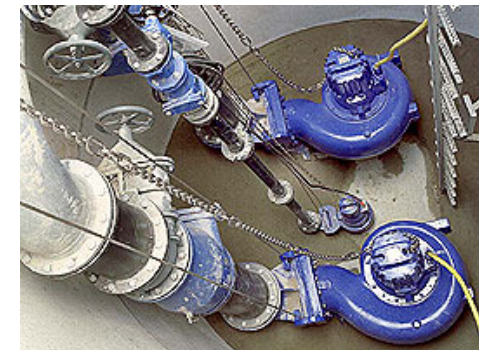


Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)

Überblick und Einführung

**Details und Ergebnisse aus den
Arbeitspaketen**

**Umsetzung in der Instandhaltung und
allgemeine Empfehlungen**



2010-04-29 ReMain Abschluss Teil 1 Seite 2



Infracor

Instandhalter von 15.000 Pumpensystemen im Industriepark Marl: Wissenslieferant zum Thema Instandhaltung



Evonik

Hersteller im Industriepark Marl mit mehr als 7.000 Pumpensystemen: Bereitstellung der Infrastruktur für das Forschungsvorhaben



KSB AG

Hersteller von Pumpen: Wissenslieferant zu Konstruktion, Anwendungsgebieten und Diagnose von Pumpen



i-for-T

Hersteller intelligenter Sensoren: Umsetzung neuartiger Merkmale in Sensoren



Institut für Strömungsmaschinen

Langjährige Forschung an Pumpendiagnose: Wissenschaftliche Begleitung mit Schwerpunkt Pumpen und Diagnose, Durchführung von Laborversuchen



Fraunhofer IML

Langjährige Forschung an nachhaltiger Instandhaltung und Restlebensdauerprognose: Wissenschaftliche Begleitung mit Schwerpunkt Modellbildung und Simulation



Q-Das

Softwarehaus für statistische Qualitätssicherung: Bereitsstellung von Methoden zur Entwicklung und Validierung der Modelle aus den Daten



Siemens

Hersteller von Sensoren und Prozessleitsystemen: Beistellung von Sensoren, anwendungsgerechte Implementierung der Ergebnisse im Leitsystem

Agenda

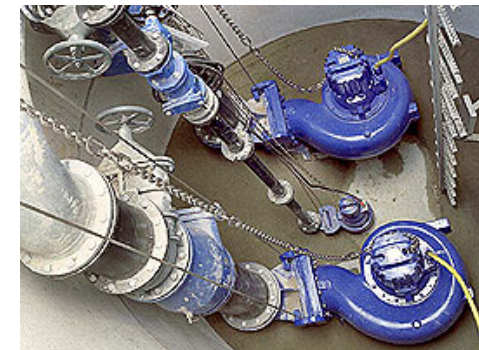


Überblick und Einführung

- I. Problemlage und Handlungsbedarf
- II. Erweiterter Arbeitskreis
- III. Problemlösungsansatz
- IV. Vorgehensweise
- V. Projektverlauf

Details und Ergebnisse aus den Arbeitspaketen

Umsetzung in der Instandhaltung und allgemeine Empfehlungen



2010-04-29 ReMain Abschluss Teil 1 Seite 4



I. Problemlage und Handlungsbedarf



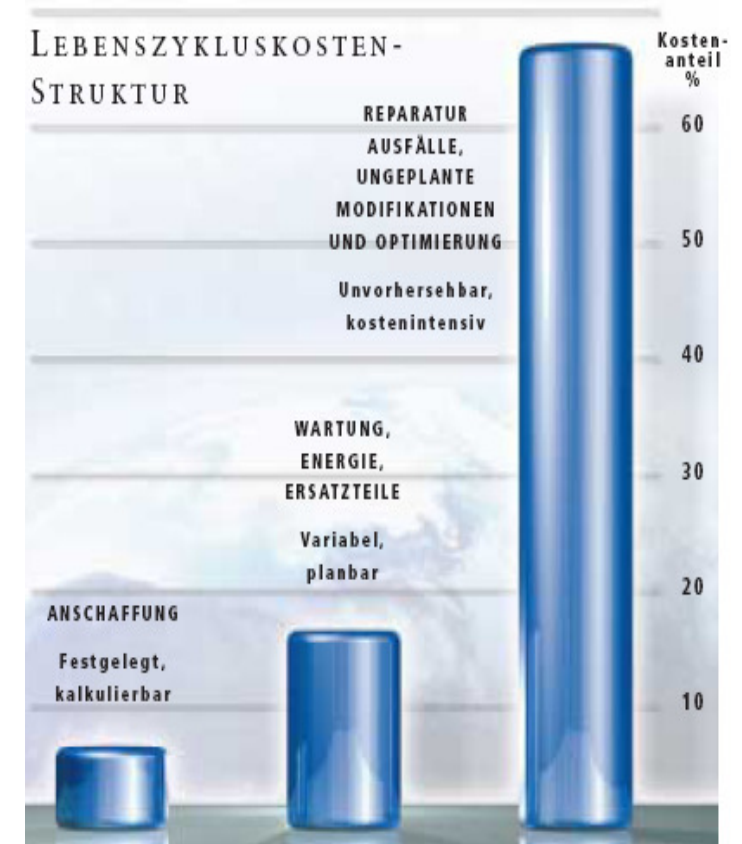
➔ **Problemlage:** Reparaturen und Ausfälle verursachen bei Pumpensystemen hohe Kosten

➔ **Handlungsbedarf:** Zuverlässige Prognose der Restlaufzeit

- ▶ Optimierung der Instandhaltung
- ▶ Optimierung der Betriebsweise

Potenzial:

1. **Verzicht auf redundante Pumpen** in der chem. Industrie in Deutschland Investitionseinsparung 9 % = 500 Mio. € p. a.
2. **Vermeidung von 25 % der Ausfälle**
Einsparung von über 16 Mio. € p. a. bei den 100.000 Pumpen des erweiterten Arbeitskreises (zzgl. Produktionsausfallkosten)
3. **Vermeidung von Umweltbelastungen** durch Reinigung, Entsorgung und Freisetzung von Medien bei Havarien



Quelle: Prof. H. Schuler, BASF AG, VDMA
Pumpenanwenderforum 2004

2010-04-29 ReMain Abschluss Teil 1 Seite 5

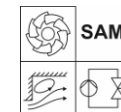


II. Erweiterter Arbeitskreis



Der **erweiterte Arbeitskreis** übernimmt die Funktion des **Lenkungsausschusses**, der bei relevanten Entscheidungen die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Anwendungen sicherstellt.

2010-04-29 ReMain Abschluss Teil 1 Seite 6



III. Problemlösungsansatz



Phase 1

**Systematische Bestandsaufnahme
und Vorbereitung der Versuche**

Phase 2

Feldversuche: Daten sammeln und Begleitung der Instandhaltung

Laborversuche



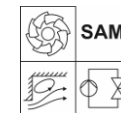
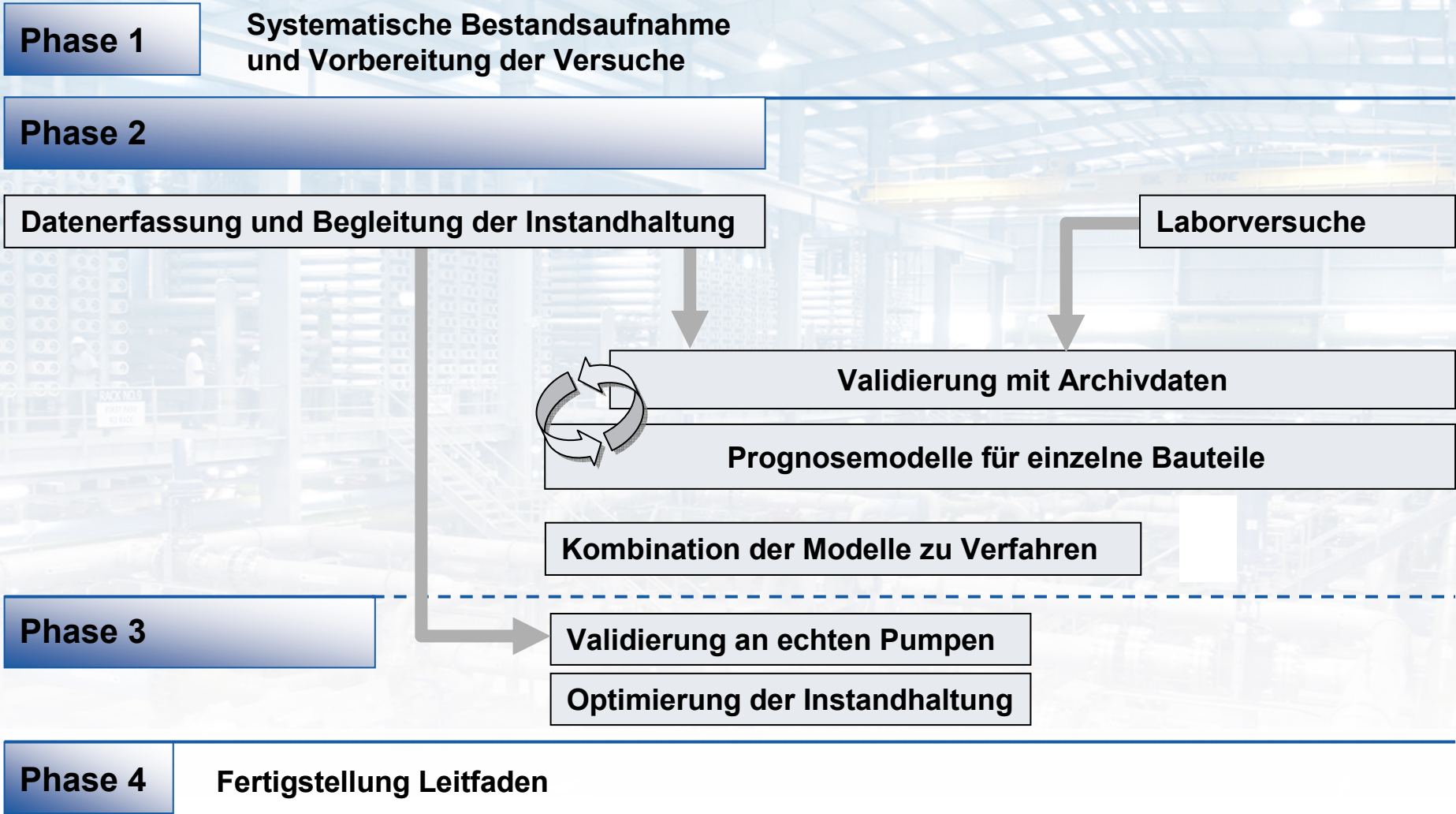
Validierung mit Archivdaten

Prognosemodelle für einzelne Bauteile

Entwicklung von Prognosemodellen für einzelne Ausfallursachen
Laborversuche im Zeitraffer zur Bestimmung
signifikanter Merkmale
Kontinuierliche Optimierung mit wachsender Datenbasis



III. Problemlösungsansatz



Agenda

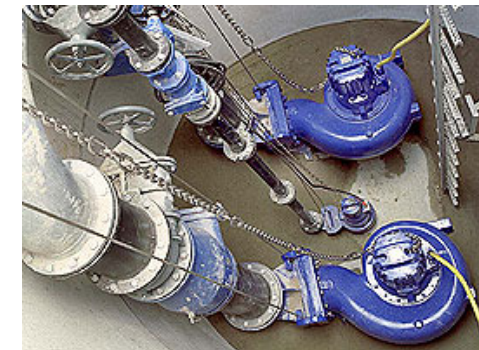


Überblick und Einführung

- I. Problemlage und Handlungsbedarf
- II. Projektpartner und erweiterter Arbeitskreis
- III. Problemlösungsansatz
- IV. Vorgehensweise**
- V. Projektverlauf

Details und Ergebnisse aus den Arbeitspaketen

Umsetzung in der Instandhaltung und allgemeine Empfehlungen



2010-04-29 ReMain Abschluss Teil 1 Seite 9



Vorgehensweise (1)



1. Durchführung der Betreiberumfrage

Datenbasis über 30.000 Pumpen, Statistik über Bauart, Baugröße, Dichtungsart, Drehzahl, Betriebsarten (Dauer- oder Kurzzeitbetrieb), Inspektions- und Wartungsintervalle, MTBF, Schadensursachen und ausfallgefährdete Bauteile, ...



2. Auswahl 100 repräsentativer Pumpen in einer Produktionsanlage



3. Datenbank für alle relevanten Informationen zu den Pumpen erstellen

technische Spezifikationen mit allen Änderungen, R+I-Fließbild, Stoffdaten, Pumpenkennlinien, Werkstatt- und Reparaturberichte, voraussichtliche Ausfallursachen, Betriebszeiten, Anzahl Starts/Stops, Abschätzung der historischen Belastung, ...



2010-04-29 ReMain Abschluss Teil 1 Seite 10



Vorgehensweise (2)



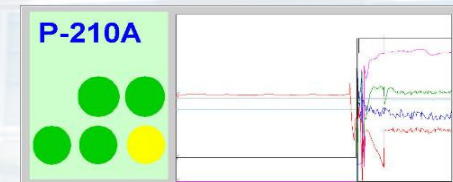
4. Instrumentierung der Versuchspumpen

saug- und druckseitiger Druck, Temperatur, Wirkleistung, Schwingungssensor, RFID-Chip



5. Datenauswertung im Prozessinformations- und Managementsystem (PIMS)

PIMS zur kontinuierlichen Datenanalyse und Anzeige von Fehlzuständen

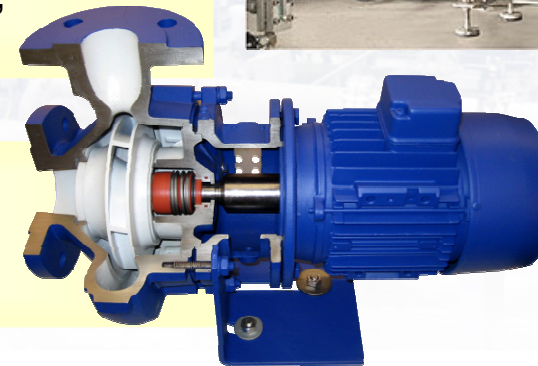


6. Aktuelle Projektphase:

Analyse der Fehlzustände mit Hilfe der Verfahrens- und der Schwingungssensordaten -> z. B.: Welches Schwingungsbild kennzeichnet Kavitation, Lagerschaden, Unwucht, ...



