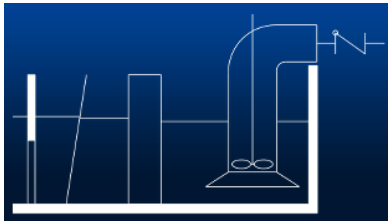
PUMPENSÜMPFE und PUMPENEINLAUFKAMMERN



ROSENBERGER-ENGINEERING GMBH

NW / Lachen-Speyerdorf

www.rosenberger-engineering.de

Dr.-Ing. Hartmut Rosenberger

13.11.2019

Gliederung

- **Grundlagen / Hintergründe**
- **Auslegungsrichtlinien nach Hydraulic Institute**
- **Praxisbeispiele**
- **Zusammenfassung: Planungshinweise**

Pumpenanströmungsprobleme

Wirbelbildung
(insbes. luftziehende Wirbel)

überhöhter Vordrall

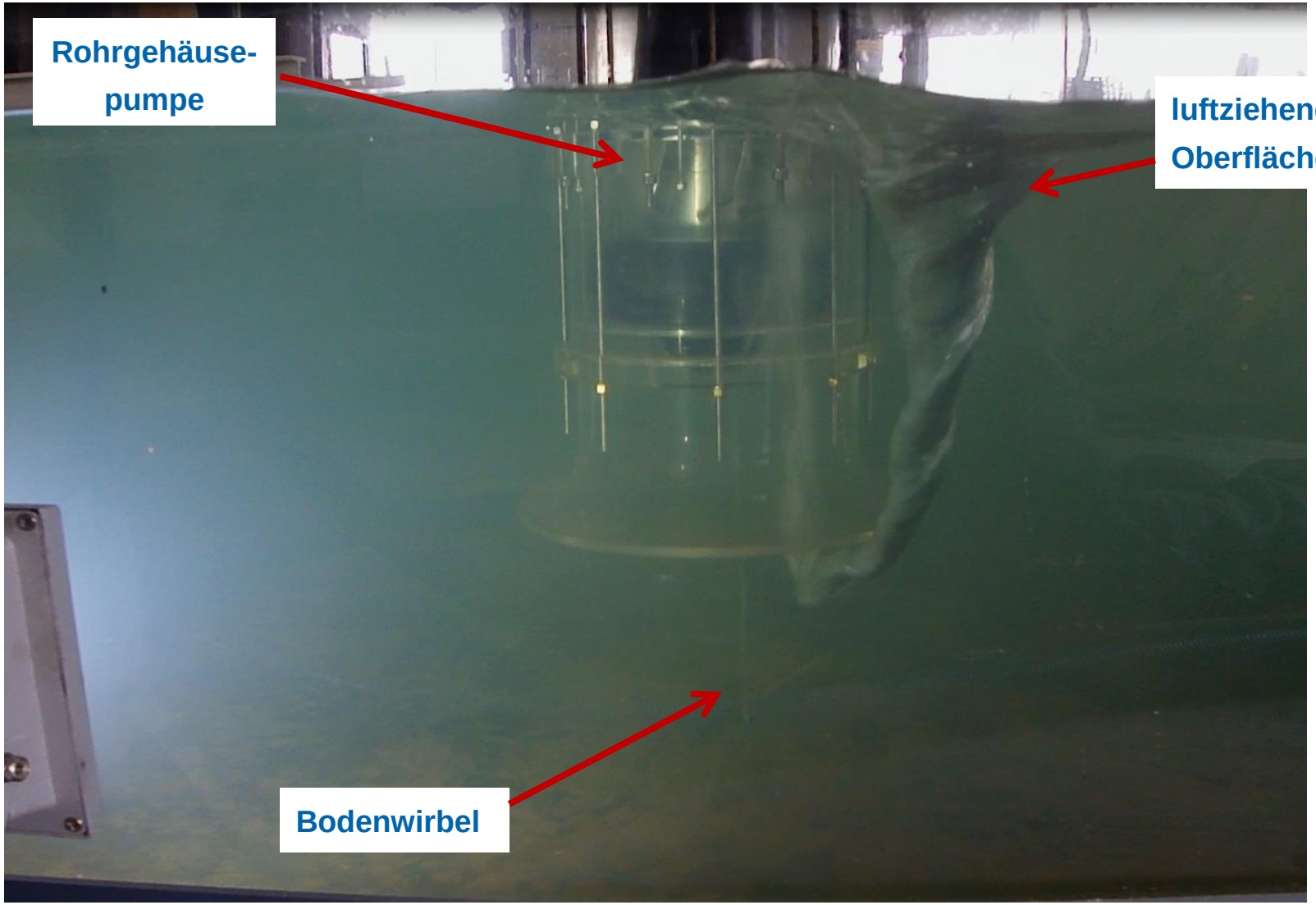
ungleichmäßige Strömungs-geschwindigkeiten

Auswirkungen ungünstiger Pumpenanströmung

- erhöhte Pumpen-vibrationen
- Lärm
- Kavitation
- Druckstoßeffekte
- Leistungsverlust
- Beschädigung von Pumpenkomponenten (z.B. Führungslager)

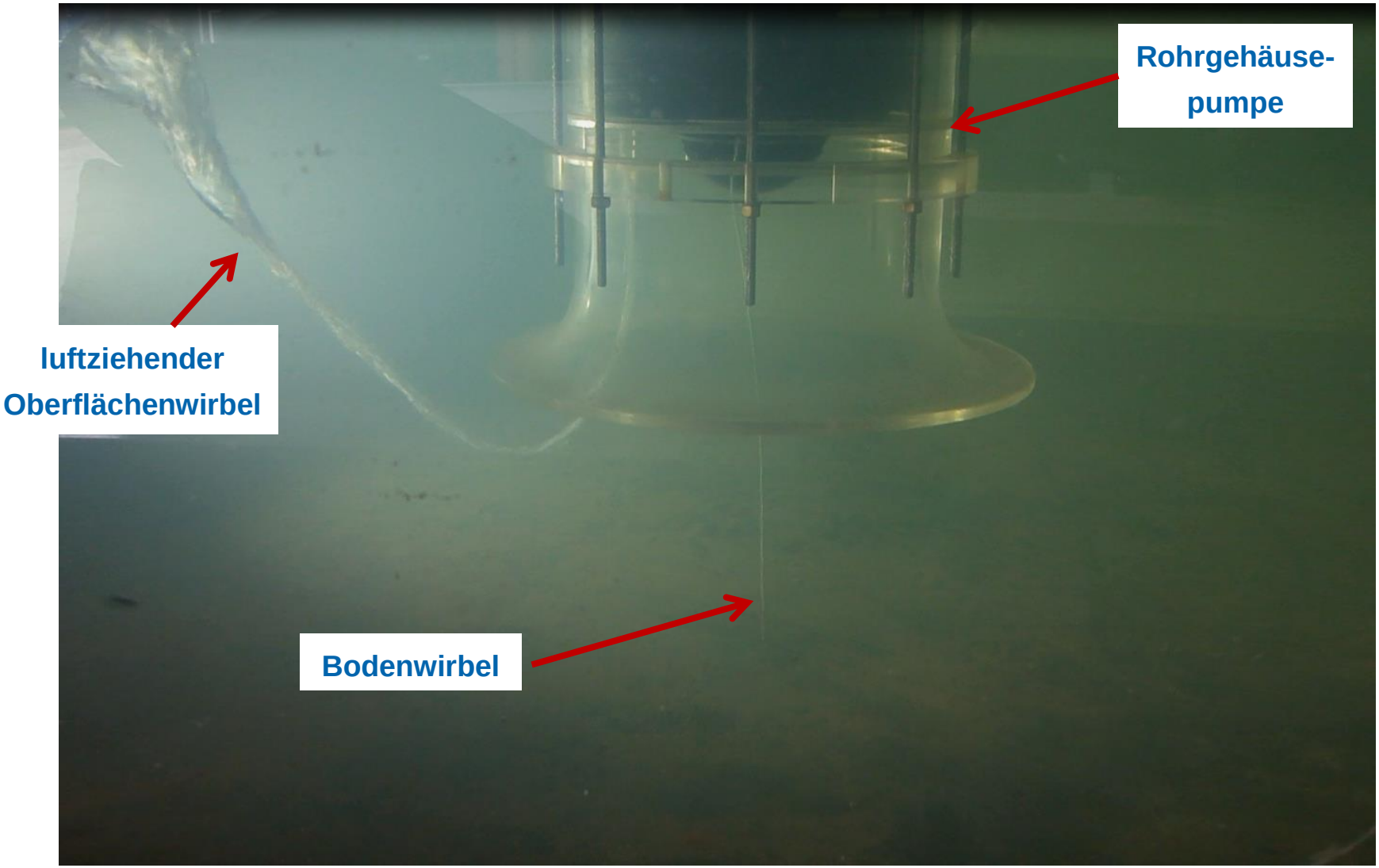
Probleme in der Pumpenanströmung

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH



Probleme in der Pumpenanströmung

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH



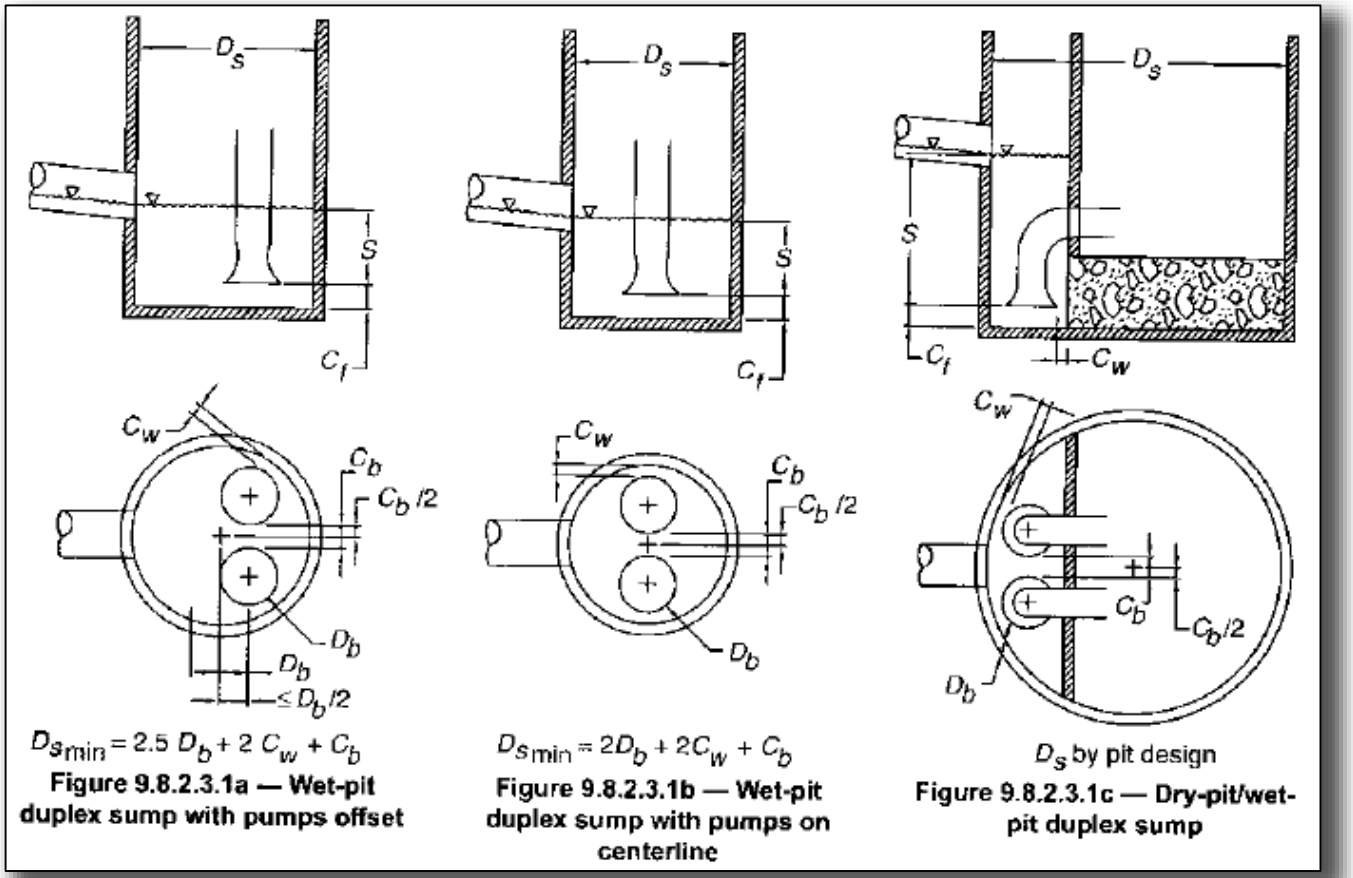
Strömungsprobleme in runden Schachtpumpwerken

