



Informationen für Planer

Abwasserpumpwerke: Hydraulische Grundlagen
 Elektrotechnische Grundlagen

Vorwort

Die in dieser Mappe zusammengefassten „Hydraulischen und Elektrotechnischen Grundlagen“ haben das Ziel, Sie bei der Projektierung und Auslegung von Abwasserpumpstationen und den dazu passenden Elektrotechnischen Anlagen zu begleiten und zu beraten.

Sie erhalten im Abschnitt I „Hydraulische Grundlagen“ Hintergrundinformationen und Lösungen, die den Betrieb von Abwasserpumpwerken erleichtert und damit wesentlich zur Kostenminimierung beiträgt.

In Abschnitt II „Elektrotechnische Grundlagen“ werden die vielfältigen Möglichkeiten der Steuerungs- und Automatisierungstechnik, mit oder ohne Datenkommunikation zusammengefasst. Durch Ausnutzung der passenden Technik, kann ein effizienter Betrieb maßgeblich beeinflusst und somit Kosten minimiert werden.

Wenn Sie darüber hinaus Fragen oder Anregungen haben, stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Xylem Water Solutions Deutschland GmbH
Bayernstraße 11
30855 Langenhagen
Tel. 0511 7800-0
info.de@xylem.com
www.xylemwatersolutions.com/de

Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Inhalt	Seite
	Vorwort	2
	Abschnitt I - Hydraulische Grundlagen	
1	Fördermedium / Laufradform	6
2	Förderstrom	7
3	Förderhöhe	7
4	Pumpenkennlinien	8
5	NPSH-Wert	9
6	Definition der Leistungen	13
7	Erläuterung einer Leistungskurve	14
8	Anlagenkennlinie (Rohrleitungskennlinie)	15
9	Betriebspunkt	15
10	Parallelbetrieb	16
11	Reihenbetrieb	19
12	Drehzahländerung	19
13	Korrektur des Laufraddurchmessers	21
14	Rohrleistungsdruckverluste	22
15	Fließgeschwindigkeit	24
16	Berechnungsbeispiel einer Pumpstation	25
17	Berechnung des erforderlichen Stauvolumens	27
18	Pumpwerksausrüstung	28
19	Aufstellarten	29
20	Überdeckung der Saugleitungen	31
21	Bauwerksgestaltung: kleine und mittlere Pumpwerke	32
22	Mindestkugeldurchgang der Fördereinrichtung	34
23	Hydraulischer Wirkungsgrad	35
24	Abwasser-Pumpenschächte	36
25	Große Pumpstationen mit Kanalradpumpen	38
26	Große Pumpstationen mit Kanalrad- und Propellerpumpen im Rohrschachteinbau	40
27	Erklärung der Formelzeichen	42
28	Xylect – die professionelle Produktdatenbank	43

Abschnitt II - Elektrotechnische Grundlagen

1	Elektrotechnik	45
2	EVU	46
3	Blindstromkompensation	49
4	Überspannungsschutz	50
5	Schutzmaßnahmen	54
6	Schaltanlagenausführung	57
7	Motorschutz	63
8	Aus- und Einschaltpunkte	67
9	Niveauerfassungssysteme	67
10	Durchflussmessung und Regelung	70
11	Flygt Fernwirktechnik	72
12	Drehstrom-Asynchronmotoren	76
13	Betriebsarten	79
14	EVU-Anschluss für Drehstrom- Asynchronmotoren	81
15	Der Frequenzumformer	82
16	Errichten elektrischer Anlagen / Explosionsgefährdete Bereiche	83
17	Begriffe (DIN VDE 0100 Teil 200)	89
18	Erklärung der Formelzeichen	90



Hydraulische Grundlagen


Abschnitt 1

1. Fördermedium

Zur richtigen Auslegung und Bestimmung einer Pumpe ist eine genaue Kenntnis des Fördermediums notwendig.

Die physikalische und chemische Beschaffenheit des Fördermediums beeinflusst zwangsläufig die Konstruktion, die Wirkungsweise sowie den Materialeinsatz der Pumpe.

In der Auswahlübersicht kommt man über das gegebene Fördermedium zu den geeigneten Laufrädern der Baureihen der Tauchmotor-Pumpen unseres Lieferprogramms, dargestellt sind hier die im kommunalen Bereich vorzugsweise eingesetzten Hydrauliken.

Laufradformen	Einsatzfälle
<p>C - Einkanalrad</p> 	<p>Geschlossenes Ein- oder Mehrschaufelrad im Spiralgehäuse für Flüssigkeiten mit faser- und feststoffhaltigen Anteilen, sowie für: Regen-, Kühl- und Brauchwasser Roh-, Belebt- und Faulschlamm, Industrieabwasser</p>
<p>D – Freistromrad</p> 	<p>Freistromrad im Spiralgehäuse für leicht abrasive und feststoffhaltige Medien, sowie für Schlämme aller Art</p>
<p>F – Güllelaufrad</p> 	<p>S-förmiges, offenes Schneidrad mit gehärteten Schneidkanten im Spiralgehäuse mit Schneidplatte für Medien mit Anteilen von langfaserigem Material sowie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gülle und Jaucheförderung • Belüftung und homogenisieren von Gülle • Schlämme aller Art
<p>P – Propellerrad</p> 	<p>Propellerrad im Strömungsrichter für leicht verschmutzte Flüssigkeiten ohne zopfbildende Beimengungen, Ausführung mit nach hinten gekrümmten, faserabweisenden Schaufelblättern in Verbindung mit Entlastungsnut im Gehäuse, patentierte Leitschaufelkonstruktion. Anwendungen: Dockentleerung, Belebtschlamm, mechanisch gereinigtes Abwasser</p>
<p>M – Schneidlaufrad</p> 	<p>Mehrschaufeliges, offenes Zerkleinerungsrad im Ringgehäuse mit Schneidvorsatz für häusliches Abwasser, zur Förderung kleiner Förderströme und größerer Förderhöhen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Druckentwässerung • Entsorgung von Wohneinheiten in zersiedelten Gebieten
<p>N – Laufrad</p> 	<p>Offenes, selbstreinigendes Kanallaufrad für kommunales und industrielles Abwasser mit hohem Faser- und Feststoffanteil. Patentierte Kombination aus besonderer Laufradgeometrie und Entlastungsnute im Gegenring für höchste, konstante Wirkungsgrade.</p>

2. Förderstrom

Der Förderstrom Q ist der in der Zeiteinheit von der Pumpe durch den Druckstutzen geförderte nutzbare Volumenstrom (z.B. l/s oder m³/h). Flüssigkeiten, die innerhalb einer Pumpe umlaufen, z.B. Kühlströme sowie Leckverluste usw. rechnen nicht zum Förderstrom Q .