7. Modellbildung zur Diagnose und Restlaufzeitprognose (Früherkennung von Fehlzuständen)



Chemiepark Marl

Standort der ReMain-Versuchspumpen



Evonik Stockhausen GmbH
Acrylic Monomers, Marl

&

Infracor GmbH
Integraler Standortbetreiber und Komplettendienstleister

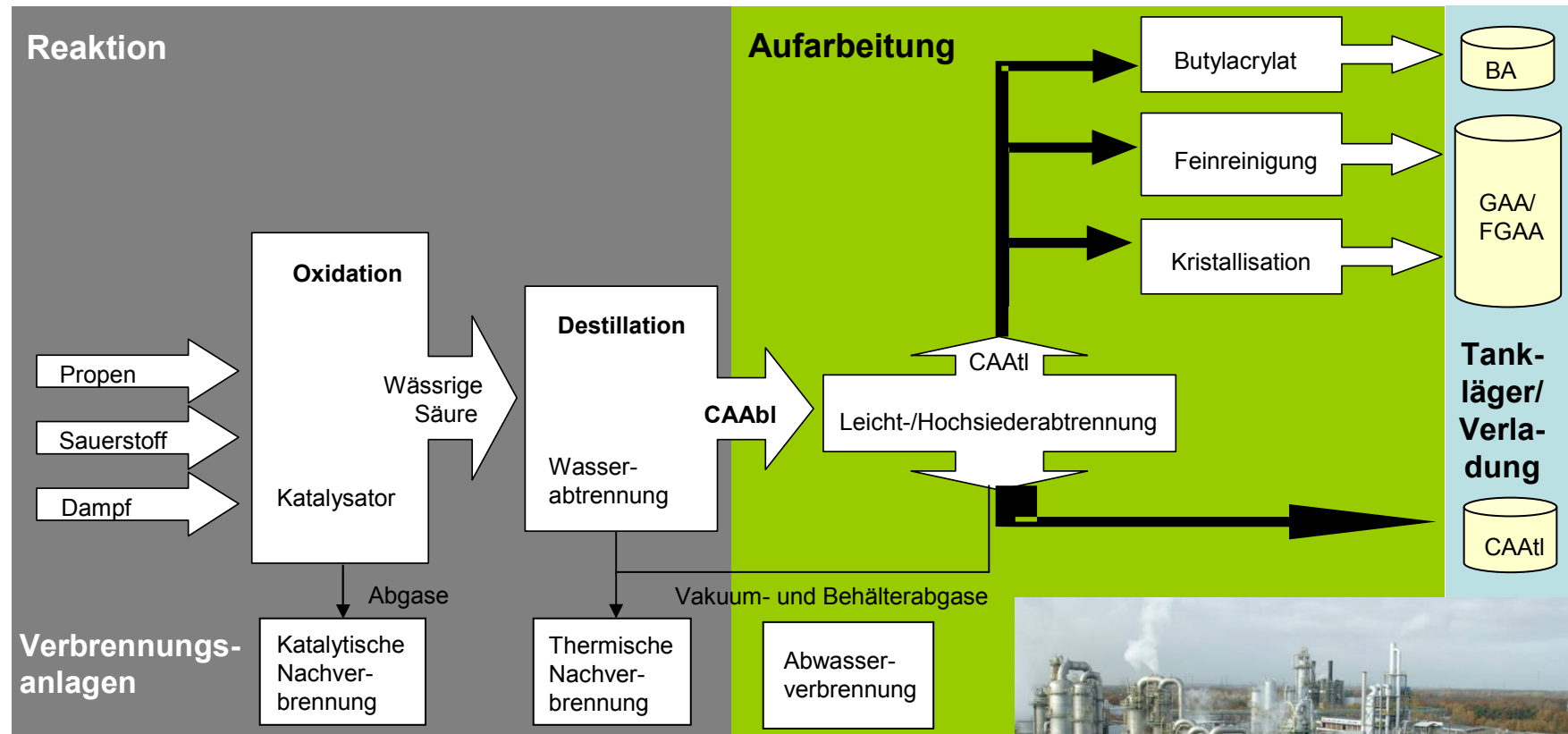


- **Chemiestandort seit 1938 mit einer Fläche von 650 ha**
- **Sitz von ca. 30 Gesellschaften mit ca. 10.000 Mitarbeitern**
- **in rund 100 Anlagen werden jährlich ca. 4,4 Mio. Tonnen Erzeugnisse produziert**
- **direkter Anschluss zu allen Transportwegen**

2010-04-29 ReMain Abschluss Teil 1 Seite 12



Produktionsanlage in der die Versuchspumpen laufen Evonik Stockhausen GmbH - Acrylic Monomers, Marl



Die **100 Versuchspumpen** für das ReMain-Projekt wurden in der Acrylsäureanlage der Evonik Stockhausen GmbH am Standort Marl – als **externe Prüfstände der TU Kaiserslautern** – akquiriert.





Einsatzgebiete Acrylsäure

Acrylsäure wird in Form ihrer Polymere und zur Synthese von Acrylaten eingesetzt:

Polymere aus Acrylsäure

Superabsorber:

Spezial-Polymere, die bis zum 50-fachen ihres Eigengewichtes an Flüssigkeit aufnehmen können



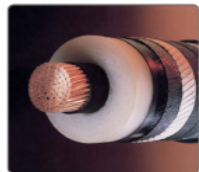
FAVOR®

Hygieneindustrie: Babywindeln, Damenhygiene, Erwachsenenhygiene



FAVOR-PAC®

Verpackungsindustrie: Fleisch-, Fisch- und Geflügelverpackungen



CABLOC®

Kabelindustrie



STOCKOSORB®

Landschafts- und Gartenbau, Land- und Forstwirtschaft

Emulsionspolymerisate:

wasserlösliche Homo- oder Copolymere



PRAESTOL®

Klärung kommunaler und industrieller Abwässer; Aufbereitung von Rohwasser zu Trinkwasser



PRAESTARET®

Retentions- und Entwässerungshilfsmittel in der Papierindustrie

TALLOFIN®

Schleim- und Ablagerungskontrolle in der Papierindustrie

Außerdem Prozesshilfsmittel zur Erdölförderung, Zucker-, Kohle- und Metallgewinnung.

Einsatzgebiete Acrylate

Acrylate werden gemeinsam mit anderen Monomeren als Co-Polymere eingesetzt:

Dispersionen



lösungsmittelfreie Lacke, Anstriche und Kunstharzputze



Papierbeschichtung
Textilbeschichtung



schlagzähes PVC



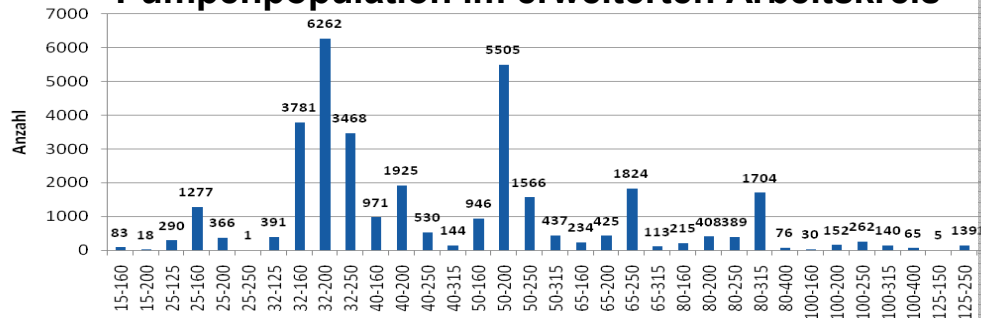
Klebstoffe

Auswahl der Versuchspumpen basierend auf der Abfrage im erweiterten Arbeitskreis

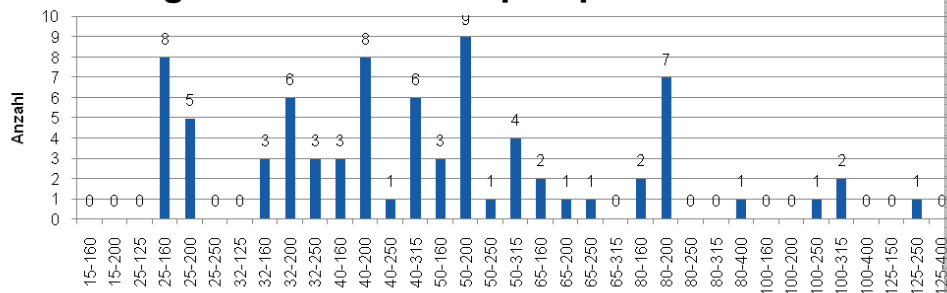


Gute Übereinstimmung zwischen Umfrage und Pumpenauswahl

Pumpenpopulation im erweiterten Arbeitskreis



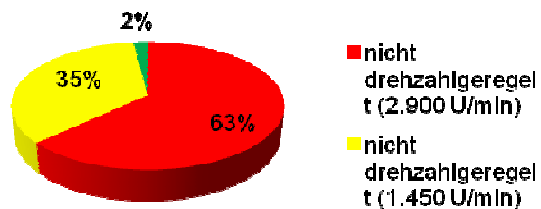
Ausgewählte Versuchspumpen in ReMain



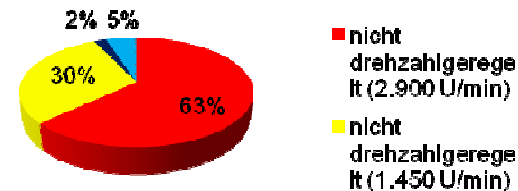
Auswahlkriterien

- Basis: Ergebnisse der Betreiberumfrage zur Pumpenpopulation:
 - Chemienormpumpen
 - Dichtungsart
 - Antriebskonzept
 - Hydraulikgrößen etc.
- Hohe Ausfallwahrscheinlichkeiten
- Verfügbarkeit der Pumpenhistorien
- Statistik: Begrenzung der Varianzen

Antriebskonzepte EAK



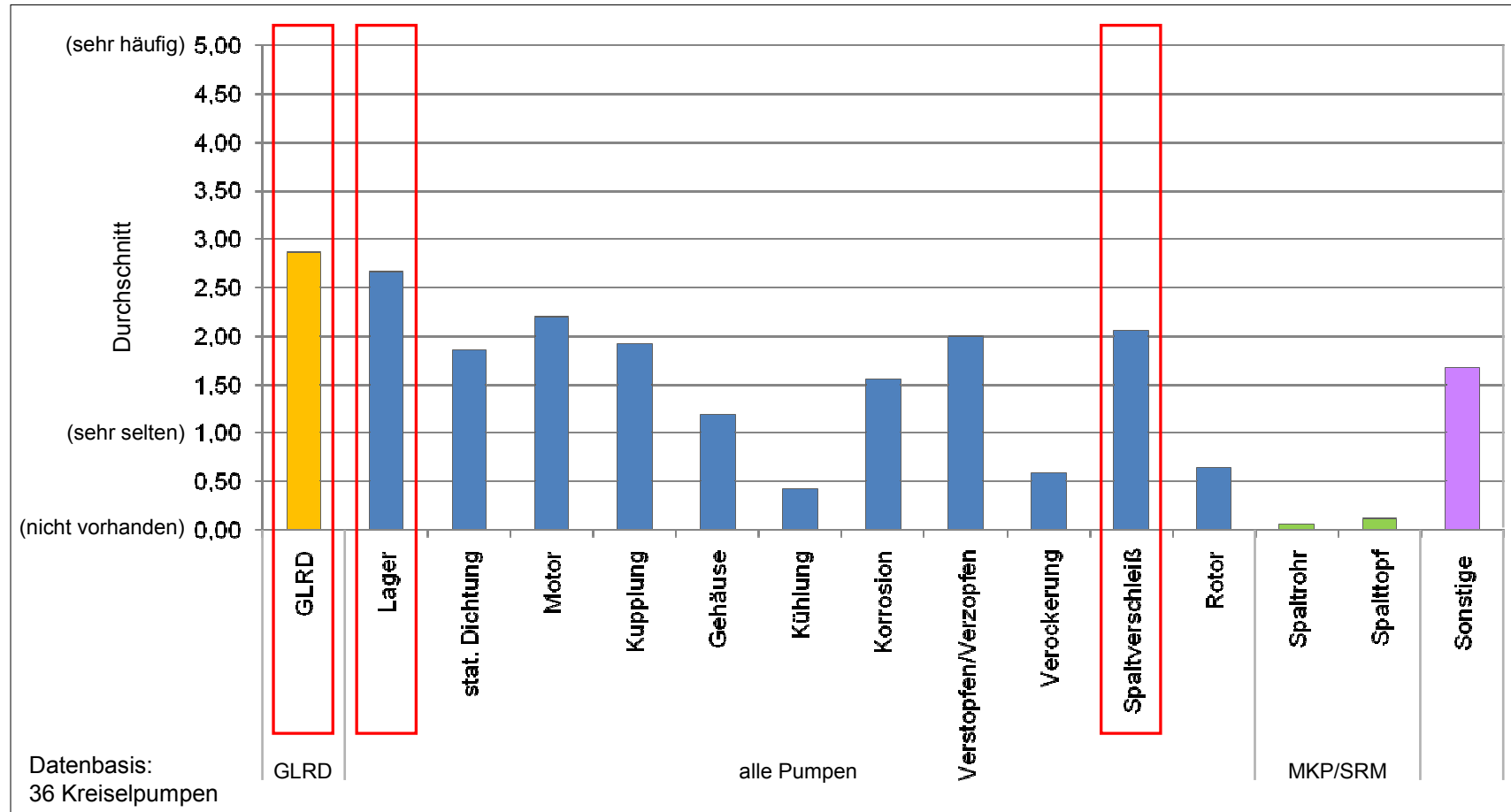
Antriebskonzepte ReMain



IV. Ausfallrelevante Bauteile & Schadensursachen



Die Gleitringdichtung wurde als ausfallrelevantes Bauteil benannt, gefolgt vom Lager (Wälzlager) und dem Spaltverschleiß (Laufrad).



