



150 YEARS
People. Passion. Performance.

Praktikerkonferenz, Graz 12. - 14.09.2022

Pumpen in der Verfahrens- und Abwassertechnik

René Zieger
13.09.2022




Verstopfungen an Pumpsystemen

Problemstellungen und praxisorientierte Lösungsansätze

René Zieger
13.09.2022



1. Einleitung
2. Heterogene Förderung
3. Problemstellungen und Lösungsansätze
4. Fazit

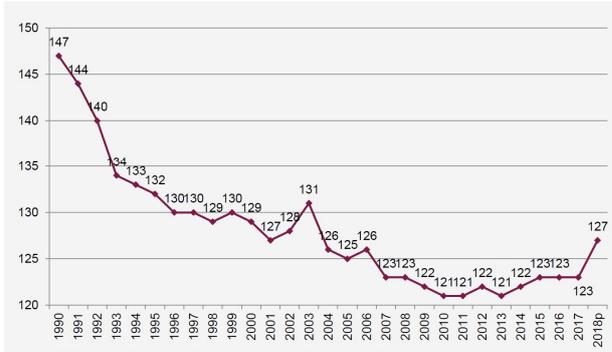
- 1. Einleitung**
2. Heterogene Förderung
3. Problemstellungen und Lösungsansätze
4. Fazit

Verstopfungen an Pumpsystemen

1. Einleitung

Entwicklung des personenbezogenen Wassergebrauches
- in Litern pro Einwohner und Tag, **Deutschland**

bdew
Energie. Wasser. Leben.



Quelle: BDEW-Wasserstatistik, bezogen auf Haushalte und Kleingewerbe (HuK); Grundlage: Einwohnerdaten auf Basis Zensus 2011; p = vorläufig
BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

Bild 1: Pro-Kopf-Wasserverbrauch je Tag (Quelle: BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.)

Der durchschnittliche Wasserbedarf pro Tag und Person sank von 147 Liter (im Jahr 1990) auf 127 Liter (im Jahr 2018).

5 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



- **Wasser-/Abwassertrend**
 - Verbrauch sinkt
 - Fortschreitende Trennung von Regenwasser und Abwasser
- **Kosteneinsparungen**
 - Einlaufrechen
 - Bauwerksgrößen
 - Pumpengrößen (Downsizing)
 - Energiebilanz
 - Wartung



Bild 2: Hoher Faseranteil



Bild 3: Stoffe, Lappen, Kleidung und Metallspäne

6 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Verstopfungen an Pumpsystemen

1. Einleitung

- **Zusammensetzung des Abwassers**
 - Konsistenz des Abwassers wird „dicker“
 - Feststoffanteil nimmt weiter zu
 - Zusammensetzung der Feststoffe:
 - Nicht lösliche Bestandteile,
 - Putztücher, Lappen, Windeln etc.,
 - Feuchtes Hygienepapier,
 - Einzelne Stofffasern,
 - Hygieneartikel,
 - Kleidung,
 - ...





Bild 4: Was in den Schacht passt wird entsorgt.



Bild 5: Müllentsorgung; Mangelhafte Rechenanlage

7 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Verstopfungen an Pumpsystemen

1. Einleitung

▪ Einleiter

- landwirtschaftliche Einleiter
- häusliche Einleiter
- kommunale Einleiter (**Krankenhäuser/ Altenheime/ Haftanstalten/ Raststätten**)
- gewerbliche Einleiter
- industrielle Einleiter (gesonderte Rechtsverordnung für Fahrzeugwerkstätten, Waschanlagen, Chemie-, Textil-, Druckindustrie...)



Bild 6: Hoher Faserstoffanteil



Bild 7: Seilführung - Hinweis auf Faserstoffe



Bild 8: Hoher Faserstoffanteil

8 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Bild 9: Sandablagerungen

Verstopfungen an Pumpsystemen

1. Einleitung

Wie...

Wo...

Was...

...wird eingeleitet?

Welche Hydraulik wurde ausgewählt?

Wie werden die Pumpen betrieben?



1. Einleitung
- 2. Heterogene Förderung**
3. Problemstellungen und Lösungsansätze
4. Fazit

Verstopfungen an Pumpsystemen

2. Heterogene Förderung

Definition:

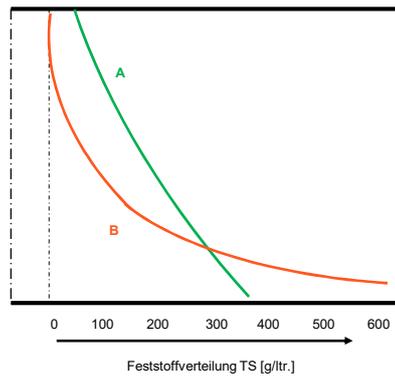
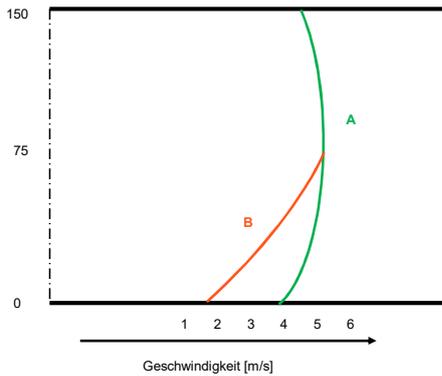
- Der hydraulische Feststoff-Transport (z.B. Abwasserförderung) ist die Förderung eines zweiphasigen Gemisches. In dem Gemisch stellt das Wasser (Fluid) den hydraulischen Träger dar, der die Feststoffe in der Druckleitung befördert.
- Es werden nur Feststoffe betrachtet deren Dichte größer ist als die Dichte der Trägerflüssigkeit.
- **Homogene Förderung** – Verteilung von Feststoff und Flüssigkeit relativ gleichmäßig
- **Heterogene Förderung** – Ungleichmäßige Verteilung von Flüssigkeit und Feststoff; Entmischung liegt vor

Verstopfungen an Pumpsystemen

2. Heterogene Förderung

Rohrleitungsförderung bei Flüssigkeits-Feststoffgemischen

- Beispiel:
Rohrleitung DN 150; TS (Trockenstoffanteil - Quarzsand) 200 g/l betrieben mit Wasser



