

Durchflussmessungen an Pumpen



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitende Bemerkungen	2
2. Vorbereiten der Messungen	3
3. Messen	4
4. Häufige Schwierigkeiten und Fehler	6
Anhang 1 – Viskositätswerte von Glykolwasser in Abhängigkeit von Temperatur und Glykolanteil	7
Anhang 2 – Wärmekapazität von Wasser	8

1. Einleitende Bemerkungen

Das hier vorgestellte Vorgehen versteht sich als Hilfestellung für die Durchführung von Durchflussmessungen an Pumpen mit einem Ultraschall-Durchflussmesser.

Dieses Dokument beinhaltet keine vollständige Beschreibung der verschiedenen Durchflussmessverfahren.

Die vorliegende Anleitung bezieht sich nicht auf eine bestimmte Marke von Ultraschallgeräten. Anweisungen zur Verwendung eines Geräts entnehmen Sie bitte dem entsprechenden Handbuch.

2. Vorbereiten der Messungen

Untersuchen und analysieren Sie als ersten Schritt das System oder die Anlage eingehend, in die der zu messende elektrische Antrieb/die Pumpe integriert ist (Systemansatz). Sobald der Anwendungsbereich definiert und die Pumpe(n) identifiziert ist/sind, ist es notwendig, diese zu spezifizieren:

Thema	Aufgaben
Umfang der Analyse, System und theoretische Vorbereitung	– Bestimmen Sie, welche Durchflüsse gemessen werden müssen, insbesondere im Falle einer Kaskade, eines Rücklaufs in einen Tank usw. – Definieren Sie den Messzeitraum (Beginn und Dauer, Abtastfrequenz), um alle Lastfälle abzudecken. Ist dies nicht möglich, sollten die verschiedenen Lastfälle des Antriebs durch den erzwungenen gleichzeitigen Betrieb von zwei oder drei Pumpen oder durch Änderung der Anforderungen betriebsmässig ermittelt werden.
Praktische Vorbereitung (Messverantwortliche/r)	– Legen Sie genau fest, wie die Sensoren für die zu messenden Größen zu installieren und zu integrieren sind. – Koordinieren Sie externe Messungen mit den Messungen des Betreibers (mit vorinstallierten eigenen Messgeräten). – Legen Sie die Durchflussmessstellen fest. – Falls nötig: Bereiten Sie die verschiedenen Messgeräte (eigene und jene des Betreibers) für die Synchronisation der Uhren und der Abtastfrequenz vor.
Praktische Vorbereitung (Betreiber)	– Anlagen für den Einbau der verschiedenen Sensoren gemäss Messgerätleitungen vorbereiten und anpassen (z. B. Isolierung entfernen)

3. Messen

Die nicht-invasive Messung von (flüssigen) Durchflussmengen mit einem Ultraschall-Durchflussmesser erfolgt mit Sonden.



Abb. 1 Leiste mit Sensoren (zum Senden und Empfangen)

Wählen Sie vorzugsweise eine Messstelle, die folgende Bedingungen erfüllt:

- gerades, ungestörtes Rohr mit konstantem Durchmesser
- Mindestabstand zur nächsten Strömungsstörung:
 - stromaufwärts: mindestens das 10-fache des Rohrdurchmessers (D) im Messbereich; dieser Mindestabstand hängt von der Art der Strömungsstörung ab (Änderung des Leitungsabschnitts, Richtungsänderung, Abzweigung, Ventil usw.) – er ist am grössten, wenn es sich bei der Störung um eine Pumpe oder um eine Folge von Richtungsänderungen auf verschiedenen Ebenen handelt
 - stromabwärts: mindesten das 3-fache des Rohrdurchmessers im Messbereich
- bei einem vertikalen Rohr: Fliessrichtung nach oben, nicht nach unten
- Rohr ohne Beschichtung oder mit gut bekannten Eigenschaften
- relativ konstante Flüssigkeitstemperatur während der Messungen (Schwankung nicht mehr als 20 bis 30 K, je nach Temperaturempfindlichkeit der hydraulischen Eigenschaften) und innerhalb des Temperaturbereichs der verwendeten Sonden
- bei horizontalen Rohren: Sonden in der horizontalen oder einer schrägen Ebene und nicht in der vertikalen Ebene des Rohrs anbringen (ansonsten besteht die Gefahr, dass die Wellen durch Ablagerungen im unteren Teil und eine Ansammlung von Blasen im oberen Teil absorbiert oder gestreut werden)
- volles Rohr, ohne Gasblasen oder Schwebe-
teilchen¹
- bei geschweissten Rohren: Messpunkt verläuft nicht durch Schweissnähte.

¹ Ultraschall-Durchflussmessgeräte können auch zur Messung der Durchflussmenge bestimmter geladener Flüssigkeiten (Brechungsindex von Partikeln) verwendet werden.