Frage: Wie häufig stellen Sie die folgenden Schwachstellen an Ihren Pumpen fest?



IV. Messgrößenauswahl

Schadensrelevante Bauteile



- GLRD
- Wälzlager
- Spaltring
- Laufrad



2010-04-29 ReMain Abschluss Teil 1 Seite 17

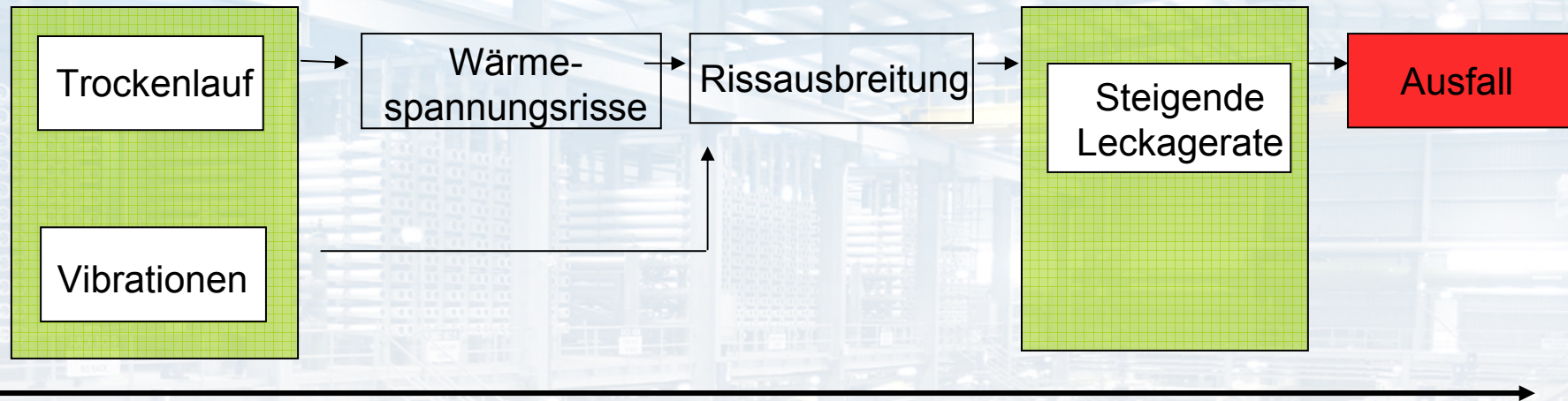


IV. Messgrößenauswahl

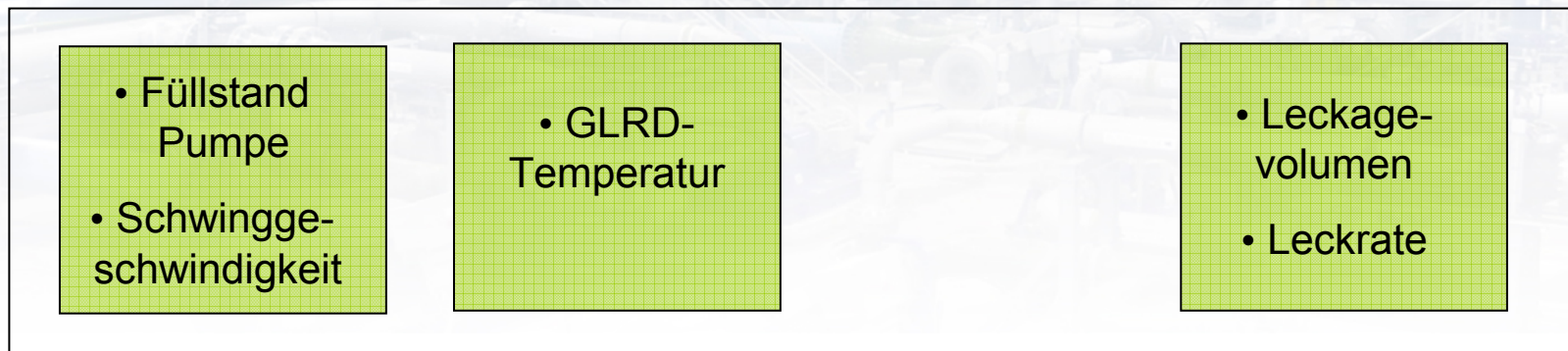
Schadensketten: Bsp. GLRD-Wärmespannungsrisse



Betrachtung der Schadenskette führt auf mögliche Messgrößen und Merkmale

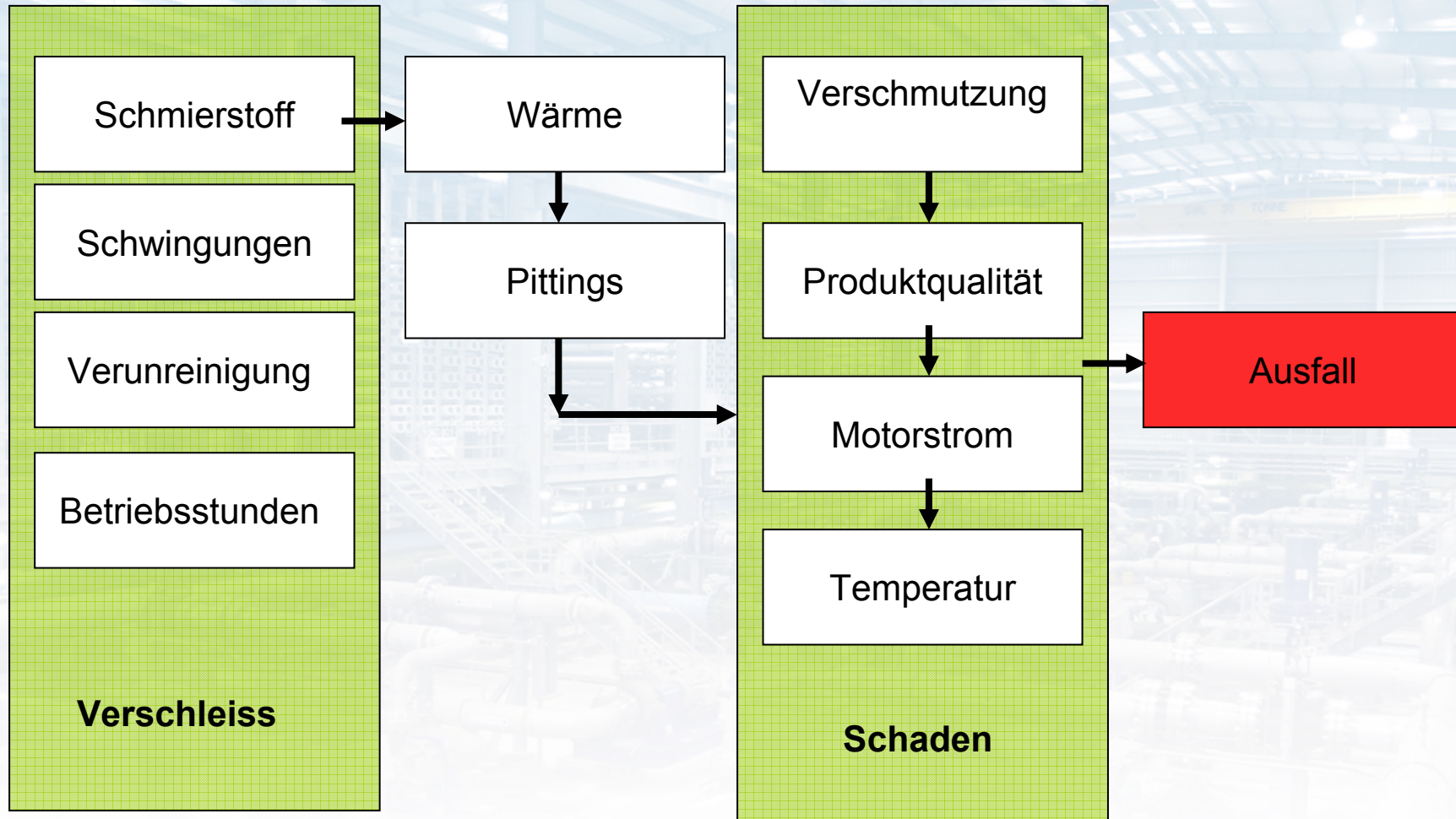


Relevante Messgrößen



IV. Messgrößenauswahl

Schadensketten: Bsp. Wälzlager



IV. Messgrößenauswahl

Bewertung relevanter Messgrößen



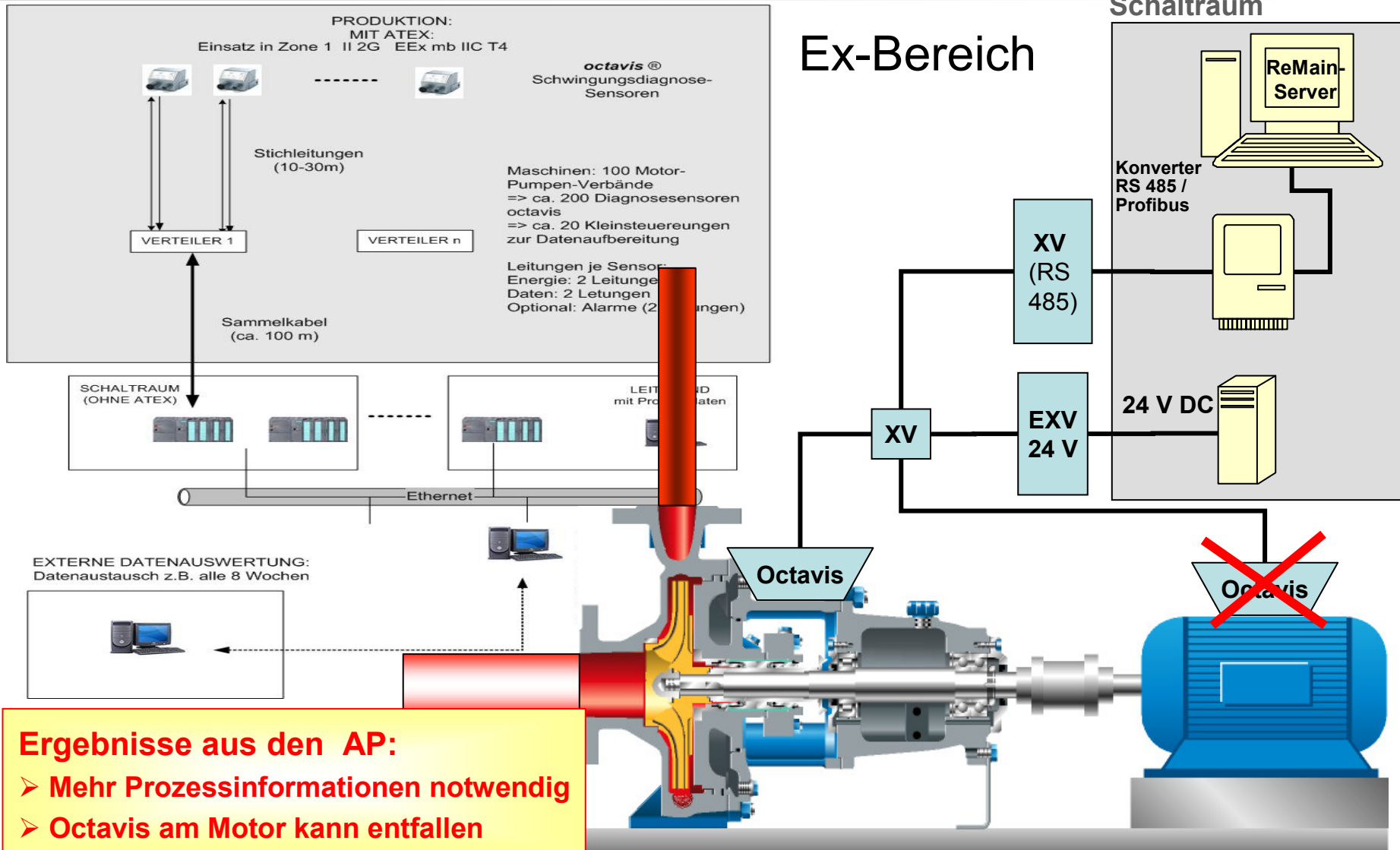
relevante Größen	Ermittelbarkeit der Information online Messung (kontinuierlich)	Laufrad Kavitationserosion	Laufrad Hydroabrasiver Erosionsverschleiß	Dichtspalt Korngleitverschleiß	GLRD (Leckagemenge) Wälzlager	Summe aus Bewertung im Projekt verfügbar
Füllstand der Pumpe	ja	ja			3	3
Gleitringtemperatur	hoher Aufw.	hoher Aufw.			2	2
Schwinggeschwindigkeit der GLRD	hoher Aufw.	hoher Aufw.			2	2
Temperaturverteilung im Gleitring	hoher Aufw.	nein			2	2
Sperrdruck am Dichtspalt GLRD	ja	ja			2	2
Gasgehalt	Im Labor	nein			2	2
Förderstrom	ja	ja	3	1	2	6
Zulaufdruck	ja	ja	3		2	5
Enddruck	ja	ja	3		2	7
Spaltweite	ja	mittl. Aufw.			3	3
Materialabtrag	ja	nein	3	3	3	9
Axiallast	ja	hoher Aufw.				3
Radiallast	ja	hoher Aufw.			3	3
Unwucht	ja	hoher Aufw.			2	2
Dynamische Beanspruchung (Kräfte)	hoher Aufw.	hoher Aufw.			1	3
Gehäuseschwingungen	ja	ja	3		3	3
Aggressivität Medium	ja	nein				0
Temperatur Medium	ja	ja	3		3	2
Viskosität Medium	ja	-		3	2	2
Dampfdruckkurve Medium	ja	-	3		2	
Dichte Medium	ja	-		1	2	
Beschaffenheit der Feststoffe (Dichte, Härte, Form)	ja	nein		3	3	3
Feststoffgehalt im Fördermedium	ja	nein		3	3	3
Schmiermittelzustand (Alterung, Verschmutzung)	ja	nein				3
Schmiermittelmenge	ja	nein				3
Lagertemperatur	ja	ja				3
veränderte Ultraschallemission (Medium)	ja	mittl. Aufw.	1		1	
elektr. Leistungsaufnahme (Motor)	ja	ja	2	3	3	
cosinus phi	ja	ja	1	1		3