3. Förderhöhe

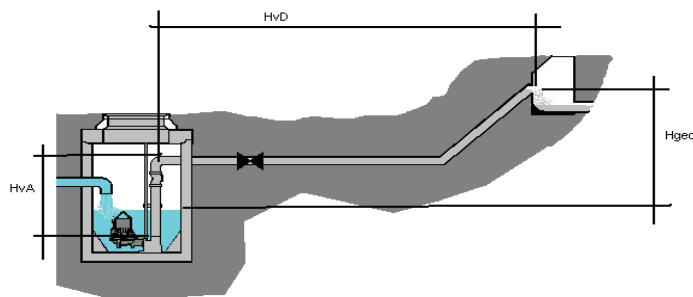
Die Förderhöhe einer Pumpe ist die von der Pumpe auf die Förderflüssigkeit übertragene, nutzbare mechanische Arbeit, bezogen auf die Gewichtskraft der geförderten Flüssigkeit bei der örtlichen Fallbeschleunigung. Die Förderhöhe H ist unabhängig von der Dichte ρ der Förderflüssigkeit. Eine Kreiselpumpe fördert Flüssigkeiten unabhängig von der Dichte ρ auf gleiche Förderhöhen H . Die Dichte ρ der zu fördernden Flüssigkeit bestimmt den Druck der Pumpe und geht in den Leistungsbedarf an der Pumpenwelle ein.

Die **Gesamtförderhöhe H** oder auch **manometrische Förderhöhe H_{man}** wird in den Leistungsdiagrammen für Kreiselpumpen angegeben.

Die **geodätische Förderhöhe H_{geo}** oder auch **statische Förderhöhe** ist der messbare Höhenunterschied zwischen Ober- und Unterwasserspiegel.

Beispiel für die Errechnung der Förderhöhe H

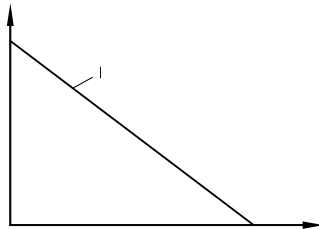
$$\begin{aligned} \text{Gesamtförderhöhe } H &= H_{geo} + H_v \\ H_v &= H_{VA} + H_{VD} \end{aligned}$$



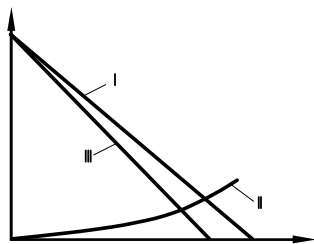
- H_{geo} = geodätischer Höhenunterschied
- H_{VA} = Druckhöhenverluste der Armaturen, Formstücke und Einzelleitungen
- H_{VD} = Druckhöhenverluste der Sammeldruckrohrleitung

4. Pumpenkennlinien

Die Leistung der Kreiselpumpe wird durch die so genannte QH-Kurve dargestellt. Die Kurve trägt diese Bezeichnung, weil sie den Zusammenhang zwischen **Förderstrom Q** und **Gesamtförderhöhe H** angibt.



Die ideale Kurve I einer **verlustfreien** Kreiselpumpe

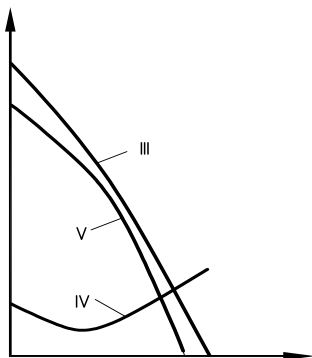


Kurve I: Ideale Kurve

Kurve II: Reibungsverluste in der Pumpe in Funktion vom Förderstrom Q.

Kurve III: Kurve I um Kurve II reduziert.

Die **Reibungsverluste** innerhalb der Pumpe geben sich in Form von Druckverlusten zu erkennen. Wenn man die Reibungsverluste von der idealen Kurve abzieht, erhält man die neue Kurve III, die besser mit den wirklichen Verhältnissen übereinstimmt.



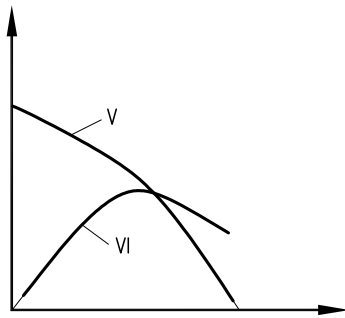
Kurve III: Kurve I um Kurve II reduziert.

Kurve IV: Stoßverluste in der Pumpe in Funktion vom Förderstrom Q

Kurve V: Kurve III um Kurve IV reduziert.

Bei einer gewünschten Kreiselpumpen-Ausführung sind die Laufradschaufeln für einen bestimmten Förderstrom Q bei einer festgelegten Drehzahl n konstruiert.

Verändert man nun den Förderstrom gegenüber dem Konstruktionspunkt, stimmt die Anströmrichtung der Förderflüssigkeit nicht mehr mit der Richtung der Schaufeln überein. Die Förderflüssigkeit wird beim Auftreffen auf die Schaufeln umgelenkt. Hierdurch entstehen die so genannten **Stoßverluste** innerhalb der Pumpe. Die Stoßverluste erreichen ihren niedrigsten Wert bei dem Förderstrom, für den die Pumpe konstruiert ist.



Kurve V: QH-Kurve

Kurve VI: Pumpenwirkungsgrad

Die Kurve V zeigt nun die endgültige publizierte QH-Kurve (auch Drosselkurve genannt), die angibt, wie sich die Förderhöhe einer Kreiselpumpe mit dem Förderstrom ändert.

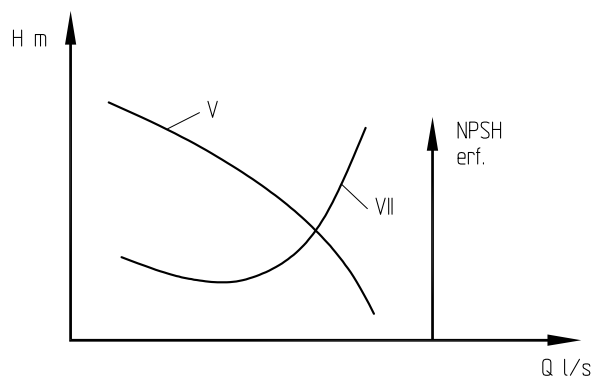
Die **Wirkungsgradkurve** η_p steigt vom Nullpunkt ausgehend mit zunehmendem Förderstrom bis zu einem Maximum an und fällt dann wieder ab. Kreiselpumpen sollte man möglichst in der Nähe des Bestwirkungsgrades auslegen, falls nicht andere Bedingungen die Auswahl bestimmen.

