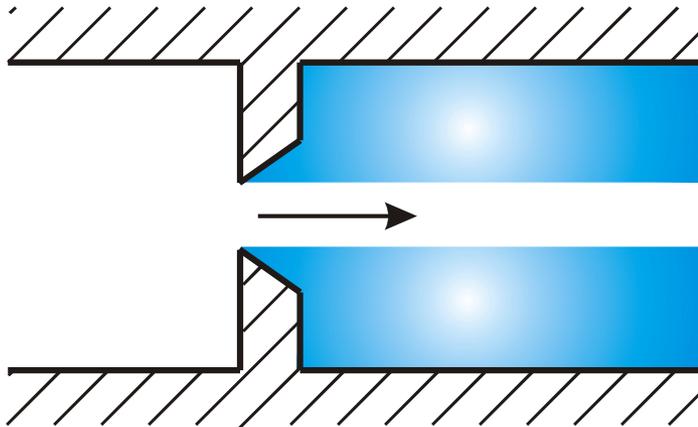


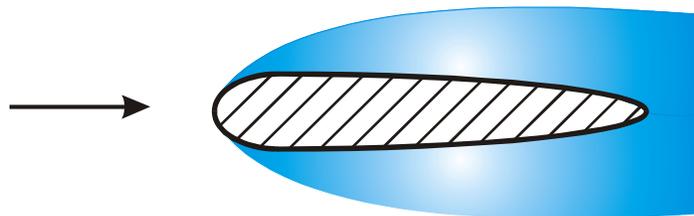
4.5 Zustände für $\sigma \ll \sigma_i$

Innenströmung



Vollkavitation

Außenströmung



Supercavitation

$$l_{\text{kav}} > l_{\text{Körper}}$$



- [Druckseitenkavitation an der Schaufel einer Axialpumpe](#)
- [Farbabtragsversuche am einen Einzelprofil \(CLE\)](#)
- [Kavitation an einem Einzelprofil \(CLE Draufsicht\)](#)
- [Kavitation an einem Einzelprofil \(CLE Seitenansicht\)](#)
- [Einfluss des Gasgehaltes auf Erscheinungsbild der Kavitation I](#)
- [Einfluss des Gasgehaltes auf Erscheinungsbild der Kavitation II](#)
- [Absenkung des statischen Druckes in einer Axialpumpe](#)
- [Vakuumsieden](#)
- [Re-entrant Jet](#)

Inhaltsübersicht zum Kapitel 5 „Auswirkungen der Kavitation“



5.1 Schallakustische Auswirkung

5.2 Rückwirkung auf die Strömung

5.2.1 Innenströmung

5.2.2 Außenströmung

5.3 Kavitations-Erosion

5.3.1 Wirkungsmechanismus der erosiven Aggressivität von Kavitation

5.3.2 Messmethoden

5.3.3 Maßgebende Einflussgrößen

5.1 Auswirkungen der Kavitation



- Erzeugung von Schallsignalen
- Veränderung des Strömungsfeldes
- Werkstoffzerstörung

5.1 Schallakustische Auswirkungen (1)

Kavitationsinduzierte Schallsignale

Blasenimplosion

Verschiedene Wechselwirkungen der Blasen:

- Wolken
- Hufeisenwirbel

Geometrie der Dampfvolumenta nicht unbedingt kugelförmig



Flüssigkeitsschall

impulsförmig



Körperschall

Vibrationen



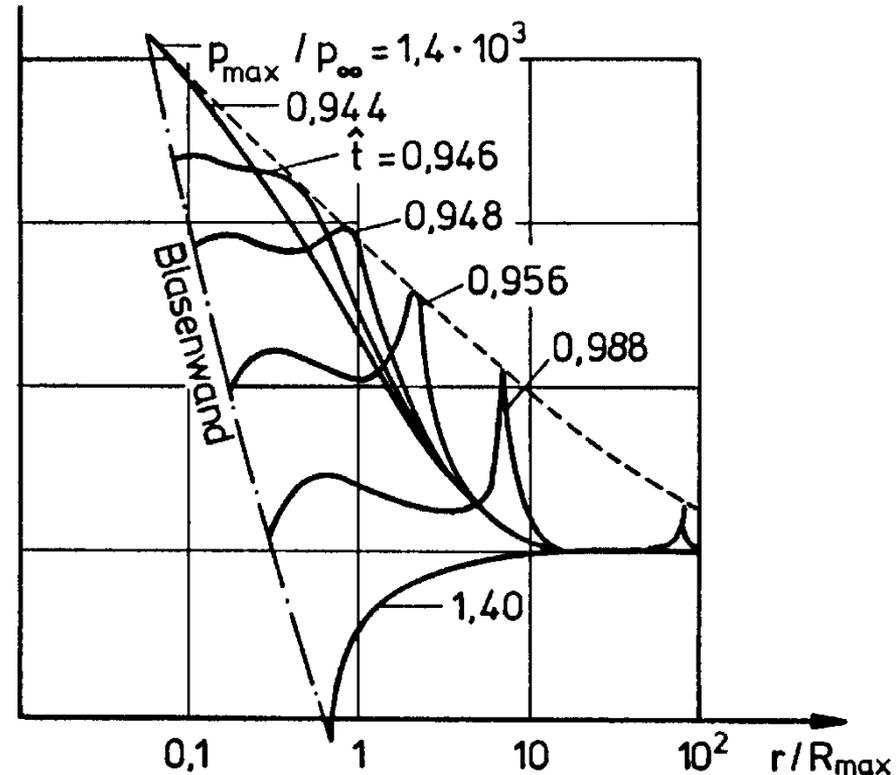
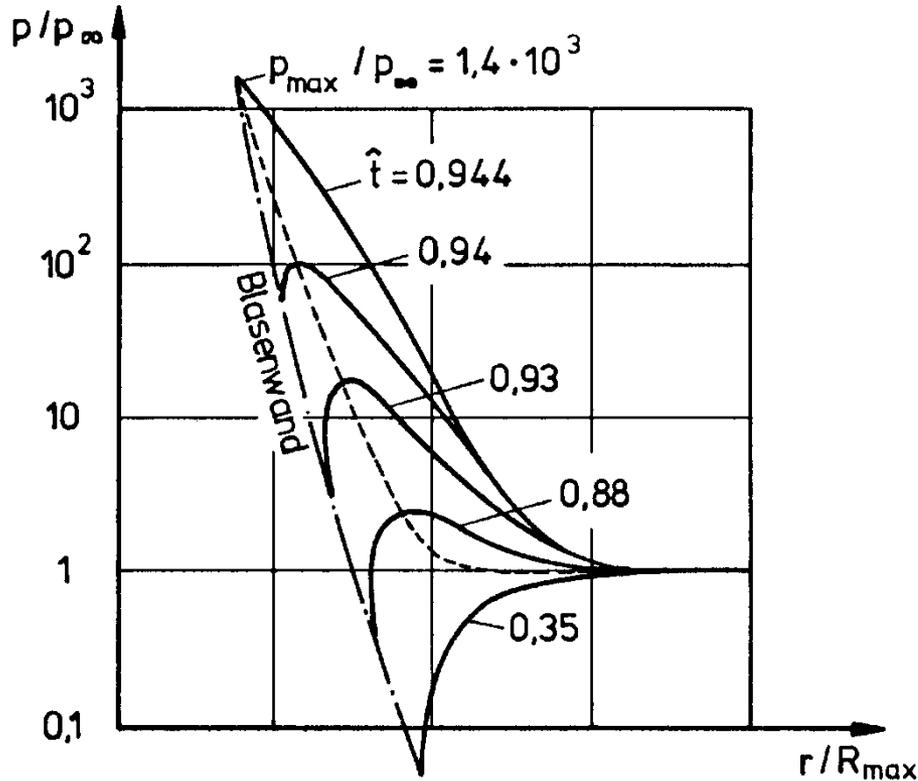
Luftschall

Hohe Geschwindigkeit geht mit hohem Exponenten in Schallintensität und erosive Aggressivität ein.



