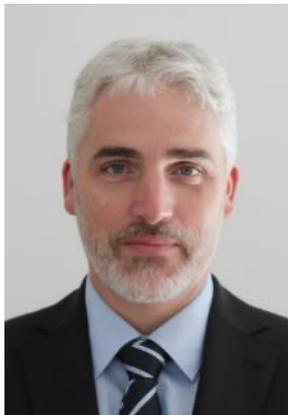


Störungsarmer Betrieb von Pumpwerken

Praktiker Konferenz Graz 2024



Dipl. Ing. Horst Baxpehler

Fachbereichsleiter Kanalisation /
Zentraler Service

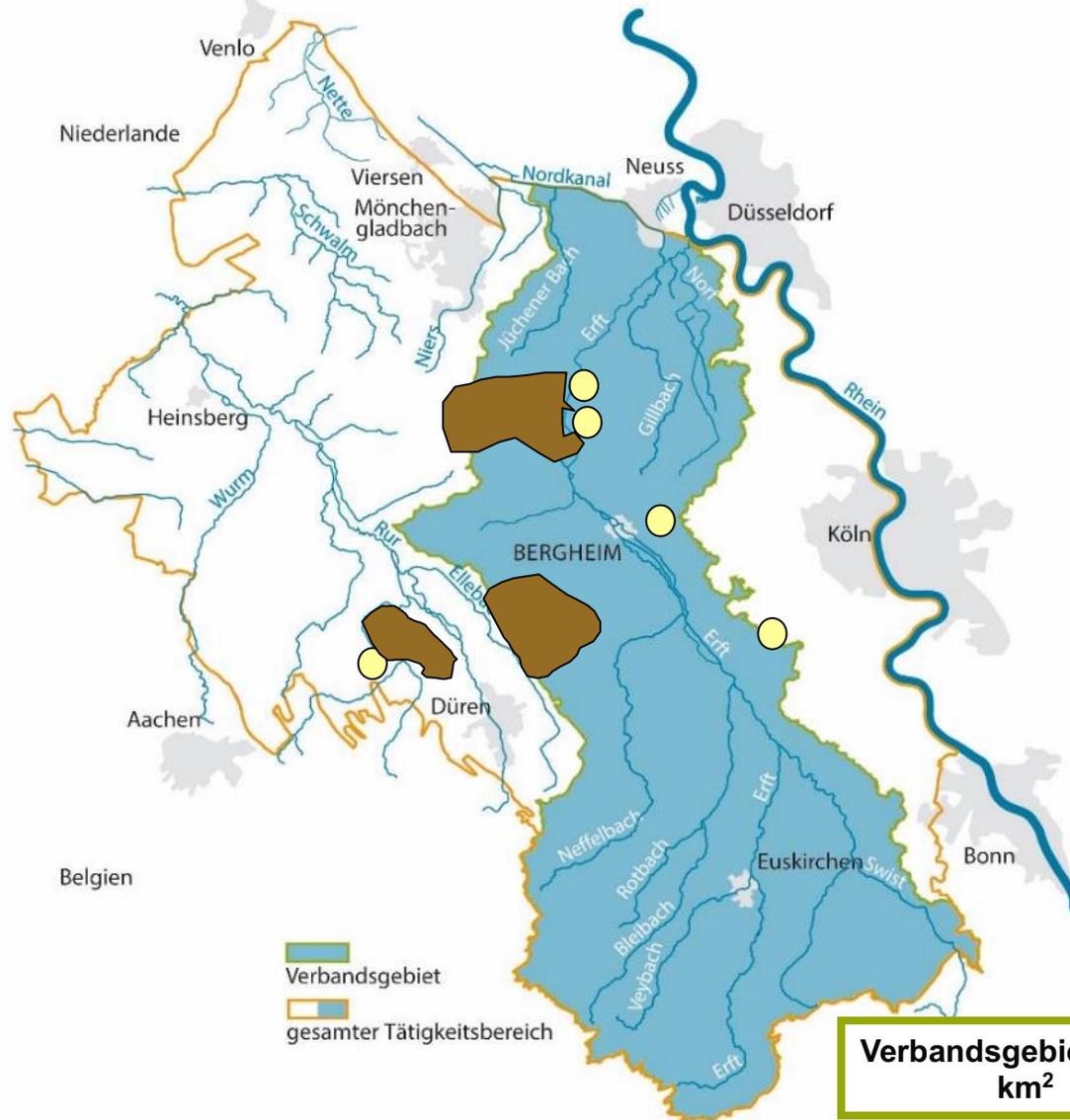
Erftverband

Bergheim

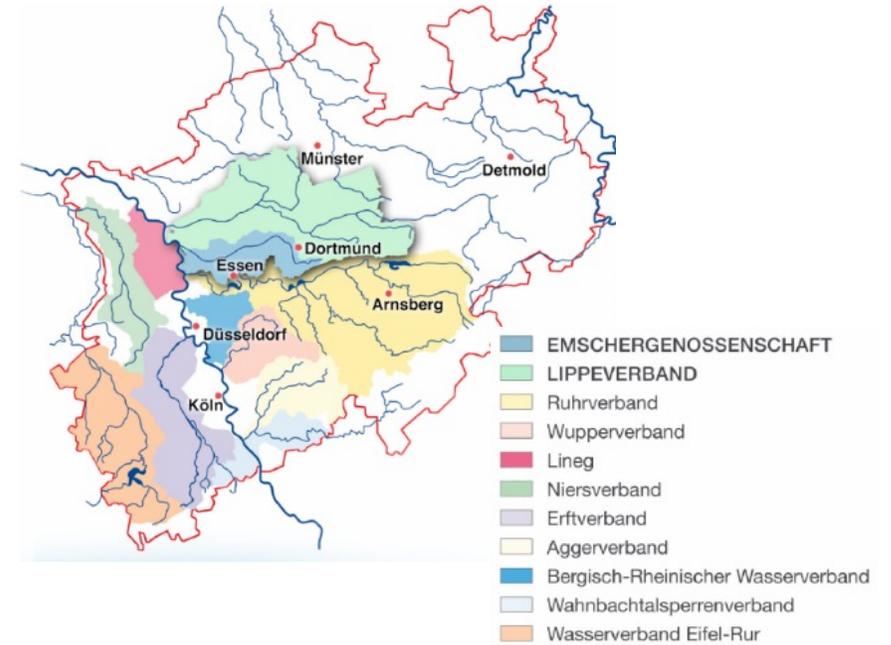
horst.baxpehler@erftverband.de

+49 2271 88 1157

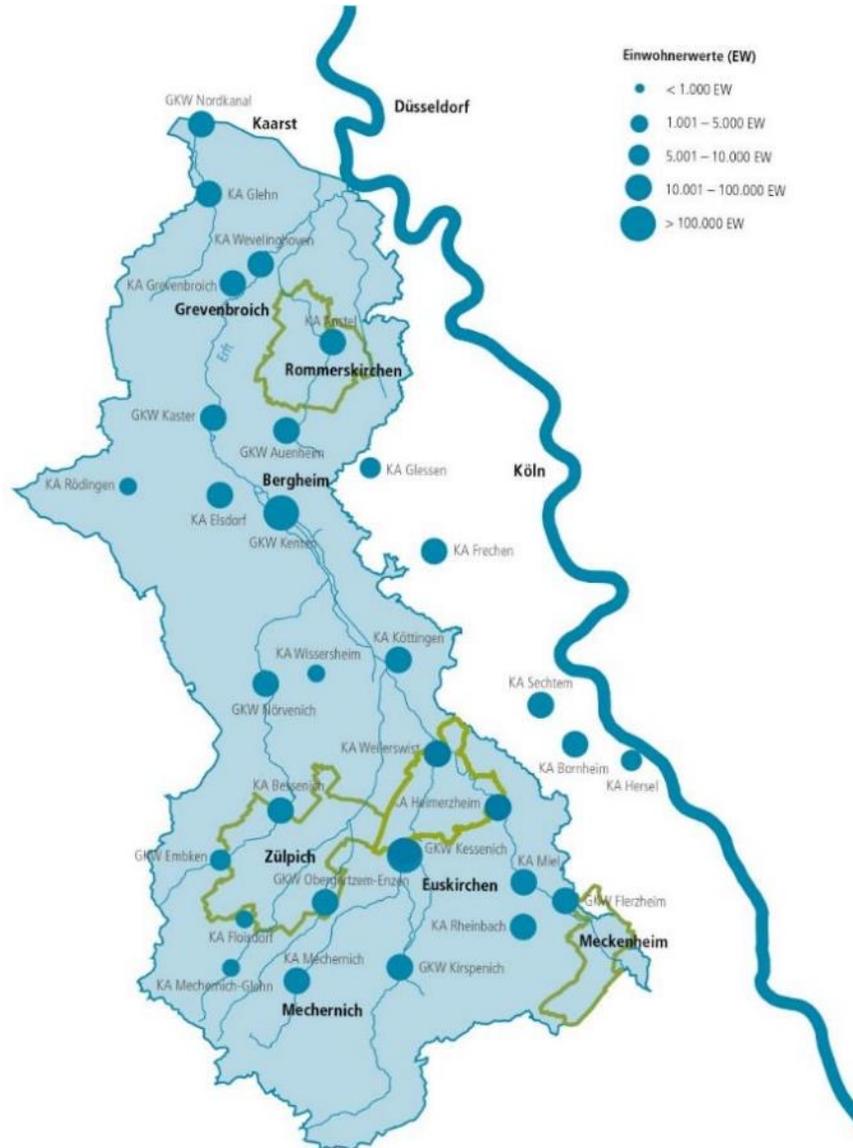
Tätigkeitsbereich 4.200 km²



Verbandsgebiet 1.900 km²



Abwasseranlagen des Erftverbands



- 29 Kläranlagen
- 149 Pumpwerke
- 450 Regenbeckenanlagen
- 760.000 m³ Regenbeckenvolumen
- 4 kommunale Kanalnetze
- 930 km Kanalisation

Sind Feuchttücher das Problem bei der Betriebssicherheit?

These:

Verstopfungen an und in Pumpen mit Feuchttüchern sind ein deutlicher Hinweis auf verschiedene Probleme bei der Abwasserförderung:

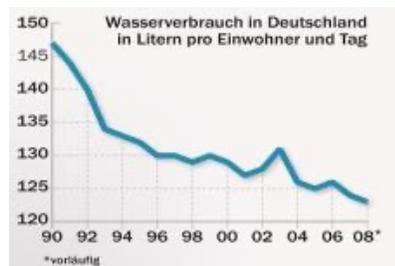
- Anströmung
- Druckleitung
- Schaltpunkte
- Pumpenauswahl
- Verschleiß
- Reinigung (Schwimmdecke, Ablagerungen...)

Einzelne Aspekte oder eine Kombination derer!