A – homogene Verteilung

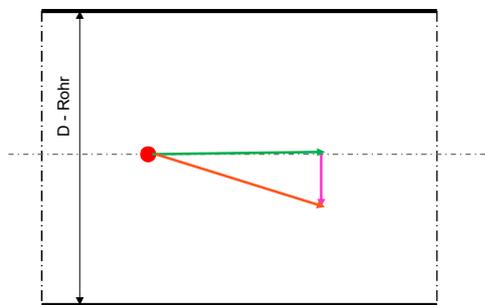
B – heterogene Verteilung



Verstopfungen an Pumpsystemen

2. Heterogene Förderung

Rohrleitungsförderung bei Flüssigkeits-Feststoffgemischen



V (Solid)
 V_{sink} (Solid)
 V_m

Partikelgeschwindigkeit
Sinkgeschwindigkeit
mittlere Partikelgeschwindigkeit

Verhalten der Feststoffe bei turbulenter Strömung



Verstopfungen an Pumpsystemen

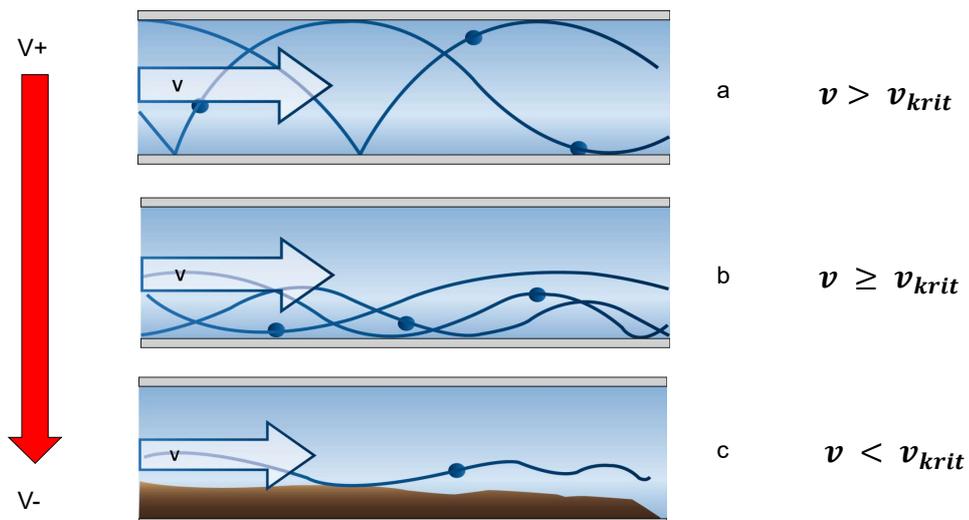
2. Heterogene FörderungKritische Geschwindigkeit v_{krit}

- Die kritische Geschwindigkeit kennzeichnet jene Transportgeschwindigkeit, bei der keine stabile Förderung mehr möglich ist, weil sich der Feststoff beim horizontalen Transport auf der Rohrsohle absetzt.
- v_{krit} ist bei Flüssigkeits-Feststoffgemischen abhängig von der Korngröße, vom Kornspektrum, von der Transportkonzentration und vom Rohrleitungsdurchmesser
- Die Fördergeschwindigkeit beim Gemischtransport muss größer sein als die kritische Geschwindigkeit, bei der die Bildung einer stationären Feststoffablagerung beginnt.

13 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Verstopfungen an Pumpsystemen

2. Heterogene Förderung**Sedimentationsprozess bei sinkenden Strömungsgeschwindigkeiten in horizontalen Rohrleitungen**

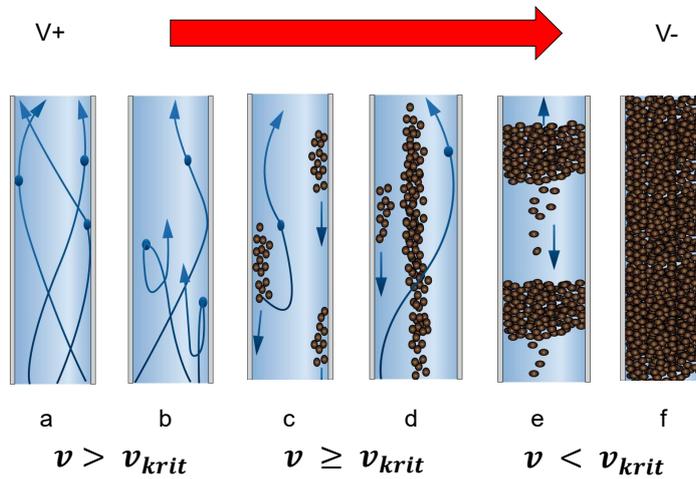
14 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Verstopfungen an Pumpsystemen

2. Heterogene Förderung

Sedimentationsprozess bei sinkenden Strömungsgeschwindigkeiten in vertikalen Rohrleitungen



15 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



1. Einleitung
2. Heterogene Förderung
3. **Problemstellungen und Lösungsansätze**
4. Fazit

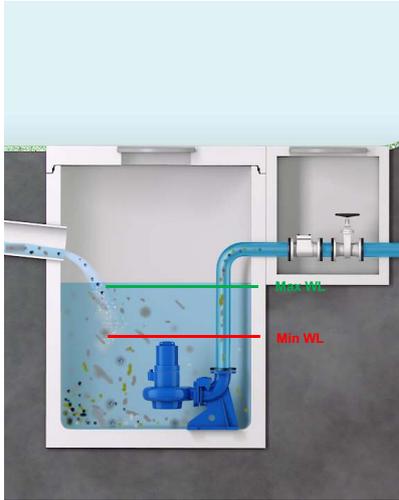
16 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Umrichterbetrieb

Bsp.: Pumpstation – Tauchmotorpumpe – Betrieb bei konstanter Drehzahl



- Amarex KRT K 200-315
- Drehzahl 960 min⁻¹
- Druckleitung DN200
- Max WL = maximales Wasserlevel
- Min WL = minimales Wasserlevel
- Konstantes Wasserlevel auf Auslaufseite

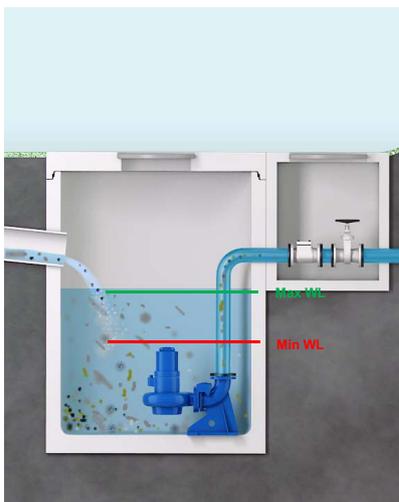
17 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