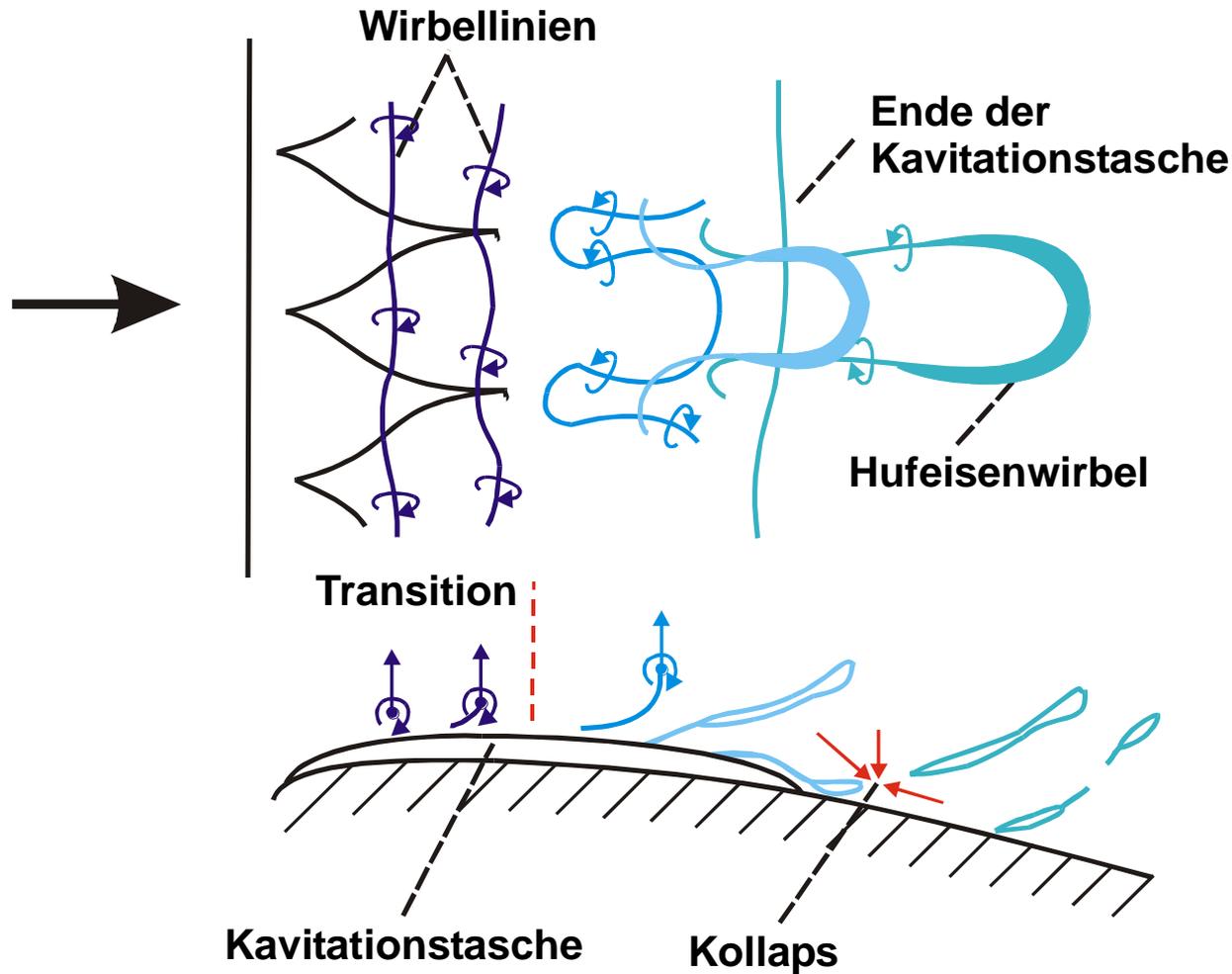
Schallemission

5.1 Schallakustische Auswirkungen (2)



$p_\infty = 0,703 \text{ bar}$, $\vartheta_\infty = 20 \text{ °C}$, $p_{G,A} = 0,007 \text{ bar}$, $R_{\max} = 1 \text{ mm}$