Pumpwerksrichtlinie 2012 - 2014

Veranlassung

- Geruchsprobleme/Korrosion
- Masterplan Abwasser Erftverband 2030
- Reduzierung von 40 auf 20 Kläranlagen
- Schwierigkeiten bei diversen bestehenden Pumpwerken mit Verstopfungen
- steigende Zahl Feuchttücher
- sinkender spezifischer Wasserverbrauch



Pumpwerksrichtlinie

Ziele:

- Vorgaben für Planende (Ing., Ausrüster, Lieferanten..)
- Maximierung der Förder- und Betriebssicherheit
- Kostengünstiger Bau und Betrieb
- Vermeidung von Geruchsemissionen und Korrosion
- Arbeitshilfe Betrieb
- Arbeitshilfe Optimierung



Arbeitsgruppe Erftverband:

Planung, Bau, Betrieb

Ing.-Büro

Ausrüster: Wilo, Airvalve



Betrachtung Gesamtsystem Pumpstation

Typ, Laufrad, Drehzahl
Größe
Betriebspunkt ...



Pumpe



Druckrohr
Material
Geschwindigkeit
Armaturen

Transport

Steuerung

Schaltpunkte
Automatisierung
Frequenz ...



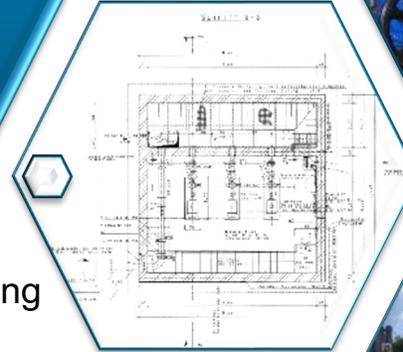
Bauwerk



Abwasser

Sand, Kies ...
Faserstoffe
Gasgehalt, Fäulnis?
pH-Wert ...

Art der Aufstellung
Größe
Geometrie
Anströmung
Stör- oder Strömungskontur



Unterhaltung

Reinigung
Optimierung



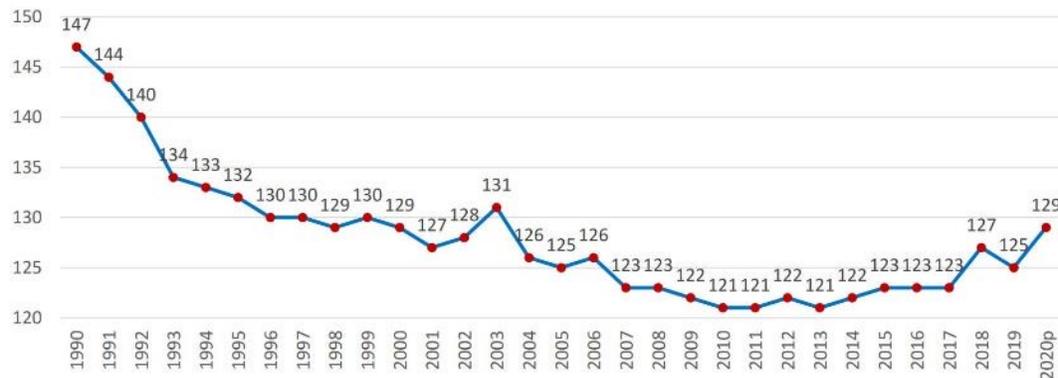
Abwasser

Abwasser



bdeu
Energie. Wasser. Leben.

Entwicklung des personenbezogenen Wassergebrauches - in Liter/Einwohner/Tag, Deutschland



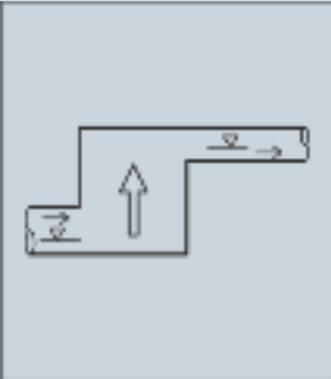
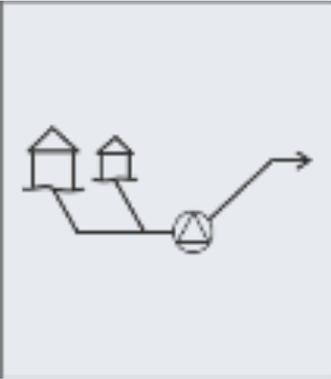
Quelle: BDEW-Wasserstatistik, bezogen auf Haushalte und Kleingewerbe (HuK); Grundlage: Einwohnerdaten auf Basis Zensus 2011, p=vorläufig

- 0,0025 ppm: Geruchsschwellenwert
- 5 ppm: Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)
- ab 20 ppm: Hornhautschäden bei längerer Einwirkung
- ≈ 100 ppm: Reizung der Schleimhäute an Auge und Atemwege, Speichelfluss, Hustenreiz
- > 200 ppm: Kopfschmerz, Atembeschwerden
- **> 250 ppm: Betäubung der Geruchsrezeptoren**
- ≈ 1.000 ppm: lebensgefährlich in wenigen Minuten
- ≈ 5.000 ppm: tödlich in wenigen Sekunden



Anwendungsfälle diverser Pumpwerksarten



Anwendungsfall	Q Förder- volumen	Druckleitung	Symbol	Primärauswahl	Alternativauswahl
Hebewerk (überdrucklose Förderung)	Ohne Begrenzung	ohne		Schnecken- pumpwerk	Kreiselpumpen Trocken- oder Nassaufstellung (Rohrschacht- oder Propeller-Pumpen für sehr große, kurzzeitige Förderung)
Kleinstpumpwerk (z. B. Haus-anschluss, i. d. R. Schmutzwasser)	< ca. 5 l/s	ca. 1,0 km		Nass aufgestellte Pumpen mit Schneidwerk außen	Feststofftrennsystem (ab ca. 100 Einwohner)

Anwendungsfälle diverser Pumpwerksarten

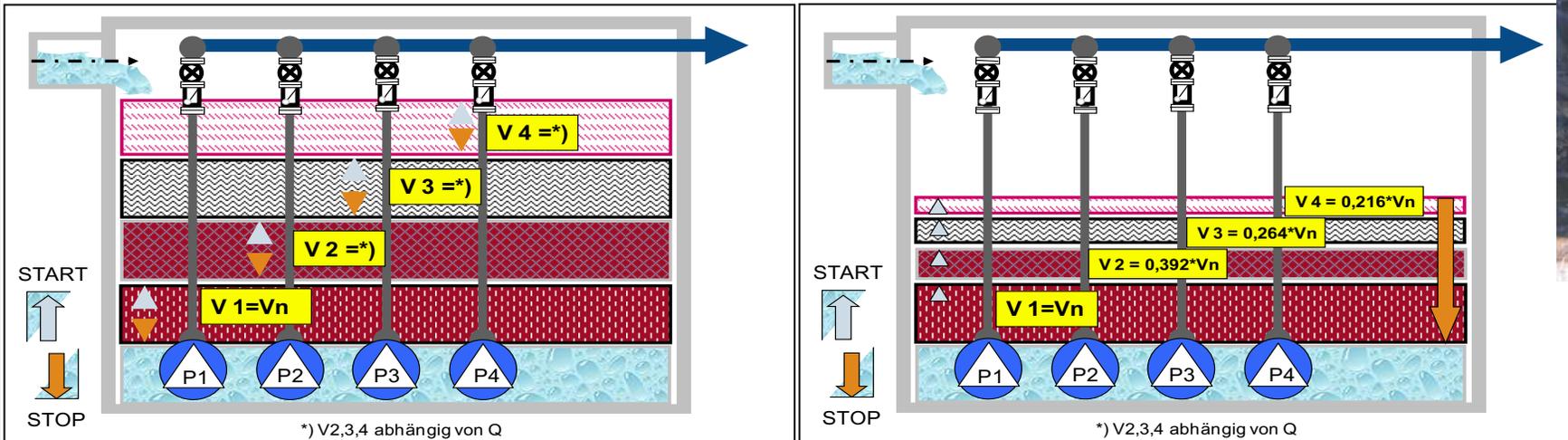


Anwendungsfall	Q Förder- volumen	Druckleitung	Symbol	Primärauswahl	Alternativauswahl
Pumpwerk mit kleiner Leistung und Druckleitung	< ca. 20 l/s	< 2,0 km		Nass aufgestellte Kreiselpumpen	Feststofftrennsystem oder trocken aufgestellte Kreiselpumpen
Pumpwerk mit mittlerer Leistung und Druckleitung	ca. 20 bis 50 l/s	>0,5 km		Trocken aufgestellte Kreiselpumpen	Nass aufgestellte Kreiselpumpen oder Feststofftrennsystem
Pumpwerk mit großer Leistung und Druckleitung	≥ 50 l/s	>0,5 km		Trocken aufgestellte Kreiselpumpen	Nass aufgestellte Kreiselpumpen

Saugraum / Pumpensumpf

Auslegung des Pumpensumpfs:

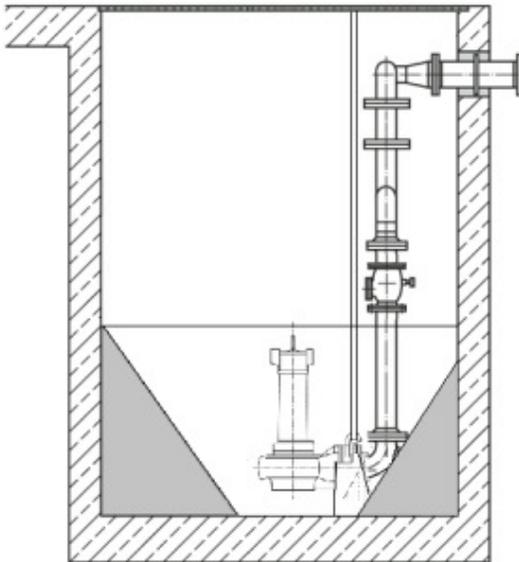
- Minimale und maximale Belastung beachten
- Schalthäufigkeit der Pumpen:
 - mindestens 10 pro Stunde bis 20 pro Stunde (alle 3 – 6 Minuten ein Schaltvorgang!)