- **Lufteintrag durch erhöhten Zulauf**
- **Gegenseitige Beeinflussung der Pumpen**
- **Unterwasserwirbel (ausgehend von Wand bzw. Nachbarpumpe)**

Vermeidung von Strömungsproblemen durch günstige Anlagen-Dimensionierung:

- **Schachtdurchmesser**
- **Wandabstand**
- **Bodenabstand**
- **Pumpenabstand**
- **Mindestwasserstand**

Modelltest für Q > 300 l/s



Doppelpumpenanlage

Strömungsprobleme in runden Schachtpumpwerken

- **Lufteintrag durch erhöhten Zulauf**
- **Gegenseitige Beeinflussung der Pumpen**
- **Unterwasserwirbel (ausgehend von Wand bzw. Nachbarpumpe)**

Vermeidung von Strömungsproblemen durch günstige Anlagen-Dimensionierung:

- **Schachtdurchmesser**
- **Wandabstand**
- **Bodenabstand**
- **Pumpenabstand**
- **Mindestwasserstand**

Modelltest für Q > 300 l/s

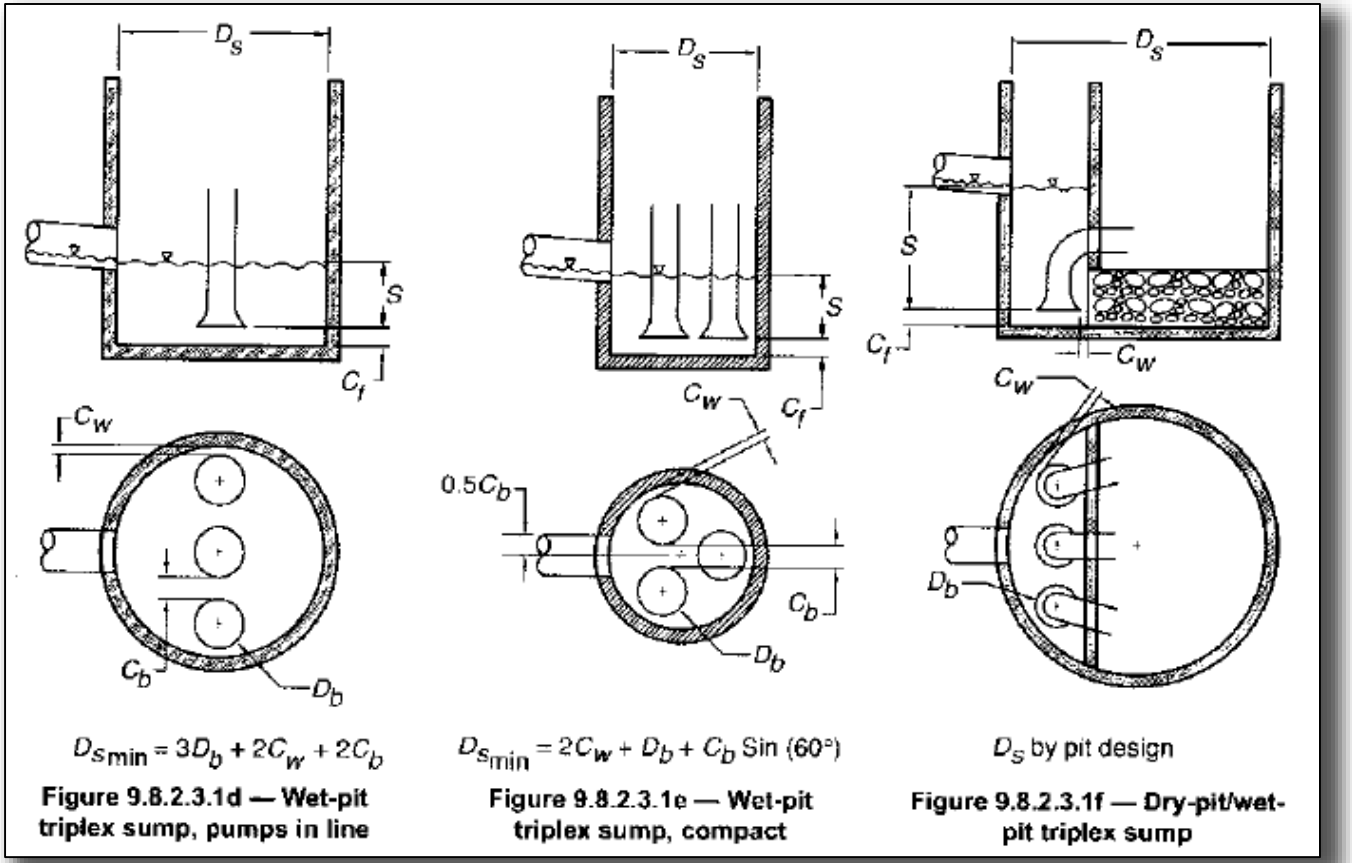
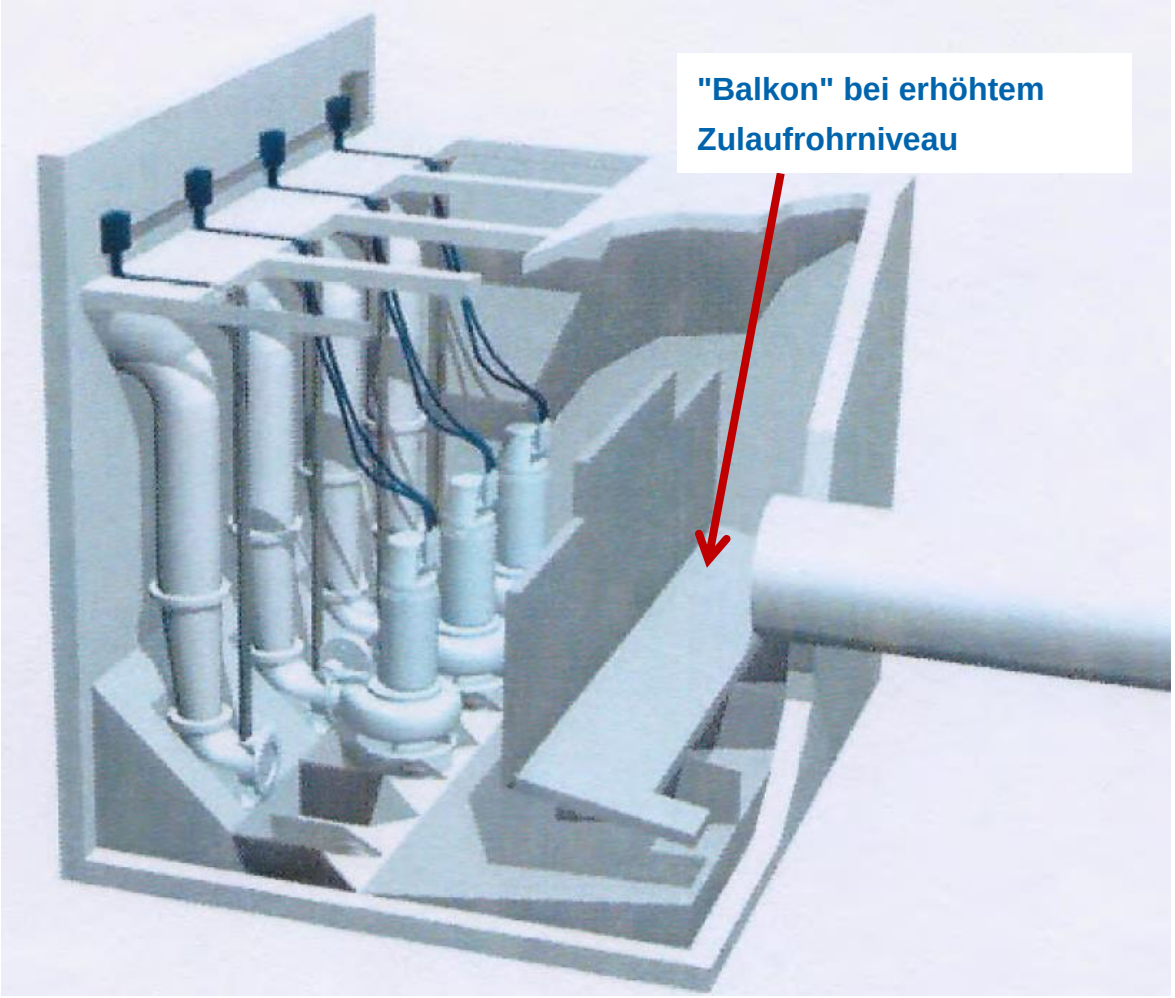


Figure 9.8.2.3.1d — Wet-pit triplex sump, pumps in line

Figure 9.8.2.3.1e — Wet-pit triplex sump, compact

Figure 9.8.2.3.1f — Dry-pit/wet-pit triplex sump

Dreipumpenanlage


"Balkon" bei erhöhtem
Zulaufrohrniveau

Rechteckige Mehrfach-Pumpwerke

Vermeidung von Strömungsproblemen durch günstige Anlagen-Dimensionierung:

- Kanalabmessungen
- Bodenabstand
- Pumpenabstand
- Mindestwasserstand

Modelltest für Q > 300 l/s

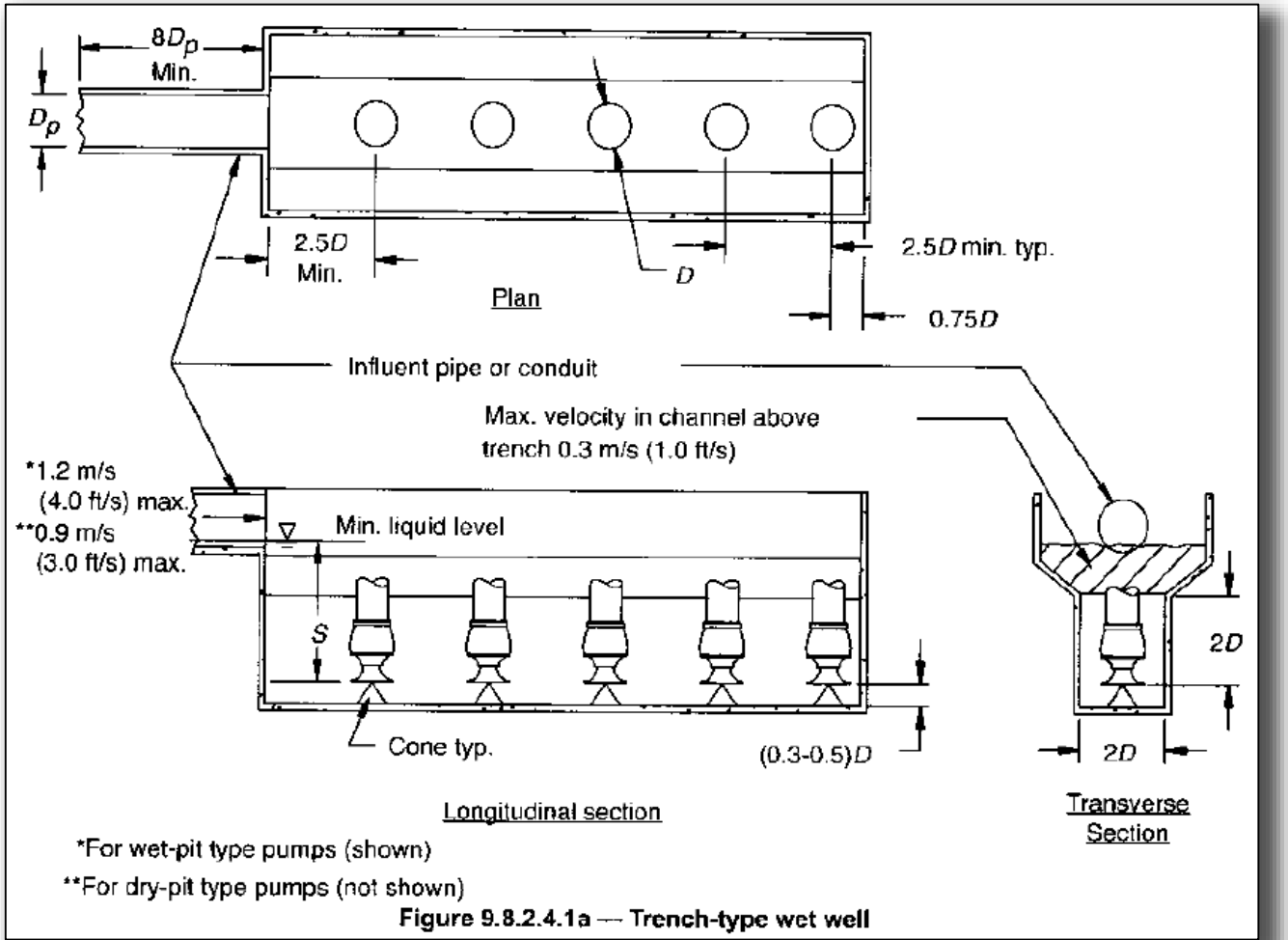


Figure 9.8.2.4.1a — Trench-type wet well

Pumpenaufstellung hintereinander in rechteckigem Kanal

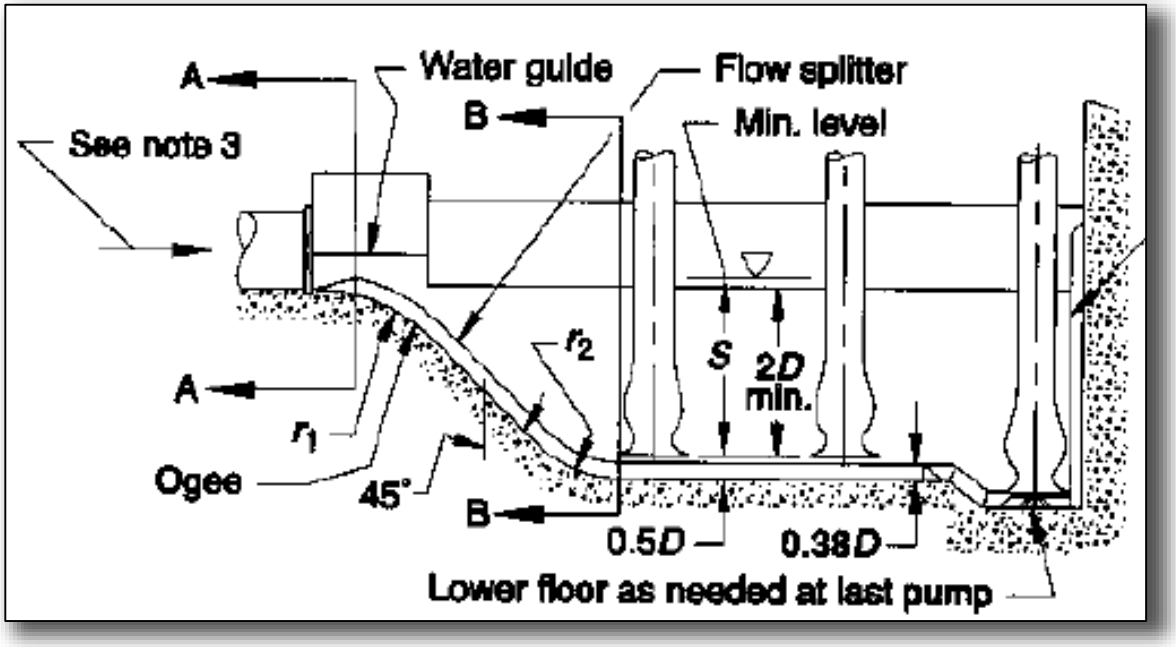
Sonderausführung bei Abwasser mit hohem Feststoffanteil

Normalbetrieb:

Hoher Wasserstand zur Vermeidung von Lufteintrag

Reinigungsphase:

Zulaufschieber schließen, Lenzen mit letzter Pumpe



Pumpenaufstellung hintereinander in länglichem Kanal

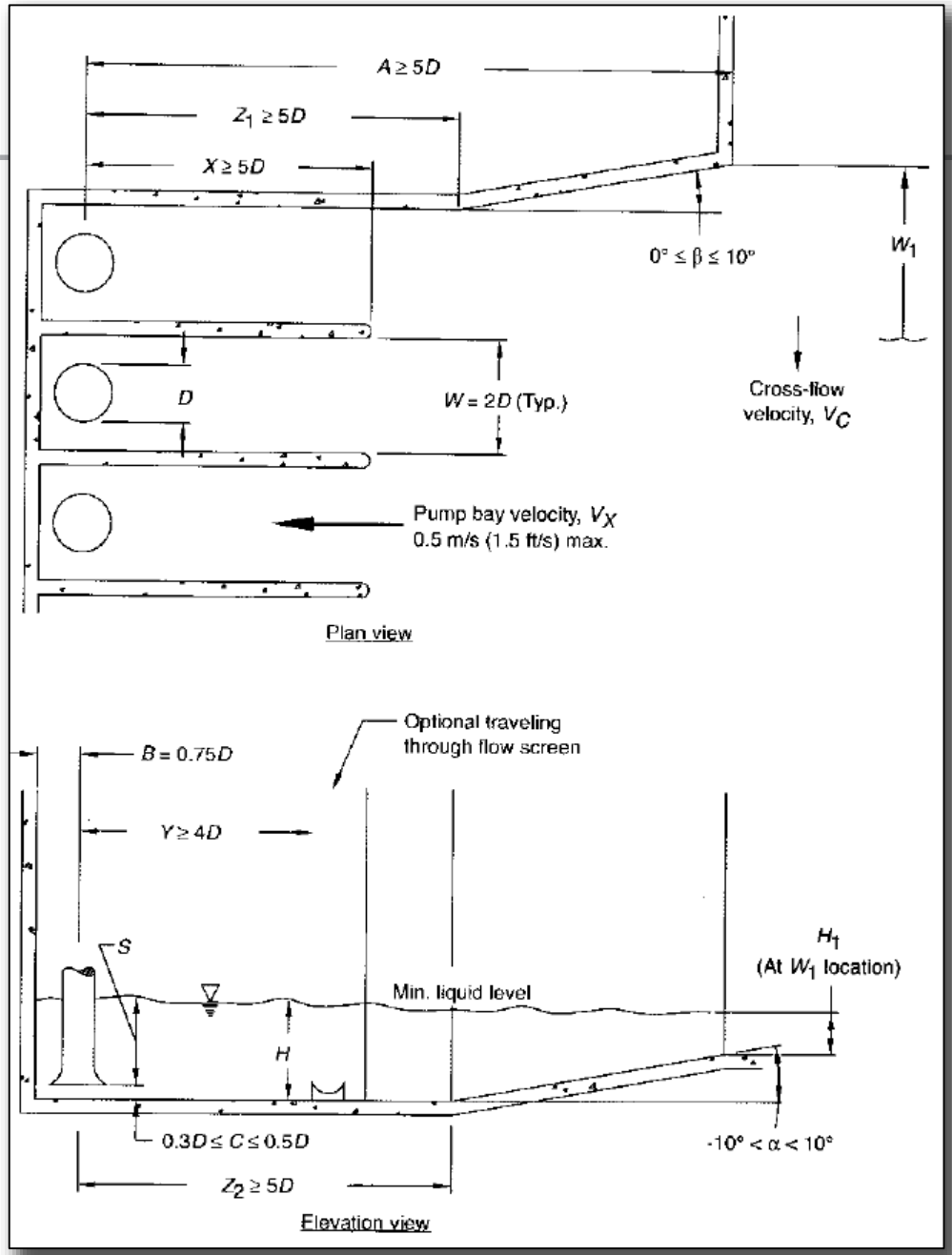
Pumpensümpfe und Einlaufkammern

Auslegungsempfehlungen nach Hydraulic Institute

Bei Anwendung der Dimensionierungs-Empfehlungen nach HI:
Modelltest vorgeschrieben für Q > 2,5 m³/s

Aber:
Bauwerk sehr groß, im Stadtgebiet selten unterzubringen und/oder hohe Baukosten.

Daher:
Modelltest bereits ab ca. 500 l/s empfohlen.
Dadurch kompaktes, betriebssicheres Pumpwerk, deutliche Kosteneinsparung beim Bau.