5.1 Schallakustische Auswirkungen (3)



5.1 Schallakustische Auswirkungen (4)

Einflüsse auf Entstehung

- Strömungsfeld
- Blasendynamik
- Kavitationstyp
- Kavitationsausmaß

Einflüsse auf Übertragung

- Dämpfung Energiedissipation insbesondere durch Streuvorgänge an anderen Blasen
 ⇒ Bestimmung der „void fraction“ aus der Änderung der Schallgeschwindigkeit
- Reflexionen ⇒ Bestimmung des Reflexionsanteils aus der Änderung der Sekundärpulse

5.1 Schallakustische Auswirkungen (5)

Praktische Bedeutung

- Geräuschemission
- akustische Erfassung (Beginn; Eigenschaften; Intensität)

Signale

stochastisch, impulsartig

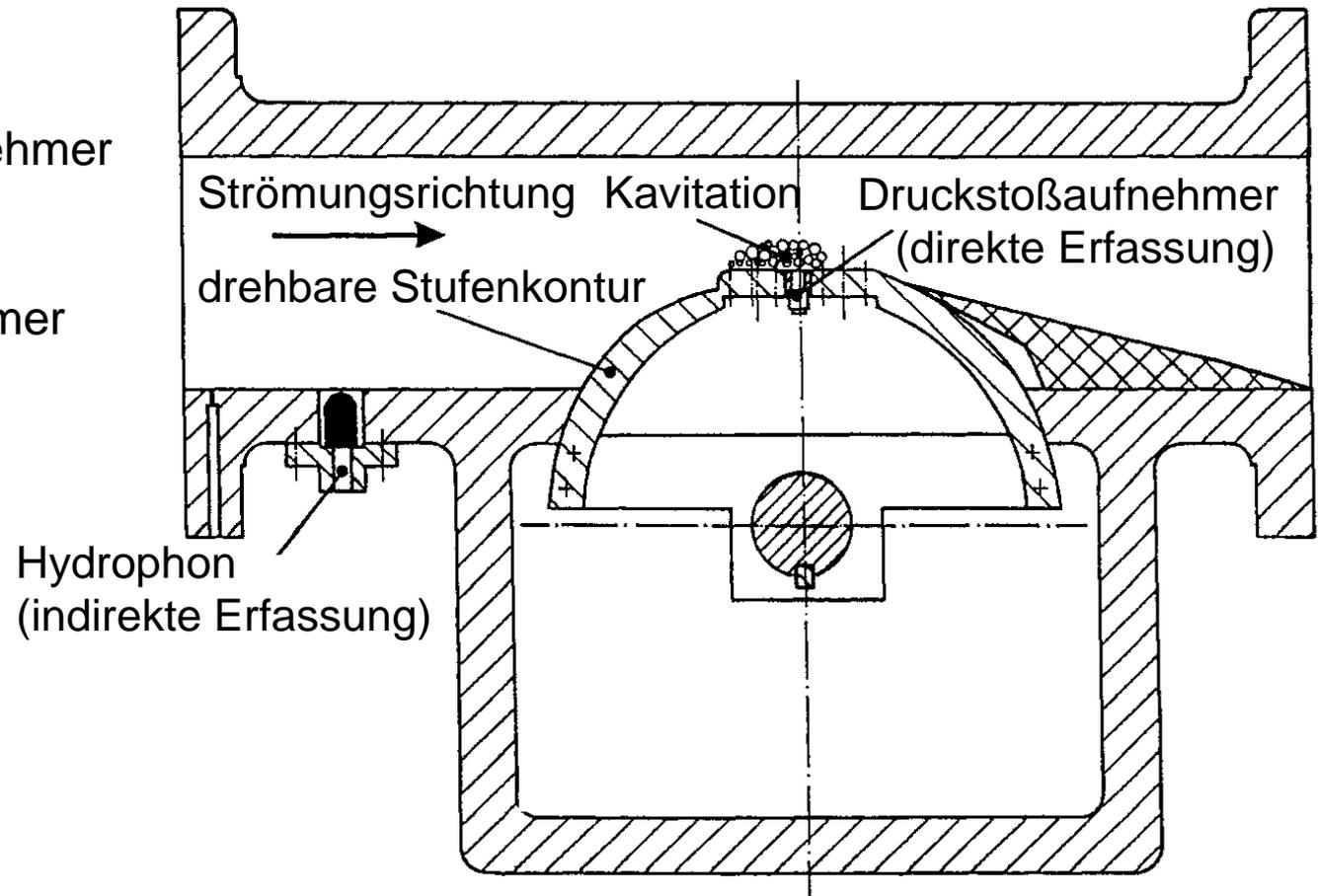
Frequenzgehalt

- Blasenschwingung („rebound“) → f_e
- instationäre Kavitation → f_{Zyklus}
- Form der Einzelimpulse $f_0 \rightarrow \frac{1}{t_a}$; $E \sim f^{-2}$ (breitbandig)