Saugraum / Pumpensumpf

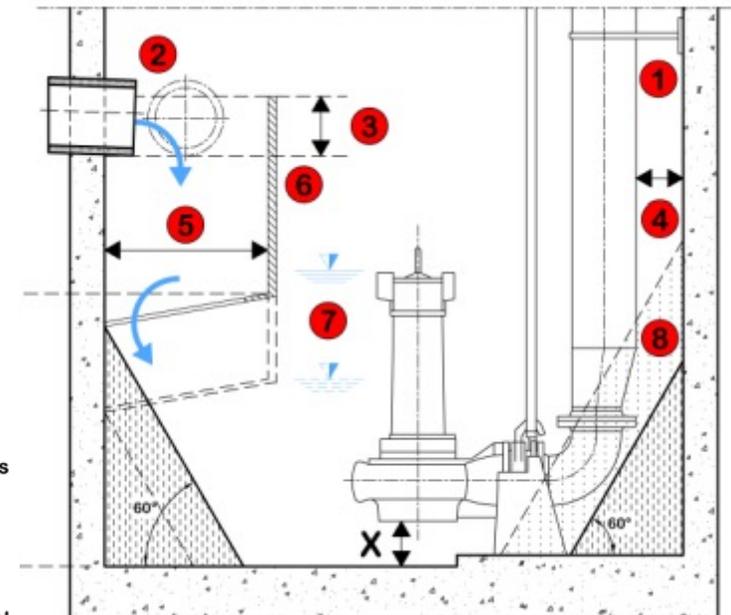
Formgebung:

- Toträume vermeiden, Spätestens im Betrieb die Bereiche ausprofilieren, die sich mit Sand belegen!
- Vouten $\geq 45^\circ$
- Tangentiale Anströmung
- innenliegender Absturz
- kein Rückstau bei TW-Betrieb in Zulaufrohr/Kanal



Legende

- | | |
|--|---|
| 1. Befestigung Druckleitung | 7. Mindestwasserspiegel für Betriebszustand (pumpentypabhängig) |
| 2. Zulauf vorne/seitlich | 8. Alternative Voute zur Reduzierung des Totraumes der Pumpe |
| 3. Mindestens 3/4 des Zulaufstutzens | X = Mindestabstand entspricht Durchmesser des Druckstutzens der Pumpe |
| 4. Wandabstand minimieren, abhängig von Material, Druckstufe, Bogenradius, Bogenart usw. | H = unter Mindestwasserspiegel |
| 5. Mindestens 25% größer als Zulauf | |
| 6. Prallwand | |



Beispiel: Pumpensumpf, altes Schneckenpumpwerk

Bauwerk



Lufteintrag vermeiden?!

- Vorteil: Gute Vermischung, Auffrischung des Abwassers
- Nachteile:
 - Lufteintrag mit den Potenzialen: geringere Fördermenge da Luft mitgefördert wird
 - Luftblasen im Abwasser führen zu Kavitationsähnlichen Vorgängen – Zerstörung des Laufrades und der Hydraulik
 - Aufschwimmen von Grobstoffen und Fetten – Schwimmdeckenbildung in den beruhigten Bereichen
 - Geruchsentwicklung



3 Wochen später ...

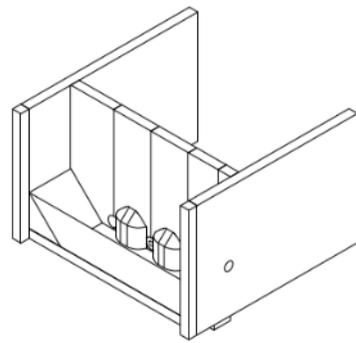
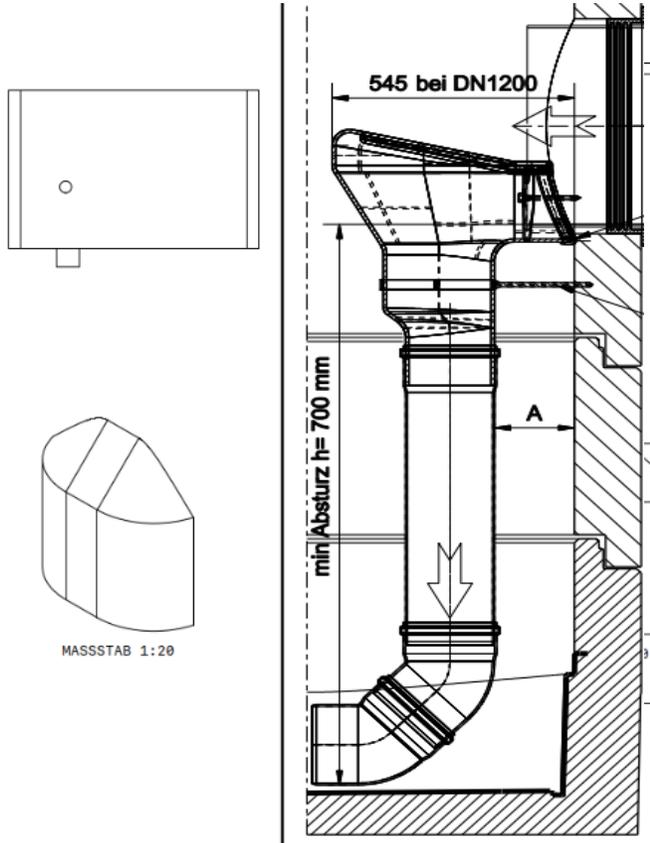