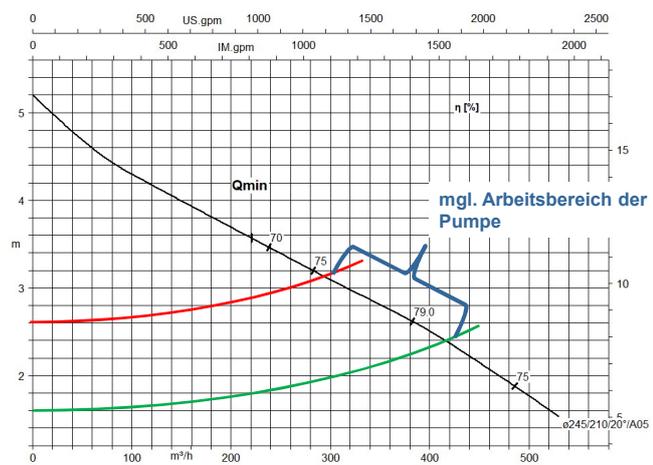
Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Umrichterbetrieb

Bsp.: Pumpstation – Tauchmotorpumpe – Betrieb bei konstanter Drehzahl



Förderhöhe
TDH
Hauteur
Prevalenza
Opvoerhoogte
Altura



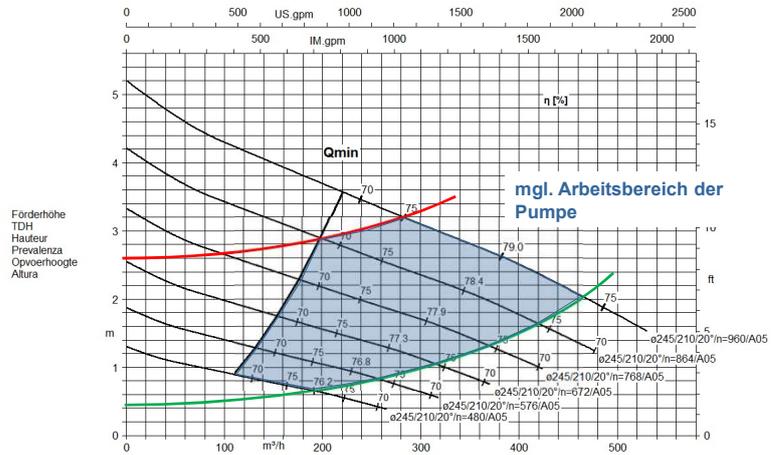
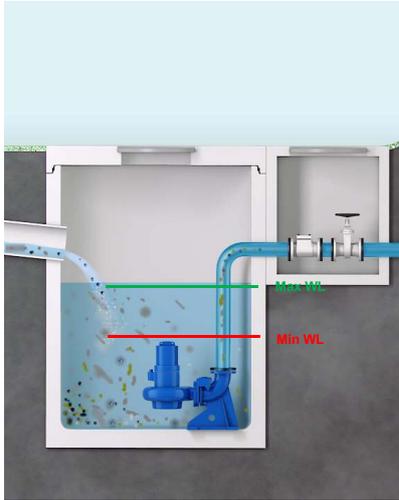
18 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Umrichterbetrieb

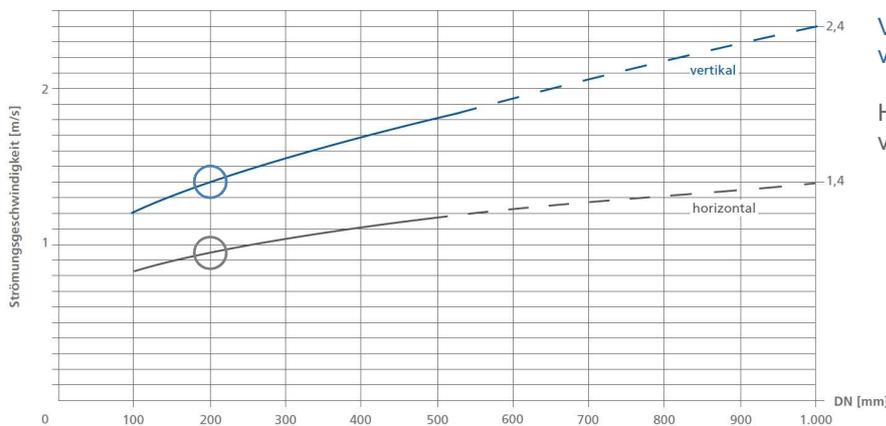
Bsp.: Pumpstation – Tauchmotorpumpe – Betrieb bei variabler Drehzahl



Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Umrichterbetrieb

Mindestströmungsgeschwindigkeiten in Rohrleitungen (Abwasser)

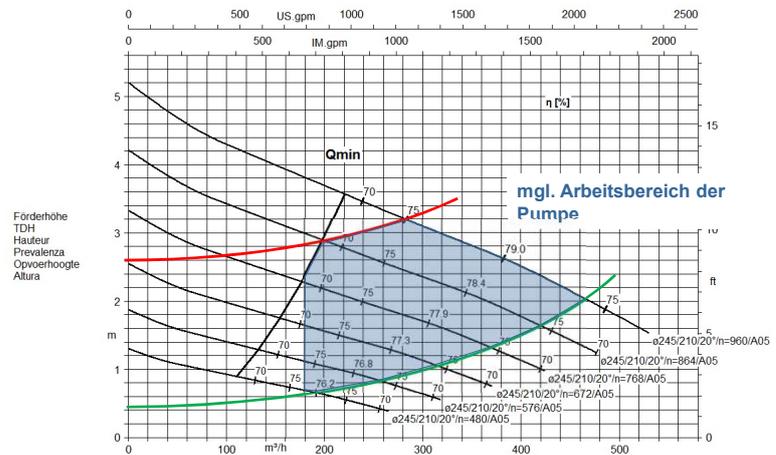
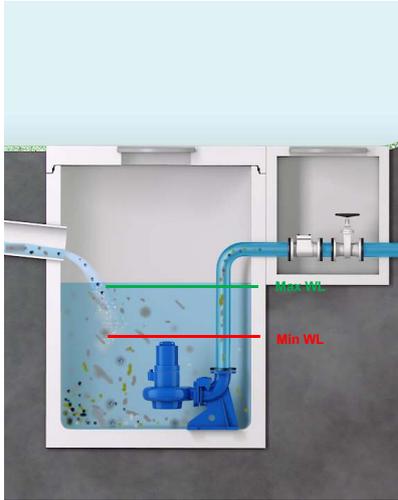


Zusammensetzung: Fasern, Kies 0/4, Kies 16/32, scharfkantiger Granitschotter 2/5



Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Umrichterbetrieb

Bsp.: Pumpstation – Tauchmotorpumpe – Betrieb bei variabler Drehzahl – $v_{krit} = 1,4 \text{ m/s}$ 

21 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Umrichterbetrieb

Umfangsgeschwindigkeit am Laufrad

- Um Beimengungen vollständig aus der Pumpe sowie aus der Druckrohrleitung fördern zu können, ist eine Mindestumfangsgeschwindigkeit am Außendurchmesser des Laufrades sicherzustellen.
- Die Umfangsgeschwindigkeit am Laufrad sollte mindestens **15 m/s** betragen.
- Ein Unterschreiten der Mindestumfangsgeschwindigkeit kann zu Verstopfungen am Laufrad sowie in der Pumpe insgesamt führen.