5.1 Schallakustische Auswirkungen (6)

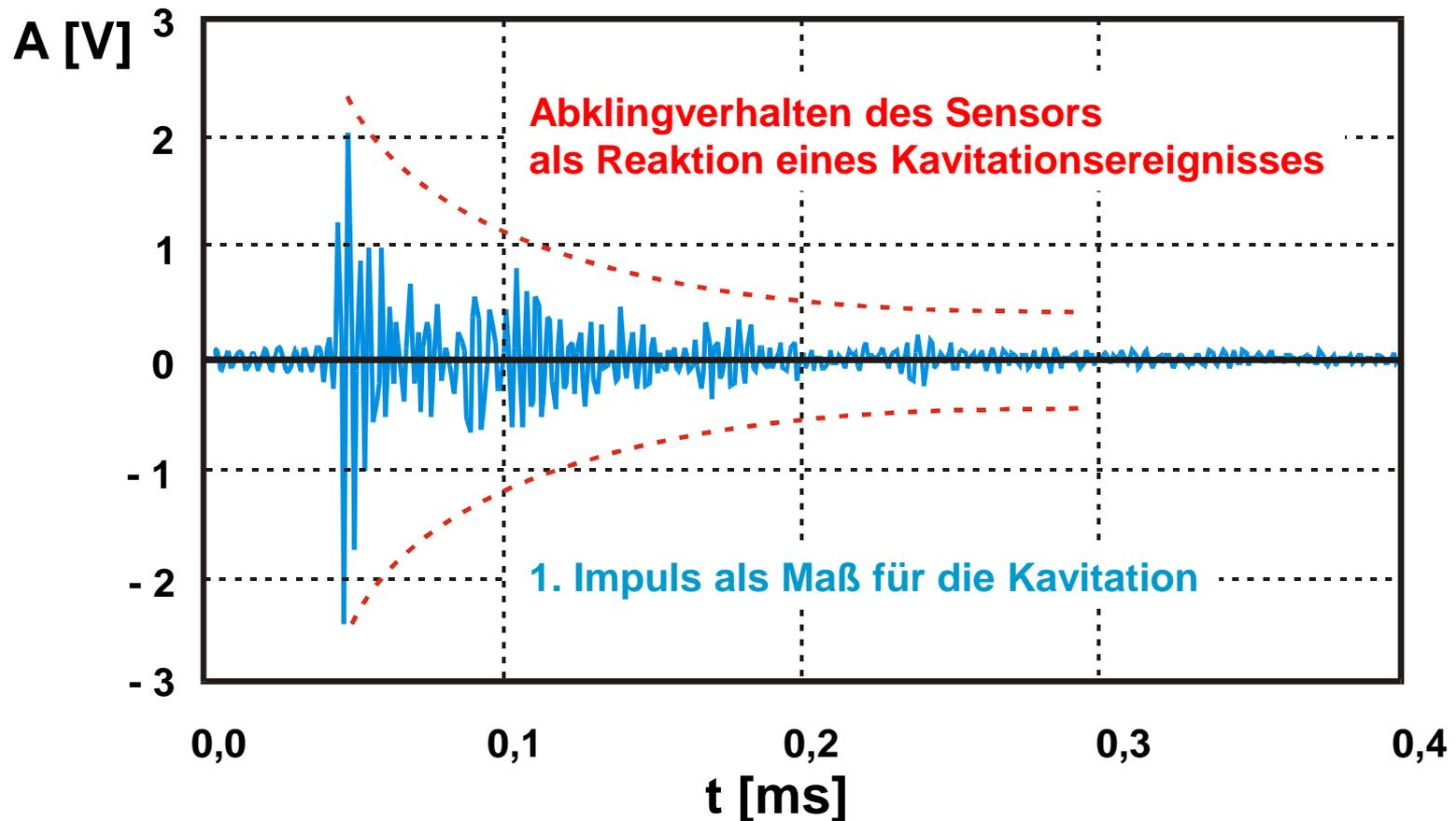
Aufnahme

- Hydrophon
- Körperschallaufnehmer
- Mikrophon
- Druckstoßaufnehmer