Profilkörper



Innenliegender Absturz
 Geröllfang
 Betonfertigteile

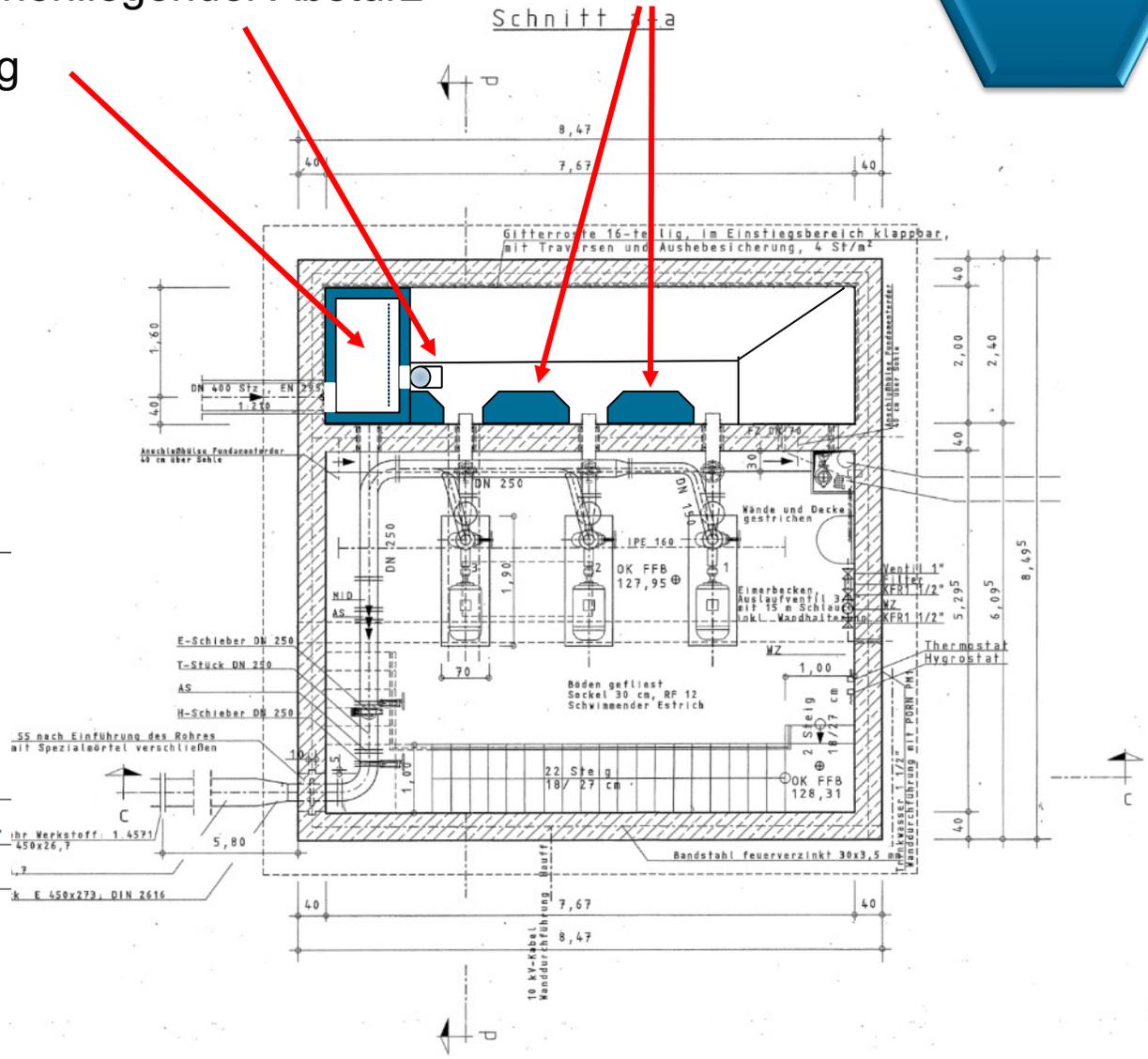
Schnitt A-a



TITEL
275_wichterich Optimier...
 IHR VERKEHRSTOFF: 1.4571
 450x26,7

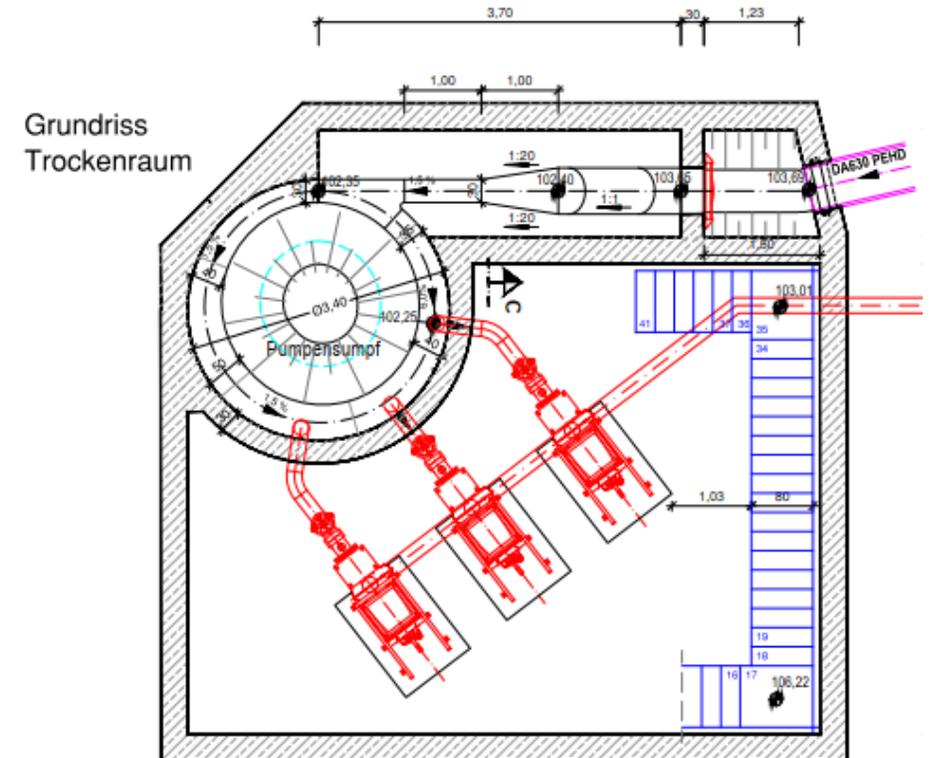
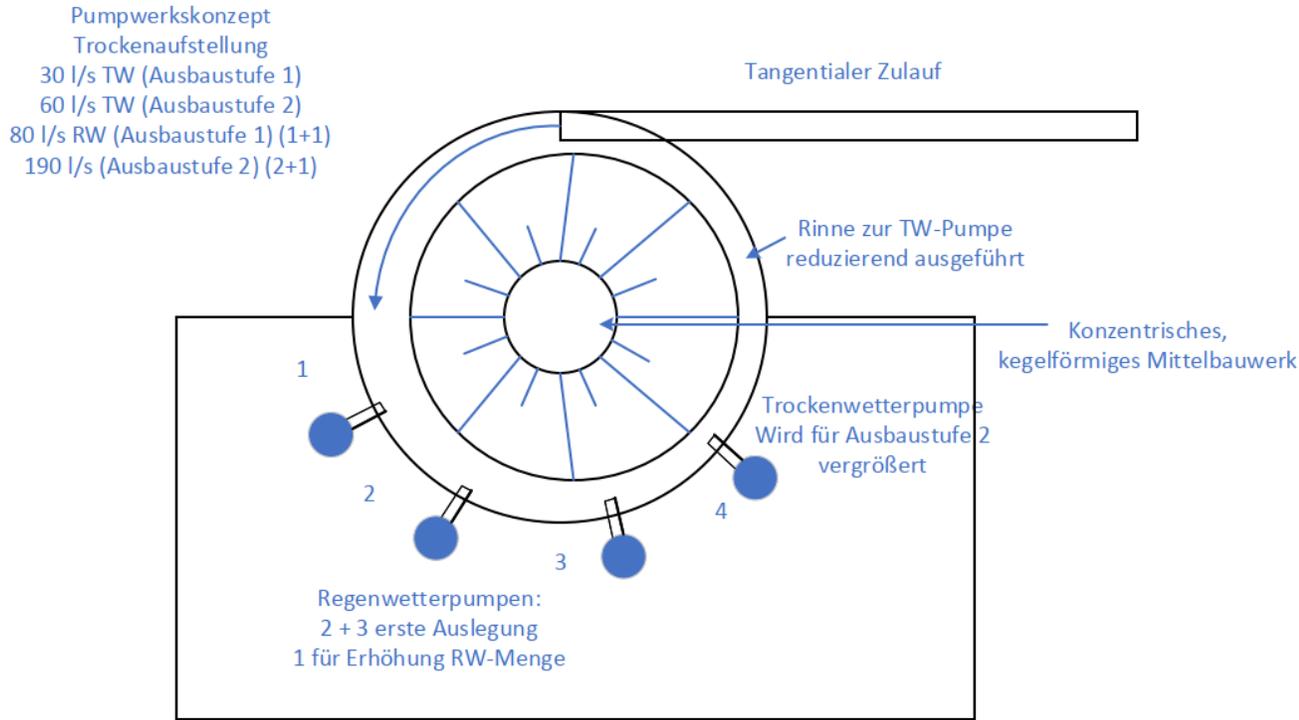
ZULETZT AKTUALISIERBT 12/21/21	EDMESTER m	BLATT 1 / 1
PROJEKTIONSMETHODE 1	MASSSTAB 1:100	GRÖSSE A3

ih. E 450x273; DIN 2616



MASSSTAB 1:20

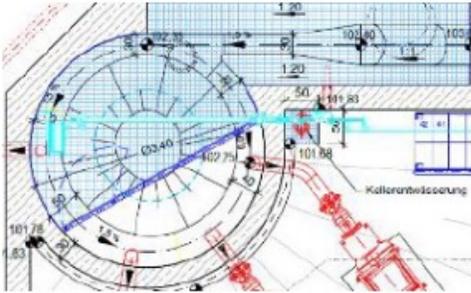
Strömungsgünstiger Pumpensumpf von der Skizze zum Plan





Aufbau

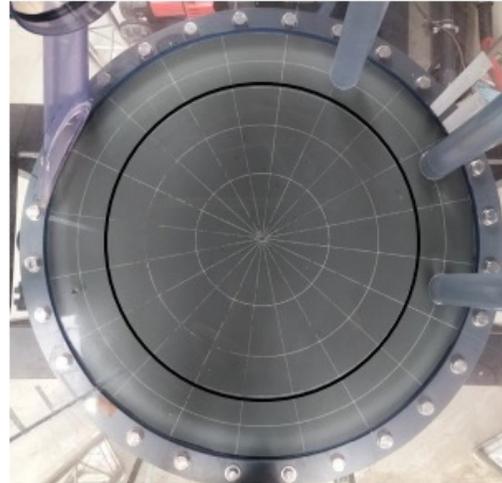
- Ausgangssituation



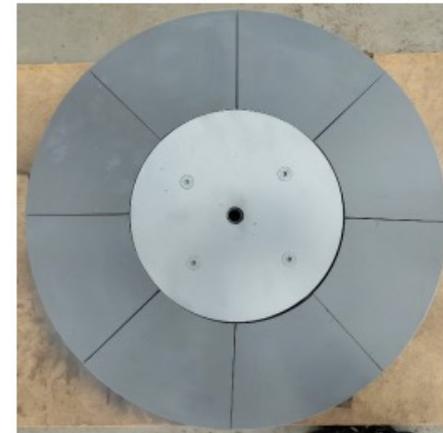
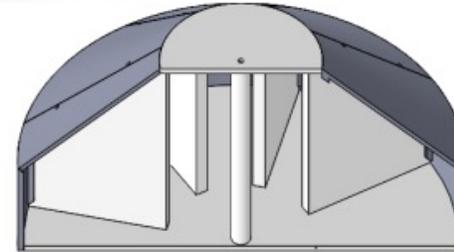
- Künstliches Abwasser



Partikel	Rot	Schwarz
Dichte	1090 kg/m ³	1690 kg/m ³



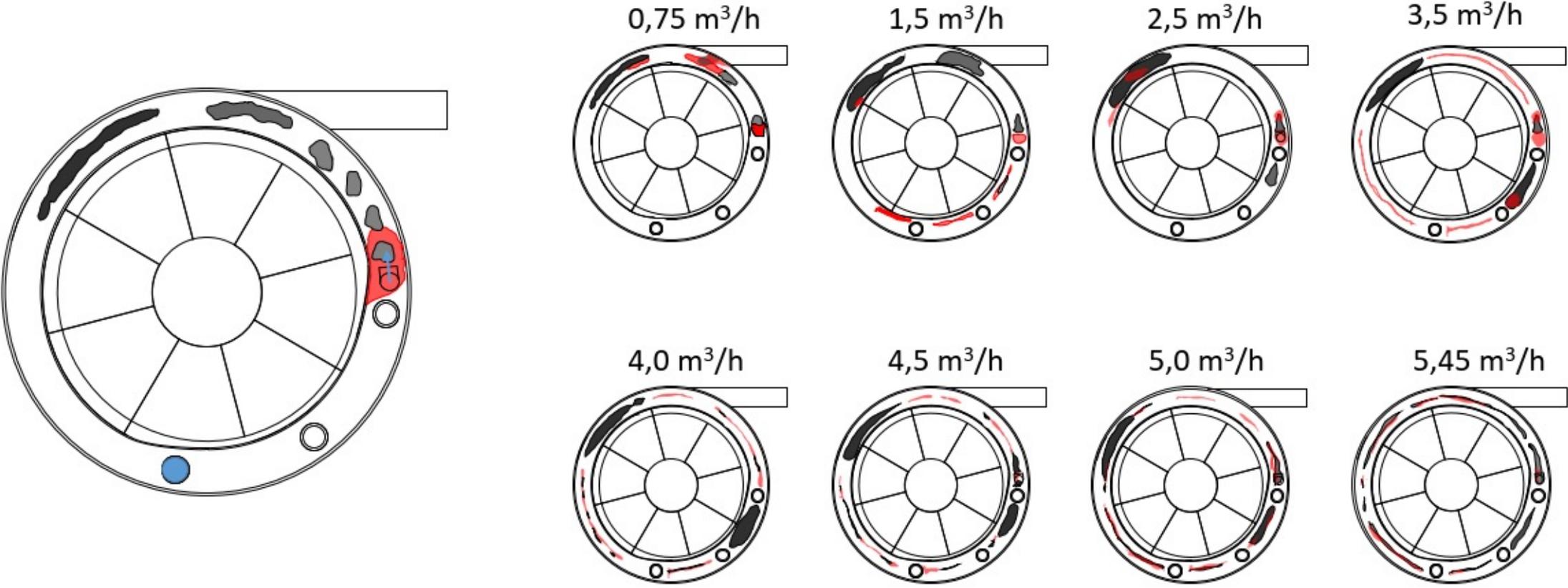
- Aufbau des Modells
- Maßstab 1:3,66



- Ausgangspunkt Berme

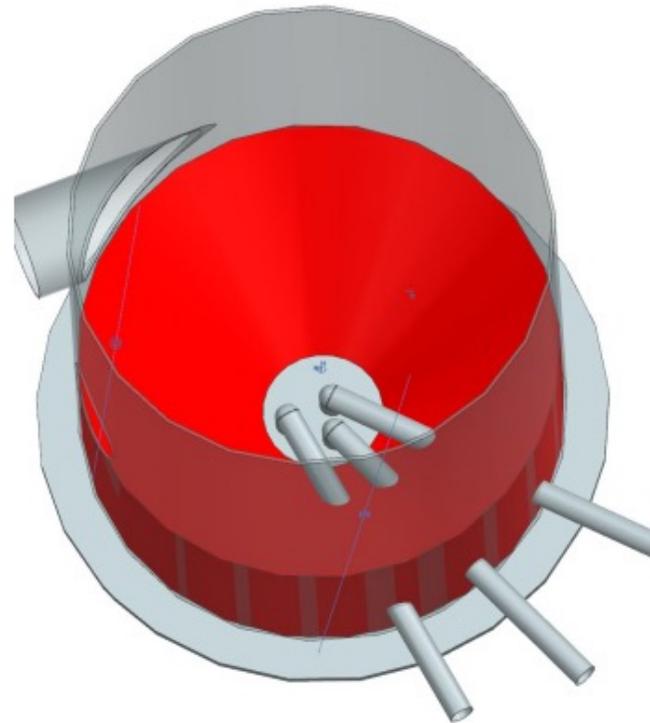
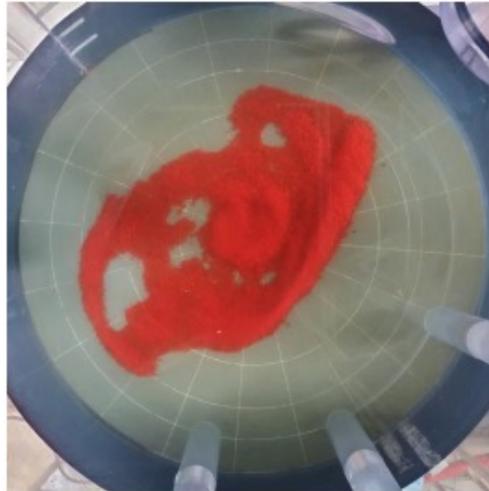