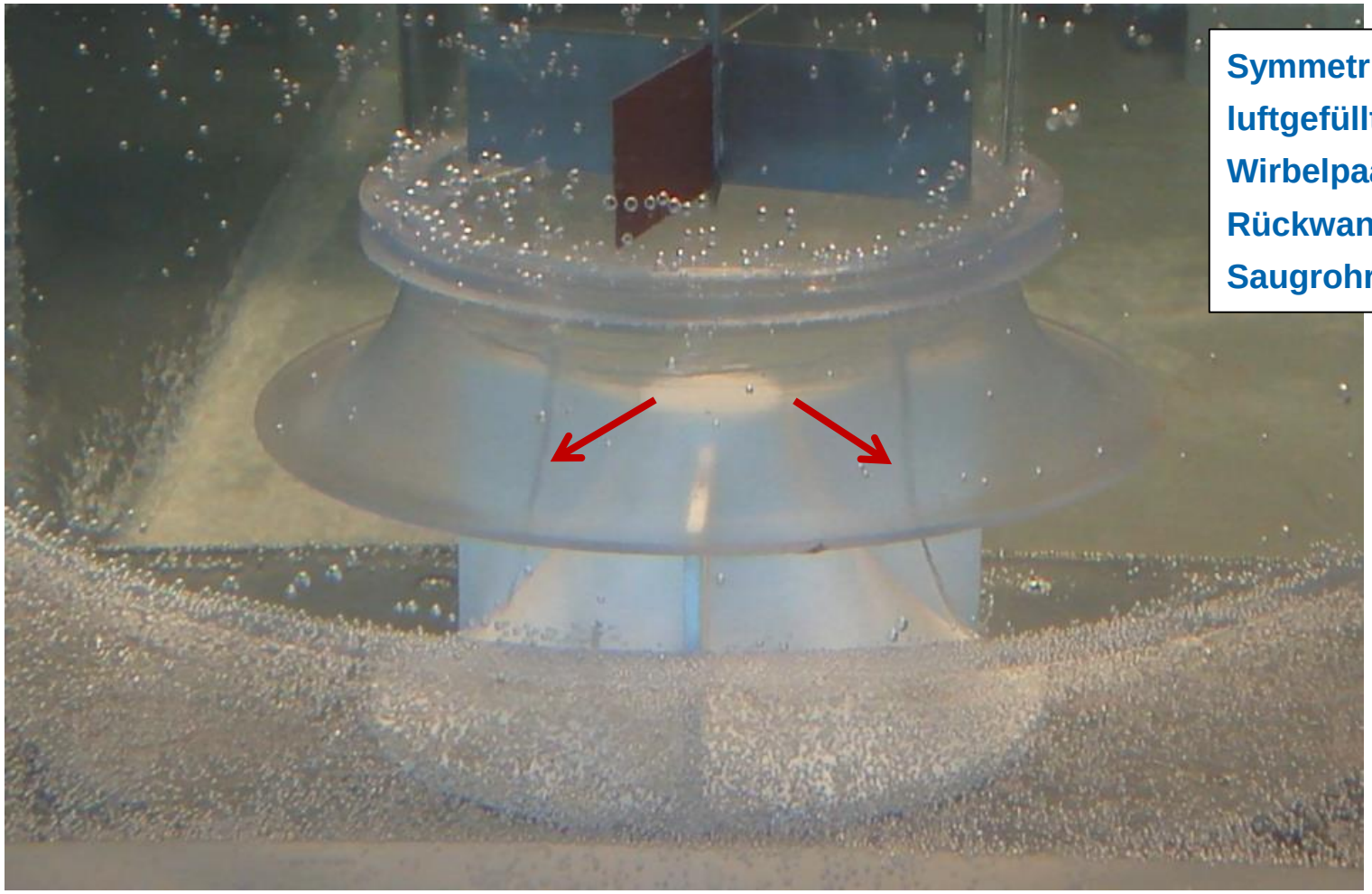


Einlaufkammern für Großpumpwerke

PRAXISBEISPIELE

Beispiel 1: Kraftwerks-Pumpstation, Q = 5,5 m³/s

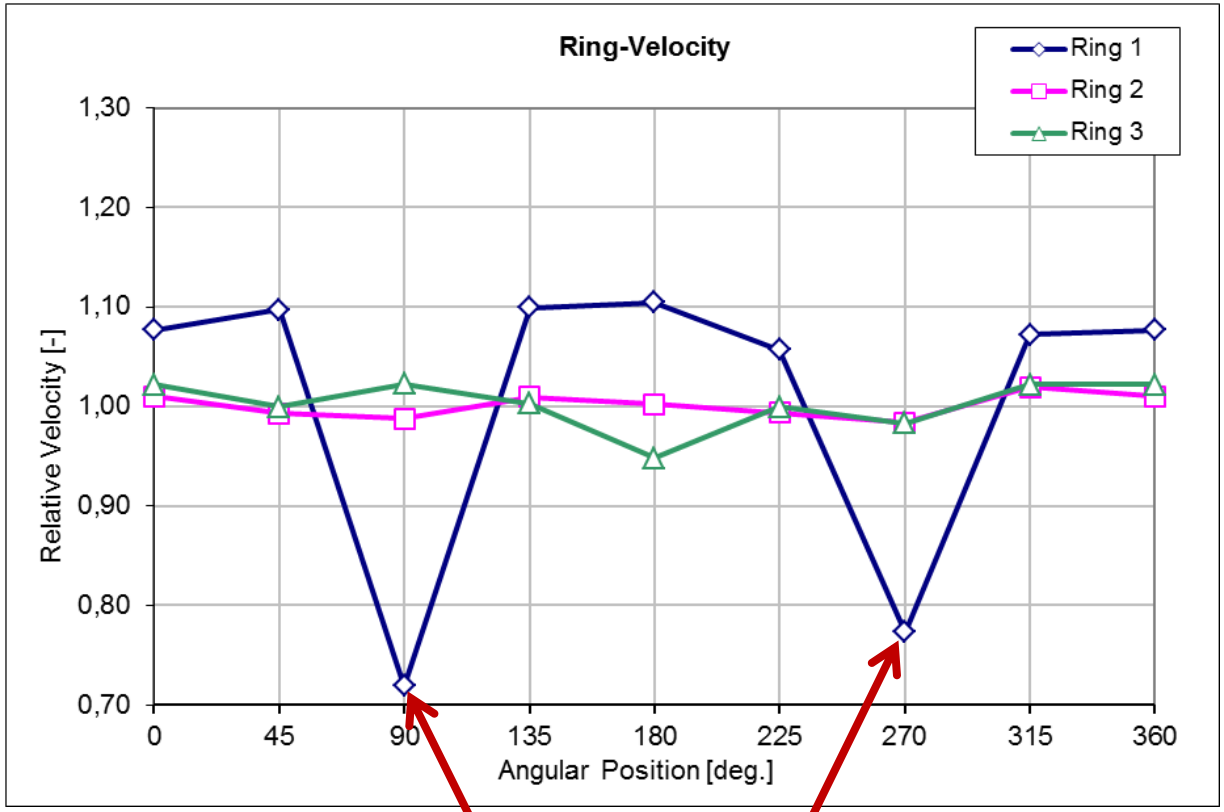
ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH



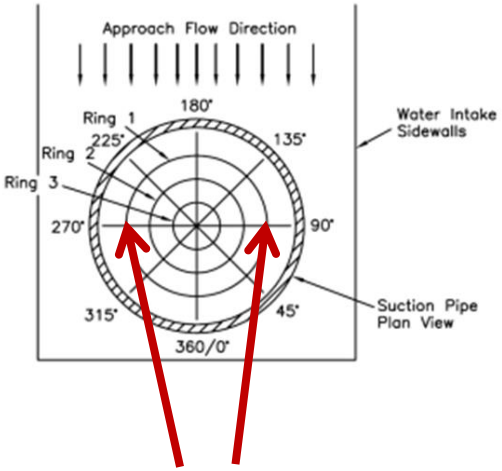
Symmetrisches, luftgefülltes Unterwasser-Wirbelpaar, von Rückwand ausgehend in Saugrohr einziehend

Beispiel 1: Kraftwerks-Pumpstation, Q = 5,5 m³/s

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH



Lageplan



Auftreffen der Wirbelschläuche am Laufrad

<u>Geschwindigkeitsprofil:</u> Starke Ausschläge nach unten (Löcher) im v-Profil bei 90° und 270° an den Einschlagstellen der Wirbel

Beispiel 1: Kraftwerks-Pumpstation, Q = 5,5 m³/s

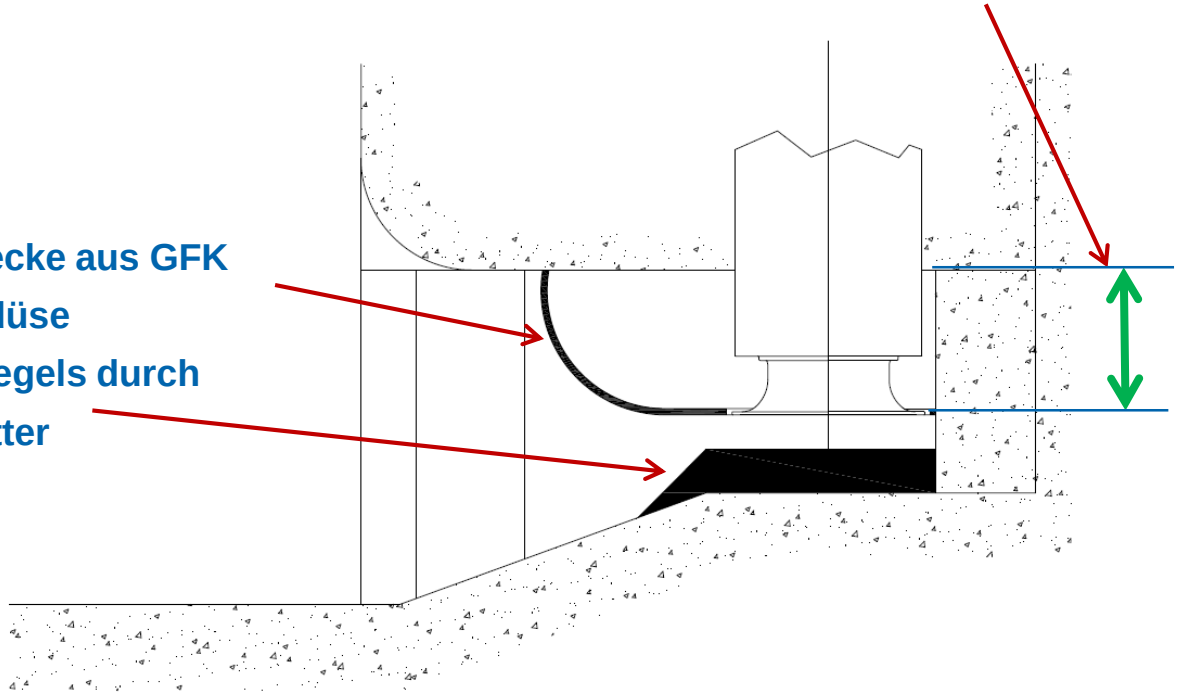
ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH

Problem/Ursache:

Überkragende Pumpeninstallation

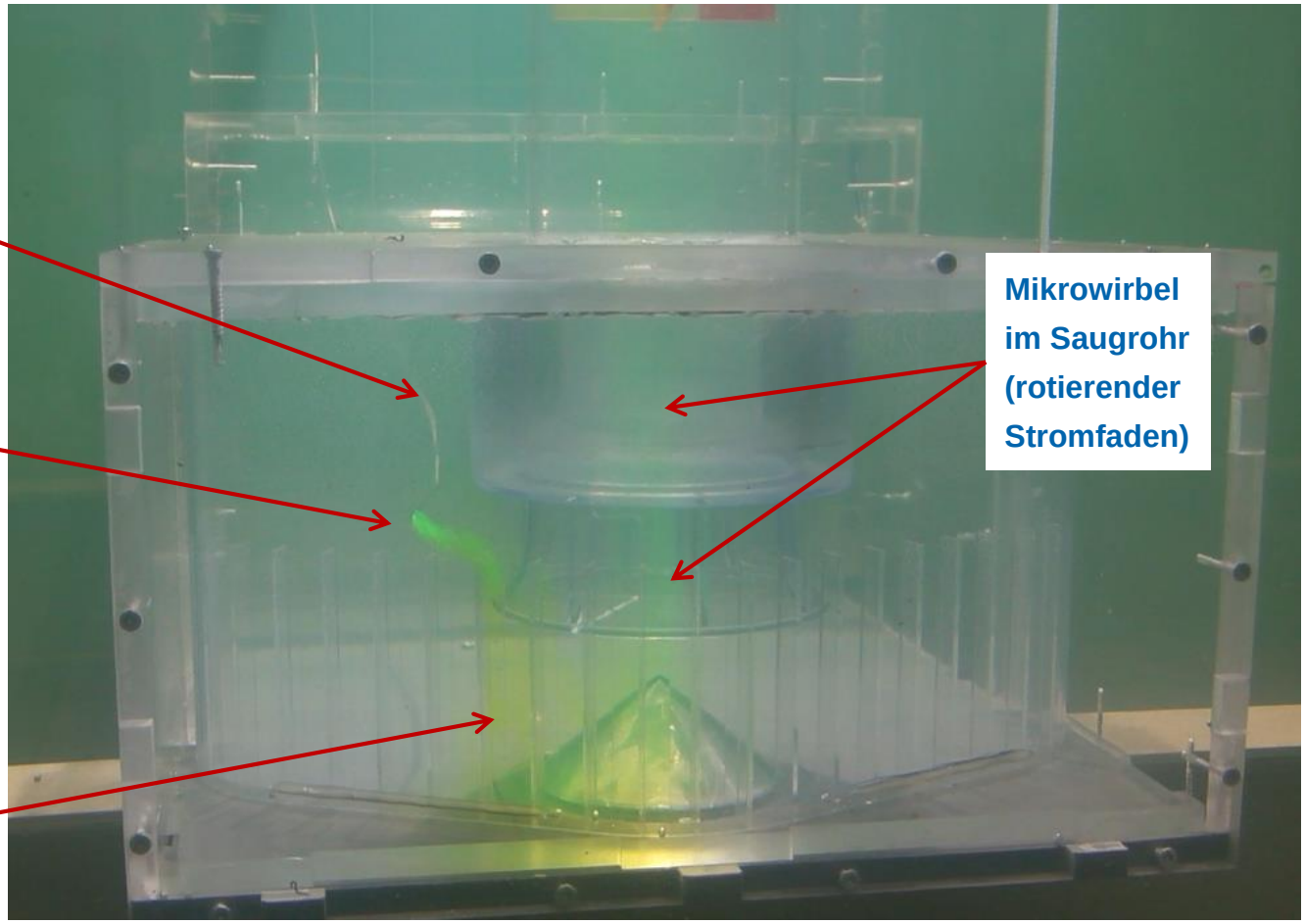
Problemlösung:

- **Einzug Zwischendecke aus GFK bündig mit Einlaufdüse**
- **Ersatz des Bodenkegels durch dreieck. Bodensplitter**



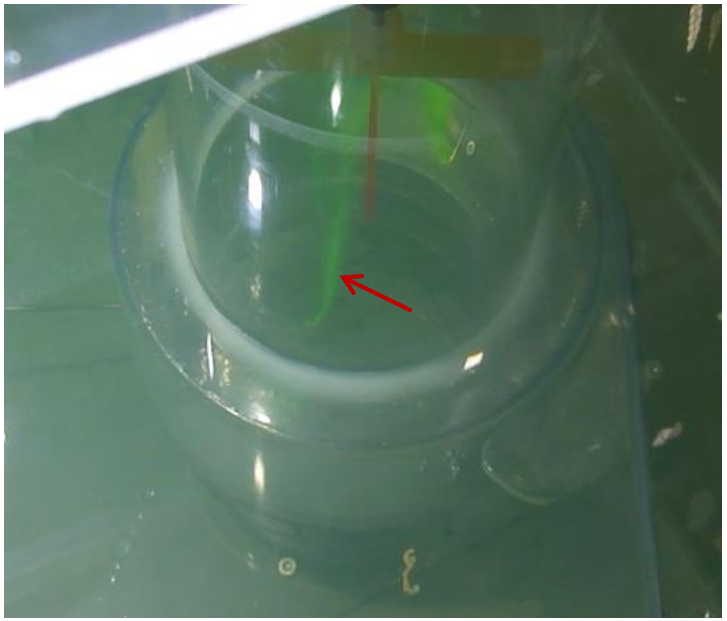
Beispiel 2: Hochwasserpumpwerk, Q = 5 m³/s