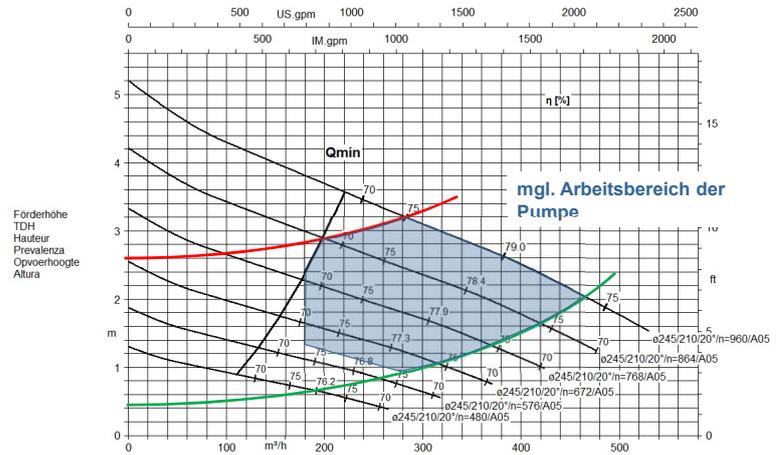
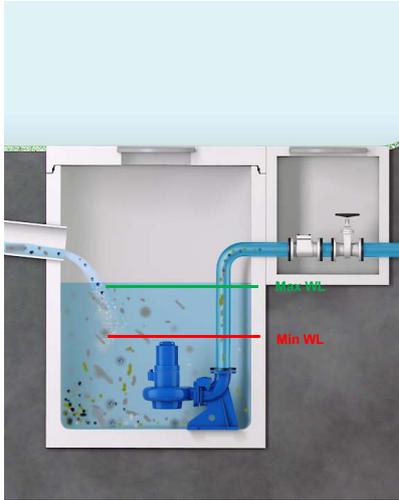
22 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen

Bsp.: Pumpstation – Tauchmotorpumpe – Betrieb bei variabler Drehzahl – $v_{krit} = 1,4 \text{ m/s}$ – $u_{Min} = 15 \text{ m/s}$

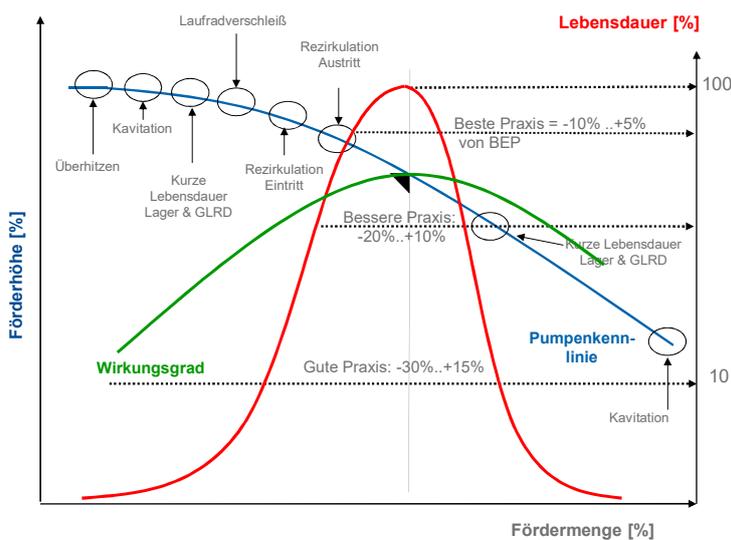


23 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Umrichterbetrieb



Lage des Betriebspunktes (BP)

- BEP = Best Efficiency Point (Bestpunkt)
- Lage des Betriebspunktes beeinflusst:
 - Instandhaltungsintervalle,
 - Lebensdauer der Pumpe,
 - Verstopfungshäufigkeit.

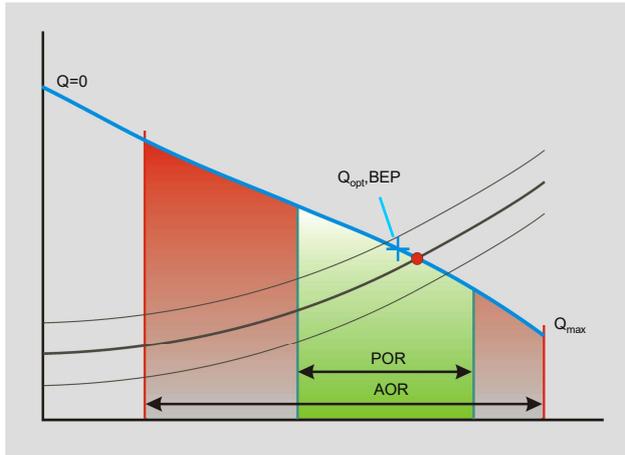
Quelle: Judy Hodgson (Du Pont): "Predicting Maintenance Costs Accurately", Pumps & Systems, April 2004

24 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Umrichterbetrieb



Definition AOR & POR:

- AOR = **Allowable Operating Region** (Zulässiger Betriebsbereich)
- POR = **Preferred Operating Region** (Bevorzugter Betriebsbereich)

Spezifische Saugzahl [S]	Bevorzugter Betriebsbereich (POR)
≤90	Zwischen 70% und 120% vom BEP
>90	Zwischen 80% und 120% vom BEP
≤140	Zwischen 80% und 120% vom BEP
>140	Zwischen 85% und 115% vom BEP
≤200	Zwischen 85% und 115% vom BEP
>200	Zwischen 90% und 110% vom BEP

Quelle: ANSI/HI 9.6.3-2017

$$S = \frac{n \cdot Q^{0,5}}{NPSHR^{0,75}}$$

Drehzahl n [1/min]
Durchfluss Q [m³/s]
NPSHR [m]