5. NPSH-Wert

Eine wichtige Größe für eine Kreiselpumpe ist der so genannte NPSH-Wert (Net Positive Suction Head). Er gibt den Mindestdruck im Zulauf an, den jede Pumpe braucht, um kavitationsfrei arbeiten zu können.

Unter Kavitation versteht man die schädliche Dampfblasenbildung in Folge örtlicher Unterdruckbildung am Laufradeintritt, die zu Leistungsabfall, Geräuschen und Materialzerstörung führt.

Der NPSH-Wert wird hauptsächlich durch Laufradform, Pumpendrehzahl, Medientemperatur und Atmosphärendruck beeinflusst.

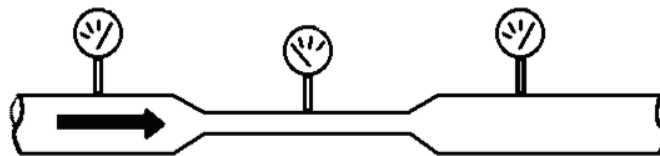


Kurve V: QH-Kurve

Kurve VI I: NHSP_{erf.}

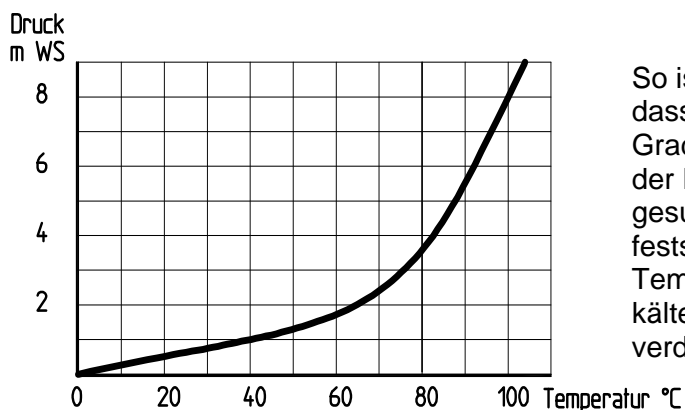
Allgemeines:

Wenn Wasser mit einer bestimmten Geschwindigkeit durch eine Rohrleitung strömt, wird gleichzeitig ein statischer Druck erzeugt, der mit einem Manometer gemessen werden kann. Wenn die Wassergeschwindigkeit dadurch erhöht wird, dass eine größere Wassermenge durchgedrückt oder der Querschnitt der Rohrleitung vermindert wird, sinkt ebenfalls der statische Druck (siehe Abb.). Wenn die Geschwindigkeit ausreichend hoch wird, kann der statische Druck einen so niedrigen Wert erreichen, dass das Wasser zu kochen beginnt.



Diese Erscheinung hängt damit zusammen, dass der Siedepunkt des Wassers veränderlich ist. Wasser kocht bei 100 Grad C, aber dies nur unter der Voraussetzung, dass normaler Luftdruck, d.h. 760 mm Hg vorhanden ist. Dieser Luftdruck besteht durchschnittlich in Meereshöhe. Oben auf einem Berg, wo der Luftdruck niedriger ist, würde ein Sieden bereits bei 90 Grad C stattfinden. Auf gleiche Weise verhält sich das Wasser in der Rohrleitung. Bei abnehmendem statischem Druck besteht eine wachsende Neigung zum Sieden.

Der Zusammenhang ist in beispielhafter Abb. grob dargestellt, die das Verhältnis zwischen Siedepunkt und statischem Druck bei Wasser verdeutlicht.



So ist aus dem Diagramm z.B. ersichtlich, dass Wasser mit einer Temperatur von 60 Grad C in Dampf übergeht (kocht), wenn der Druck auf ca. 2 m WS (absoluter Druck) gesunken ist. Gleichzeitig lässt sich feststellen, dass Wasser mit einer Temperatur von ca. 35-40 Grad C oder kälter erst bei sehr niedrigen Drücken verdampft.

Welchen Einfluss hat nun die Eigenschaft des Wassers in Dampfform überzugehen beim Pumpen?

Dieses Verhältnis ist aus folgender Abb. ersichtlich. Die Kanäle in der Pumpe, durch die das Wasser strömen muss, haben meistens einen geringeren Querschnitt als die Rohrleitung vor und nach der Pumpe, so dass die Wassergeschwindigkeit in der Pumpe höher wird. Die engsten Querschnitte findet man im Allgemeinen im Einlauf des Laufrades, und hier entstehen somit die niedrigsten statischen Drücke. Mit Hinweis auf die obigen Überlegungen besteht hier die Gefahr, dass das Wasser in Dampfform übergeht, eine Gefahr, die außerdem sehr schnell größer wird, je höher die Temperatur des gepumpten Wassers ist. Eine solche Dampfbildung in der Pumpe nennt man Kavitation.

Man unterscheidet zwei NPSH-Werte

1. NPSH Pumpe oder NPSH erforderlich

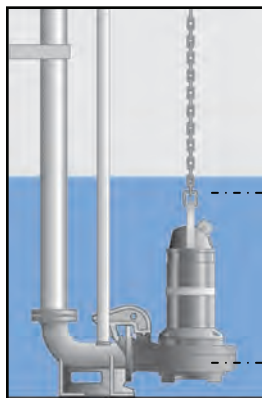
Gibt die Druckhöhe in (m) an, die über dem Verdampfungsdruck des Fördermediums am Pumpensaugstutzen vorhanden sein muss.

NPSH Pumpe kann nur im Pumpenversuch auf dem Prüfstand ermittelt werden, und kann deshalb nur vom Pumpenhersteller angegeben werden.

2. NPSH Anlage oder NPSH vorhanden

Sagt aus, welche tatsächliche Druckhöhe in (m) am Laufradeintritt der Pumpe im vorgesehenen Arbeitsbereich vorhanden ist. Die Lage der Bezugsebene für den NPSH-Wert verschiedener Aufstellungsarten verdeutlicht nachfolgende Abb.

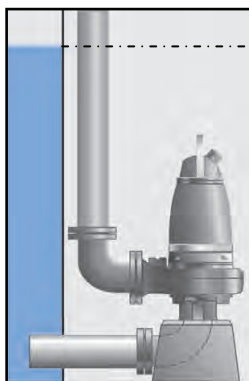
Bezugsebene zu den Tauchmotorpumpen



Ausführung als stationäre Nassaufstellung

+ HZ_{geo}

Bezugsebene

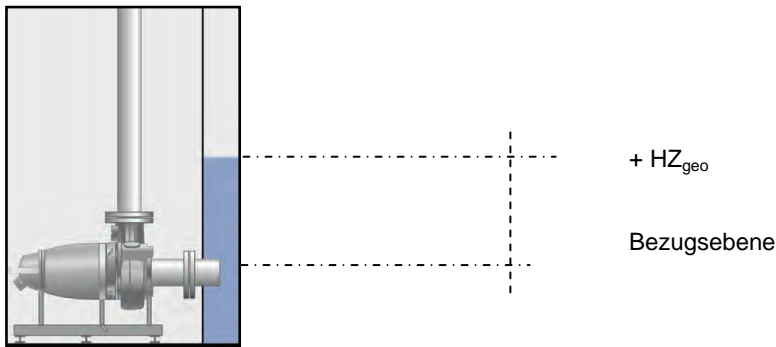


Ausführung als stationäre vertikale Trockenaufstellung

+ HZ_{geo}

Bezugsebene

Ausführung als stationäre horizontale Trockenaufstellung



Für kavitationsfreien Betrieb gilt demnach die Bedingung:

NPSH Anlage > NPSH Pumpe oder NPSH vorh. > NPSHerf.