Die folgenden Abbildungen veranschaulichen beispielhaft die typischen Empfehlungen eines Herstellers für die Auswahl der Position von Messsensoren.

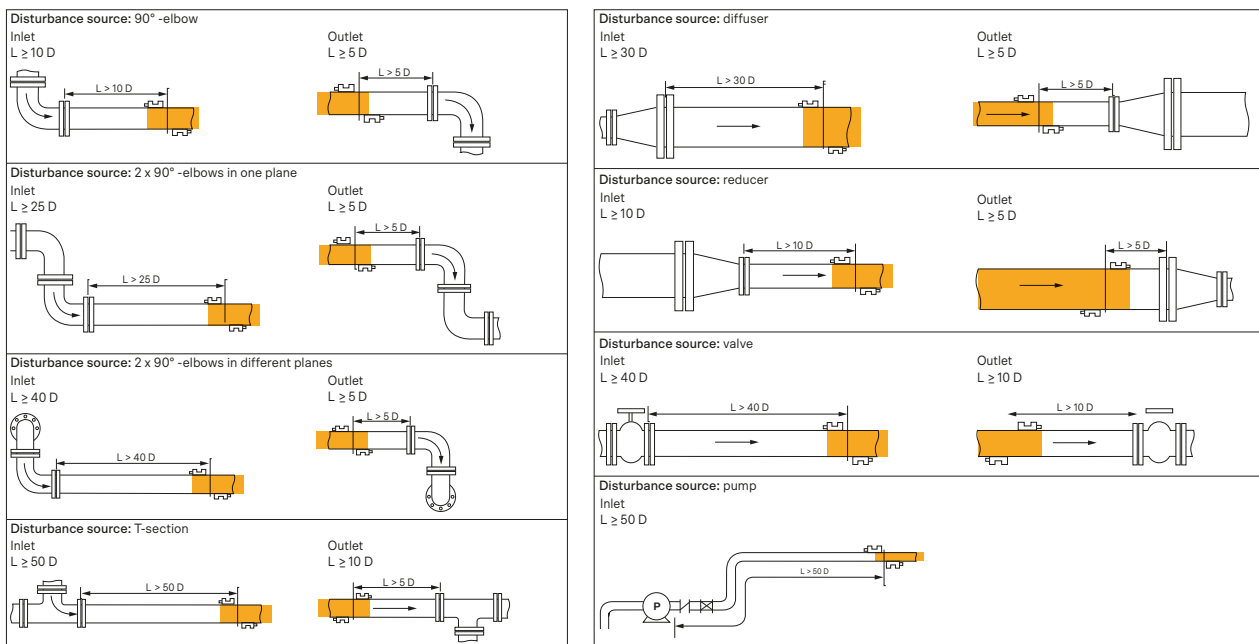


Abb. 2 Empfehlungen für die Wahl der Messstelle (1/2), je nach Art der Strömungsstörung.

L = Abstand zur nächsten Strömungsstörung, D = Rohrdurchmesser (Quelle: eesiflo).

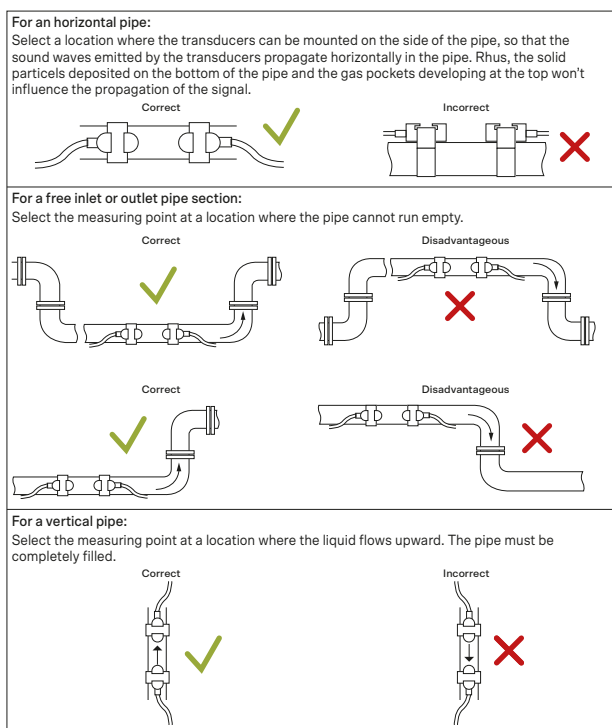


Abb. 3 Empfehlungen für die Wahl der Messstelle (2/2).

(Quelle: eesiflo)

Die nachstehende Abbildung zeigt die Vorbereitung des Rohrs für den Einbau der Messleiste (Entfernen der Dämmung):



Abb. 4 Demontage der Dämmung und Montage der Messleiste.
(Quelle: Planair SA)

4. Häufige Schwierigkeiten und Fehler

Nachfolgend sind einige Beispiele für typische Schwierigkeiten und Fehler aufgeführt, die in der Vorbereitung einer Messkampagne auftreten können.