Aufbau einer effizienten Struktur zur Datensammlung

- Gewinnung eines umfassenden Datenpools für die Realisierung und Optimierung der in den Arbeitspaketen 2.3 (Erarbeitung von Diagnosestrategien für die Restlebensdauerschätzung) und 2.4 (Modellentwurf) aufgestellten Prognosemodelle
- Bereitstellung und Archivierung von Messdaten:
 - Anlagendaten
 - Instandhaltungsdaten (Maschinenhistorien, Inspektions- und Werkstattberichte)
 - Prozessdaten
 - Schwingungssensor
- Nutzung der bereits vorhandenen Infrastruktur in Marl (vorhandene Kabelwege und Schnittstellen zwischen den einzelnen Informationssystemen werden weitestgehend genutzt)
- Sammlung, Aufbereitung und Archivierung der Daten auf dem ReMain-Server in Marl (dieser ist aus Datenschutz- und Sicherheitsgründen für die Projektpartner nicht zugänglich → Transfer der Daten auf einen weiteren Server bei SAM in Kaiserlautern)

Instrumentierung gemäß ReMain-Antrag



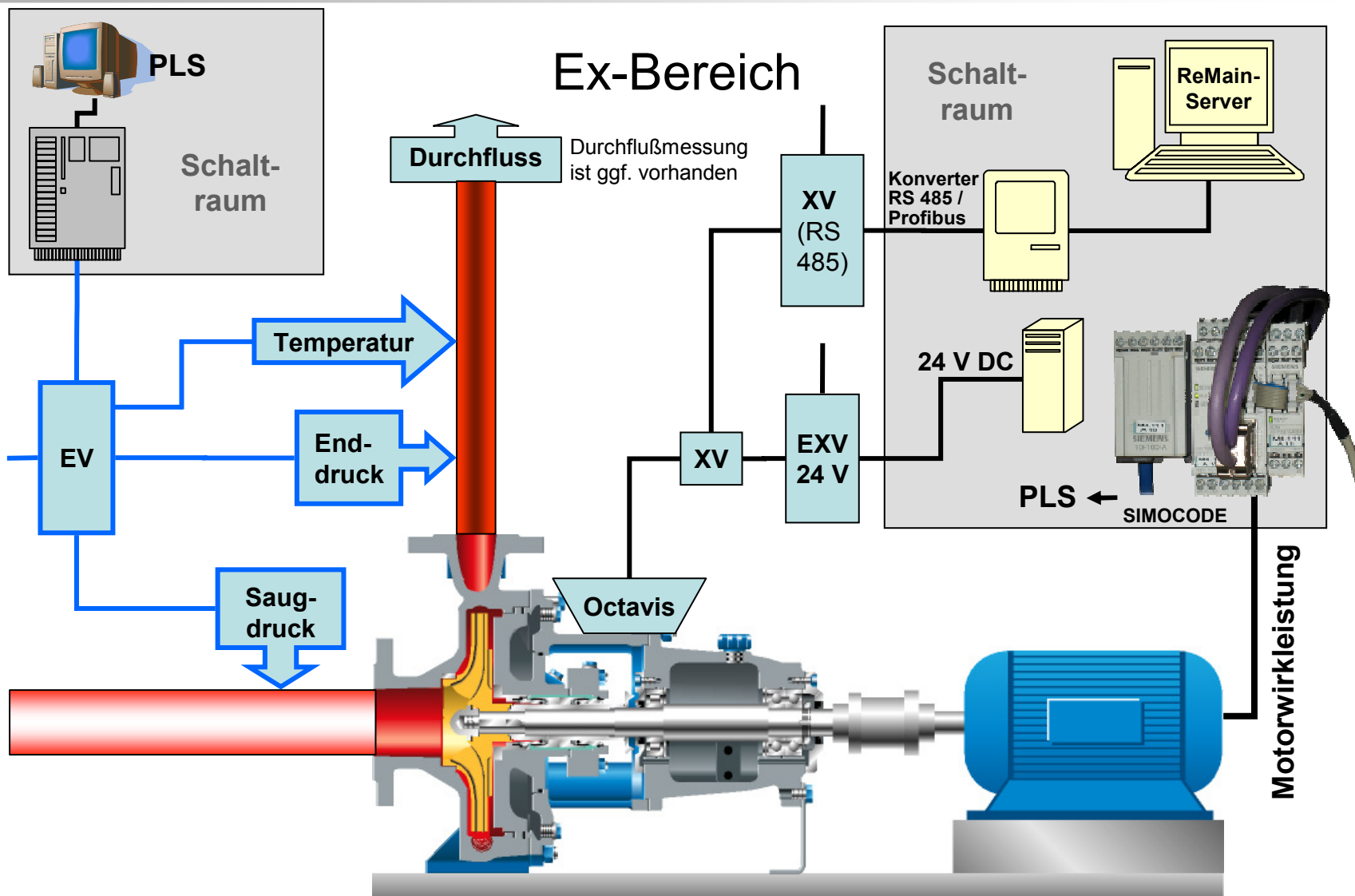
Ergebnisse aus den AP:

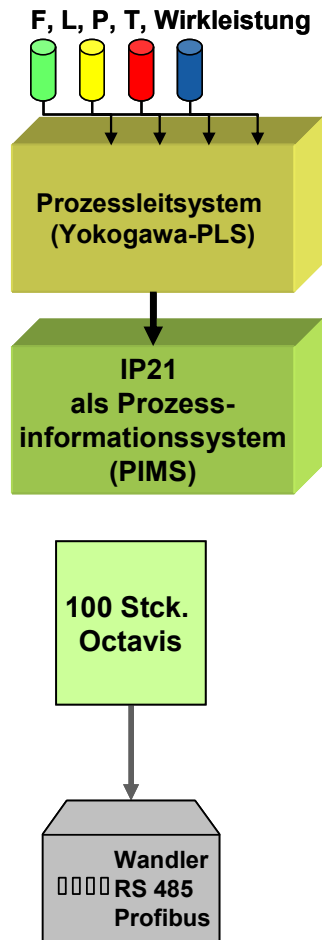
- Mehr Prozessinformationen notwendig
- Octavis am Motor kann entfallen



Versuchspumpen und Datenerfassung

Instrumentierung der ReMain-Versuchspumpen





Anforderungen an die Instrumentierung der Versuchspumpen

- Druck → Messung Druckseite
→ Messung Saugseite
- Temperatur → Messung
- Durchfluss → Messung
- Motorwirkleistung → Messung
- Laufzeit der Pumpe/Motor → Laufzeiterfassung,
einschließlich der Anzahl Starts/Stops
- Schwingung → Octavis



Mehraufwand gegenüber dem ursprünglichen Versuchskonzept



Aus folgenden Gründen hat sich der Aufbau der Infrastruktur verzögert:

1. Finanzierung der zusätzlich notwendigen Messtechnik

Von 200 Schwingungsmessungen auf 406 unterschiedliche Messungen

- ▶ 100 Schwingungs- (Octavis)
- ▶ 186 Druck-
- ▶ 100 Motorwirkleistungs-
- ▶ 20 Temperaturmessungen



2. Ausschreibung der Montagetätigkeiten, mit den unterschiedlichen Anforderungen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (Bund) und der TU-Kaiserslautern (Land Rheinland-Pfalz) -> Wiederholung der Ausschreibung



3. Verzögerungen bei der Ex-Zulassung der Octavis-Schwingungsmesser

4. Einbindung der zusätzlichen Messungen in eine laufende Produktionsanlage

5. Zusätzliche Programmierung im PIMS.

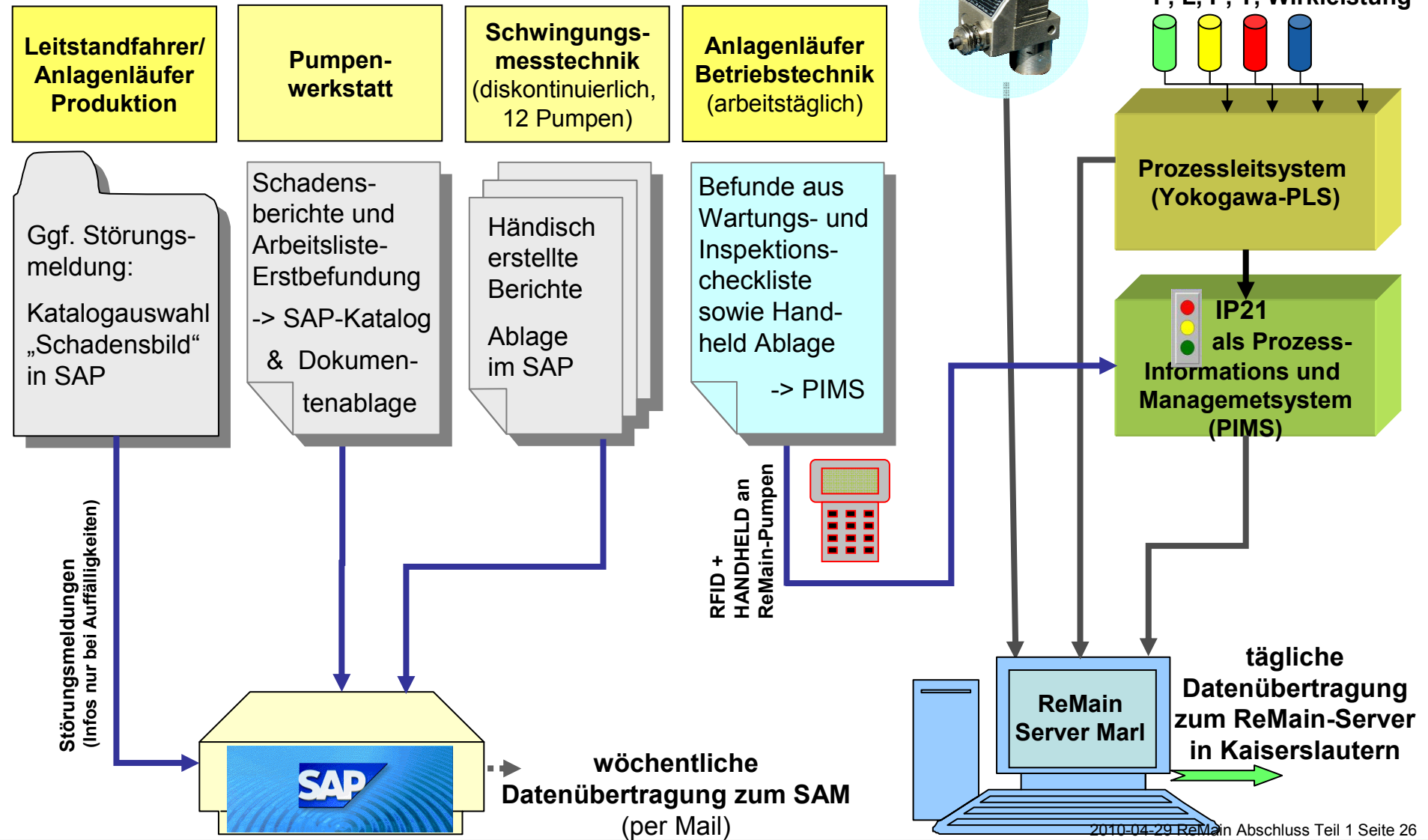


Forschungsprojekt ReMain		KW 2008																																																	
AP 3.5 Aufbau der Infrastruktur zur Datenerfassung		2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	32.	33.	34.	35.	36.	37.	38.	39.	40.	41.										
Vergabe Montage -> 30. Nov. 2007																																																			
Baustelleneinrichtungs- und Sicherheitsgespräch -> 19. Dez. 2008																																																			
Start der Montagen -> 07. Jan. 2008																																																			
Montage Feld: Hauptkabelverbindungen, Anschlusskästen, Kabelträgersysteme																																																			
Montage und Anschluss der Meßumformer / Geräte	Druckmeßumformer																																																		
	Temperaturmessungen																																																		
	Octavis-Schwingungsmesser																																																		
	RFID-Chips																																																		
	Simocode-Wirkleistungsmesser																																																		

Die Meßumformer und Geräte können nur nach Freigabe und Freistellung durch die Evonik Stockhausen Produktion eingebunden werden. Dabei ist zu beachten, dass durch die Einbindungs- und Freistellungsarbeiten die Produktivität der Anlage so wenig wie möglich beeinträchtigt wird.