Einzelbetrieb – Ausbaustufe 1+2: Versuch mit Rinne



Laufende Masterarbeit

Konzept

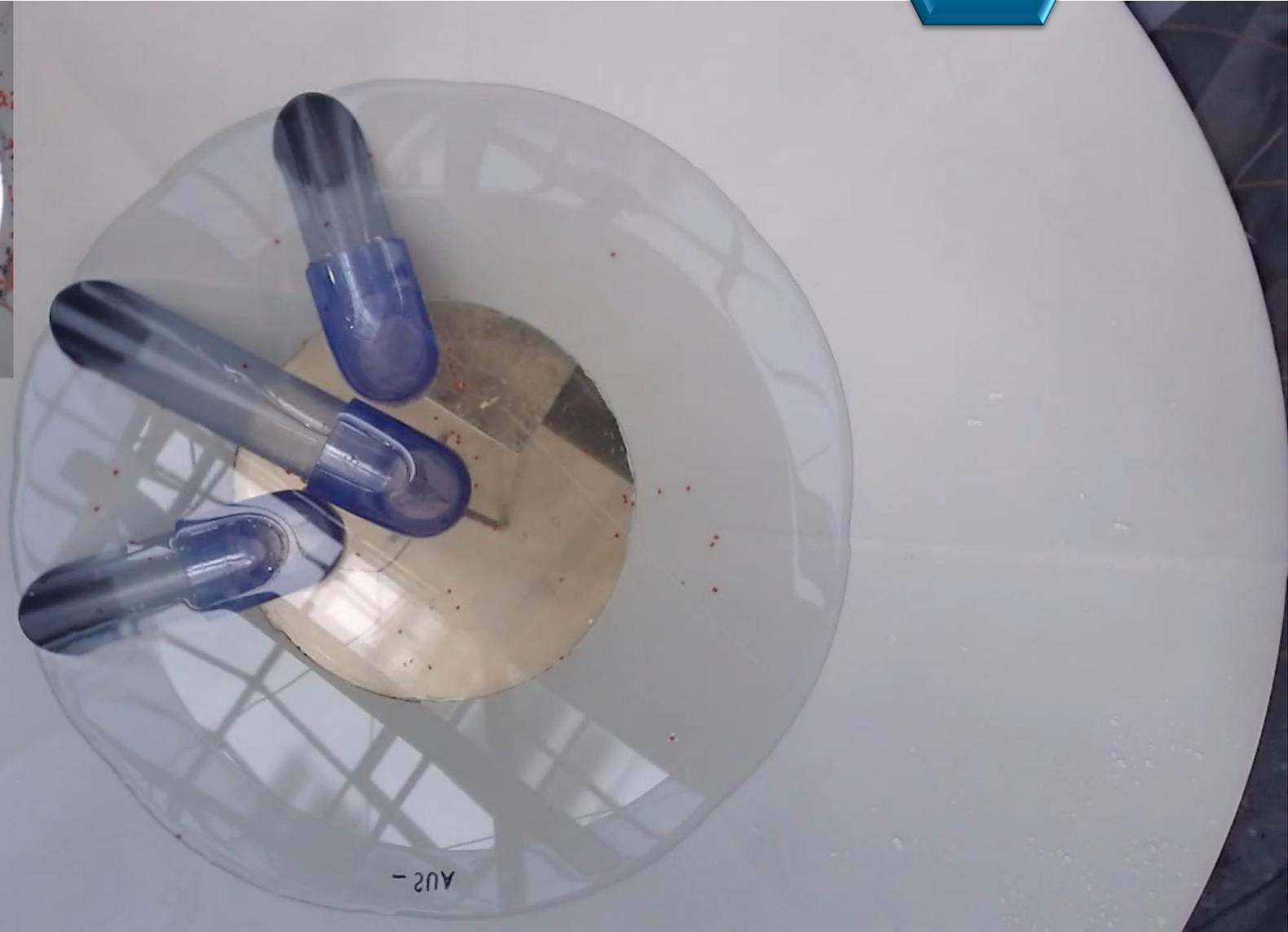
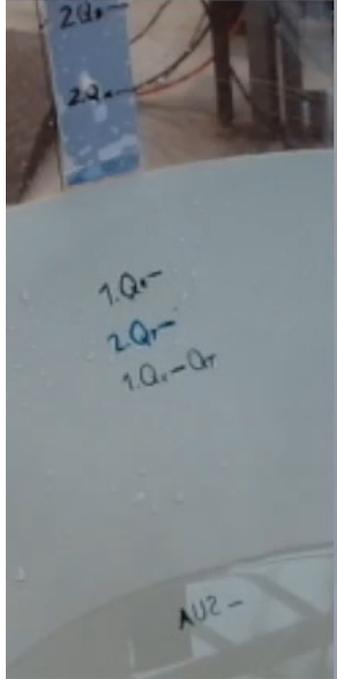
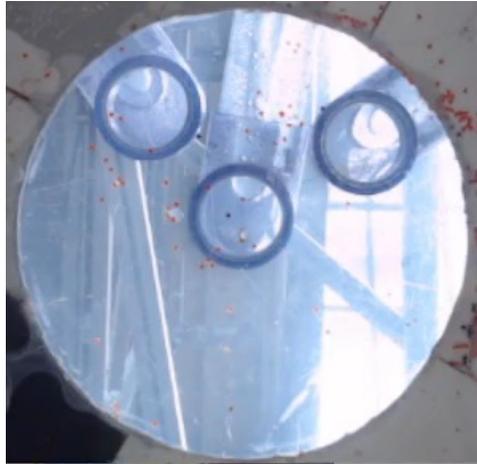


- Gleiche Betriebswerte
- Mit/ ohne Düse

QT,aM (1.PA)	
Schwarz (267g)	266g
Rot (420g)	403g

Bauwerk

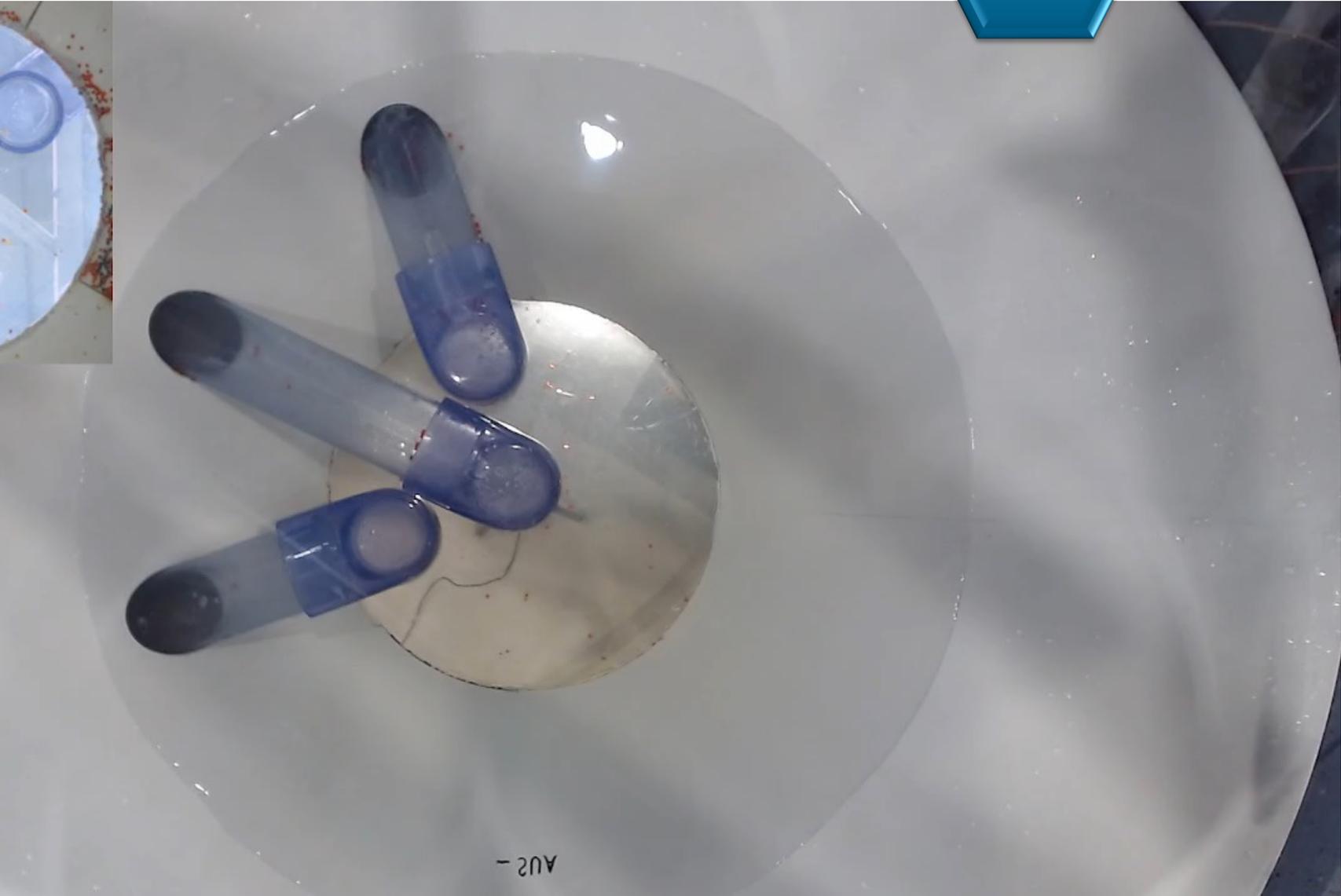
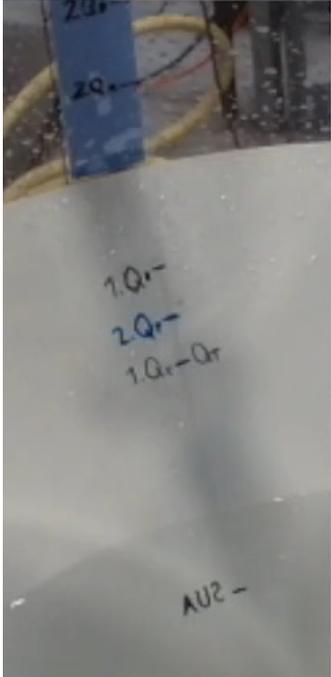
Zufluss [m ³ /h]	2,54
Abfluss [m ³ /h]	7,17



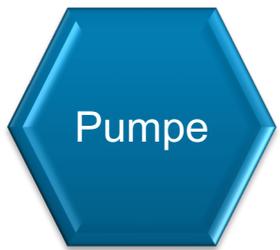
Qmax (2.PA)	
Schwarz (267g)	260g
Rot (420)	418g