Schwierigkeit oder Fehler	Vorausschauende Massnahmen oder Korrekturen
Das System kann nicht unterbrochen werden	– Da der Ultraschall-Durchflussmesser nicht invasiv ist, ist es möglich (und wünschenswert), ihn im Betrieb zu installieren
Schlecht oder nicht vorbereitete Einrichtungen, die zu Verzögerungen oder Zeitverlusten führen	– Gehen Sie gemäss der Anleitung für die Vorbereitungen vor (s. Kap. 2)
Kein Platz für den Einbau des Durchflussmessers	– Erstellen Sie die Analyse nur über Drucke und Pumpenkurven vor oder nehmen Sie eine annähernde Bestimmung der Durchflussmengen durch indirekte Grössen vor²
Rohr mit kurzen geraden Zonen (erfüllt Anforderungen für die Durchflussmessung nicht)	– Überprüfen Sie, ob Messwerte und Qualität des Messsignals gut korrelieren³
Messung liefert keine Durchflusswerte	– Ändern Sie die Position der Sonden und/oder allenfalls Positionierungsmodus der Sonden (Durchströmung statt V-förmige Reflexion); überprüfen Sie den Wert der Schallgeschwindigkeit in der gegebenen Flüssigkeit
Messung liefert falsche Durchflusswerte	– Turbulenzen stören die Messung (sie liegt zu nahe an störenden Elementen wie plötzlichen Querschnittsänderungen, Krümmungen usw.) – Passen Sie die Platzierung des Durchflussmessers an. – Es ist wichtig, eine Vergleichsgrösse für den Wert zu haben, der von den Messgeräten angezeigt wird. – Nach einer Biegung können Sie mit zwei SONDENSÄTZEN arbeiten, die in orthogonalen Ebenen angeordnet sind.

² Zum Beispiel Grad der Ventilöffnung oder Änderungen in der Anzahl der angeschlossenen Verbraucher.

³ Verifizierung im Zusammenhang mit Ultraschall-Durchflussmessern. Eine gute Signalqualität validiert die Messwerte.

Anhang 1

Viskositätswerte von Glykolwasser in Abhängigkeit von Temperatur und Glykolanteil

Monoethylenglykol $C_2H_4(OH)_2$

Anteil Glykol [%]	Temperatur [°C]	Dichte [kg/m³]	Kinematische Viskosität [$\times 10^{-6}$]
20	-10	1038	5
	0	1036	3
	20	1030	106
	40	1022	1
	60	1014	0.7
	80	1006	0.52
	100	997	0.41
34	-20	1069	11
	0	1063	4.6
	20	1055	2.2
	40	1044	1.5
	60	1033	0.98
	80	1022	0.68
	100	1010	0.51
52	-40	1108	100
	0	1100	25
	20	1092	9.5
	40	1082	4.5
	60	1069	2.4
	80	1057	1.5
	100	1045	1

1,2 Propylenglykol $C_3H_6(OH)_2$

Anteil Glykol [%]	Temperatur [°C]	Dichte [kg/m³]	Kinematische Viskosität [$\times 10^{-6}$]
25	-10	1032	9.9
	0	1030	6
	20	1024	2.8
	40	1016	1.4
	60	1003	0.9
	80	986	0.68
	100	979	0.52
38	-20	1050	45
	0	1045	12
	20	1036	4.4
	40	1025	2.2
	60	1012	1.3
	80	997	0.9
	100	982	0.7
47	-30	1066	150
	-20	1062	70
	-10	1058	30
	0	1054	18
	20	1044	6
	40	1030	2.9
	60	1015	1.6
	80	999	1.1
	100	984	0.82

Anhang 2

Wärmekapazität von Wasser

Temperatur [°C]	Druck [bar]	Dichte [kg/m³]	Wärmekapazität von Wasser [J kg ⁻¹ K ⁻¹]
0	1	999.8	4218
10	1	999.7	4192
20	1	998.2	4182
30	1	995.7	4179
40	1	992.3	4178
50	1	988.0	4181
60	1	983.2	4184
70	1	977.7	4190
80	1	971.6	4196
90	1	965.2	4205
100	1.01	958.1	4216
110	1.5	950.4	4230
120	2	942.9	4245
130	2.75	934.3	4265
140	3.6	925.8	4285
150	4.5	916.5	4312
160	6.2	907.3	4339
170	8	897.0	4373
180	10	886.9	4408
190	12.5	875.7	4452
200	15.5	864.7	4497

Zusatzstoffe (z. B. Glykol) können die Werte der obigen Tabelle beeinflussen.