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH



Beispiel 2: Hochwasserpumpwerk, Q = 5 m³/s

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH

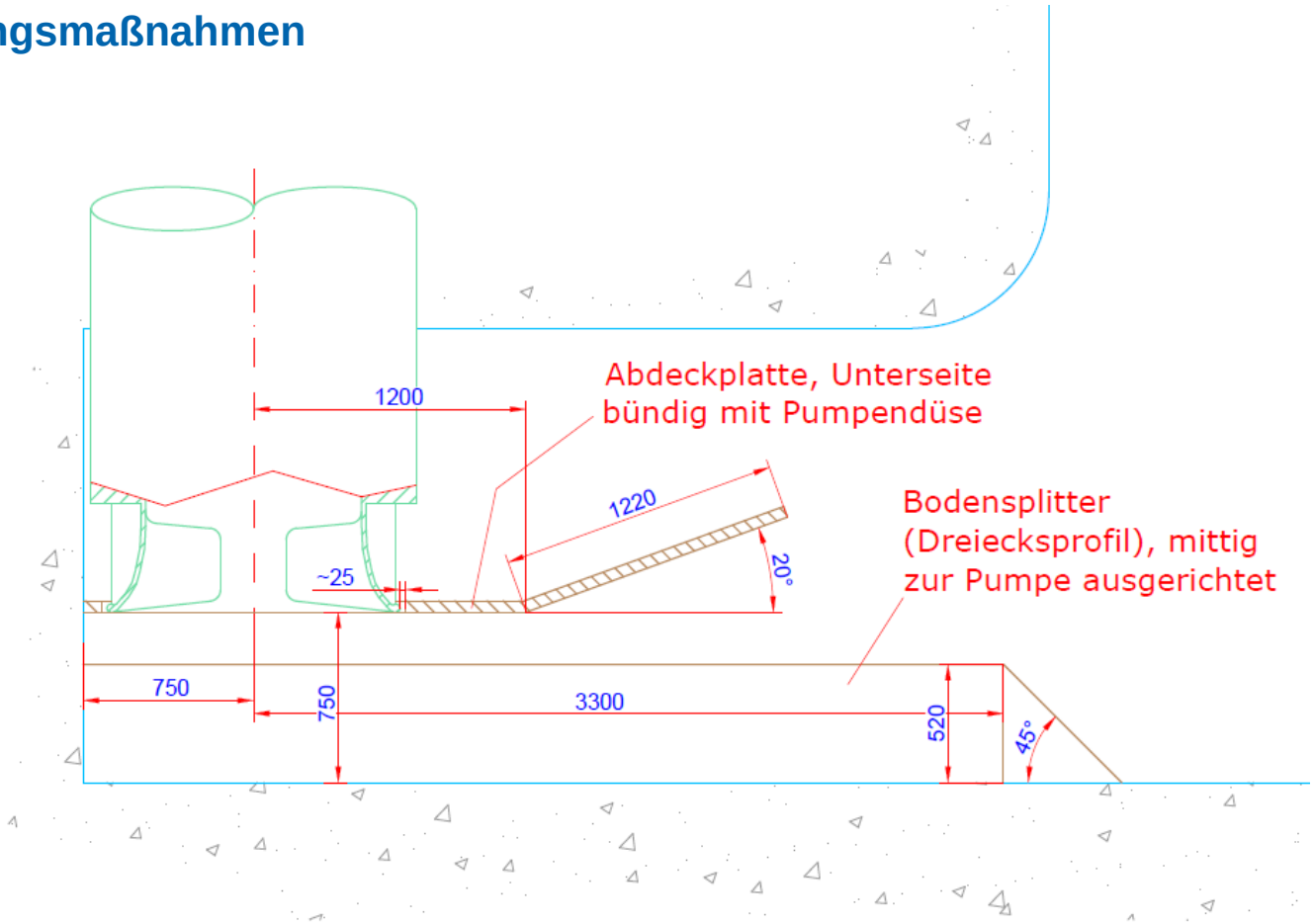


Anströmrichtung

gerader, ortsstabiler Stromfaden im vorderen Bereich der Düse

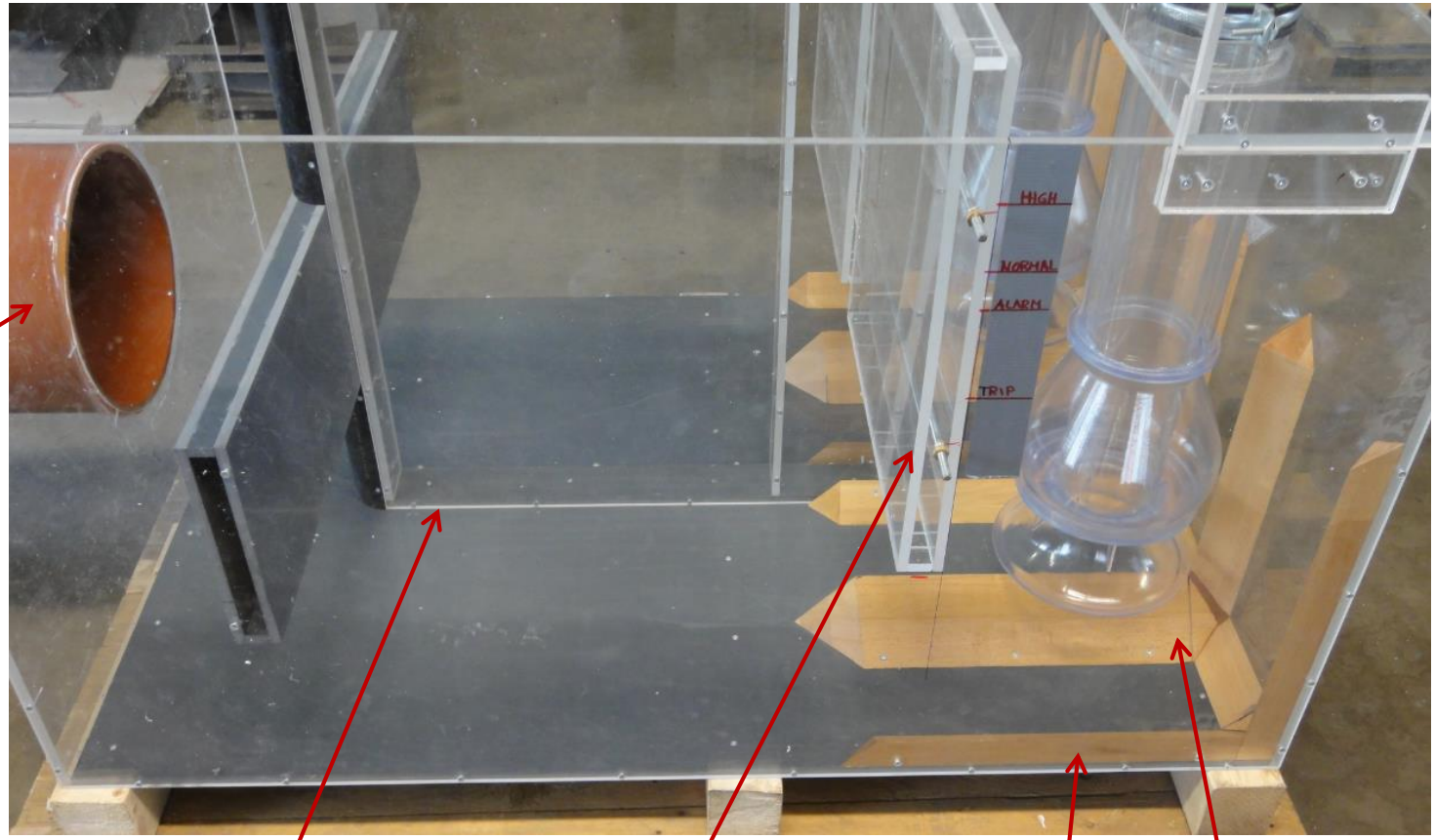
rotierender, ortsinstabiler Stromfaden im rückwärtigen Bereich der Düse