Praxis: POR zwischen 80% und 120% vom BEP

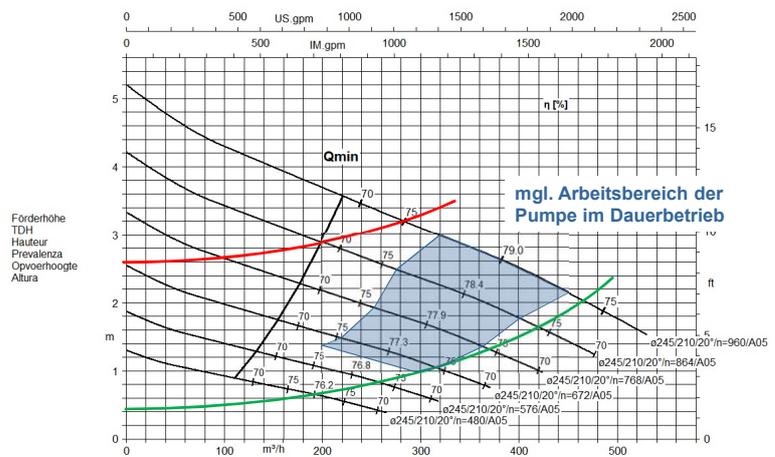
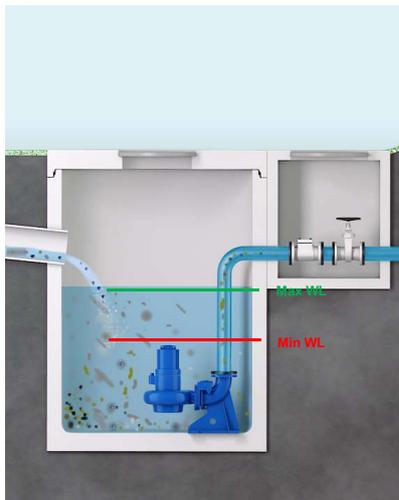
25 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Umrichterbetrieb

Beispiel: Pumpstation – Tauchmotorpumpe – Betrieb bei variabler Drehzahl – v_{krit} – u_{Min} – Dauerbetrieb



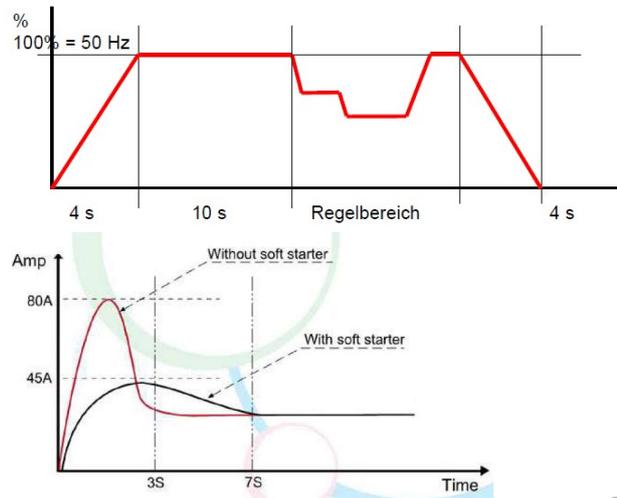
26 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Umrichterbetrieb**Mögliche Lösungen:**

- An-/Abfahrrampen
- Frequenzumrichter
 - Anfahrrampe 100%
 - kurzer Betrieb, Spülstoß
 - Regelbereich
 - Abfahrrampe 100%
- Soft starter
 - ca. 3 x I_{Nenn} , ansonsten Gefahr bei Faserstoffen im Spalt



27 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Umrichterbetrieb**Betriebsverhalten bei Abwasser**

- Bei sinkender Drehzahl verringern sich die Förderhöhe als auch die Fördermenge.
- Da das Druckrohrleitungssystem unverändert bleibt, sinkt die Strömungsgeschwindigkeit.
- Bei sinkender Strömungsgeschwindigkeit erhöht sich das Risiko von Ablagerungen in den Rohrleitungen.
- Die erforderliche Strömungsgeschwindigkeiten in vertikalen und horizontalen Rohrleitungen unterscheiden sich.
- Die notwendigen Strömungsgeschwindigkeiten für unterschiedliche Bestandteile des Abwassers unterscheiden sich.

28 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022





Bild 10: Verstopfung hinter dem Laufrad



Bild 11: Verstopfung vor dem Laufrad



Bild 13: Hydraulik voller Putztücher



Bild 14: Verzopfung an der Laufradschraube

29 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Pumpe

- F-Rad - Hydraulik

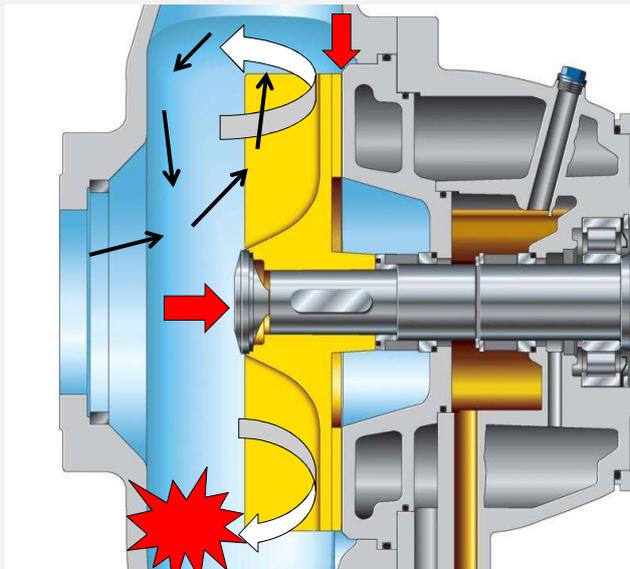



Bild 15: typische Verstopfungsstellen am F-Rad

30 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Pumpe

- F-Rad - Hydraulik

- vor dem Laufrad, im Gehäuse
- Bereich Laufradschraube
- Spaltbereich hinter dem Laufrad
- in der Saugleitung



Bild 16: Verstopfung im Spalt



Bild 17: Verstopfung im Laufrad (K-Rad)



Bild 18: Verstopfung im Bereich Deckscheibe - Spalt



Bild 19: Verstopfung im Laufrad (E-Rad)