Zufluss [m³/h]	11,88
Abfluss [m³/h]	13,2



Welche Pumpe für welchen Zweck



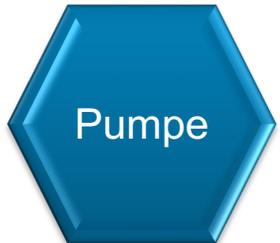
	geschl. Einkanalrad	Diagonalrad/ offenes Einschaufelrad	geschl. Zweikanalrad	Offenes Zweikanalrad	Mehrkanalrad	Freistromrad	Schneidrad	Topflaufrad	Schneckenpumpe	Exzenter-schneckenpumpe	Drehkolbenpumpe	Axialpumpe
Kühl- und Heizwasser	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+
Fremdwasser	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+
Niederschlagswasser	+	+	+	+	+	+	-	+	+	0	0	+
Sickerwasser	+	+	+	+	+	+	-	+	+	0	0	+
Häusliches Abwasser	+	+	-	+	-	+	+	+	+	0	0	-
Rohschlamm	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-
Primärschlamm	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-
Sekundärschlamm	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-
Belebtschlamm	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	0
Tertiärschlamm	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-
Tropfkörperschlamm	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-
Industrielles Abwasser	+	+	-	+	-	+	-	+	+	0	0	-
Gewerbliches Abwasser	+	+	-	+	-	+	-	+	+	0	0	-
Kommunales Abwasser	+	+	-	+	-	+	+	+	+	0	0	-
Sandwasser	0	-	-	0	-	+	-	-	+	0	0	-
Eindickerschlamm	0	-	-	0	-	+	-	-	+	+	+	-
Stabilisierter Schlamm	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-
Entwässerter Schlamm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Getrockneter Schlamm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Werte der Axialpumpe bisher nur Einschätzungen

+	effiziente Förderung möglich	0	möglich aber nicht sinnvoll	-	ungeeignet
---	------------------------------	---	-----------------------------	---	------------

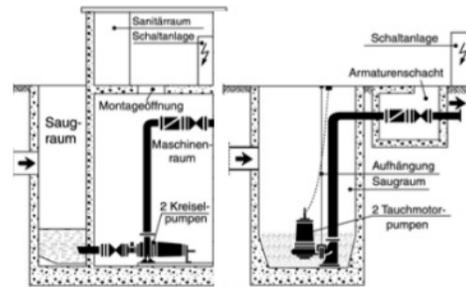
Quelle: Funktionserfüllungsmatrix VDMA Fachverband 2013

Lauftradwahl

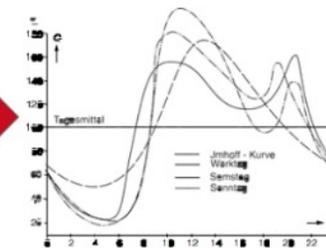


Bezeichnung	Meridiankontur	Grundriss
Einschaufelrad (offen oder geschlossen)		
Mehrschaufelrad geschlossen (offen oder geschlossen)		
Freistromrad		
Schneckenrad		
Topflaufrad		

Auswahl von Abwasserpumpen

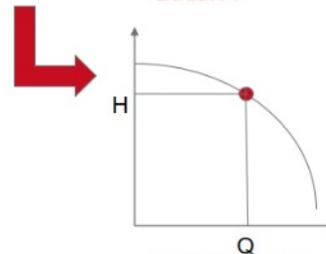


Bauart ?



Zufluss ?

Mindestgeschwindigkeit $v > 0,7 \text{ m/s}$



Betriebspunkt ?

$$D_F > 0,7$$

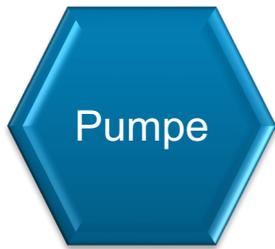
$$D_{LTF} > 0,7$$

Funktion !



Ausschreibung

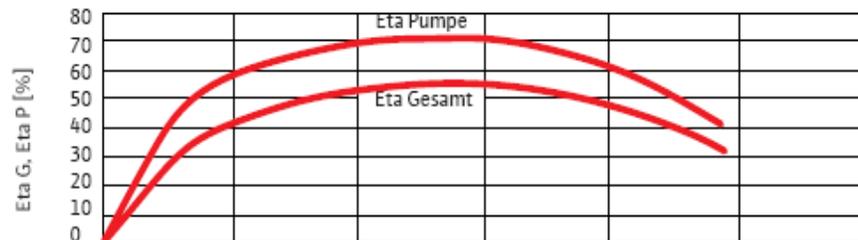
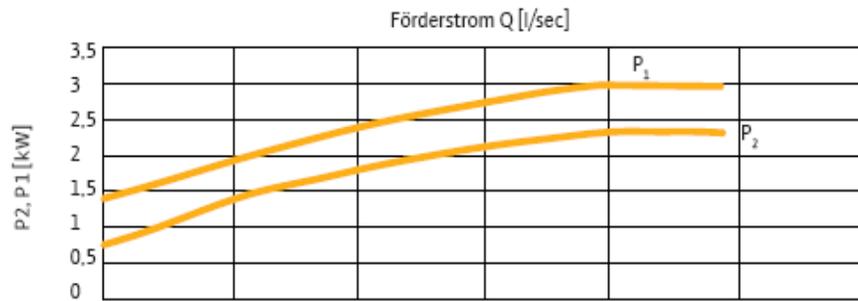
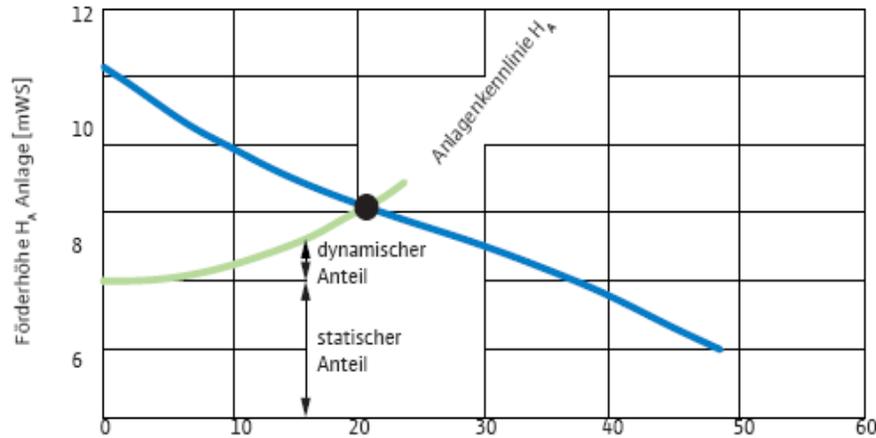
Pumpenauswahl



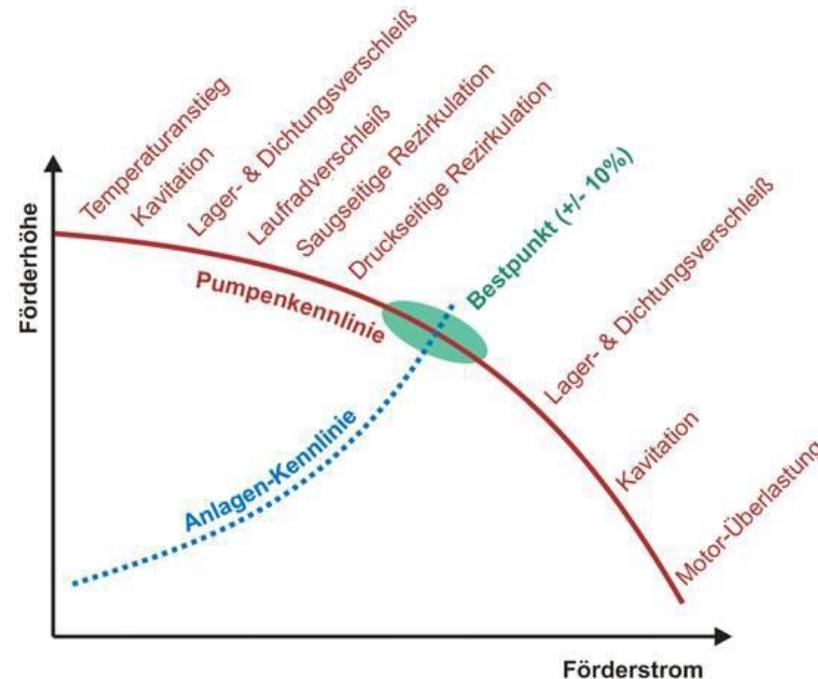
exakt auf den Betriebspunkt auslegen:

- exakte Berechnung aller Verluste z.B. Druckstoßberechnung oder Druckmessung
- Frequenzumformer vermeiden
- möglichst hohe Verfügbarkeit im Funktionstest
- Energieoptimierte Auswahl – größter möglicher Wirkungsgrad
- Vordruck beachten, z.B. Einstau bei Regenbecken

Beispiel einer Pumpenauslegung



Quelle: Präsentation Fa. Wilo



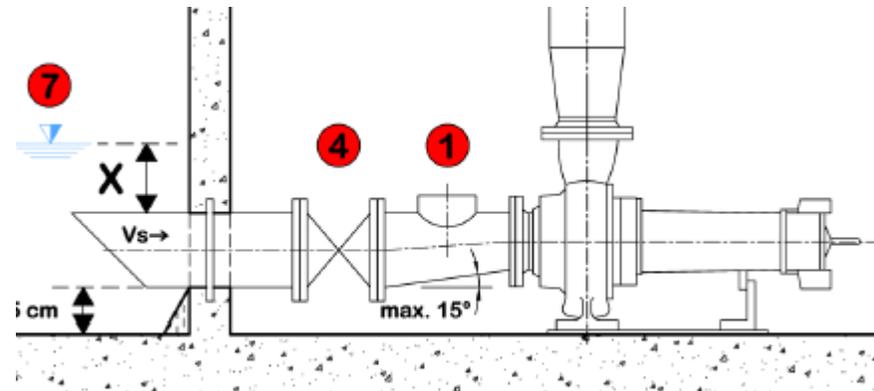
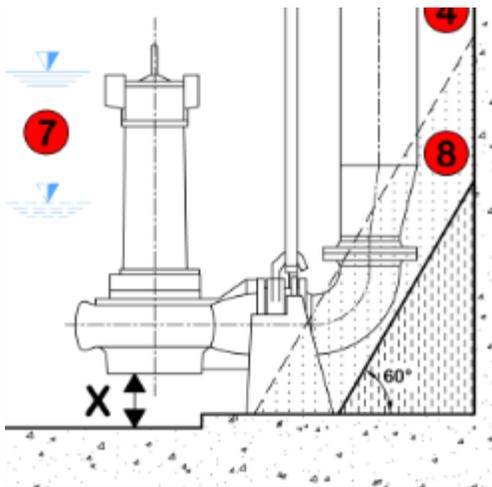
Quelle: AIRVALVE, WILO Tagung 2014

Transport/Rohrleitungen



Saugraum / Pumpensumpf

Überdeckung Saugöffnung, Abstand zur Sohle



Rohrleitungsführung ungünstig

Transport

Vergeblicher Versuch aus einer Pumpstation mit 2 Pumpen eine Pumpstation mit 3 Pumpen zu realisieren



Armaturen- Rückschlagklappe

Transport



Position:

- oberhalb der Rückschlagklappe geringere Abstände vorsehen
- Die vertikale Länge unter der RSK dient auch als Wasservorlage um Grobstoffe in den Sumpf zurück zu katapultieren!
- Ggf. weich schließende RSK zur Vermeidung von Stößen (bei längeren Druckleitungen)
- Zugänglich für Revision einbauen

Lufteinschlüsse: Verlegeverfahren

SO NICHT !