Optimierungsmaßnahmen



Beispiel 3: Kühlwasserpumpwerk mit Rohrzulauf, Q = 2 m³/s

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH



Zulaufrohr

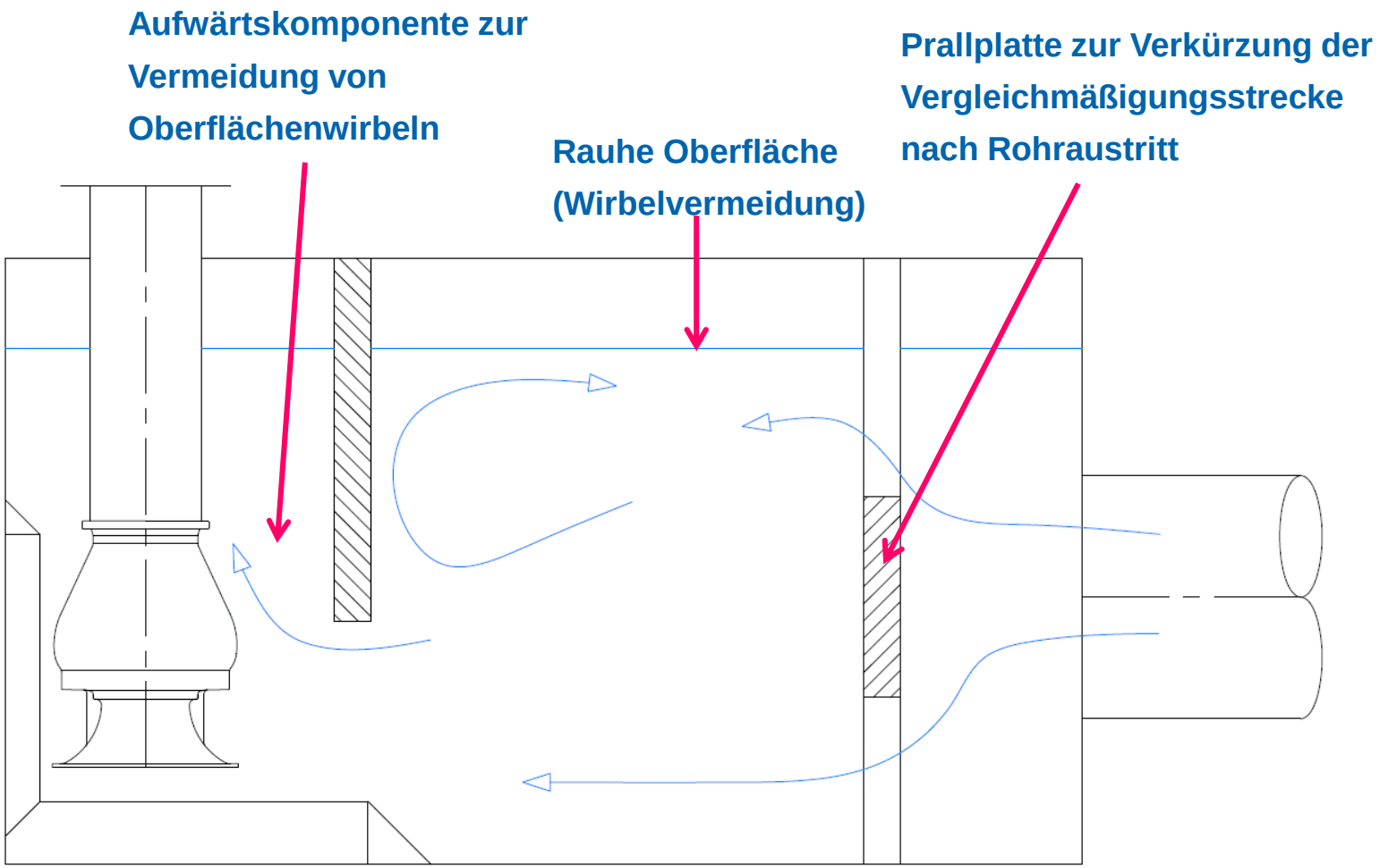
Mittige Trennwand
zwischen Pumpen

Tauchwand

Elemente zur Strömungskontrolle
im unmittelbaren Ansaugbereich

Beispiel 3: Kühlwasserpumpwerk mit Rohrzulauf, Q = 2 m³/s

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH

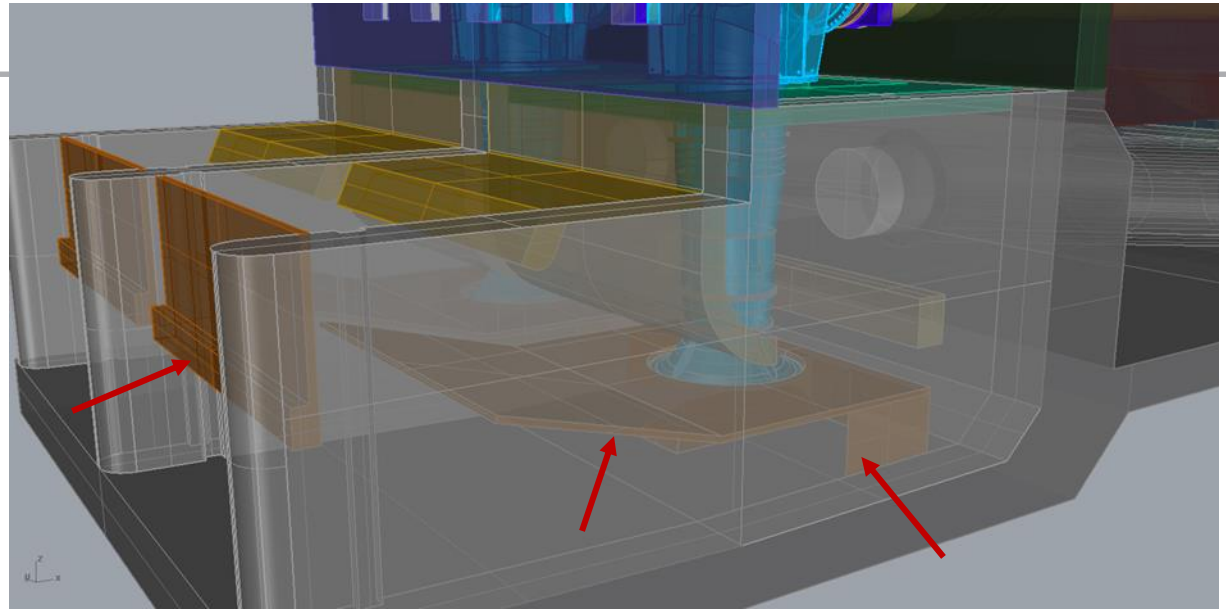


Beispiel 4: Hochwasserpumpwerk, Q = 10 m³/s

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH

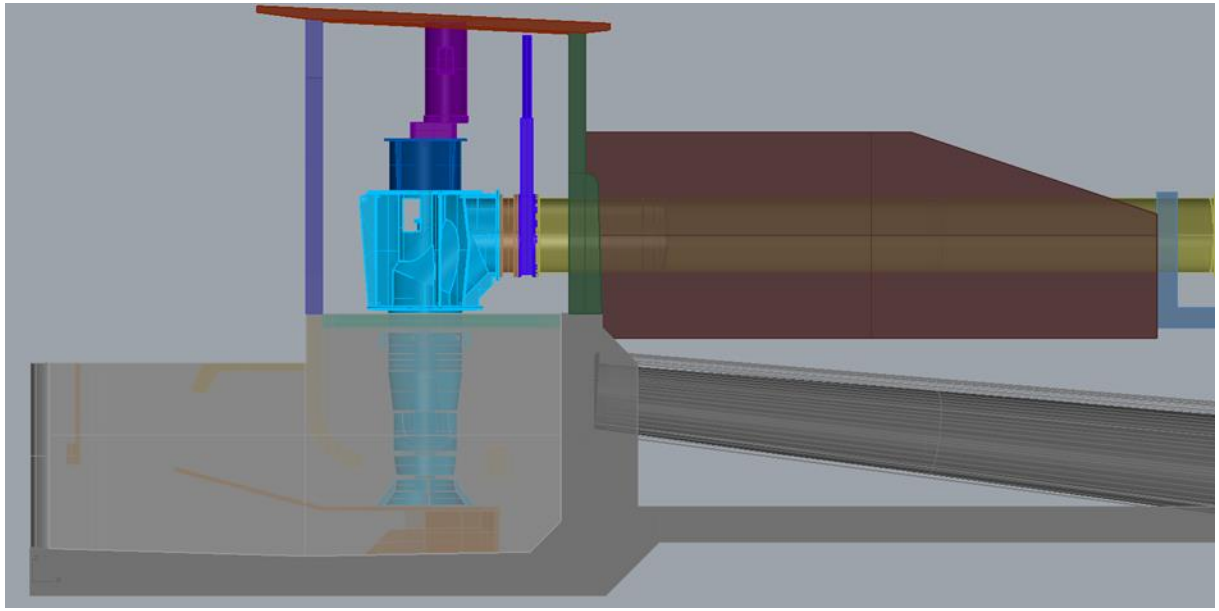
Beispiel 4: Hochwasserpumpwerk, Q = 10 m³/s

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH



Volumenstrom-erhöhung von 6,5 auf 10m³/s
(Erhalt des Bauwerks Bj. 57)

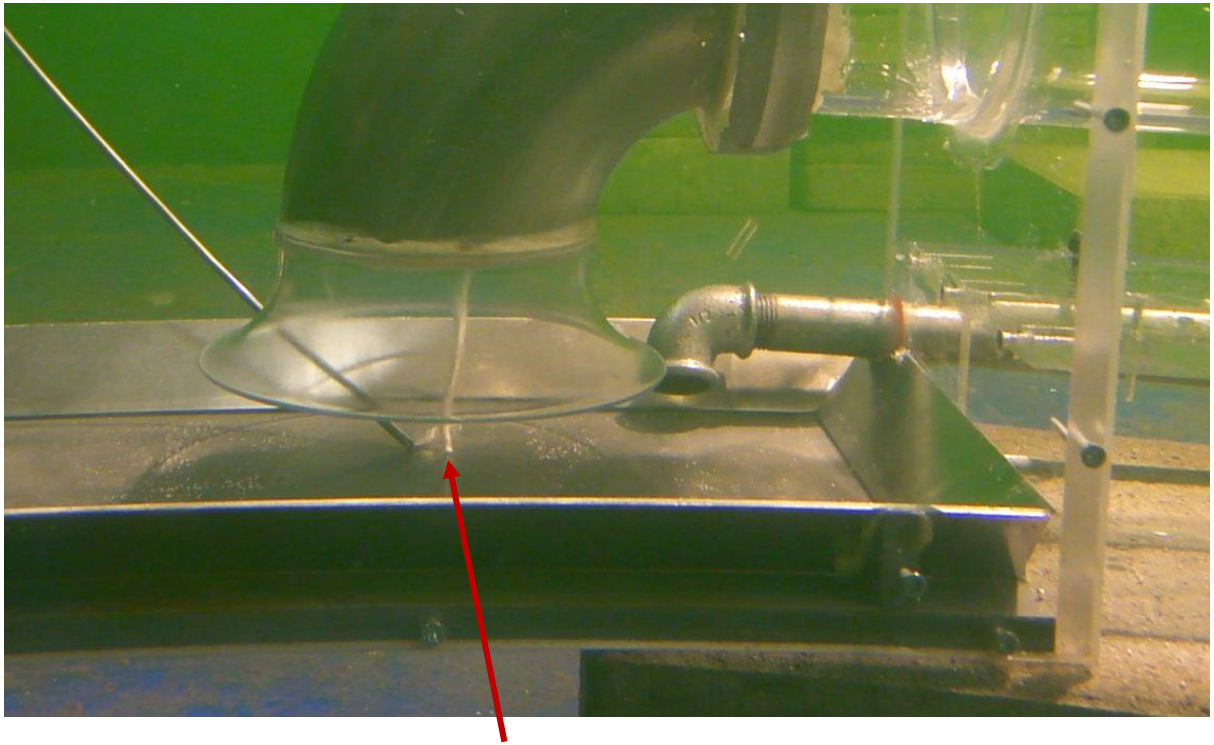
Gedeckte Einlaufkammer



Einbauten zur Strömungs-kontrolle

Tauchwand

Beispiel 5: Regenwasser-Pumpstation, Q = 2700 m³/h



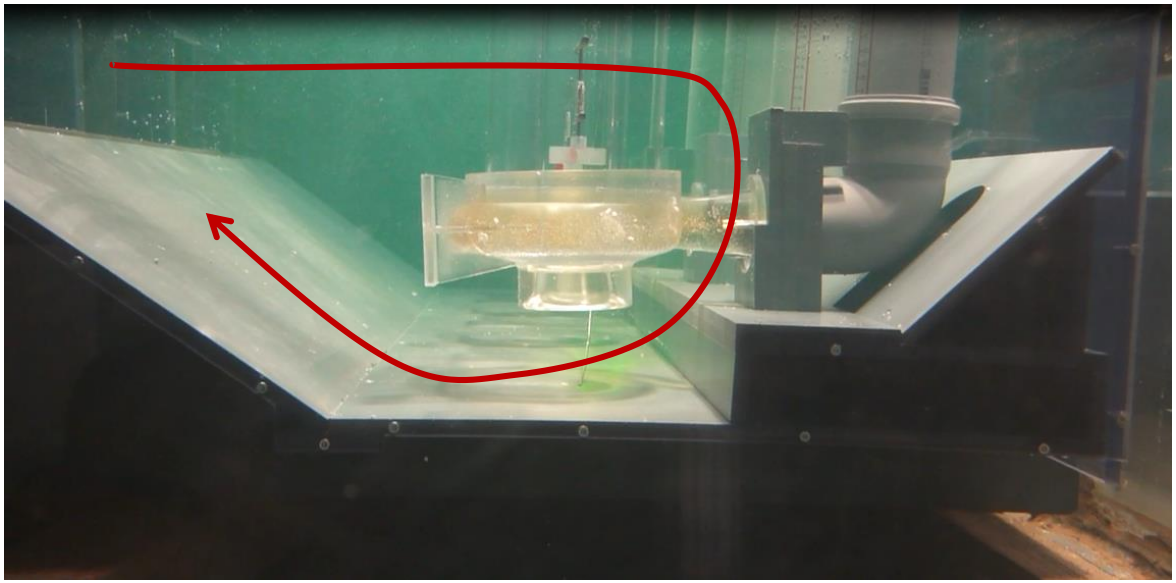
Bodenwirbel im Zentrum der Einlaufdüse

(visualisiert durch Druckluftinjektion)

→ Entstehung aufgrund überhöhten Dralls angefacht durch asymmetrische Zuströmung

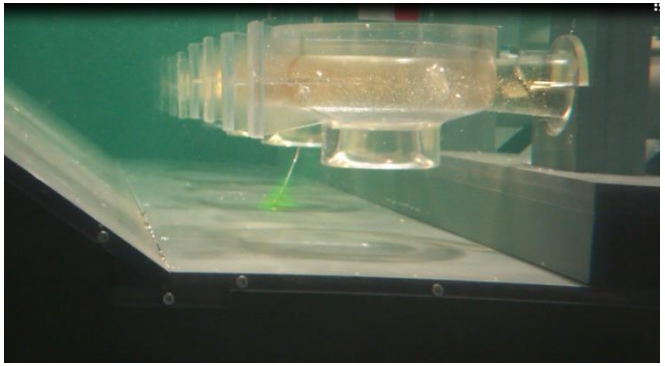
Beispiel 6: Abwasser-Pumpstation, Q = 800 m³/h

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH

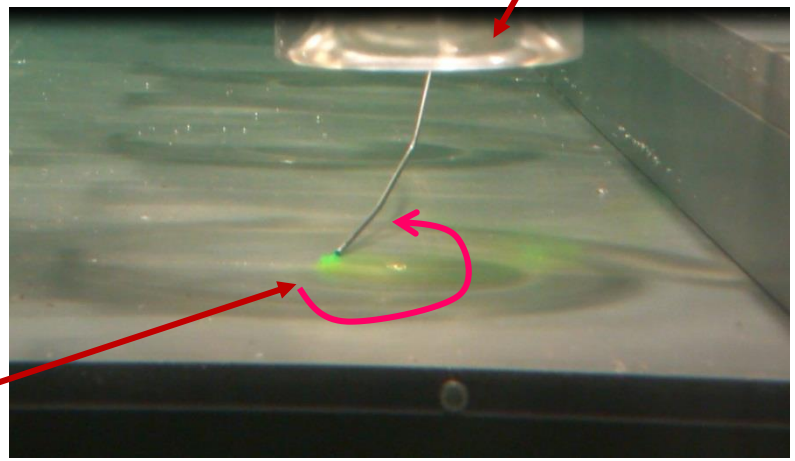


5 Tauchmotorpumpen in gemeinsamem Pumpensumpf

Einströmung entlang der Oberfläche und Strömungsumkehr auf der Rampe ("bergauf")