Für die Praxis gilt bei:

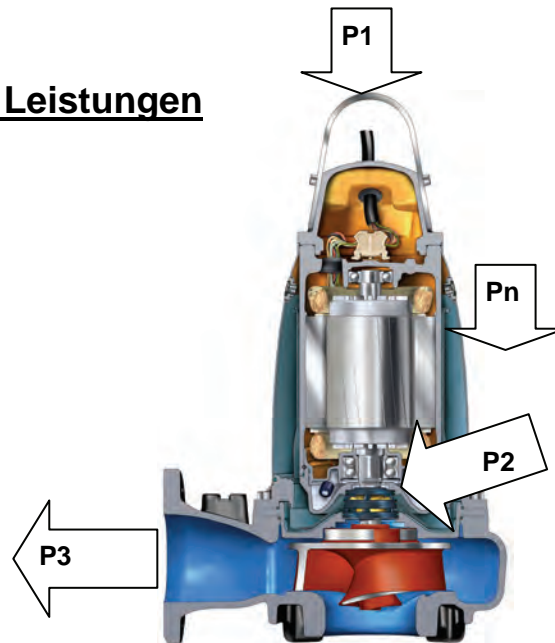
**a) Tauchmotorpumpen in Nassaufstellung:
NPSH vorh. ~ $H_B + H_{Zgeo} - H_D$**

**b) Tauchmotorpumpen in Trockenaufstellung:
NPSH vorh. ~ $H_B + H_{Zgeo} - H_{VZ} - H_D$**

wobei

H_B	Atmosphärendruck in (m)
H_{Zgeo}	Wasserstand über der Bezugsebene in (m) Bem: In die Berechnung ist der Ausschalt­punkt der Pumpe einzusetzen.
H_D	Verdampfungsdruck des Fördermediums in (m) (bei Wasser bis 40 Grad C vernachlässigbar)
H_{VZ}	zulaufseitige Druckhöhenverluste in (m)
$NPSH_{eff.}$	in (m) ist aus den Pumpenkennlinien zu entnehmen

6. Definition der Leistungen



□ Förderleistung P_3

$$P_3 = \frac{Q \cdot H \cdot p}{367}$$

Q in m³/h
H in m
p in kg/dm³
367 = Umrechnungs-Faktor (Konstante)

□ Leistungsbedarf an der Pumpenwelle P_2

$$P_2 = \frac{Q \cdot H \cdot g \cdot p}{1000 \cdot \eta_p} \quad [\text{kW}]$$

Q in l/s
H in m
g in m/s²
p in kg/dm³

In der Praxis wird auch noch nach folgender Formel gerechnet:

$$P_2 = \frac{Q \cdot H \cdot p}{367 \cdot \eta_p} \quad [\text{kW}]$$

Q in m³/h
H in m
p in kg/dm³
367 Umrechnungs-Faktor (Konstante)

□ Aufgenommene Leistung des Motors P_1

$$P_1 = \frac{P_3}{\eta_p \cdot \eta_M} = \frac{Q \cdot H \cdot p}{367 \cdot \eta_p \cdot \eta_M} \quad [\text{kW}]$$

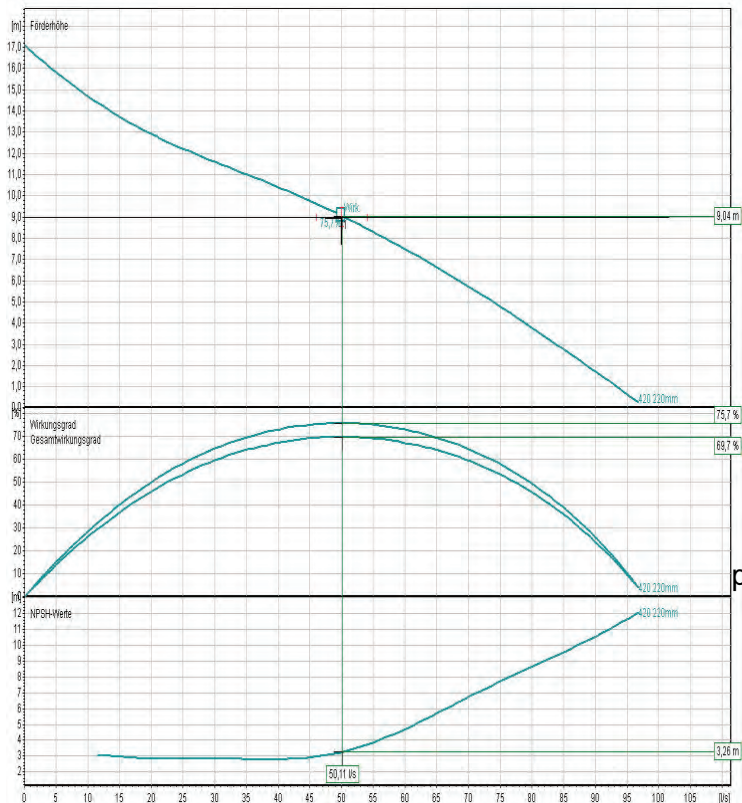
η_p = Pumpenwirkungsgrad
 η_M = Motorwirkungsgrad

□ Motor-Nennleistung P_N

Angabe auf dem Leistungsschild bzw. nach Angabe des Motorherstellers.