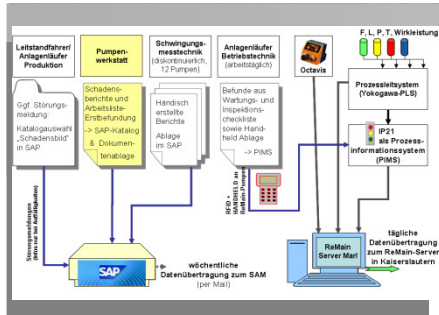
Versuchspumpen und Datenerfassung Konzept zur Versuchsbetreuung



2010-04-29 ReMain Abschluss Teil 1 Seite 26



Datenerfassung/Versuchsbetreuung Schadensberichte



Nach Instandsetzungen werden die erstellten Schadensberichte ins BUSU-SAP System eingebracht.



990385872 Spiralgehäusepumpe mit GLRD, doppelt

Schadensbericht Pumpe (Kurzform)

Infracor GmbH
Maschinen- und Motorentechnik

Bemerkungen:

Schadensteil	Schadensbild	Schadensursache	Aktion	Maßnahme
--------------	--------------	-----------------	--------	----------

Schäden an GLRD doppelt MMT mech. (MMT-MGDD)

56 <input type="checkbox"/> Faltenbalg/Rollbalg	1 <input type="checkbox"/> ausgebrochen/abgeplatzt	1 <input type="checkbox"/> Lebensdauerende	13 <input type="checkbox"/> gereinigt	22 <input type="checkbox"/> Betriebsweise überprüfen	16 <input type="checkbox"/> Produktzusammensetzung prüfen
57 <input type="checkbox"/> Feder	10 <input type="checkbox"/> gebrochen	18 <input type="checkbox"/> mechanische Überlastung	16 <input type="checkbox"/> gewechselt/erneuert	26 <input type="checkbox"/> Sperrdruck prüfen	25 <input type="checkbox"/> Spülung installieren
61 <input type="checkbox"/> Fördergewinde	11 <input type="checkbox"/> gefressen	19 <input type="checkbox"/> nicht feststellbar	25 <input type="checkbox"/> optimiert	34 <input type="checkbox"/> Kontakt mit Werkstatt aufnehmen	27 <input type="checkbox"/> Sperrsystem reinigen
65 <input type="checkbox"/> Gegenring atmosph.	13 <input type="checkbox"/> gerissen	27 <input type="checkbox"/> Schwingungen/Wellenauslenkungen	27 <input type="checkbox"/> sonstiges		35 <input type="checkbox"/> Absprache ist mit Auftraggeber er
66 <input type="checkbox"/> Gegenring produkts.	16 <input type="checkbox"/> korrodiert	31 <input type="checkbox"/> thermische Überlastung	32 <input type="checkbox"/> aufgearbeitet		
77 <input type="checkbox"/> Gleitring atmosph.	20 <input type="checkbox"/> tiefig/Einlaufspuren	33 <input type="checkbox"/> Trockenlauf			
78 <input type="checkbox"/> Gleitring produkts.	29 <input type="checkbox"/> verfärbt/angelaufen	42 <input type="checkbox"/> Produktparameter, allg.			
139 <input type="checkbox"/> Mitnehmerbausatz	30 <input type="checkbox"/> verformt/verbogen	45 <input type="checkbox"/> Feststoffe/Verschmutzungen			
249 <input type="checkbox"/> Wellenschutzhülse	31 <input type="checkbox"/> verschlissen	46 <input type="checkbox"/> chemische Beständigkeit			
325 <input type="checkbox"/> Nebendichtungen produkts.	32 <input type="checkbox"/> verschmort/ausgehärtet				
326 <input type="checkbox"/> Nebendichtungen atmosph.	33 <input type="checkbox"/> stark verschmutzt				
	36 <input type="checkbox"/> ausgewaschen/ abrasiert				
	42 <input type="checkbox"/> extrudiert				
	43 <input type="checkbox"/> mechanisch angelaufen				
	44 <input type="checkbox"/> thermisch angelaufen				
	45 <input type="checkbox"/> gequollen				

Wälzigerschäden MMT mech. (MMT-MWL)

56 <input type="checkbox"/> Festlager	1 <input type="checkbox"/> ausgebrochen/abgeplatzt	1 <input type="checkbox"/> Lebensdauerende	13 <input type="checkbox"/> gereinigt	21 <input type="checkbox"/> Inspektions-/Wartungsplan prüfen	5 <input type="checkbox"/> Hersteller einschalten
88 <input type="checkbox"/> Kälfig	4 <input type="checkbox"/> blockiert	17 <input type="checkbox"/> Mangelschmierung	16 <input type="checkbox"/> gewechselt/erneuert	24 <input type="checkbox"/> Alternativsystem einsetzen	22 <input type="checkbox"/> Betriebsweise überprüfen
114 <input type="checkbox"/> Lagersitz	10 <input type="checkbox"/> gebrochen	18 <input type="checkbox"/> mechanische Überlastung	25 <input type="checkbox"/> optimiert	34 <input type="checkbox"/> Kontakt mit Werkstatt aufnehmen	28 <input type="checkbox"/> Planung/Konstruktion ansprechen
121 <input type="checkbox"/> Loslager	11 <input type="checkbox"/> gefressen	19 <input type="checkbox"/> nicht feststellbar	27 <input type="checkbox"/> sonstiges		35 <input type="checkbox"/> Absprache ist mit Auftraggeber er
304 <input type="checkbox"/> Wellendichtring	13 <input type="checkbox"/> gerissen	27 <input type="checkbox"/> Schwingungen/Wellenauslenkungen			
	20 <input type="checkbox"/> tiefig/Einlaufspuren	31 <input type="checkbox"/> thermische Überlastung			
	21 <input type="checkbox"/> sonstiges	38 <input type="checkbox"/> Stillstandeschäden			
	29 <input type="checkbox"/> verfärbt/angelaufen	39 <input type="checkbox"/> Montagefehler			
	31 <input type="checkbox"/> verschlissen				

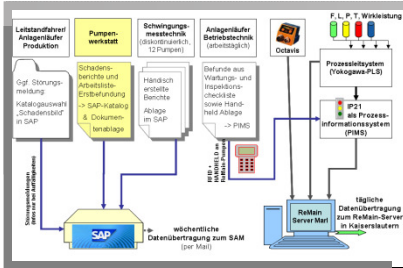
sonstige Schäden einst. Kreiselpumpe MMT mech. (MMT-MSEK)

67 <input type="checkbox"/> Gehäuse, allg.	10 <input type="checkbox"/> gebrochen	1 <input type="checkbox"/> Lebensdauerende	13 <input type="checkbox"/> gereinigt	19 <input type="checkbox"/> Verschrottung/Neubeschaffung	16 <input type="checkbox"/> Produktzusammensetzung prüfen
117 <input type="checkbox"/> Laufrad	13 <input type="checkbox"/> gerissen	8 <input type="checkbox"/> Fertigungs-/Material-/Konstruktionsfehler	14 <input type="checkbox"/> geschweisst	22 <input type="checkbox"/> Betriebsweise überprüfen	21 <input type="checkbox"/> Inspektions-/Wartungsplan prüfen
247 <input type="checkbox"/> Welle	16 <input type="checkbox"/> korrodiert	18 <input type="checkbox"/> mechanische Überlastung	16 <input type="checkbox"/> gewechselt/erneuert	24 <input type="checkbox"/> Alternativsystem einsetzen	23 <input type="checkbox"/> Garantiespr. stellen
310 <input type="checkbox"/> Spaltringe	29 <input type="checkbox"/> verfärbt/angelaufen	19 <input type="checkbox"/> nicht feststellbar	19 <input type="checkbox"/> instandgesetzt	35 <input type="checkbox"/> Absprache ist mit Auftraggeber erfolgt	34 <input type="checkbox"/> Kontakt mit Werkstatt aufnehmen
	31 <input type="checkbox"/> verschlissen	27 <input type="checkbox"/> Schwingungen/Wellenauslenkungen	25 <input type="checkbox"/> optimiert		
	32 <input type="checkbox"/> verschmort/ausgehärtet	31 <input type="checkbox"/> thermische Überlastung	27 <input type="checkbox"/> sonstiges		
	33 <input type="checkbox"/> stark verschmutzt	40 <input type="checkbox"/> Kavitation			
	34 <input type="checkbox"/> verslopft	41 <input type="checkbox"/> chemischer Prozeß			
	36 <input type="checkbox"/> ausgewaschen/ abrasiert	42 <input type="checkbox"/> Produktparameter, allg.			
	41 <input type="checkbox"/> mechanisch angelaufen				

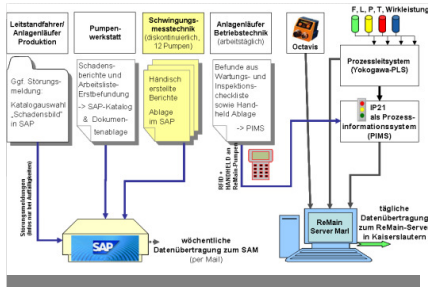
Auftrags-Nr. (intern):	Bau:	Pos:	Name:	Datum:	Fax:
Instandsetzung nach BetrSichV §14 (6) <input type="checkbox"/>			letzte Reparatur dieser Maschine am:		

Version 5 v. 08.03.2002 Seite 1 von 1
© Infracor GmbH 2003

Datenerfassung/Versuchsbetreuung Erstbefundung



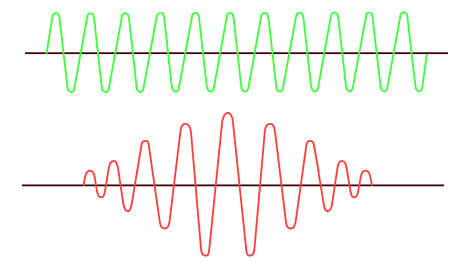
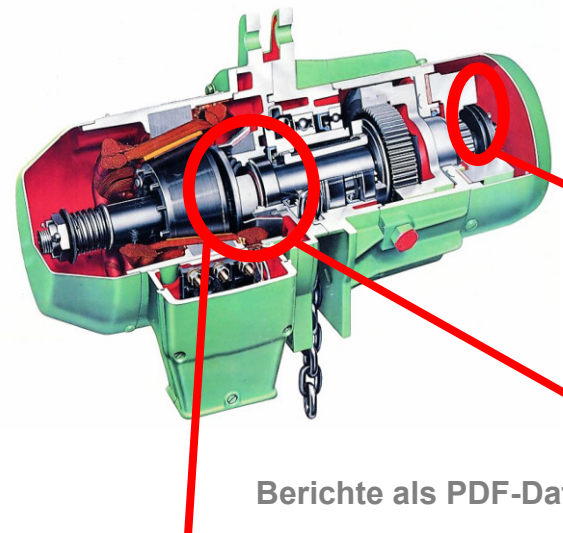
Bauteil	Erstbefundungsmerkmal	Aus- bau	Motiv	Bemerkung
Lager	Laufzeit der Lager	nein	Abschätzung der historischen Belastung	Bei fast jeder Pumpenreparatur werden auch die Lager gewechselt, Analyse der SAP-Aufträge und PIMS-IP 21
Lager	Stillstandszeit des Lagers	nein	Abschätzung der historischen Belastung	
GLRD	Laufzeit der GLRD	nein	Abschätzung der historischen Belastung	Ermittlung durch Analyse der SAP-Aufträge
GLRD	Leckagerate (ml/h)	nein	Feststellen von Vorschädigungen	Wird eine Leckage festgestellt, so erfolgt auch eine zeitnahe Reparatur -> WHG
Laufrad	Laufzeit des Laufzrads	nein	Abschätzung der historischen Belastung	Ermittlung durch Analyse der SAP-Aufträge
Laufrad	Kavitationskrater-Größenverteilung	ja	Feststellen von Vorschädigungen	Diese drei Punkte sollen zukünftig zusätzlich bei der Reparatur von ReMain-Pumpen durchgeführt und im SAP-System dokumentiert werden (ggf. Meßwerte und Fotos).
Laufrad	Anlaufriefen	ja	Feststellen von Vorschädigungen	
Laufrad/ Schleißring	Spaltweite Dichtspalt	ja	Feststellen des Abnutzungsvorrats	
Allgemein	Ggf. Infos über Vorschädigungen und Besonderheiten	nein	Abschätzung der historischen Belastung	Analyse der Reparaturberichte der Pumpen
Allgemein	Anzahl der Pumpenanläufe	nein	Abschätzung der historischen Belastung	Analyse des PIMS-IP 21
Motor	Alter und Einsatzbereich der Motoren	nein	Abschätzung der historischen Belastung	Ermittlung durch Analyse der SAP-Aufträge bzw. Hü-Nr-Datei
Kupplung	Abnutzung der elastischen Pakete in der Kupplung	ja	Feststellen des Abnutzungsvorrats	Beim Austausch und Ausrichtung eines Motors wird auch der Kupplungszustand überprüft und ggf. die elastischen Pakete ersetzt. Erfahrung -> geringer Verschleiß.