31 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Pumpe

- E/K-Rad - Hydraulik

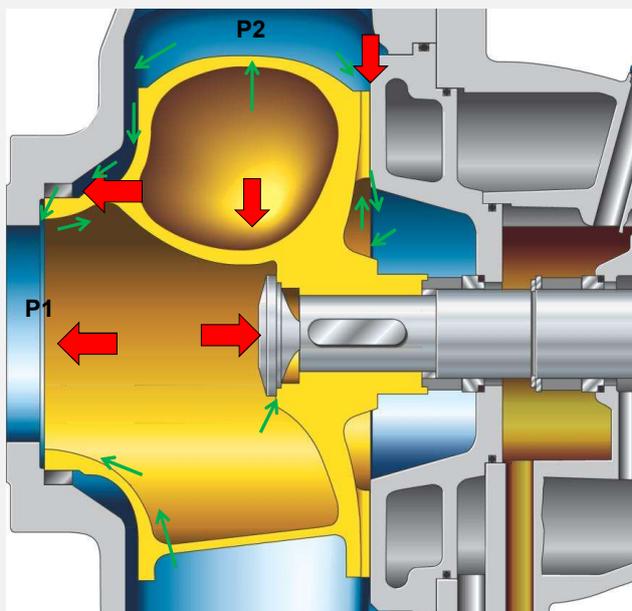



Bild 20: typische Verstopfungsstellen am E und K-Rad

32 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Pumpe

- E/K-Rad - Hydraulik

- Schaufeleintrittskante
- Laufradschraube
- Spaltbereiche
- Laufradkanal



Bild 21: Verstopfung Laufradeintritt



Bild 22: Verstopfung an der Schaufelspitze



Bild 23: Feststoffe im Spalt



Bild 24: Schaufeleintrittskante

33 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Pumpe

- D-Rad – Hydraulik



KSB

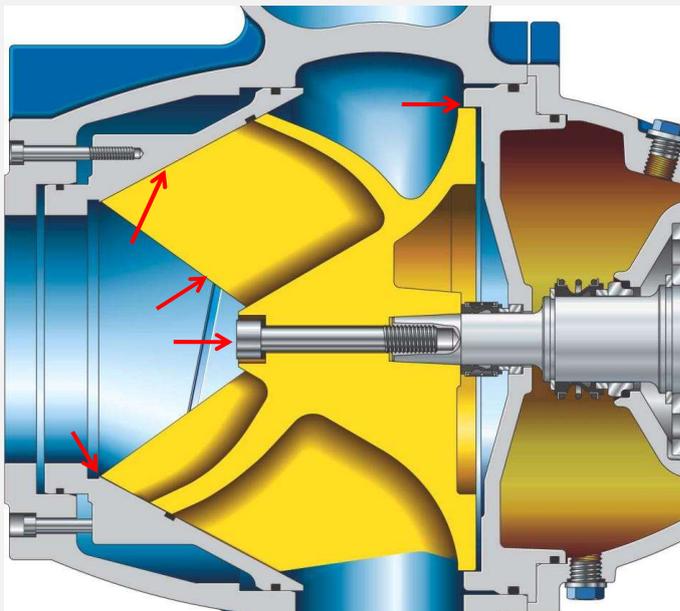


Bild 25: typische Verstopfungsstellen am D-Rad

34 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Pumpe

- D-Rad – Hydraulik

- Schaufelspitze
- Eintrittskante Schaufel
- Spalt vorn
- Spalt hinten

KSB

Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Pumpe**Mögliche Lösungen:**

- Umfangsgeschwindigkeit am Laufrad prüfen
- Drehzahl/Regelbereich ggf. adjustieren
- Teillastbetrieb vermeiden (!)
- TS-Gehalt reduzieren (wenn möglich)
- Montage eines Mischers im Saugraum
- Laufradauswahl überprüfen
- Veränderung der Laufradgeometrie



Bild 26: Emax Laufrad (KSB)



Bild 27: Kmax Laufrad (KSB)

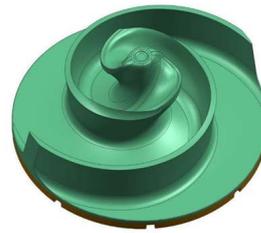
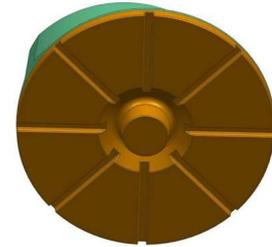


Bild 28: Dmax Laufrad (KSB)



Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen – Rohrleitung**Probleme und mögliche Lösungen:**

- Strömungsgeschwindigkeiten in vertikalen Rohrleitungen („Daumenwerte“)
 - **1,5 m/s** bei Sand
 - **2,5 m/s** bei Splitt
- Umfangsgeschwindigkeit am Laufrad
 - mindestens **15 m/s**
- Größensprung bei Rohrleitungserweiterungen max. eine Nennweite („Daumenwert“ für Saug- und Druckleitungen)



Bild 29: Feststoffablagerung in Steigleitung (DN200); DN80 Druckstutzen



Bild 30: Saugleitung, geringe Strömungsgeschwindigkeit



Bild 31: D-Verhältnis zu groß

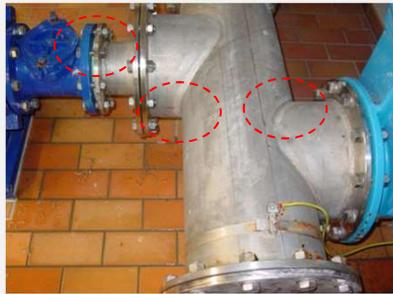


Bild 32: Zu viele Umlenkungen

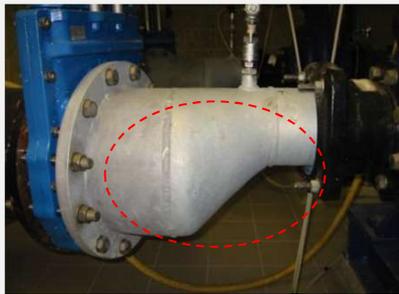


Bild 33: Reduzierung Saugleitung zu steil

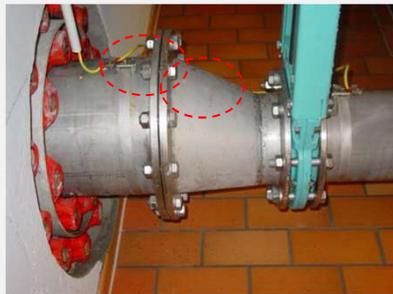


Bild 34: Reduzierung falschherum angeordnet

37 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Rohrleitungen

Gestaltung Saugleitung:

- Gasansammlungen vermeiden
- Ablagerungen vermeiden
- Strömungsprofile, Drall
- Strömungsgeschwindigkeit
- Verluste

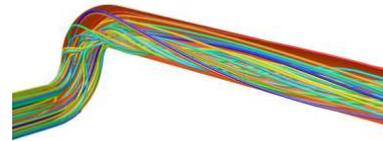


Bild 35: Ungeeignetes Design einer Sammeldruckleitung für Einzel- und Parallelbetrieb