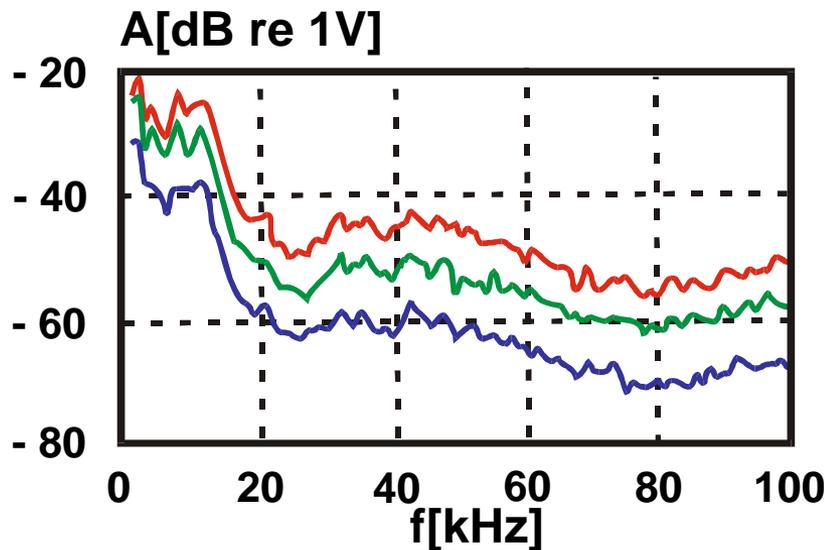
5.1 Schallakustische Auswirkungen (7)

Direkte Messung - Druckstoßaufnehmer



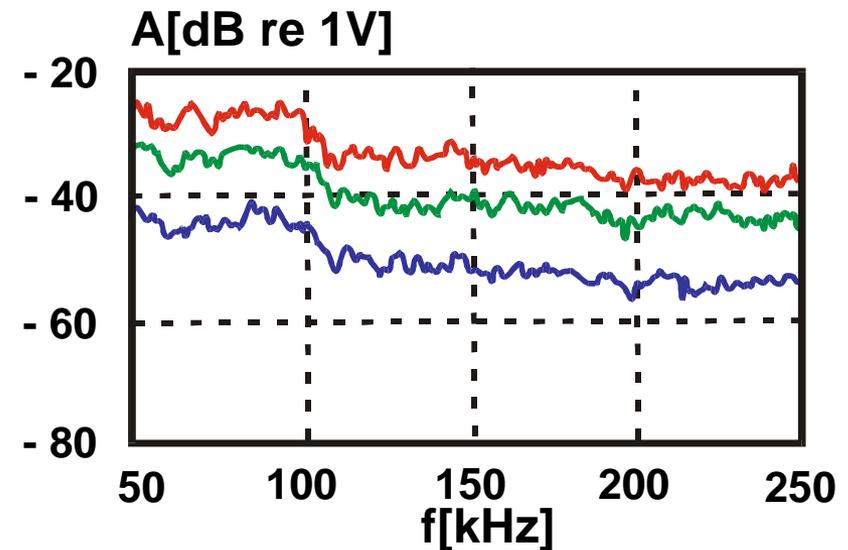
5.1 Schallakustische Auswirkungen (8)