7. Erläuterung der Leistungskurve einer Flygt Tauchmotorpumpe

Baugröße N 3127, Laufrad-Nr. 420, n = 1450 1/min



Erklärungen:

$$NPSH_{RE} = NSPH_{erf.}$$

$$P_{GR} = P_1$$

$$\text{Wirkungsgrad} = \eta_p$$

$$\eta_{\text{gesamt}} = \eta_p \times \eta_M$$

Beispiel:

$$Q = 50,11 \text{ l/s}$$

$$H_{\text{man}} = 9,04 \text{ m WS}$$

$$= 1,0 \text{ kg/dm}^3$$

Man erhält folgende technische Daten:

1. Pumpenwirkungsgrad η_p

aus obiger Leistungskurve

$$= 75,7 \%$$

1. Gesamtwirkungsgrad η_{Gesamt}

aus obiger Leistungskurve

$$= 69,7 \%$$

1. Leistungsbedarf an der Pumpenwelle P_2

$$\text{lt. Formel } P_2 = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{367 \cdot \eta_p} = \frac{50,11 \cdot 3,6 \cdot 9,04 \cdot 1,0}{367 \cdot 0,757} = 5,87 \text{ kW}$$

2. Aufgenommene Leistung P_1 des Motors

aus obiger Leistungskurve, oder

$$\text{lt. Formel } P_1 = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{367 \cdot \eta_{\text{Gesamt}}} = \frac{50,11 \cdot 3,6 \cdot 9,04 \cdot 1,0}{367 \cdot 0,697} = 6,38 \text{ kW}$$

1. Motor-Nennleistung P_N

aus dem Hauptkatalog zu entnehmen

$$= 6,5 \text{ kW}$$

1. $NPSH_{erf.}$

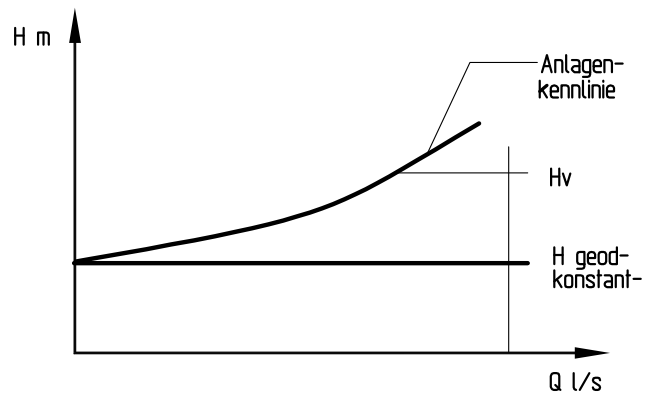
aus obiger Leistungskurve

$$= 3,26 \text{ m}$$

8. Anlagenkennlinie (Rohrleitungskennlinie)

Die von der Anlage her erforderliche Förderhöhe H wird in der Anlagenkennlinie über dem Förderstrom Q aufgetragen. Die zu überwindende Förderhöhe H besteht aus einem **statischen** Anteil H_{geo} und einem **dynamischen** Anteil H_v .

Der statische Anteil H_{geo} ist vom Förderstrom unabhängig. Der dynamische Anteil H_v steigt mit wachsendem Förderstrom quadratisch an und besteht aus den einzelnen Druckhöhenverlusten der Rohrleitung, Armaturen und Formstücke.

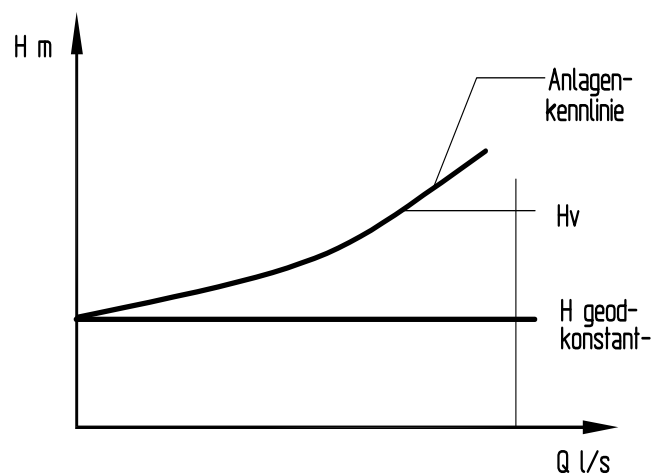
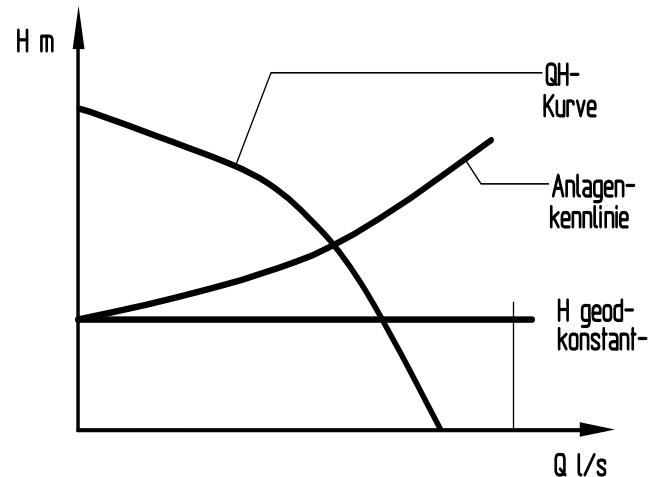


9. Betriebspunkt

Der von einer Kreiselpumpe gelieferte Förderstrom Q stellt sich je nach der zu überwindenden Förderhöhe H selbsttätig ein. Der **„Betriebspunkt B“**, bei konstanter Drehzahl der Pumpe, ist der Schnittpunkt von QH-Kurve und Anlagen-Kennlinie

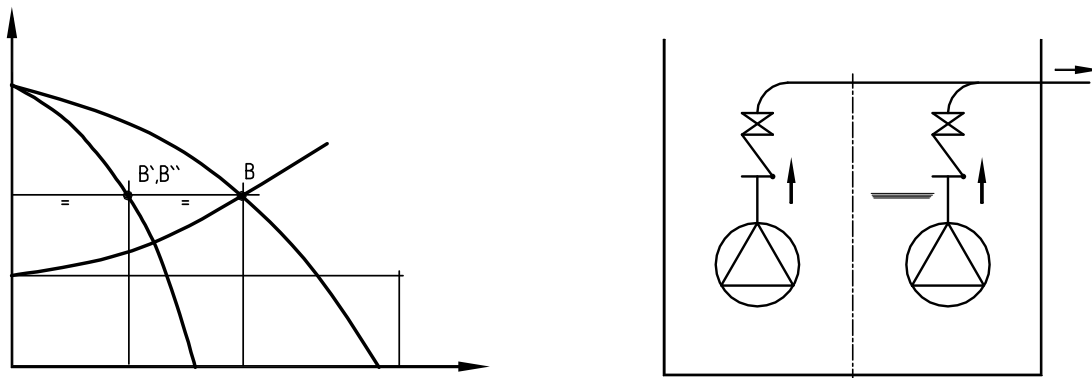
Eine Wanderung des Betriebspunktes auf der QH-Kurve und damit eine Änderung des Förderstromes tritt dann ein, wenn z. B. bei einer stationären Abwasserpumpstation die geodätische Förderhöhe zwischen einem Maximal- und einem Minimalwert schwankt, d.h. niveauabhängige Ein-Aus-Schaltung im Pumpenschacht. Die Pumpe hat dann ihren **Arbeitsbereich** auf der QH-Kurve zwischen den Betriebspunkten B-B.