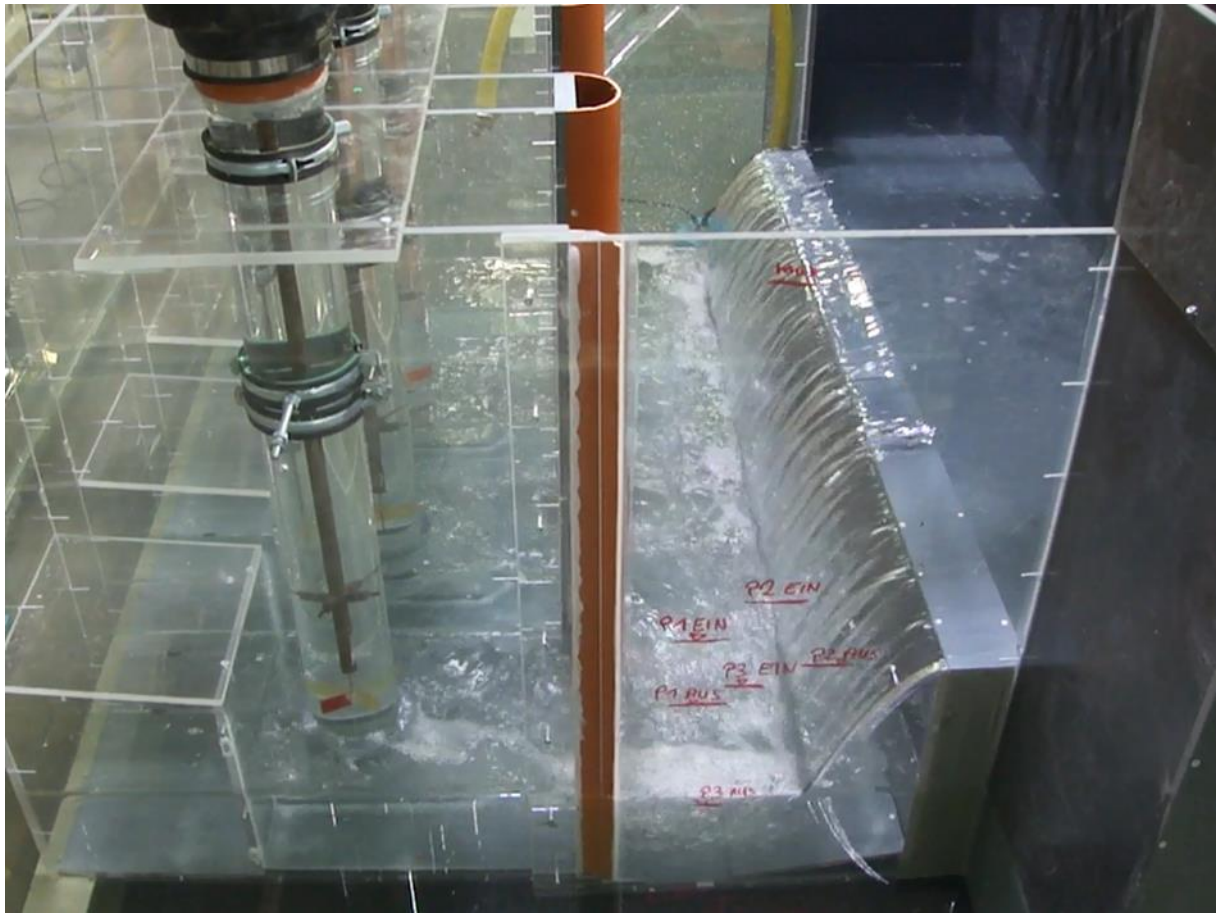
Pumpenansaugung



Unterwasserwirbel

Beispiel 7: Mischwasser-Pumpstation, Q = 2300 m³/h

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH



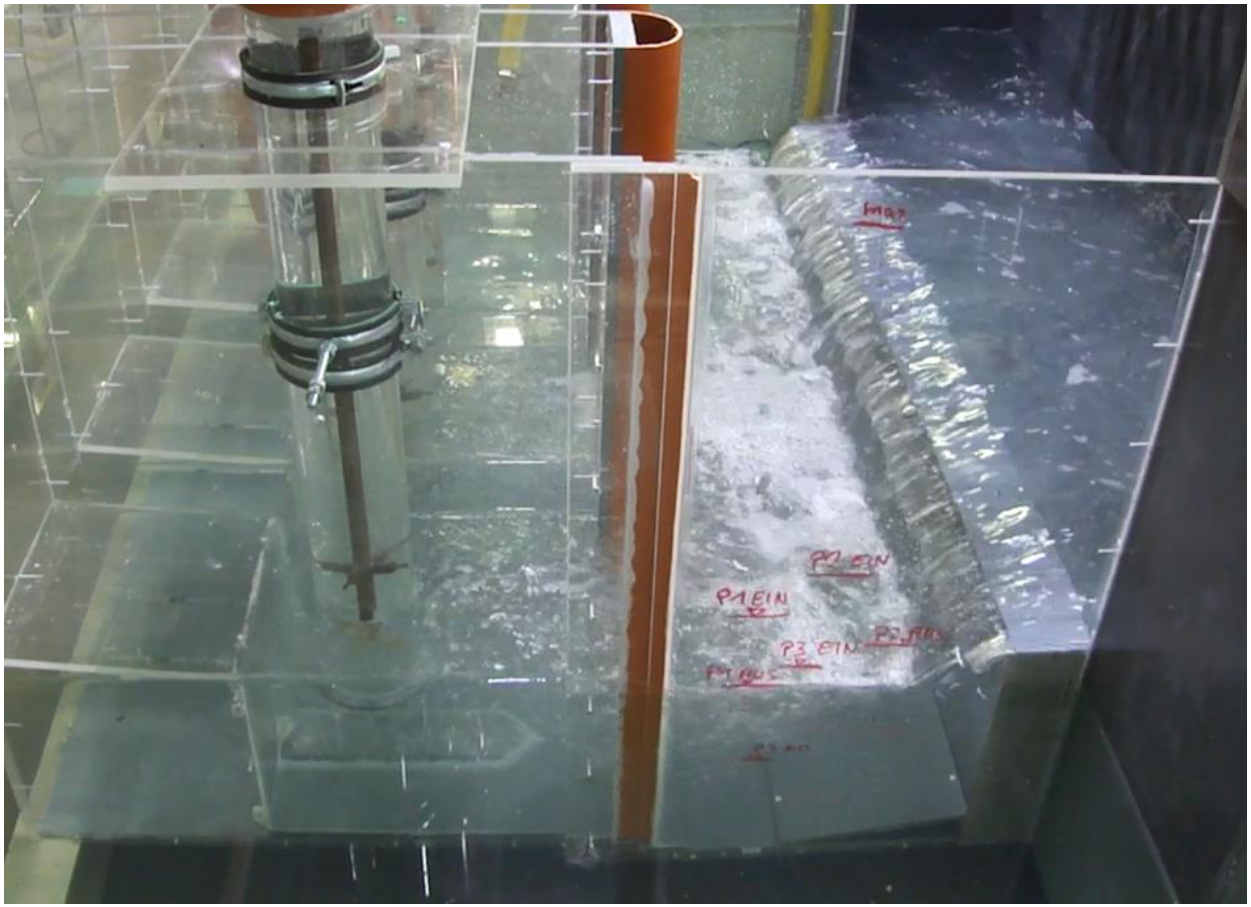
Niedrigwasserstand

Überlaufschwelle unmittelbar vor den Pumpen.

Luftblaseneintrag durch Wasserfall

Beispiel 7: Mischwasser-Pumpstation, Q = 2300 m³/h

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH



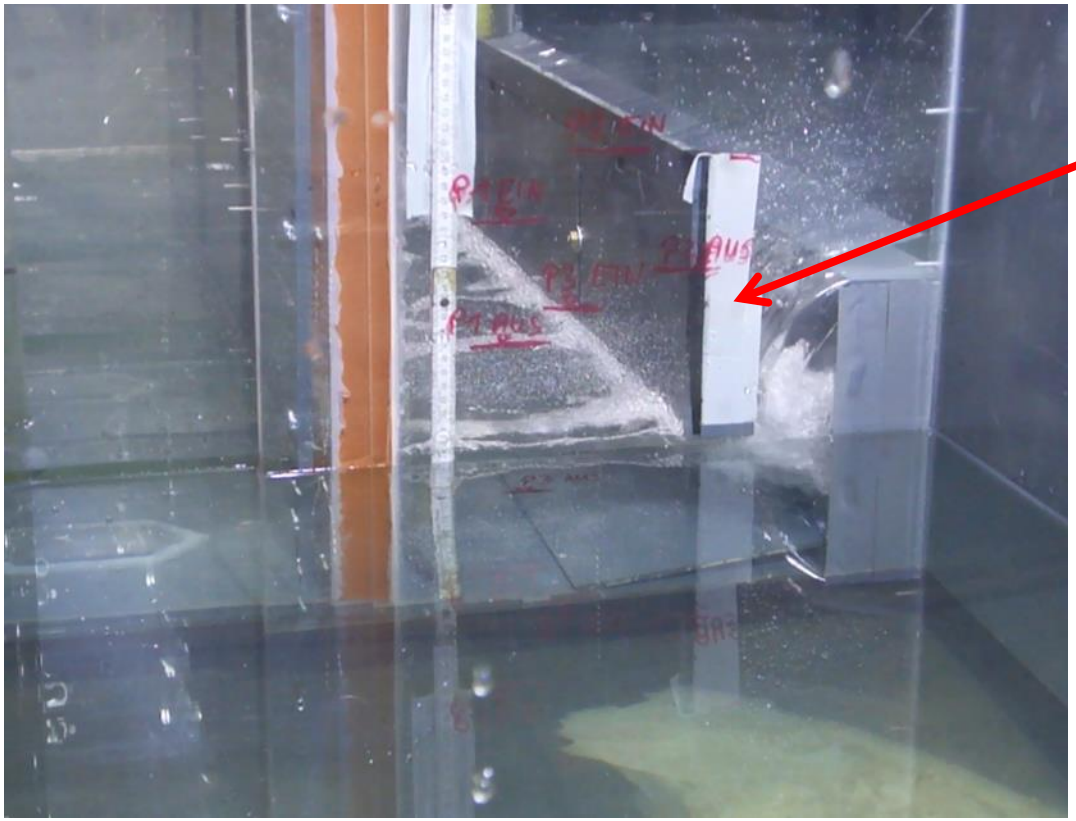
Mittelwasserstand

Überlaufschwelle unmittelbar vor den Pumpen.

Luftblaseneintrag durch Wasserfall

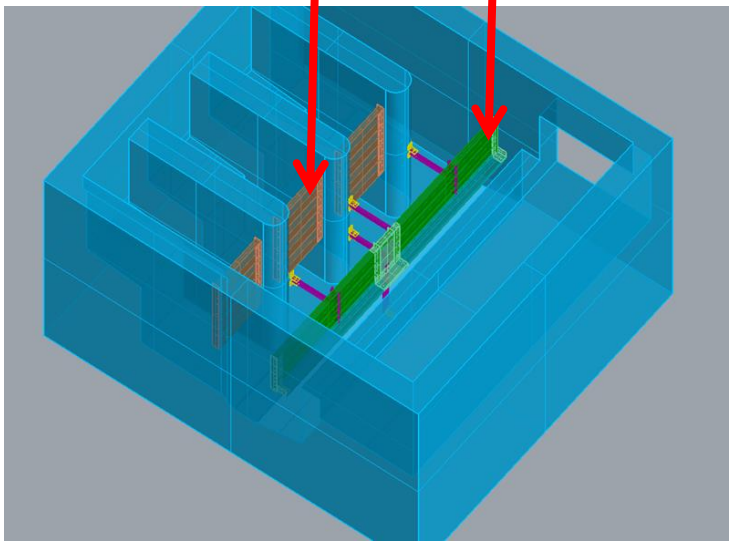
Beispiel 7: Mischwasser-Pumpstation, Q = 2300 m³/h