"Dog Legs" bilden undefinierte und "unnötige" Hoch- und Tiefpunkte



ENTWEDER SO...

Überbohren (ca. 15m) der Start- und Zielbohrgruben



ODER SO...

Einzug in Zielbaugrube über ausreichend angeschrägte Ablaufbahn (ger. Biegeradius des Rohres)



25.02.2013 17:41

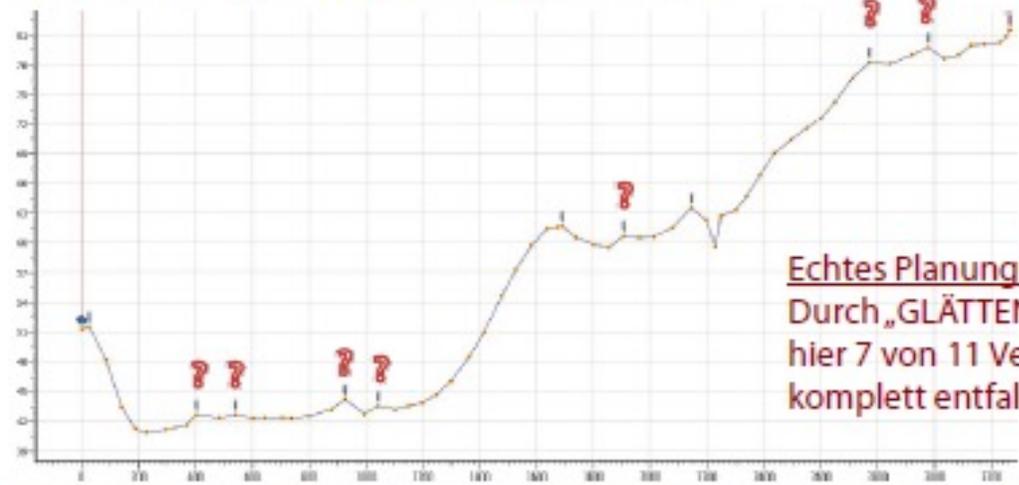
Copyright by AIRVALVE, D-59494 Soest / Folie Nr. 38



Effizienz Lufteinschlüsse: Probleme an der Wurzel packen

Effizienz
Vermeidung

1. Planung: Profil „glätten“ -> wenige, definierte HP/TP
2. Ausführung: Verlauf exakt protokollieren
3. Betrieb: Regelmäßige Leistungskontrollen



Echtes Planungsbeispiel:
Durch „GLÄTTEN“ konnten hier 7 von 11 Ventilen komplett entfallen!

25.02.2013 17:41

Copyright by AIRVALVE, D-59494 Soest / Folie Nr. 37



Transportleitung



Fließgeschwindigkeit:

- mindestens 0,7 m/s
- mindestens 1,0 m/s bei geringer täglicher Förderzeit
- maximal 2,5 m/s, bei längeren Druckleitungen geringer
 - →Reibungsverluste minimieren
- Steigleitungen: 2,0 m/s anstreben

- Druckstoßberechnung ab 500 m Leitungslänge!
- Be- und Entlüftungsventile anordnen, bemessen lassen
- stetige Steigung der Druckleitung anstreben
- nicht alleine an der Geländeoberfläche orientieren!

Be- und/oder Entlüfter

Transport



PN 10/16
Edelstahl

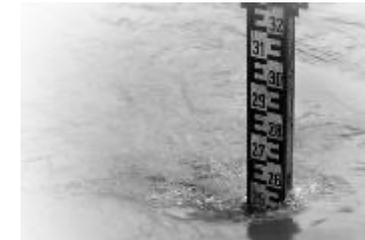


- Schaltanlagen immer Überflutungssicher
- Vor-Ort-Steuerstellen vorsehen
- automatische Betriebsstundenverteilung
- Parametrierbarkeit von Schaltpunkten
- Fernüberwachung / Störmeldung
- Plausibilitätsüberwachung
- Notstromversorgung nach Erfordernis



Überwachungseinrichtungen

- Durchflussmessung
- Druckmessung
- Höhenstand / Füllstand Pumpwerk
- Stromaufnahme Pumpen
- Frequenz bei FU
- Betriebsstundenzähler
- max-max-Sonde
- Motorüberwachung – Temperatur, Feuchte, Öl



→ Projekt Pumpwerksmonitoring!

Kernsatz betriebliche Unterhaltung



Ein zuverlässiger und störungsarmer Betrieb von Pumpstationen bedarf der:

- Kontrolle
- Wartung
- Inspektion
- Reinigung



Kontrolle von Pumpstationen



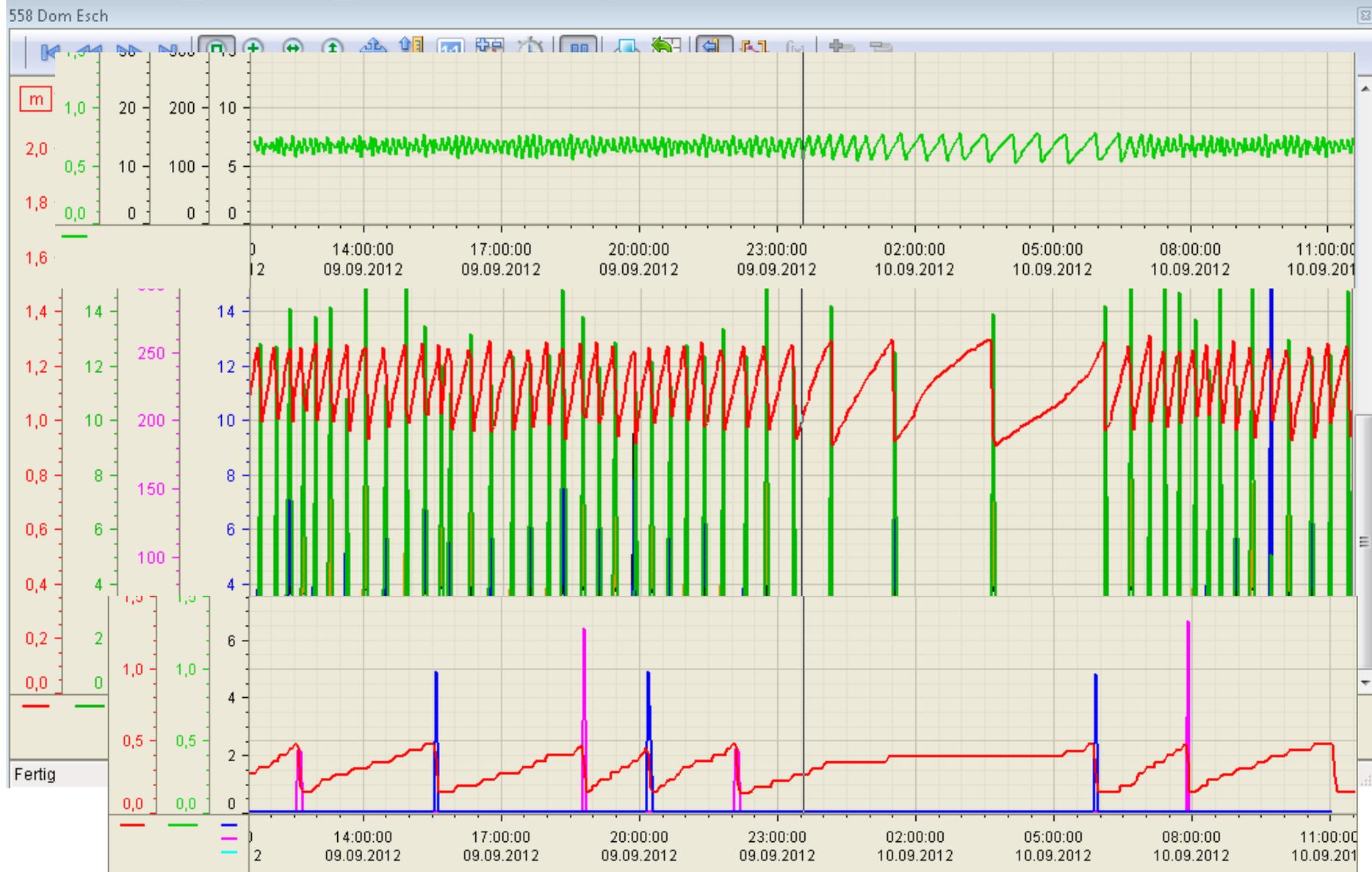
arbeitstäglich:

- Sichtung der Betriebsdaten i.d.R. BDS, plausibilisieren
 - Füllstände, Druck, Durchfluss
 - Stromaufnahme
 - Pumpenwechsel, Laufzeiten

wöchentlich (2-wöchentlich)

- Sichtkontrolle auf:
 - Plausibilität Messdaten des BDS
 - Ablagerungen
 - Schwimmdecke
- Probetrieb Pumpen
- Restentleerung im Handbetrieb

Auswertung Ganglinie Pumpstation



Instandhaltung



Fachkräfte Kanalisation/Sonderbauwerke/Kläranlagen

Werkstätten Überörtliche Maschinentechniker, Elektrotechniker



Reinigung

Abwasserpumpstationen bedürfen einer regelmäßigen externen Reinigung:

- Die Häufigkeit ist abhängig vom Einzelfall
- häufiger als monatlich deutet auf grundlegende Probleme
- 4 Reinigungen pro Jahr sind gut
- 1 Reinigung pro Jahr sollte immer erfolgen