Eine Verschiebung des Betriebspunktes B kann außerdem in Anlagen auftreten, wenn eine Veränderung der Anlagenkennlinie, z.B. durch Inkrustierung der Rohrleitung oder Drosselung eines Schiebers, auftritt.



10. Parallelbetrieb

Parallelbetrieb von 2 gleichen Kreiselpumpen – Idealfall –



Fördern zwei gleiche Kreiselpumpen parallel auf eine Rohrleitung, so findet man die resultierende QH-Kurve beider Pumpen durch Addition der zur gleichen Förderhöhe gehörenden Förderströme der einzeln laufenden Pumpen. Der Betriebspunkt B ergibt sich wie bei Einzelbetrieb aus dem Schnittpunkt mit der Anlagenkennlinie. Jede der beiden gleichen Pumpen arbeitet in diesem Moment auf ihrer eigenen QH-Kurve im Punkt B_I bzw. B_{II}.

Im Parallelbetrieb ist

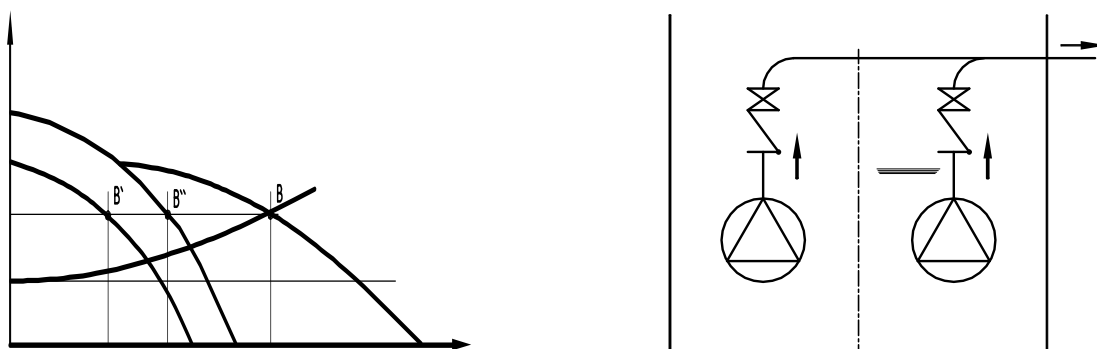
$$Q_I + Q_{II} = Q_{I+II}$$

wobei

$$Q_I = Q_{II}$$

Ein Parallelbetrieb sollte nur dann gewählt werden, wenn die Zuschaltung der zweiten Pumpe eine nennenswerte Steigerung des Förderstromes bringt, d.h. die **Anlagenkennlinie** muss flach verlaufen.

Parallelbetrieb von 2 ungleichen Kreiselpumpen – Idealfall –



Die QH-Kurven der beiden ungleichen Kreiselpumpen sind in ein Leistungsfeld nebeneinander einzuzichnen. Auf eventuelle unterschiedliche Maßstäbe der Einzel-QH-Kurven ist zu achten. Die QH-Kurve der kleineren Pumpe ist auf die QH-Kurve der größeren Pumpe aufzusetzen, indem man die zur gleichen Förderhöhe gehörenden Förderströme der kleinen Pumpe auf die QH-Kurve der größeren Pumpe addiert.

Der Betriebspunkt B ergibt sich aus dem Schnittpunkt mit der Anlagenkennlinie. Jede der beiden ungleichen Pumpen arbeitet in diesem Moment auf ihrer eigenen QH-Kurve im Punkt B_I und B_{II}.

Im Parallelbetrieb ist

$$\underline{Q_I + Q_{II} = Q_{I+II}}$$

wobei

$$Q_I < Q_{II}$$

Parallelbetrieb von 2 gleichen Abwasser-Tauchmotorpumpen Regelfall einer Doppelpumpstation

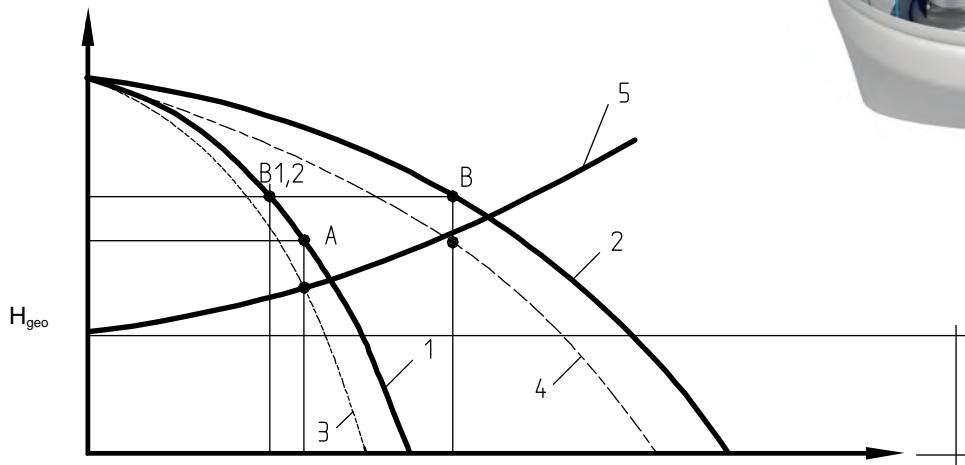
Betriebsweise einer Doppelpumpstation:

a) 1 Betriebspumpe / 1 Reservepumpe

Beide Pumpen mit gleicher Leistung.
Förderung des gewünschten Förderstromes durch 1 Pumpe im Einzelbetrieb. Bei Störung sofortige Umschaltung auf die Reservepumpe. Grundsätzlich wechselweisen Betrieb vorsehen

b) 1 Grundlastpumpe / 1 Spitzenlastpumpe

Beide Pumpen mit gleicher Leistung.
Förderung des in Spitzenzeiten anfallenden Förderstromes durch beide Pumpen in Parallelbetrieb. Zuschaltung der freien Pumpe erfolgt bei steigendem Wasserstand im Pumpensumpf.
Für beide Pumpen wechselweisen Betrieb vorsehen



Legende:

- A) Betriebspunkt Pumpe 1 bei Einzelbetrieb (Q/H)
- B) Betriebspunkt Pumpe 1 und Pumpe 2 bei Parallelbetrieb (Q/H)
- 1) Originalkennlinie Pumpe 1
- 2) Gemeinsame Originalkennlinie Pumpen 1 und 2
- 3) Um Steigrohrverluste reduzierte Originalkennlinie Pumpe 1
- 4) Gemeinsame, um Steigrohrverluste reduzierte Kennlinie Pumpe 1 und 2
- 5) Anlagenverluste ab Vereinigung bis Auslauf
- 6) Nicht dargestellt: Anlagenverluste im Steigrohr bis Vereinigung

In der Praxis hat jede der beiden Pumpen bis zur Vereinigung in eine gemeinsame weiterführende Druckrohrleitung innerhalb des Pumpenschachtes ihre eigene Steigleitung mit Armaturen und Formstücken. Diese Art der Ausführung führt zur Überlagerung von mehreren Anlagenkennlinien.