Fernfeldmessungen - Variation der Geschwindigkeit



Hydrophon

- $c_0 = 6 \text{ m/s}$
- $c_0 = 8 \text{ m/s}$
- $c_0 = 10 \text{ m/s}$



Körperschallaufnehmer

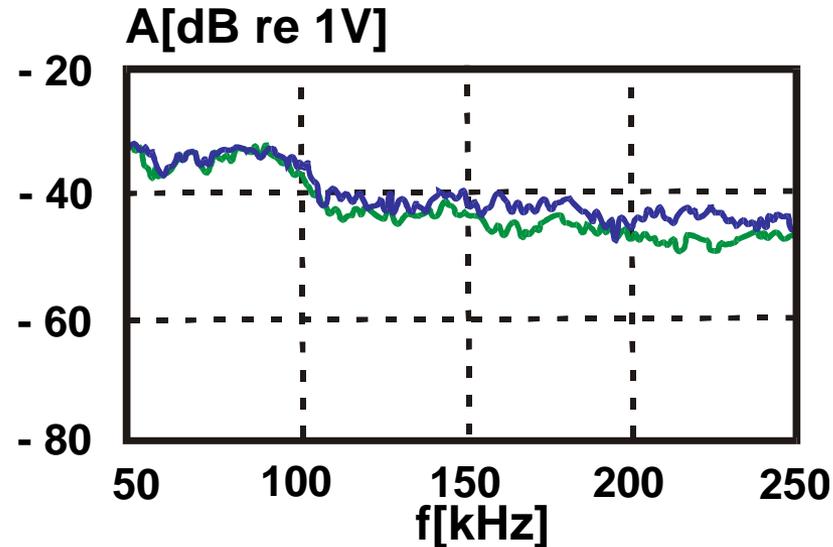
Fazit

Mit Geschwindigkeit wird Amplitude höher;
charakteristischer Verlauf ist gleich.

Jedoch Sensorabhängigkeit.

5.1 Schallakustische Auswirkungen (9)

Fernfeldmessungen - Variation der Kavitationszonen-Länge



Körperschallaufnehmer

- $L_c/L_r = 0,25$
- $L_c/L_r = 0,50$

Fazit

Verlauf praktisch unabhängig von der Kavitationszonen-Länge.

Jedoch Sensorabhängigkeit.

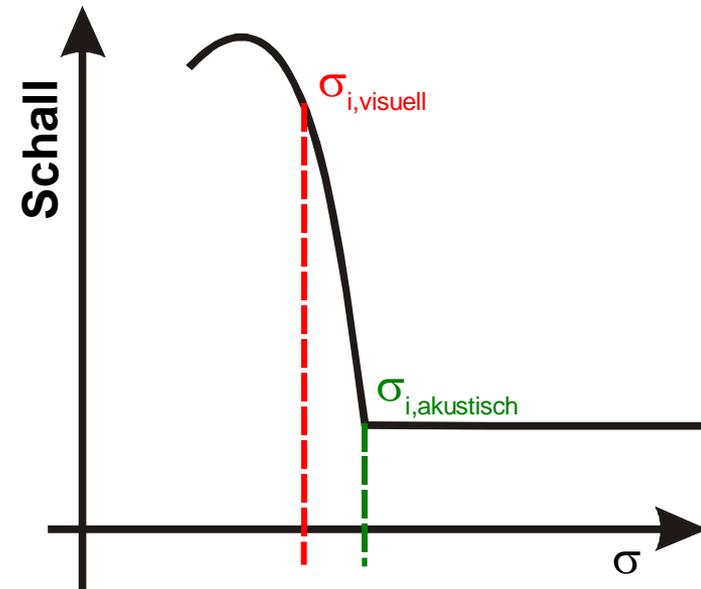
5.1 Schallakustische Auswirkungen (10)

Signalverarbeitung

- Filterung (Hochpass ~ 40 kHz) und Effektivwert
- Frequenzspektrum
- Impulshöhenanalyse

Vorteile der akustischen Erfassung

- hohe Empfindlichkeit ($\sigma_i!$)
- keine Abänderungen am Messobjekt



Gründe für Maximum:

- abnehmende Impulsenergie
- zunehmende Dämpfung der Ausbreitung

5.1 Schallakustische Auswirkungen (11)

Ziele aktueller Forschung

- Identifikation
- Korrelation mit Kavitationserosion
- Erarbeitung von Grenzwerten für zulässige Kavitation