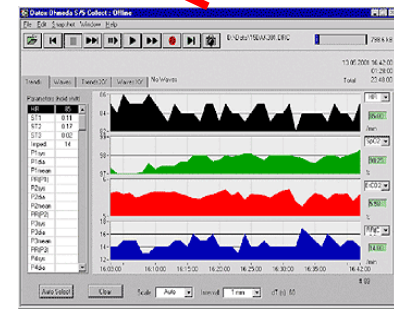
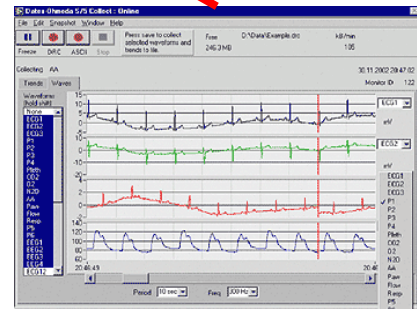
Datenerfassung/Versuchsbetreuung diskontinuierliche Schwingungsmesstechnik



Einbringung der Ergebnisse aus den bisher durchgeführten diskontinuierlichen Schwingungsmessungen an 12 Pumpen in die ReMain-Auswertungen.



Berichte als PDF-Dateien



Versuchspumpen und Datenerfassung Inspektion mit Handheld und RFID - Unterstützung



Arbeitstäbliche, menügeführte Inspektion der Pumpen.
Automatische Identifikation der Pumpe und Speichern von Datum/Uhrzeit.
Daten werden im PIMS archiviert.



Oxidation 06:59

Transponder-ID
001006001029185

Meßstellen-Nummer
P110A2

erkennbare Leckagen

Pumpengehäuse Nein Ja

Gleitringdichtung

Innen Nein Ja
Außen Nein Ja

Öl Nein Ja

Abbrechen OK

Pumpenspezifischer Wartungsplan aus dem BUSU-SAP			
Geräusche	ja	Pumpe	Kavitation
		Kupplung	Vibration
		Motor	
nein			
Thermosyfongefäß	Stand	keine Nachfüllung	
		Nachfüllung 0 - 10 l	
	Druck	Werteingabe 0 - 10 bar	
Temperatur	Werteingabe 0 - 100 °C		
erkennbare Leckagen	ja	Pumpengehäuse	
		Gleitringdichtung	Innen
			Außen
nein			
erkennbare Schwingungen	ja	Pumpe	
		Motor	
nein			

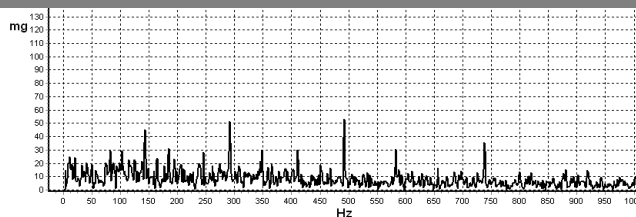
Versuchspumpen und Datenerfassung OCTAVIS Schwingungssensor



Auf dem Pumpengehäuse wurden die metallischen Träger für die OCTAVIS-Schwingungsaufnehmer, aufgeklebt.



Diagnoseobjekt	Bezeichnung (Verfahren)	Bereich	Symptomatisch für
Objekt1	Subharmonisch (H-FFT)	$0,4 - 0,6 \times f_n$	Kavitation
Objekt2	Drehfrequenz (FFT)	$1,0 \times f_n$	Unwucht, Ausrichtung
Objekt3	Harmonische (FFT)	$2,0 - 10,0 \times f_n$	Spiel, Ausrichtung, Anstreifen
Objekt4	Drehfrequenz (H-FFT)	$Z \times f_n$	Schaufelklang / Anstreifen
Objekt5	ungerade Harmonische (H-FFT)	$3,5 - 9,5 \times f_n$	Lagerzustand
Pegelmessung			
Pegel 1	Peak_max a_peak	0 - 6000 Hz	Mechanische Störungen (hochfrequent)
Pegel 2	Betragsmittelwert a_	0 - 6000 Hz	Mechanische Störungen (hochfrequent)
Pegel 3	v_eff	10 - 1000 Hz	Mittlere Maschinengesamtschwingung (tiefrequent)



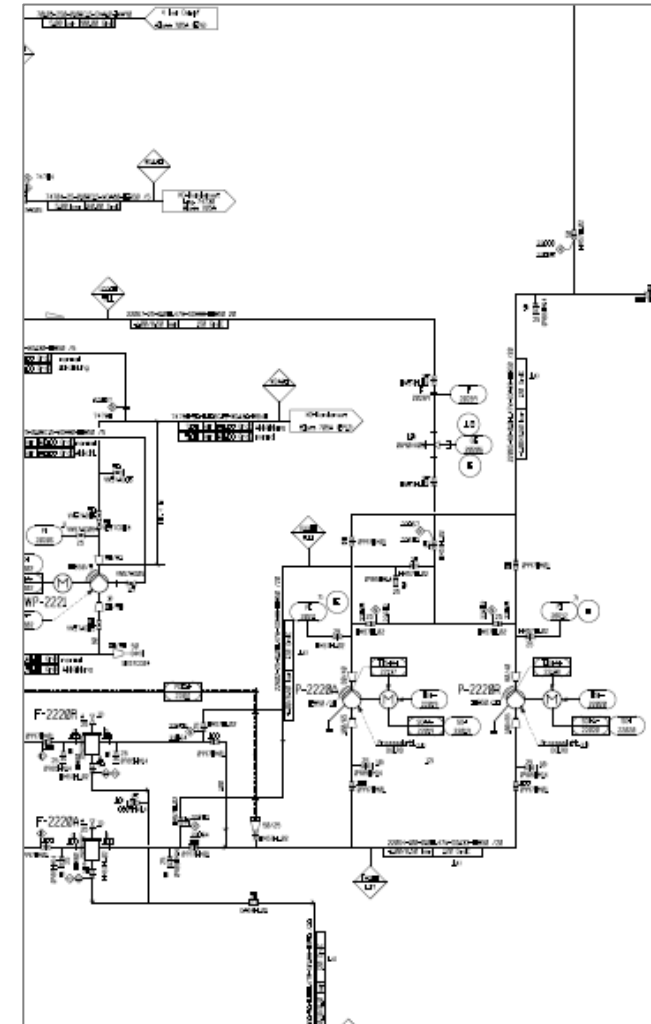
Die Messsignale der 100 OCTAVIS werden direkt zum ReMain-Server übertragen (RS 485 -> Profibus Slaves -> Profibus DP zum OPC Server/Client).

Zusammenstellung der relevanten Daten Pumpenakte I



Archivierte Daten und Informationen

- Fotos
(Pumpe, Motor, Octavis)
- R&I-Fließbilder
- Datenblätter zur technischen Spezifikation
(Pumpen-, Verfahrens-, Auslegungsdaten etc.)
- Kennlinien
(Pumpen-, NPSH- und Wirkleistungskennlinie)
- EMR-Daten- und Geräteblätter
(der bereits vorhandenen und nachzurüstenden Messtechnik)
- Sonstige technische Unterlagen
(GLRD, Thermosiphonbehälter etc.)



2010-04-29 ReMain Abschluss Teil 1 Seite 32



Zusammenstellung der relevanten Daten Pumpenakte II

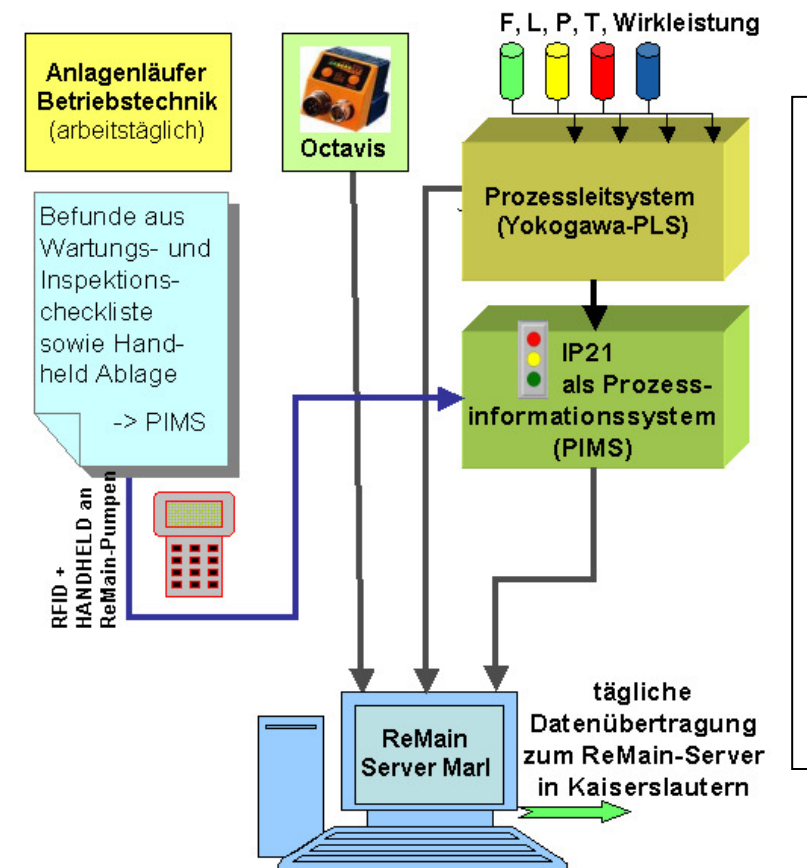


Kriterien der Excel-Pumpenliste

- ➔ Allgemeine Pumpendaten
(Hersteller, Pumpentyp, Baugröße, Lagertyp etc.)
- ➔ Anlagendaten
(Bezeichnung technisches Objekt, Standort etc.)
- ➔ Produktdaten
(Medium, Dichte, Dampfdruckkurve etc.)
- ➔ Instrumentierung
(Durchfluss, Druck, Temperatur, Wirkleistung etc.)
- ➔ Lebensdauerakte
(Pumpenstarts, Pumpenstops etc.)
- ➔ Motordaten, technische Spezifikationen etc.

1	Technische Identr.	Anzahl	Anlagendaten		
			Bezeichnung technisches Objekt	Technischer Platz	Standort
2					
3					
4	P-110A	1	Sumpfpumpe P-110 A	15-0100-0110-F0110	886
5	P-110A2	1	Sumpfpumpe P-110 A2	15-2100-0119-F0119	890
6	P-140	1	Sumpfpumpe P-140	15-2100-0122-F0122	885
7	P-201A	1	AS-Tagespumpe P-201 A (ex P-301A)	15-0800-216 A-F0216A	9085
8	P-203	1	Fehlchargenpumpe	15-0900-0216B-F0216B	9085
9	P-204	1	Fehlchargenpumpe	15-0920-0242-F0242	9081
10	P-208R	1	Abwasserpumpe	15-0800-0247-F0247	9081
11	P-210A	1	Sumpfpumpe P-210 A	15-0200-0201-F0201	885
12	P-210A2	1	Sumpfpumpe P-210 A2	15-2200-0221-F0221	889
13	P-211A	1	Prozesswasserpumpe P-211 A	15-0200-202B-F0202B	885
14	P-211A2	1	Prozesswasserpumpe P-211 A2	15-2200-0223-F0223	889
15	P-212A	1	Rücklaufpumpe P-212 A	15-0200-202B-F0202B	885
16	P-212A2	1	Rücklaufpumpe P-212 A2	15-2200-0223-F0223	889
17	P-215A	1	AS / Inhibitor	15-0200-0210-F0210	885
18	P-220A	1	Sumpfpumpe P-220 A (alt)	15-0200-0203-F0203	885
19	P-221A	1	Rücklaufpumpe P-221 A	15-RESE	885
20	P-223A	1	Zirkulationspumpe P-223 A	15-0200-0203-F0203	885
21	P-230A	1	Sumpfpumpe P-230 A	15-0200-0206-F0206	885
22	P-231A	1	Rücklaufpumpe P-231 A	15-0200-0207-F0207	885
23	P-232A	1	Zirkulationspumpe P-232 A	15-0200-0205-F0205	885
24	P-233A	1	Zirkulationspumpe P-233 A	15-0200-0205-F0205	885
25	P-234A	1	AS-Pumpe P-234 A	15-0200-0207-F0207	885
26	P-236A	1	Rückstandpumpe P-236 A	15-0200-202C-F0202C	885
27	P-241A	1	Pumpe P-241 A	15-0200-0208-F0208	885
28	P-260A	1	Sumpfpumpe P-260 A	15-0250-0213-F0213	885
29	P-261A	1	Rücklaufpumpe	15-0250-214 A-F0214A	885
30	P-263A	1	Zirkulationspumpe P-263 A (alt)	15-RESE	885
31	P-401A	1	BA-Fehlchargenpumpe P-401 A	15-0850-0416-F0416	9085
32	P-410A	1	Umwälzpumpe P-410 A	15-0400-401B-F0401B	885
33	P-411A	1	Rücklaufpumpe P-411 A	15-0400-404 A-F0404 A	885
34	P-412A	1	Prozessabwasserpumpe P-412 A	15-0400-404 A-F0404 A	885
35	P-413A	1	Buglageplat-Pumpe P-413 A	15-0400-0402-F0402	885
36	P-425A	1	Speisepumpe P-425 A	15-0400-0403-F0403	885
37	P-426A	1	BA-Pumpe P-426 A	15-0400-0406-F0406	885
38	P-427A	1	NACH-Pumpe P-427 A	15-0850-0416-F0416	9085
39	P-428A	1	Sumpfpumpe P-428 A	15-0400-0406-F0406	885
40	P-440A	1	Sumpfpumpe P-440 A	15-0400-0407-F0407	885
41	P-441A	1	Rücklaufpumpe P-441 A	15-0400-0408-F0408	885
42	P-443A	1	Zirkulationspumpe P-443 A	15-0400-0407-F0407	885
43	P-450A	1	Sumpfpumpe P-450 A	15-0400-0409-F0409	885
44	P-451A	1	Rücklaufpumpe P-451 A	15-0400-410 A-F0410A	885
45	P-453A	1	Zirkulationspumpe P-453 A	15-0400-0409-F0409	885
46	P-464A	1	Produktpumpe P-464 A	15-0400-0411-F0411	885
47	P-601ER	1	Abwasserpumpe P-601 ER (ex P-202R)	15-0350-0217-F0217	9085
48	P-602A	1	Rückstandpumpe	15-0600-602C-F0202C	890
49	P-603A	1	Pumpe P-603 A	15-0850-602B-F0202B	890
50	P-603B	1	Pumpe P-603 B (ex P601A)	15-0850-602 A-F0202 A	890
51	P-604	1	Rückstandpumpe	15-0600-602C-F0202C	890
52	P-605A	1	Rückstandpumpe P-605A	15-0600-602C-F0202C	890
53	P-611A	1	Pumpe P-611 A	15-0600-601A-F0601A	885
54	P-612	1	Überschneidpumpe	15-0600-601A-F0601A	885
55	P-619	1	Oberflächenwasserpumpe P-619	15-0600-0650-F0650	885
56	P-651A2	1	Abwasserpumpe P-651 A2	15-2600-0644-F0644	9089
57	P-652A2	1	Abwasser-Pumpe P-652 A2	15-2600-0645-F0645	9089
58	P-653A	1	Zirkulationspumpe P-653 A	15-0600-0654-F0654	890