Nachstehende Beschreibung, sowie zugehörige Abb. zeigen eine grafische Lösung der Situation.

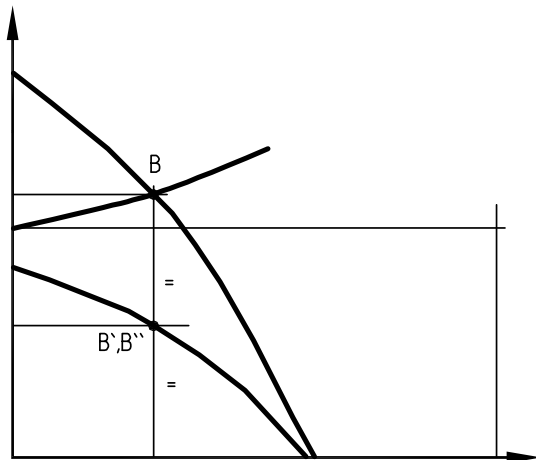
1. Aufzeichnung der entsprechenden Pumpenkennlinien für Einzelbetrieb (Kurve 1) und Parallelbetrieb (Kurve 2)
2. Errechnung des Druckverlustes innerhalb der Steigleitung mit Armaturen und Formstücke bis zur Vereinigung bei steigendem Förderstrom Q .
3. Nach Abzug der errechneten Druckverluste von den Pumpenkennlinien erhält man als Hilfskurven die "**reduzierten Pumpenkennlinien**" für Einzelbetrieb (Kurve 3).
4. Aufzeichnungen der reduzierten Pumpenkennlinie für Parallelbetrieb (Kurve 4).
5. Ermittlung und Einzeichnen der maximalen geodätischen Förderhöhe und Anlagenkennlinie der gemeinsamen weiterführenden Druckrohrleitung (Kurve 5).
6. Projektion der Schnittpunkte der Anlagenkennlinie mit den reduzierten Pumpenkennlinien senkrecht nach oben auf die Pumpenkennlinien der Kurve 1.

Man erhält folgende Betriebspunkte:

- A** = Betriebspunkt der Pumpe 1 oder Pumpe 2 bei **Einzelbetrieb**
B = Betriebspunkt der Pumpe 1 oder Pumpe 2 bei **Parallelbetrieb**

11. Reihenbetrieb

Reihenbetrieb (Hintereinanderschalten) von 2 gleichen Kreiselpumpen

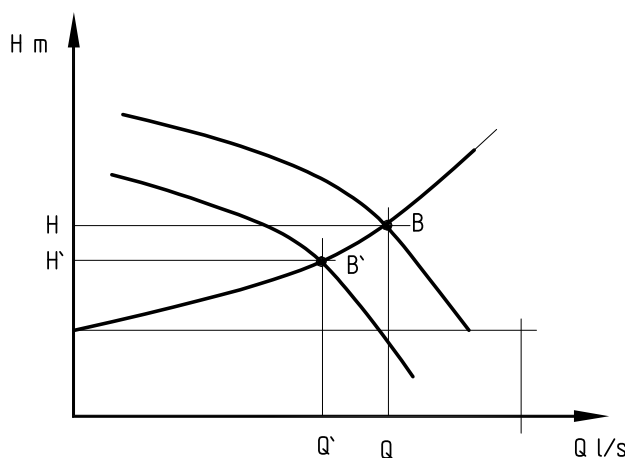


Fördern zwei gleiche Kreiselpumpen in Reihe geschaltet auf die gleiche Druckleitung, so findet man die gemeinsame QH-Kurve beider Pumpen durch Addition der zum gleichen Förderstrom gehörenden Förderhöhen der einzelnen laufenden Pumpen. Der Betriebspunkt B ergibt sich aus dem Schnittpunkt mit der Anlagenkennlinie. Jede der beiden gleichen Pumpen arbeitet in diesem Moment auf ihrer eigenen QH-Kurve im Punkt B_I bzw. B_{II}.

12. Drehzahländerung

Durch die Änderung der Drehzahl bei einer Kreiselpumpe verändert man deren Kennlinien.

Nach dem Ähnlichkeitsgesetz gelten hierbei für den **Förderstrom Q** und die **Förderhöhe H** folgende Bedingungen:



$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{n_1}{n}$$

$$\frac{H_1}{H} = \left(\frac{n_1}{n}\right)^2$$

Eine bekannte QH-Kurve mit der Drehzahl n lässt sich nach obigen Gleichungen auf eine andere Drehzahl n₁ umrechnen. Der Schnittpunkt der neuen QH-Kurve mit der Anlagenkennlinie ergibt den neuen Betriebspunkt B₁.

Eine geringe Drehzahlveränderung

$$\Delta n/n \leq 0,2$$

ist die verlustärmste Art der Anpassung des Förderstromes an veränderte Betriebsverhältnisse. Der Pumpenwirkungsgrad bleibt hierbei nahezu gleich.

Bei größeren Drehzahlveränderungen muss der Pumpenwirkungsgrad runtergerechnet werden. Bei Verringerung der Drehzahl sinkt der Leistungsbedarf der Pumpe etwa mit der dritten Potenz der Drehzahl.

Für den Leistungsbedarf gilt angenähert:

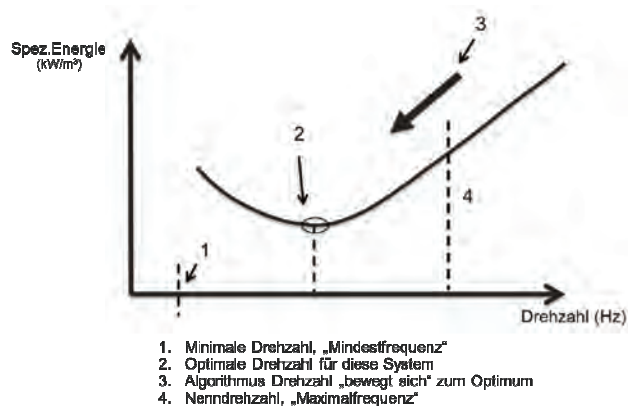
$$\frac{P_i}{P} = \frac{\eta_p}{\eta_{p_i}} \cdot \left(\frac{n_i}{n}\right)^3$$

Veränderliche Betriebsverhältnisse bei Drehzahlregelung setzen jedoch drehzahlveränderliche Antriebe voraus. Hierfür bieten sich bedingt Kurzschlussläufermotoren mit Frequenzumrichter an.