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH



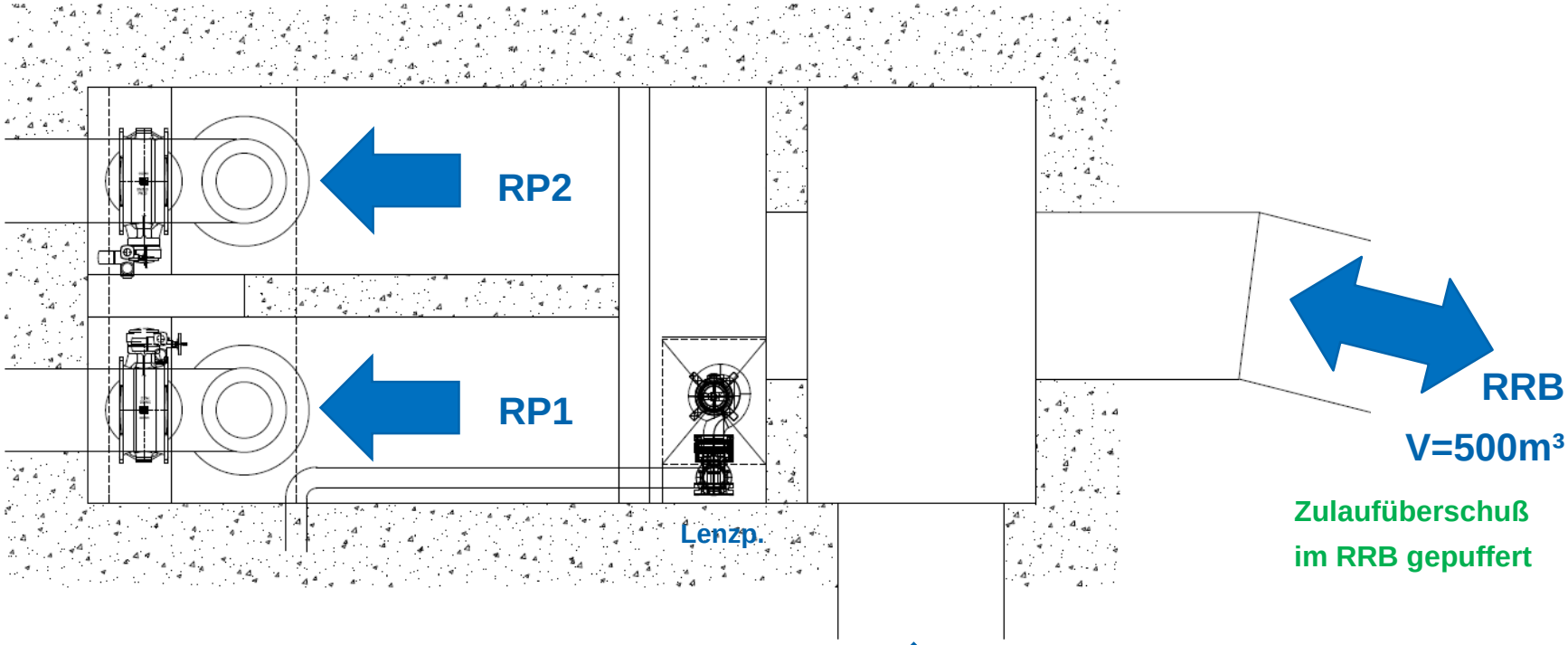
Zulaufoptimierung durch Prallwand zur Verbesserung der Luftabscheidung vor Eintritt in die Pumpenkammern

Nachrüstung Prallwand (grün) und Tauchwände (braun)



Beispiel 8: Hochwasserpumpstation, Q = 1,3 m³/s

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH

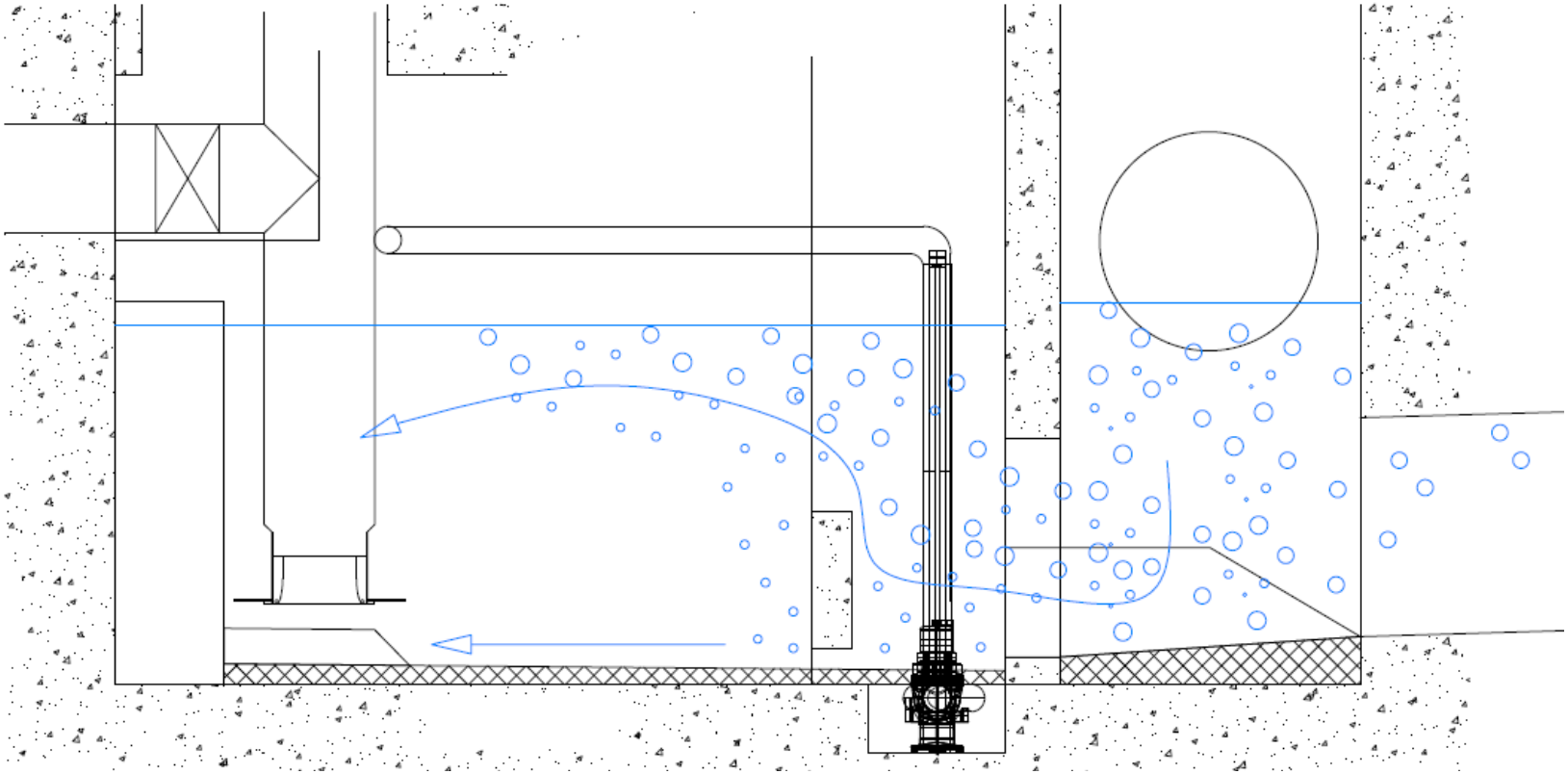


2 drehzahlgeregelte Rohrschachtpumpen (jeweils 1,3m³/s)

Zulauf DN1600 Abwasser-kanal aus Stadtgebiet Qmax = 3,3m³/s

Beispiel 8: Hochwasserpumpstation, Q = 1,3 m³/s

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH



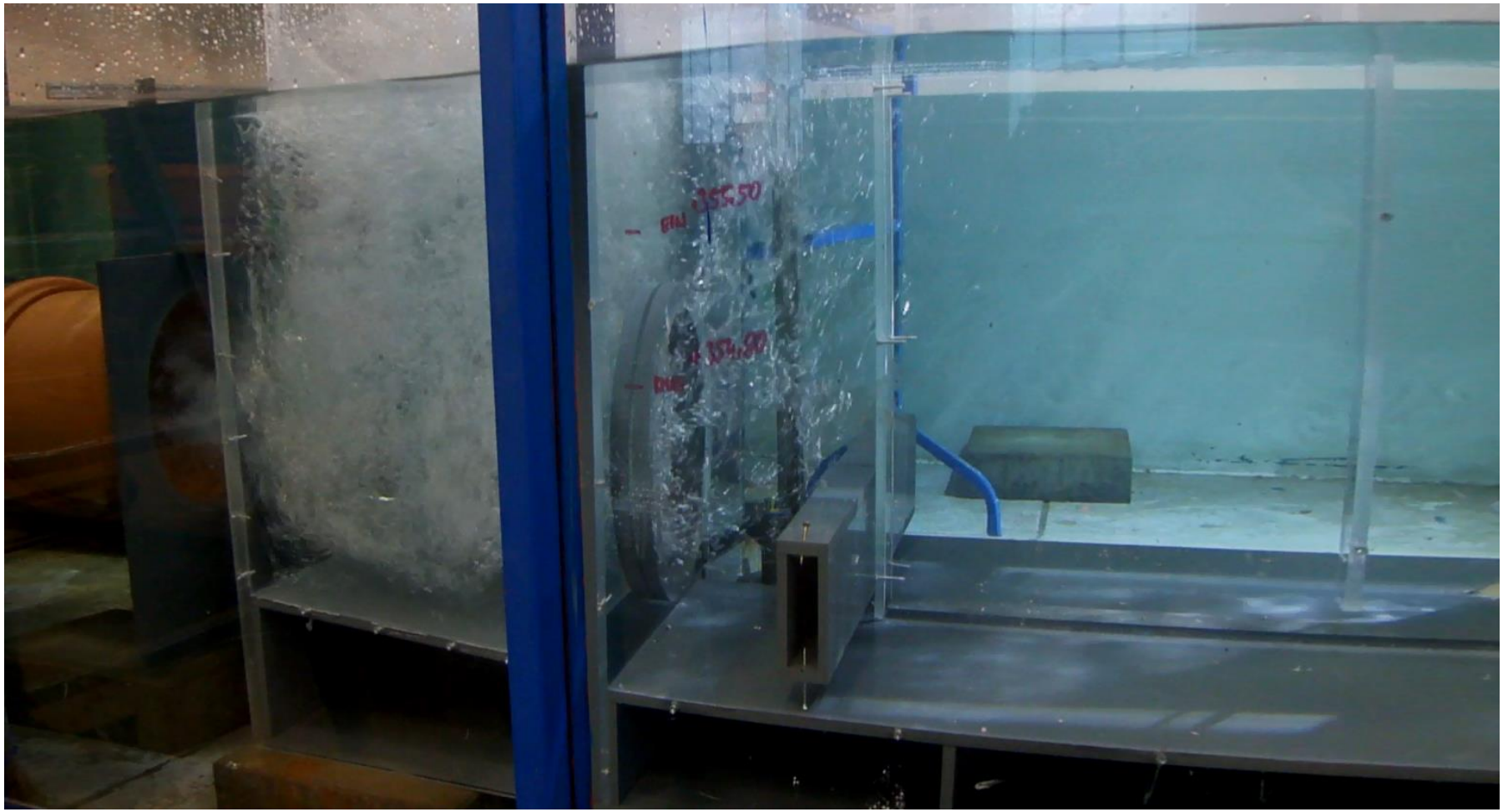
- **Sehr turbulente Strömung im Tosbecken, Luftblaseneintrag und Zirkulation bei Teilfüllung im Zulaufrohr**
- **Ausgasen in die Pumpenkammer eingetragener Blasen mit Hilfe der Prallwand**
- **Geordnete, stabile und luftblasenfreie Strömung an der Pumpe**

Beispiel 8: Hochwasserpumpstation, Q = 1,3 m³/s

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH

Beispiel 8: Hochwasserpumpstation, Q = 1,3 m³/s

ROSENBERGER-
ENGINEERING
GMBH



ZUSAMMENFASSUNG PLANUNGSHINWEISE

Vermeidung:

- **Lufteintragung**
- **hohe Anströmgeschwindigkeit**
- **winkliger bzw. seitlicher Zulauf**

Strömungsoptimierung im Zulauf:

- **Vorschaltung eines Tosbeckens vor Eintritt in die Pumpenkammer**
- **Niedrige Strömungsgeschwindigkeit im direkten Zulaufbereich zur Pumpenkammer**
- **Tiefliegende Mündung der Zulaufrohre, um Vollfüllung zu erreichen; Ausgasungsmöglichkeit schaffen**

Größere Pumpwerke:

- **Pumpen in Einzelkammern aufstellen, d.h. Trennwände zwischen benachbarten Pumpen**
- **Pumpensumpfabmessungen in Abhängigkeit des Einlaufdüsendurchmessers "D": Kammerbreite 2xD, Bodenabstand 0,5xD, Rückwandabstand 0,75xD**
- **Keine überkragende/überhängende Montage von Vertikalpumpen (Rohrgehäuse- bzw. Rohrschachtpumpen)**
- **Strömungsleitelemente vorsehen**
- **Durchführung Modelltest für Q > 300 l/s und bei "kritischen" Bedingungen**