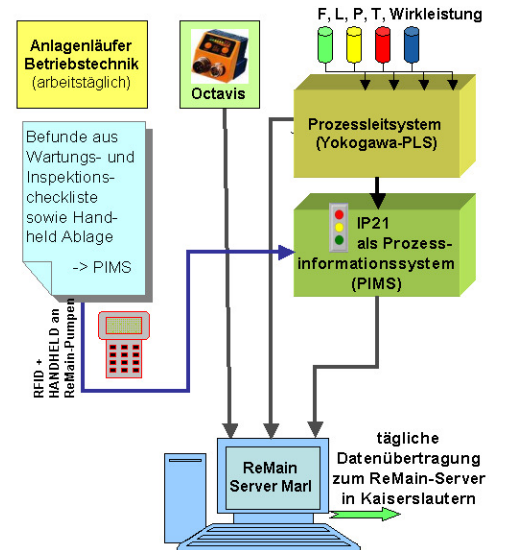


- **Ocatvis-Werte**
 - Taktung 10 sekundlich
 - über Profibus-Ethernet-Gateway
 - mittels Profibus-OPC-Server
 - in entsprechende Datenbankstruktur geschrieben

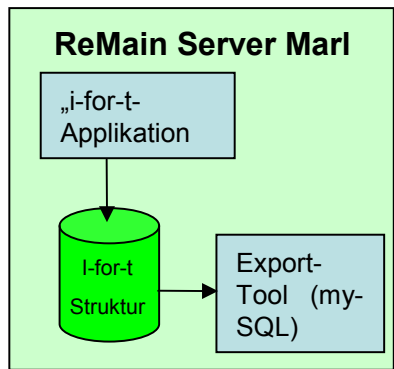
- **Prozess-Werte**
 - Taktung 10 sekundlich
 - mittels IP21-OPC-Server
 - in entsprechende Datenbankstruktur geschrieben

Datenbasis

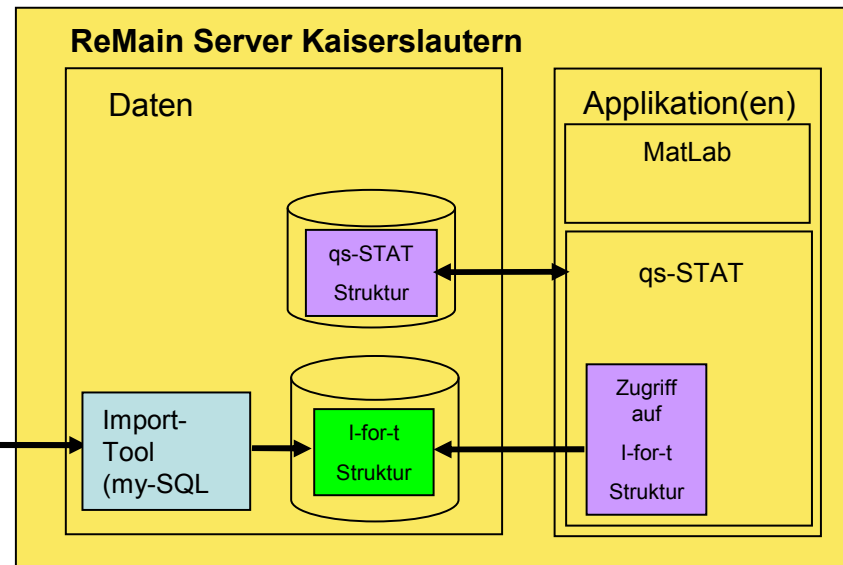
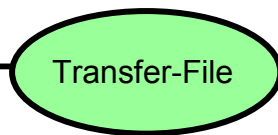
Daten / Infrastruktur auf Server beim SAM (Kaiserslautern)



- 8,6 Millionen Datensätze pro Tag
- Spiegelung der Urwerte in identische DB-Strukturen (wie in Marl)
- Aufbereitung und Zusammenführen der Prozess- und Octavisdaten zur Optimierung der Zugriffszeiten
- Plausibilitätsprüfung (Wertebereiche, usw.)



My-SQL Datenbank in Marl



My-SQL (Urwerte aus Marl) und MS-SQL Datenbank (für späteres Ablegen der qs-STAT Daten) in Kaiserslautern

Prüfung auf:

- technische Plausibilität
 - Grenzen abgeleitet aus der Baugröße (z.B.: $Q < Q_{\max}$)
 - Grenzen abgeleitet aus den Sensorspezifikationen (z.B.: $P < P_{\max}$)

- physikalische Plausibilität
 - Wirkungsgrad (z.B.: $\eta_{\text{gr}} < 0.8$)

- Plausibilität der Beziehungen physikalischer Größen
 - Kennlinie $\{H, Q\}$
(z.B.: Abweichung zwischen $\{H_{\text{berech}}, Q_{\text{mess}}\}$ und $\{H, Q\}$)

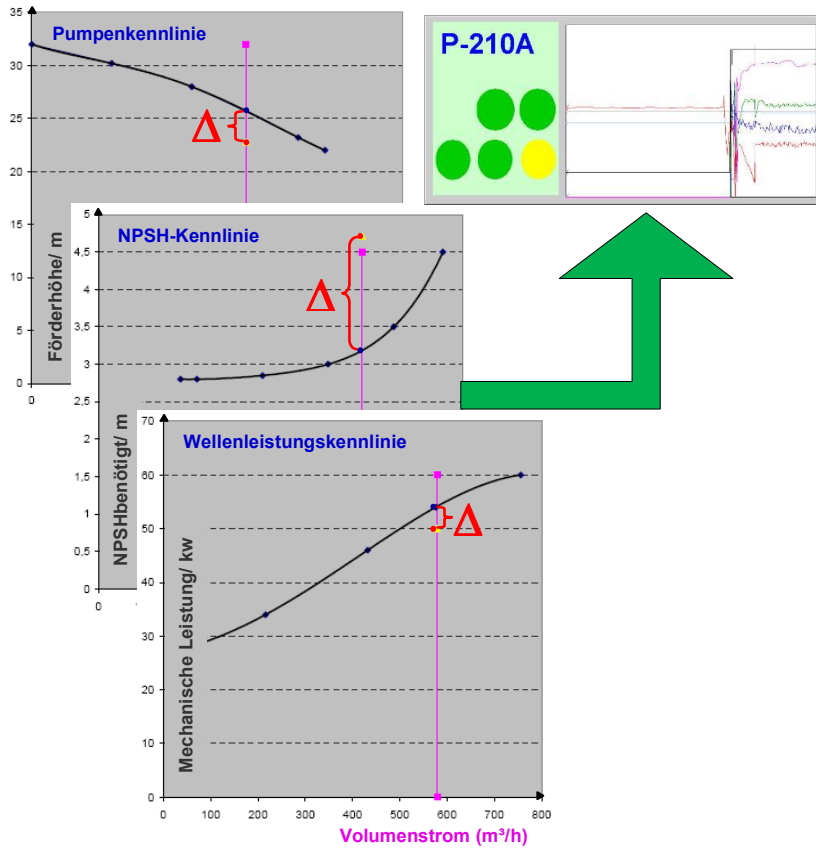
Analysewerkzeuge zur Datenauswertung



PIMS

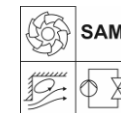
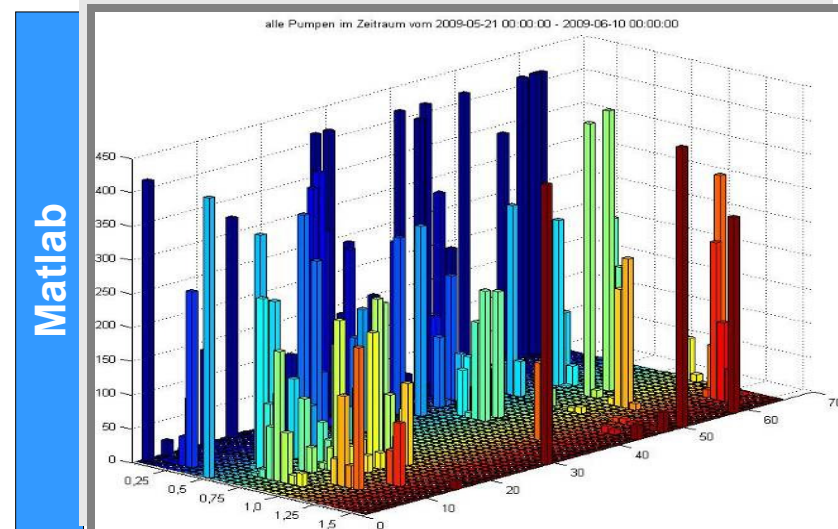
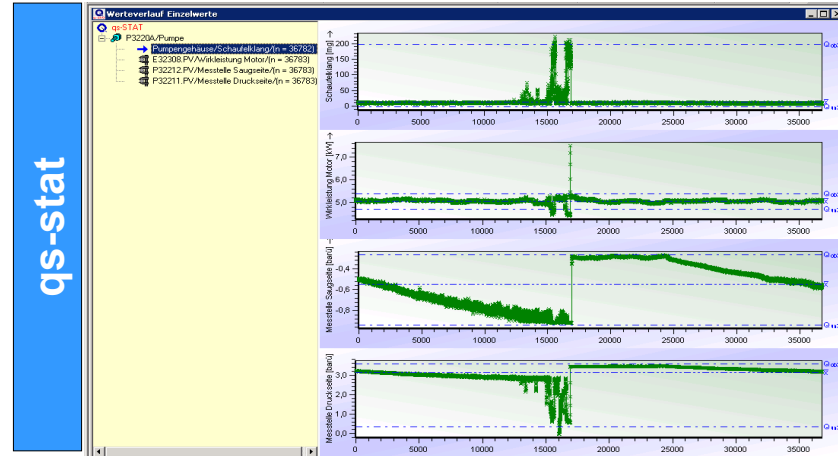
← online

→ offline



❖ kontinuierlicher Soll/Ist-Vergleich

❖ einfache Visualisierung über Ampelfunktion (grün/gelb/rot)



Agenda

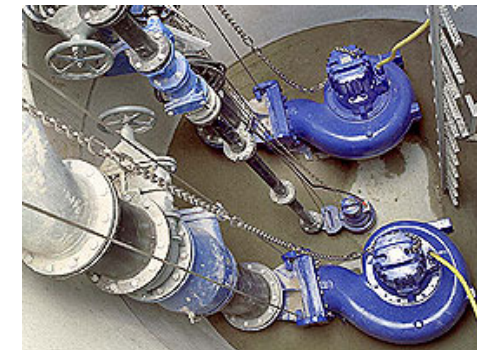
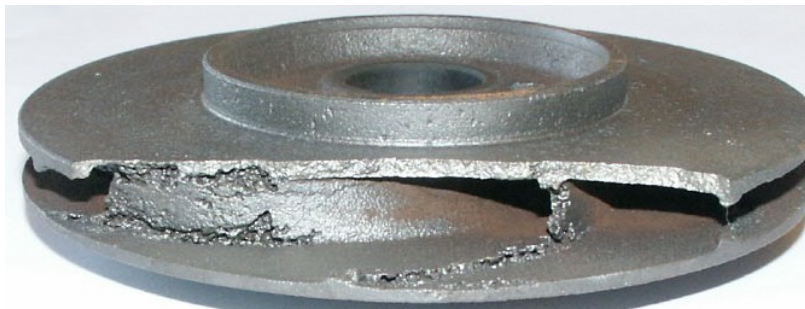


Überblick und Einführung

- I. Problemlage und Handlungsbedarf
- II. Projektpartner und erweiterter Arbeitskreis
- III. Problemlösungsansatz
- IV. Vorgehensweise
- V. Projektverlauf**