5.2 Rückwirkung auf die Strömung (1)

Art der Strömung

- Innenströmung
- Außenströmung

} mit/ohne Ablösung

Stadium der Kavitation

- beginnende bzw. schwache
- fortgeschrittene
- Voll-/Super-

} Kavitation

5.2.1 Innenströmung (1)

$$\zeta = \frac{2y_v}{c^2}$$

mit: y_v = spezifischer Energieverlust

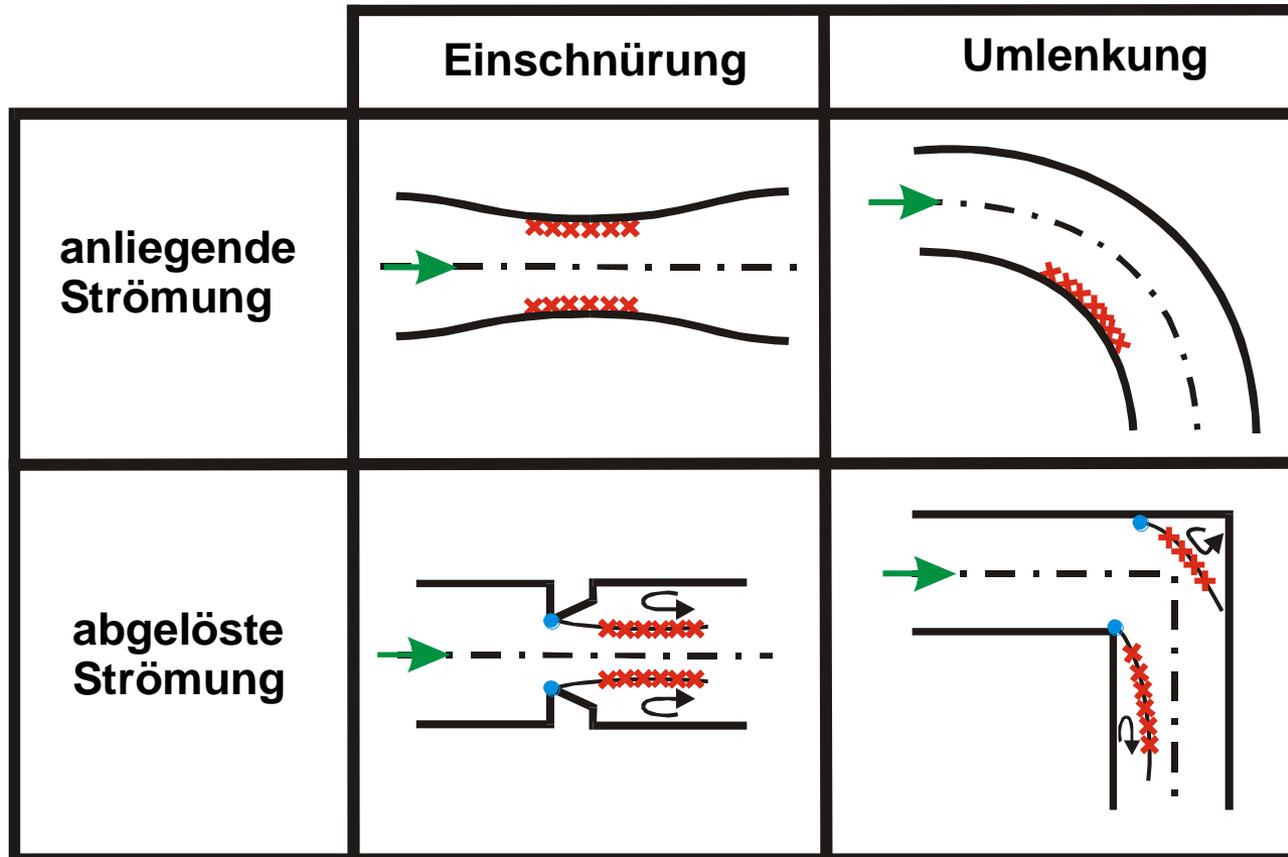
ζ = Druckverlustziffer = f(Geometrie)

c = mittlere Geschwindigkeit = $\bar{c} = \frac{\dot{V}}{A}$

Verluste durch

- Wandreibung (äußere Reibung)
- Verwirbelung/Vermischung nach Ablösung (innere Reibung)

5.2.1 Innenströmung (2)



✘ Kavitationsgefahr

● Ablösung