Bild 36: Einbindung der Pumpen in Sammelleitung



Bild 37: bessere Einbindung in Sammelleitung

38 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Rohrleitungen

Beispiel: Gestaltung Druckleitung

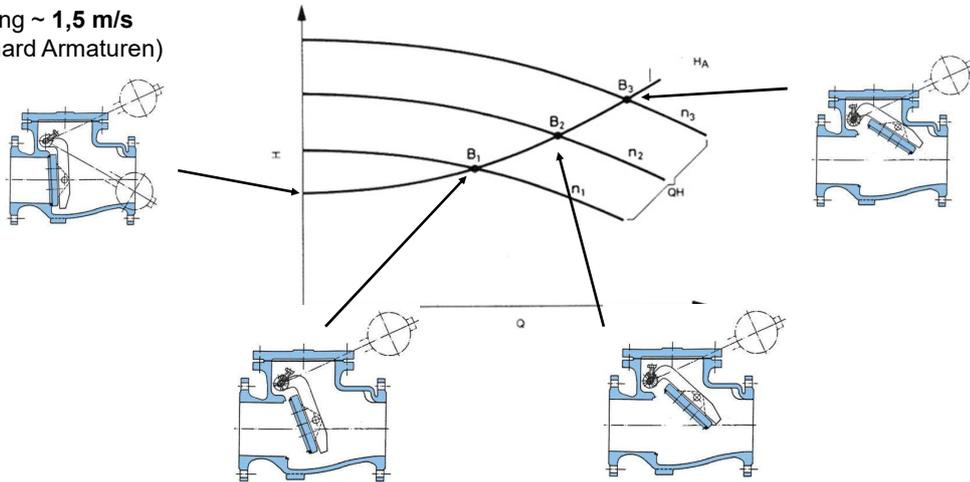
- Einzelbetrieb sowie Parallelbetrieb (2 Pumpen)
- Eine gemeinsame Sammeldruckleitung
- Strömungsgeschwindigkeit zu niedrig ($< 0,3 \text{ m/s}$)
- Einzelne Steigleitung für jede Pumpe würde das Problem lösen



Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Rohrleitungen**Probleme und mögliche Lösungen:**

- Öffnungswinkel der Rückschlagklappe ist abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit
- Empfehlung ~ 1,5 m/s (gem. Erhard Armaturen)



39 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Bild 38: Freier Absturz, Lufteintrag sowie Bildung einer Schwimmdecke

40 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Pumpensumpfdesign

- Freier Absturz
- Übermäßiger Lufteintrag
- Bildung einer Schwimmdecke
- Leistungsfähigkeit der Pumpe nimmt infolge der ungelösten Gase ab
- Ansaugen der Schwimmdecke kann zu Verstopfungen führen





Bild 39: Mischer im Saugraum

41 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Pumpensumpfdesign

- **Beispiel:** Installation eines Mixers im Saugraum
- Ziel: homogenere Verteilung der Feststoffe im Pumpensumpf
- Vermeidung Schwimmdecke

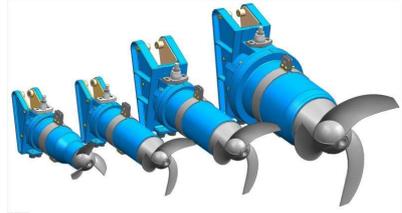


Bild 40: Mischer Amamix (KSB)



Bild 41: Ablagerung in Totgebieten

42 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Pumpensumpfdesign

- Ablagerungen infolge fehlender bzw. ungenügend ausgeprägter Bermen
- Pumpensumpf kann sich allmählich zusetzen
- Verstopfungen der Pumpen möglich



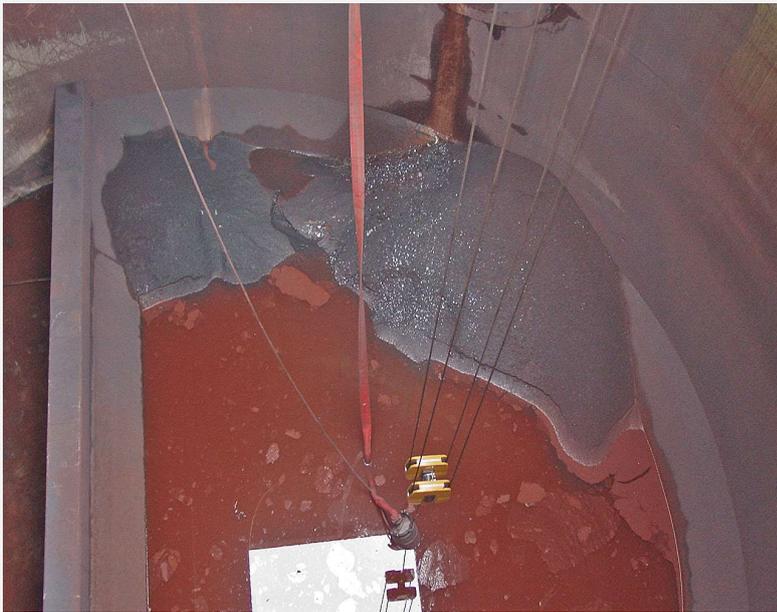


Bild 42: Ablagerung in Totgebieten

43 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Verstopfungen an Pumpsystemen

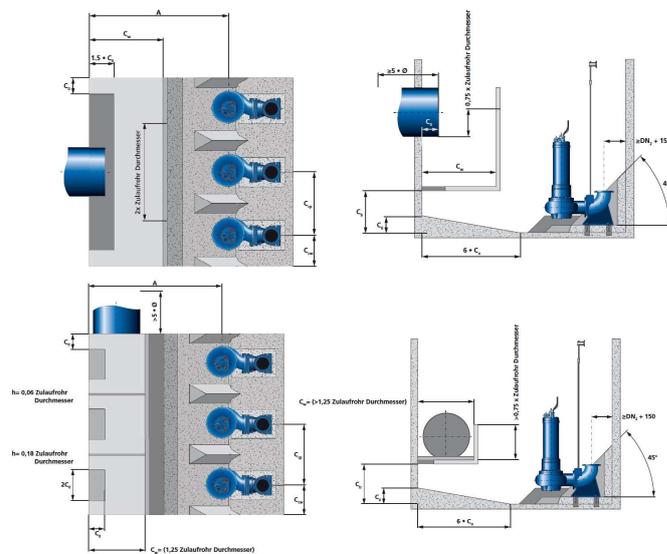
3. Problemstellungen - Pumpensumpfdesign

- Ablagerungen infolge fehlender bzw. ungenügend ausgeprägter Bermen
- Ausbildung von Gebieten geringer Strömungsgeschwindigkeit („Totgebiete“)
- Pumpensumpf kann sich allmählich zusetzen



Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Pumpensumpfdesign



44 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Mögliche Lösungen:

- Anpassung des Sumpfdesigns
- Balkonkonstruktion zur Vermeidung von Lufteintrag ins Medium
- Vermeidung von Ablagerungen durch Bermen und Wandschrägen
- Zuführung des Mediums zur Pumpe über Rampe
- Trennung der Pumpen mittels Bermen (Verhinderung getauchter Wirbel)





Bild 43: unzureichende Strömungsgeschwindigkeit



Bild 44: Regelung, Reservepumpe die nur steht

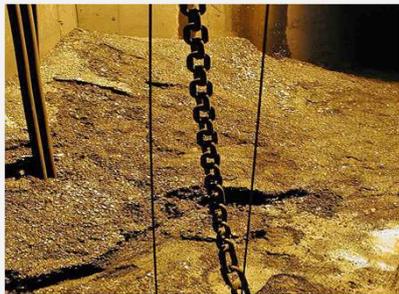


Bild 45: Massive Sedimentationen



Bild 46: zu lange Standzeiten

45 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

Verstopfungen an Pumpsystemen

3. Problemstellungen - Pumpensumpfdesign

Mögliche Lösungen:

- Anpassung der Betriebsweise (z.B. intermittierender Betrieb)
- Vermeidung langer Standzeiten
- Größe des Pumpensumpfes sollte zur Pumpe passen
- Vermeidung von Gebieten geringer Strömungsgeschwindigkeiten (Totgebiete)



1. Einleitung
2. Heterogene Förderung
3. Problemstellungen und Lösungsansätze
4. **Fazit**

46 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Verstopfungen an Pumpsystemen

4. Fazit**Probleme für die Technik**

- Schaden durch Abrieb
- Hoher Verschleiß
- Große freie Durchgänge erforderlich
- Schlechtere Wirkungsgrade
- Evtl. Sandfang/Sedimentationsschicht erforderlich
- Höhere Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten

Probleme in der Druckleitung

- Schaden durch Abrieb
- Hohe Strömungsgeschwindigkeiten erforderlich
- Hoher Druckverlust, damit hoher Energieverbrauch
- Zusätzliche Reinigungs- und Service-schächte notwendig
- Schlechtere Wirkungsgrade
- Evtl. separate Spül- und Molchtechnik erforderlich

Allgemeine Probleme

- Erhöhte Investitionskosten
- Erhöhte Betriebskosten
- Erhöhte Wartungskosten
- Reduzierte Standzeiten
- Erhöhte Re-Investitionskosten
- Erhöhtes Störpotential
- Zusatzbelastung der Kanal- und Kläranlagen

Zusammenfassung

47 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Verstopfungen an Pumpsystemen

4. Fazit

Feststoffe sollten nicht in das Abwasser gelangen, da das Mitführen von Sedimenten immer erhöhte Kosten und potentielle Betriebsprobleme bedeutet.

In der Praxis ist dies nur theoretisch möglich, muss aber minimiert werden!

Um Betriebsprobleme zu minimieren/zu vermeiden sind ggf. verschiedene technische Lösungen zu kombinieren.

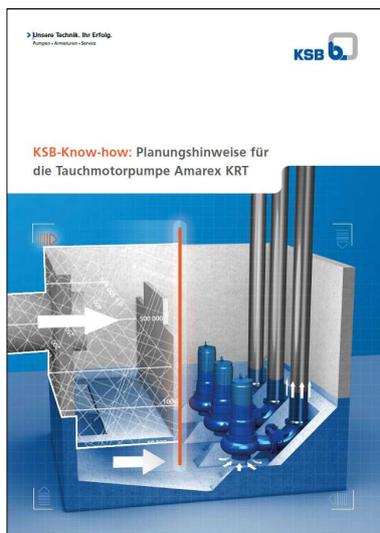
→ Fazit

48 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022

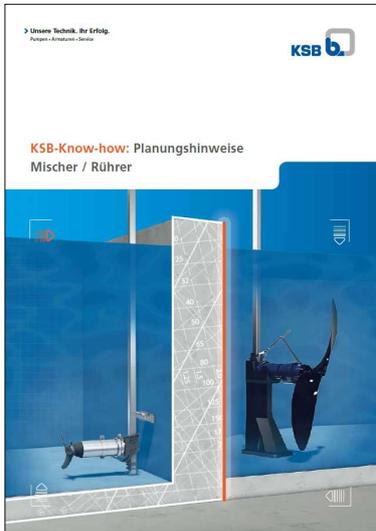


Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Verstopfungen an Pumpsystemen
Know-How zum kostenlosen Download



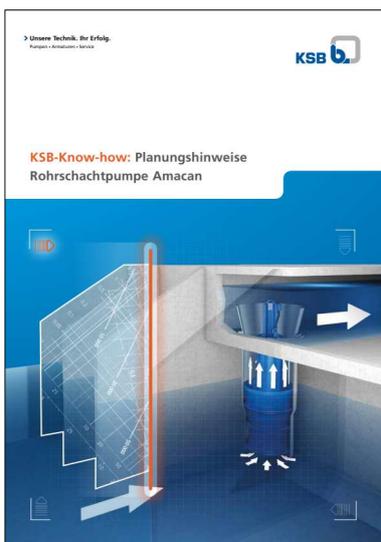
Verstopfungen an Pumpsystemen Know-How zum kostenlosen Download



51 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Verstopfungen an Pumpsystemen Know-How zum kostenlosen Download

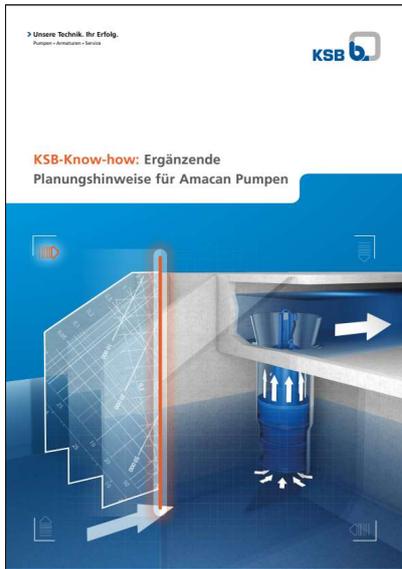


52 | Praktikerkonferenz 2022 | René Zieger | 13.09.2022



Verstopfungen an Pumpsystemen

Know-How zum kostenlosen Download



Verstopfungen an Pumpsystemen

Kontakt und Copyright

KSB SE & Co. KGaA
Johann-Klein-Straße 9
67227 Frankenthal

Tel. +49 6233 86-0
E-Mail: info@ksb.com

© Copyright KSB SE & Co. KGaA