Details und Ergebnisse aus den Arbeitspaketen

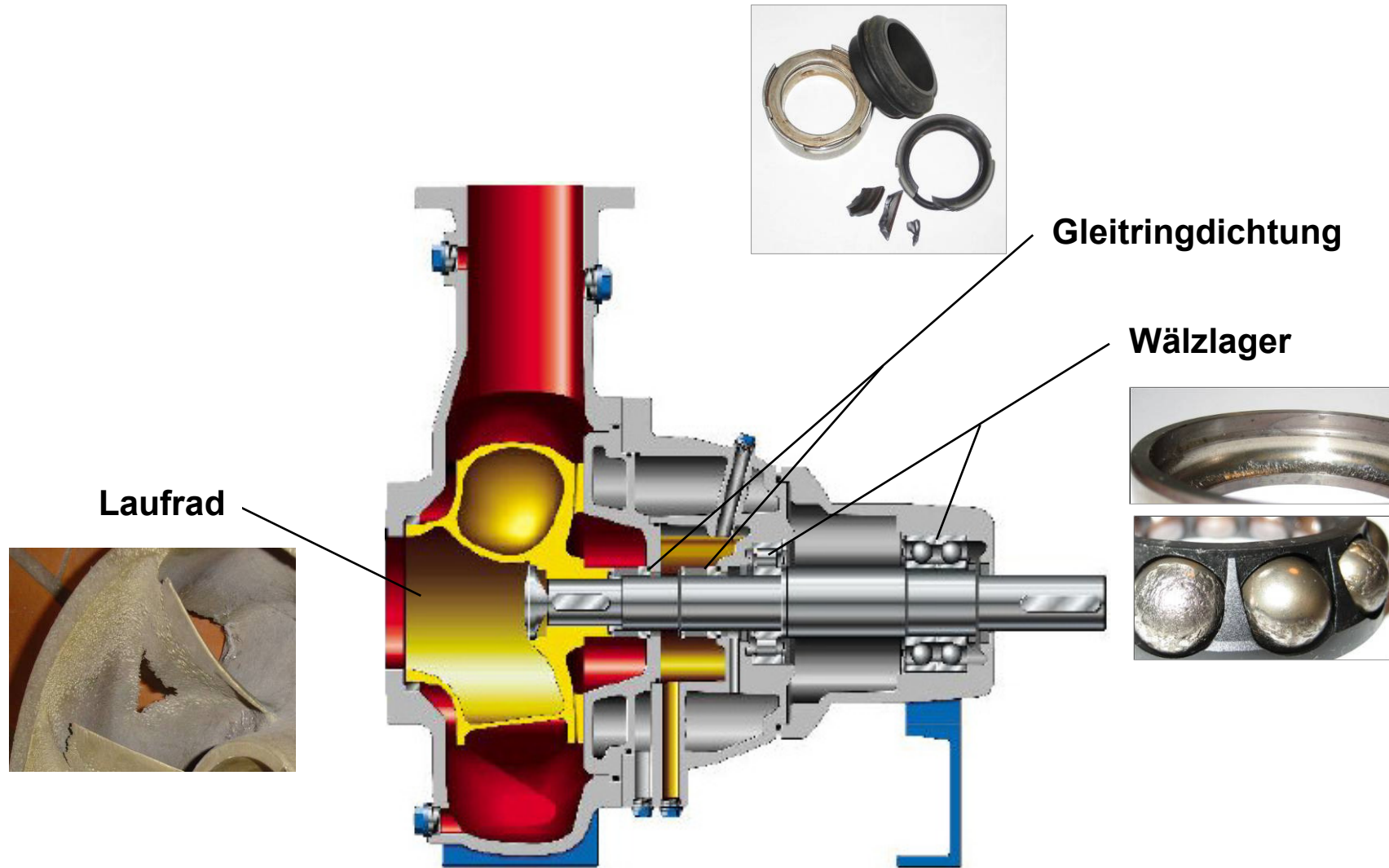
Umsetzung in der Instandhaltung und allgemeine Empfehlungen



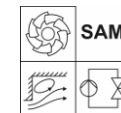
2010-04-29 ReMain Abschluss Teil 1 Seite 38



Relevante Bauteile gemäß Betreiberumfrage



2010-04-29 ReMain Abschluss Teil 1 Seite 39



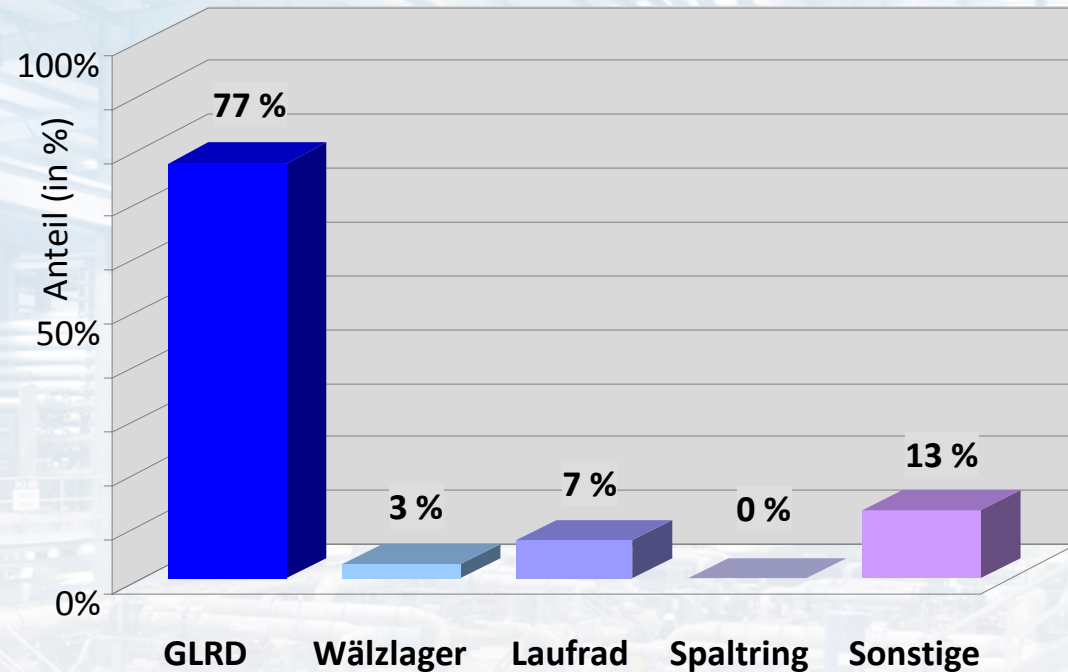
Historie der Versuchspumpen

Schadteile aus Analyse der Lebenslaufakten



- Sehr hohe Anzahl von **GLRD-Ausfällen** (analog zu den Ergebnissen der Betreiberumfrage).
- Alle anderen relevanten Bauteile fallen in der Versuchsanlage (Acrylsäureanlage) im Vergleich seltener aus

Ausfallverursachende Pumpenbauteile



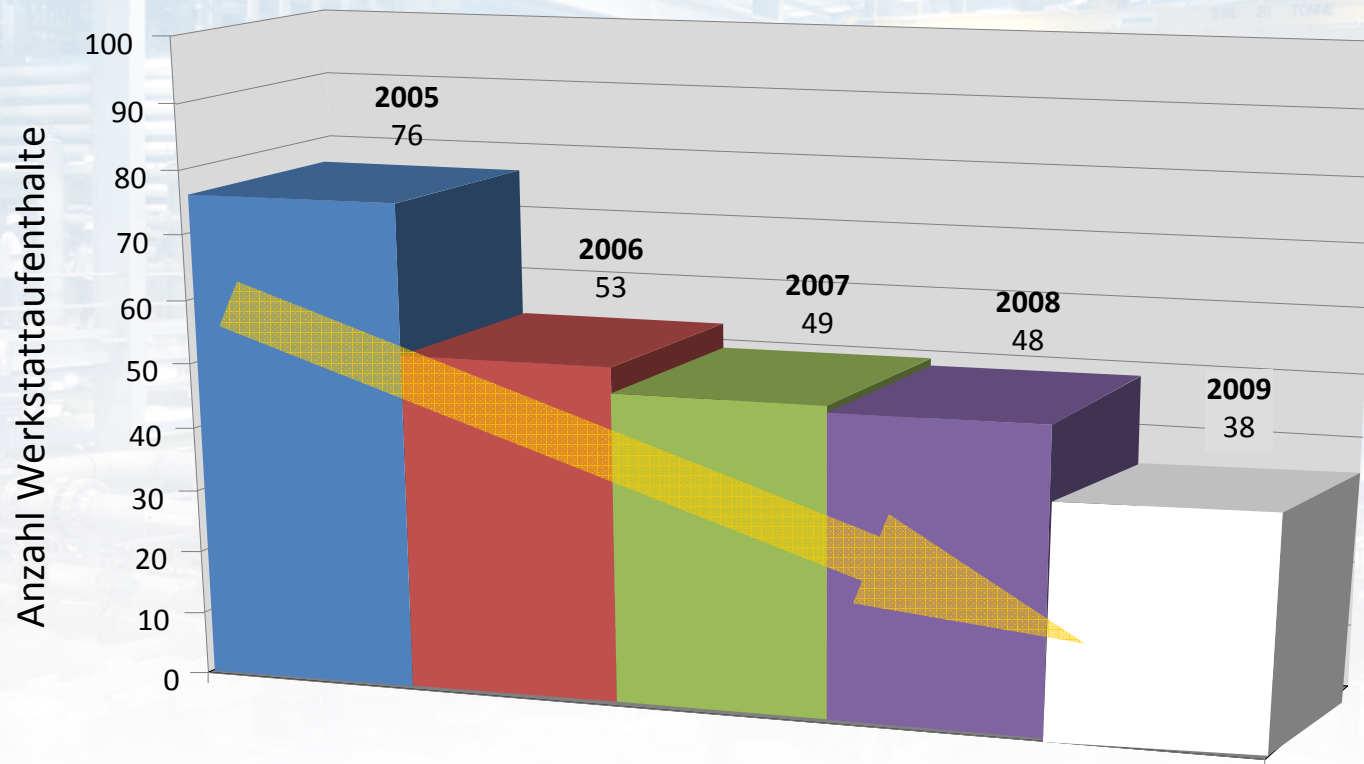
Basis: Werkstattberichte Januar 2005 – Oktober 2008



Schäden an den Versuchspumpen im Projektzeitraum



Durch Verbesserungen in der Anlage ist die Anzahl der Ausfälle über die Projektlaufzeit kontinuierlich gesunken.



Die Anzahl sonstiger Schäden ist nicht ausreichend, um in der verbleibenden Projektlaufzeit statistische Zusammenhänge zwischen Belastungen und Restlebensdauern herzustellen.

Maßnahmen

- Einbindung der Fa. EagleBurgmann als Kompetenzträger für GLRD in das ReMain-Projekt ab April 2009
- Die Modellentwicklung konzentriert sich in der verbleibenden Projektlaufzeit auf theoretische bzw. physikalische Modelle anstelle statistischer Modelle.
- kostenneutrale Verlängerung der Projektlaufzeit um 7 Monate

Analyse der Messdaten aus Marl

1. Robuste Diagnoseverfahren basierend auf

- Indikatormerkmalen für den Betriebszustand als Belastungsgröße von Bauteilen
- Indikatormerkmalen für die Vorschädigung von Bauteilen

unter Berücksichtigung der Exemplarstreuung und der Variation von Prozess- und Betriebsparametern sowie Einfluss von Randbedingungen (Temperatur, Medien)

→ Eingangsgröße für Prognosemodell

2. Übertragung von Phänomenen auf Pumpen anderer Größe / Bauweise

→ Anwendbarkeit von Diagnose / Prognose auf Baureihen ohne Einzelbetrachtung

3. Über betrachtete Ausfälle (teil-)validierte Prognosemodelle für GLRD

Im Rahmen des ReMain-Projektes werden Versuchsreihen zur Ermittlung des Ausfallverhaltens von Pumpen bei SAM in Kaiserlautern durchgeführt.

I. Auswirkung der hydraulischen
Störung Kavitation auf das
Betriebsverhalten
der Gleitringdichtung

II. Auswirkung der mechanischen
Störung Lagerschaden auf das
Betriebsverhalten
der Gleitringdichtungen



Agenda



Überblick und Einführung

Details und Ergebnisse aus den Arbeitspaketen

I. Analyse der Betriebsweise

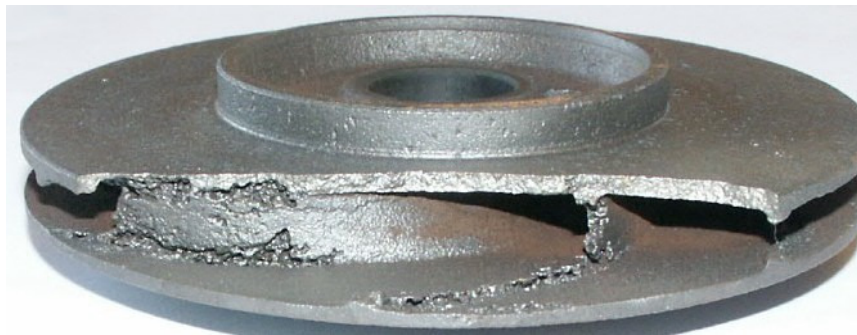
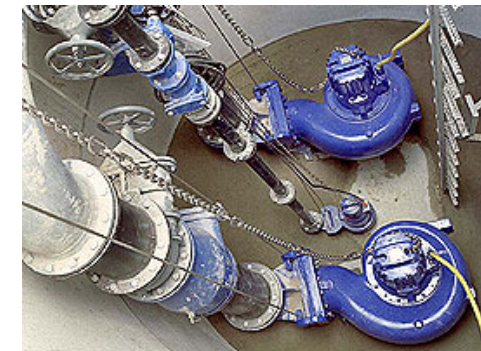
Teil 1 : Allgemeine Darstellung

Teil 2 : Vergleichende Gegenüberstellung

II. Analyse von Ausfällen ausgewählter Pumpen

III. Programmierung eines Diagnosewerkzeugs im Prozessinformationsmanagementsystem

Umsetzung in der Instandhaltung und allgemeine Empfehlungen



2010-04-29 ReMain Abschluss Teil 1 Seite 45