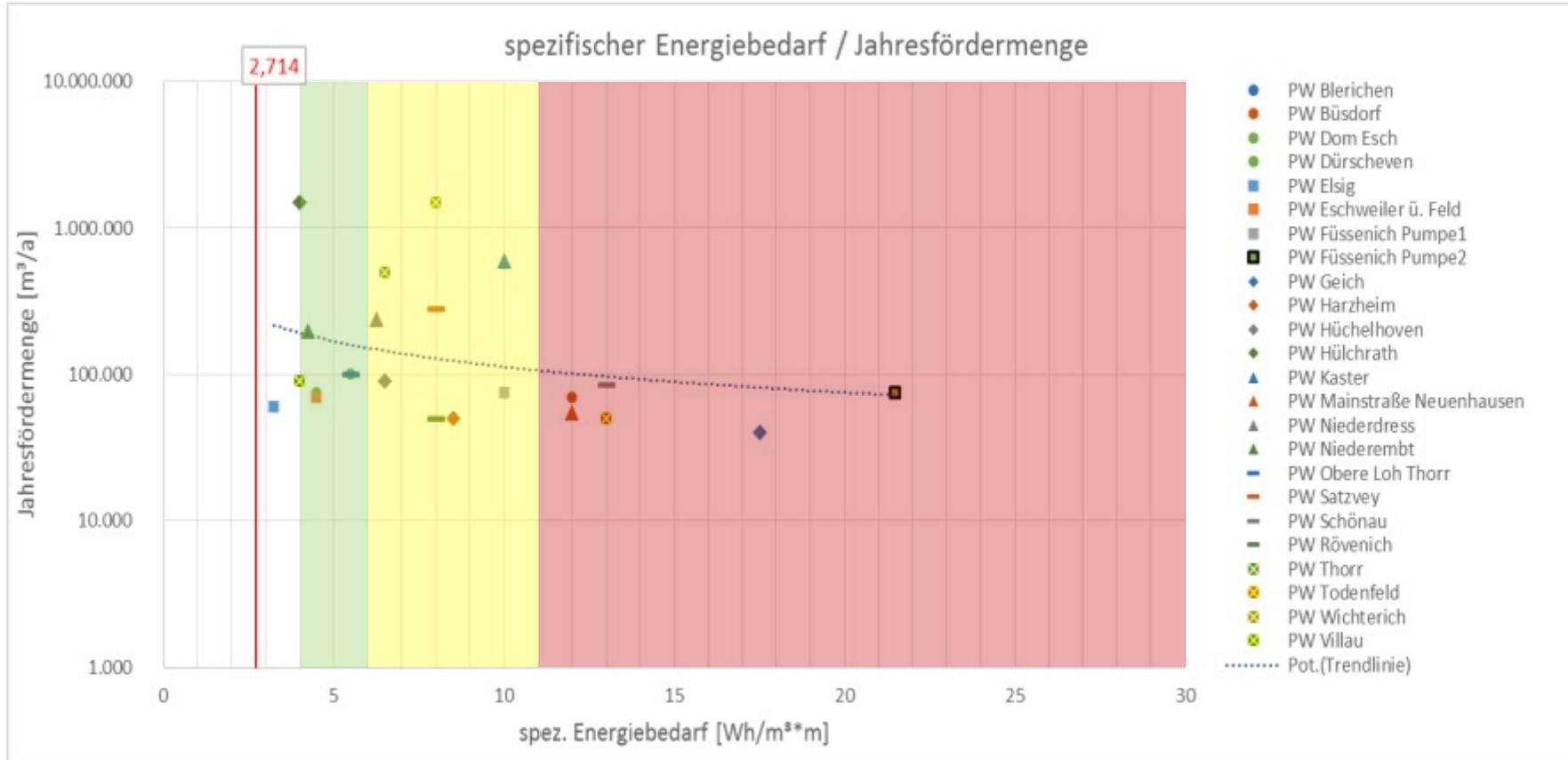


Betriebsdaten nutzen um frühzeitig zu erkennen, wenn Pumpen / Pumpwerke nicht mehr im Betriebspunkt / Bestpunkt arbeiten.

- Betriebsdaten aufzeichnen
 - Durchfluss
 - Druck
 - Füllstände
 - Stromaufnahme
 - (Frequenz)
- Messdatenmanagement
 - plausibilisieren
 - auswerten



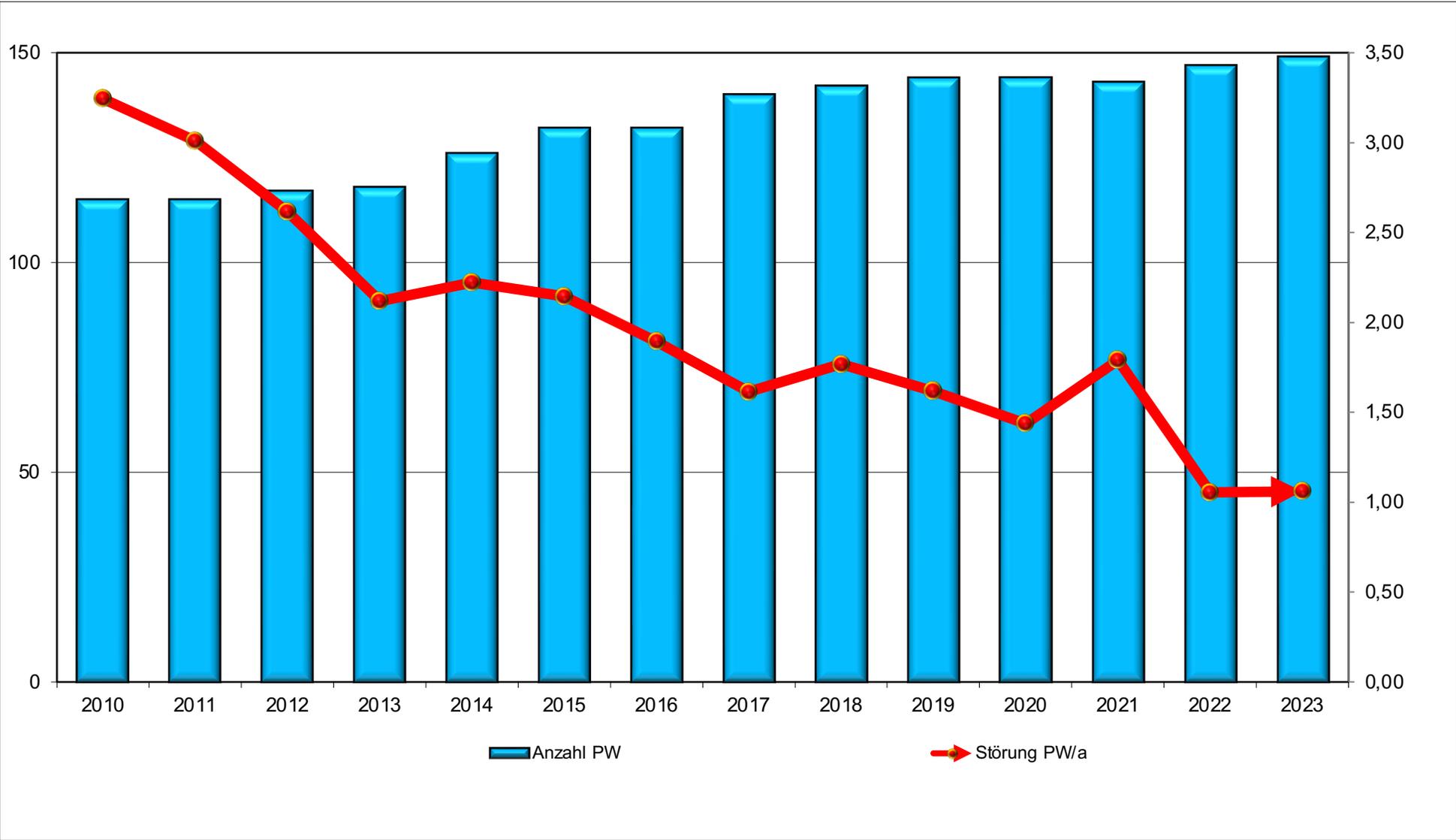
Benchmarking -Auswertung / Ergebnisse-



Wh/m ³ *m	Bezeichnung	Bereich
2,71	theoretischer Idealwert	rote Linie
4-6	technisch möglicher Idealbereich	grüner Bereich
6-11	technisches/hydraulisches Einsparpotential	gelber Bereich
11-30	hydraulisches Einsparpotential	roter Bereich

Quelle: LANUV

Entwicklung Störungen je Pumpwerk Erftverband



Erfahrungsaustausch: störungsarmer Betrieb von Pumpwerken



- Start am 19.01.2021 mit Erftverband, Niersverband, Wasserverband Eifel Rur..

Start: 01.2021 →		Tech. Erfahrungsaustausch der Verbände/Steb zu 6 (+ 2) Themenreihen (Online) 1. Quartal 2024							
Liebe Erfahrungsaustauscher/-innen, liebe Kolleg(inn)en, ○ bitte loggen Sie sich bei den einzelnen Themen ruhig kurz ein --> "Sich nur informieren oder auch mit diskutieren" ○ Bringen Sie Ihre technischen Themen mit ein !!! ○ Wichtig: Leiten Sie Einzelthemen/ -termine auch an Ihre Spezialist(inn)en im Hause intern weiter, nur so kommt ein guter Austausch zu Stande. Vielen Dank									
Geplanter Ablauf:		Digitaler "Meetingroom"- bzw. "Themenraum"							
Nur alle 14 Tage je Raum - Immer nur ~ 30 Minuten		A	B	C	I	D	E	F	II
ungerade Kalenderwoche					gerade Kalenderwoche				
Themengebiet:	Störungsarmer Betrieb von Pumpstationen	Mobile Rückmeldung	Abwassertransportleitung	COMOS M- u. E-Technik	Prüfmanagement	Technische Anl. - Dokumentation	Instandhaltung u. -systeme	Sonderthemen	
Über den QR-Code direkt zum "Webex" - Themenraum oder über die									
"Webex"- Meeting-Kenn.Nr.	163 061 8282	2740 041 3233	2740 723 8486	2742 470 9668	2744 378 4311	2742 146 3141	2740 357 5495	1815 91 8351	
"Webex"- Meeting-Passwort	NdMvTKjp856	SVfwMPYU664	fjMq4gdzM42	b32SpmzTzM2	NZmRCT39ED4	dHwXtC22Vw2	BSygR3D9Mc7	CrvDjMZJ383	
"Raumöffner/-in"	Horst.Baxenhier@erftverband.de	Oliver.Freibisch@niersverband.de	Jan.Wilhe@niersverband.de	Frank.Boehm@niersverband.de	Ole.Giersberg@niersverband.de	Lukas.Kloesters@niersverband.de	Konrad.K@limg.de	Norbert.Moertter@niersverband.de	

- Alle 14 Tage, Dienstag Morgen um 7:45 kurzer Impulsvortrag und anschließend Diskussion im online-Forum
- Insgesamt 8 Themenräume Dienstag-Freitag, alle 2 Wochen wiederholend

Themen Erfahrungsaustausch Pumpwerke



- Pumpwerksrichtlinie Erftverband, Dresden
- Welche Pumpwerksart bei welcher Größe
- Bauwerksgestaltung als wesentliches Element, Anströmung, Modellierung Pumpensumpf
- Neue Konzepte für Trocken- und Nassaufstellung von Pumpen
- Betriebsregie – Schaltpunkte – Reinigungen
- Störungsminimierung – Ursachen finden und beheben
- Feuchttücher sind nicht vermeidbar aber förderbar
- Zerkleinerung ist keine Lösung
- Monitoring von Pumpwerken: Bremen, Erftverband
- Begehungsfreies Pumpwerk...
- Herstellerlösungen
-

86 Termine
135 Teilnehmer

Vielen Dank