Die aus einer Drehzahlveränderung resultierende wechselnden Förderströme beeinflussen insbesondere die Fließgeschwindigkeit des Fördermediums in der Pumpe und im Rohrnetzsystem. Besonderes Augenmerk muss daher bei der Förderung von feststoffbelastetem Abwasser auf die Einhaltung der empfohlenen Mindestfließgeschwindigkeiten im Rohrnetz und der Pumpenhydraulik zwecks ablagerungsfreien Betriebs gelegt werden.

Merke:

- A.) Nur wenn der tatsächliche Betriebspunkt bei Nennfrequenz auf der Pumpenkennlinie rechts vom optimalen Betriebspunkt (Konstruktionspunkt) ist, wird der Wirkungsgrad durch Drehzahlregelung verbessert. Maßgebend ist hierbei der spezifische Energieeintrag (kWh pro m³ Abwasser), wie im nachstehendem Diagramm zu sehen ist.

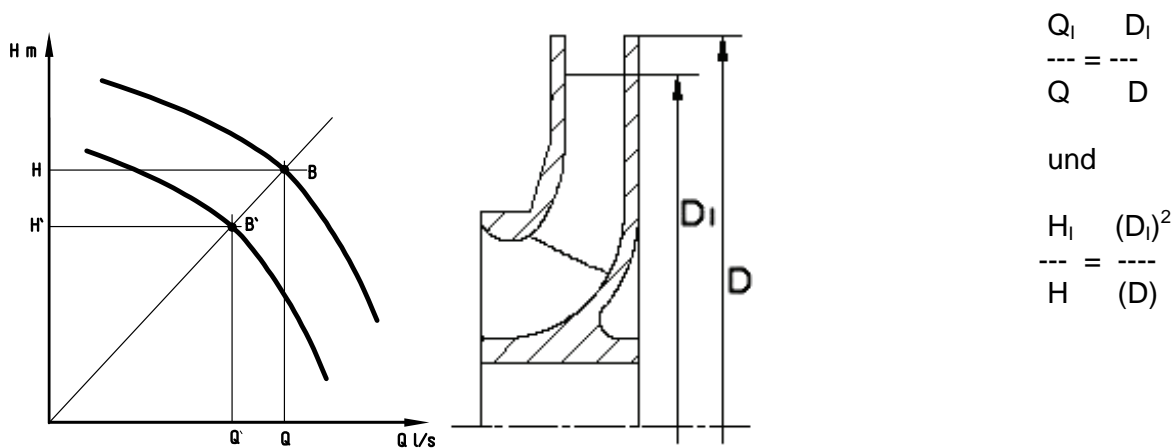


- B.) Drehzahländerungen führen zu geänderten Fließgeschwindigkeiten und können Verstopfungen im Pumpengehäuse, im Steigrohr oder im Rohrnetz begünstigen.

13. Korrektur des Laufraddurchmessers

Wo eine Verringerung des Förderstromes Q bzw. der Förderhöhe H gegenüber der Ursprungskurve benötigt wird, kann eine Korrektur des Laufraddurchmessers vorteilhaft angewandt werden. Sie ist jedoch nur bei Radialrädern und im begrenzten Maße bei Halbaxialrädern möglich. Bei Pumpen mit Spiral- oder Ringgehäusen verkleinert man den Laufraddurchmesser durch die "Reduzierung" von D auf D_1 . Der Wirkungsgrad verschlechtert sich hierbei umso mehr, je stärker korrigiert wird.

Ändert man den Laufraddurchmesser nur gering, gilt mit ausreichender Genauigkeit die Beziehung:



Der reduzierte Durchmesser D_1 kann auf folgende einfache Weise ermittelt werden:

Man zieht im QH-Kennfeld (lineare Teilung) durch den Punkt $Q = 0, H = 0$ und den gewünschten Betriebspunkt B_1 eine **Gerade**, welche die vorhandene QH-Kurve mit gegebenem Laufraddurchmesser D im Punkt B schneidet. Mit den Werten D, Q und H dieses Punktes errechnet sich somit der reduzierte Durchmesser D_1 .

14. Rohrleitungsdruckverluste

Beim Durchströmen von Flüssigkeiten durch Rohrleitungen und Armaturen treten Druckhöhenverluste auf. Einerseits durch Reibung der Flüssigkeit an den Rohrwandungen, zum größeren Teil aber durch die innere Reibung.

In der Praxis bedient man sich einschlägiger Reibungsverlust-Diagramme für Rohrleitungen mit verschiedenen Rauigkeitswerten.

Druckhöhenverluste H_{VA} in Armaturen und Formstücken

Benennung	Äquivalente gerade Rohrlängen in "m" (Richtwerte)										
	Nennweiten DN 80 - DN 600										
	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
Absperr-schieber	0,45	0,60	0,80	1,00	1,40	1,80	2,20	2,60	3,10	3,90	4,60
Rückschlag-Klappe	4,70	6,10	8,10	10,00	14,00	19,00	20,00	24,00	31,00	39,00	41,00
FFK-Stück 90 Grad	1,20	1,50	1,80	2,20	3,00	3,80	4,60	5,40	6,20	7,30	8,90
FFK-Stück 45 Grad	0,90	1,20	1,40	1,70	2,30	2,90	3,40	4,00	4,50	5,10	6,30
T-Stück	0,70	0,95	1,30	1,60	2,20	2,80	3,60	3,90	4,70	6,10	8,20
T-Stück	1,80	2,60	3,50	4,80	6,00	7,60	9,80	10,60	13,80	19,60	26,30
T-Stück	2,60	3,70	4,90	6,10	8,30	10,60	13,60	14,80	17,80	23,00	29,40
FFR-Stück 1NW kleiner	5,20	7,30	9,60	9,10	25,00	23,00	21,00	19,20	24,30	54,00	51,00
FFR-Stück 1 NW größer	2,60	3,60	4,80	4,60	12,50	11,50	10,50	9,60	12,10	27,00	25,50

Beispiel:

Gegeben: Rohrleitung

Förderstrom $Q = 10$ l/s

a) 1 Stück Rückschlagklappe

b) 1 Stück Absperrschieber

c) 1 Stück FFK-Stück 90 Grad

d) 1 Stück FFK-Stück 45 Grad

e) Rohrleitung DN 100, 800 m lang

$k_b = 0,25$ mm

Gesucht: Gesamtdruckverlust

DN 100 = 6,1 m

DN 100 = 0,6 m

DN 100 = 1,5 m

DN 100 = 1,2 m

Äquivalente Rohrlänge = 9,4 m

= 800 m

Summe = 809,4 m

Gemäß einschlägigem Diagramm ($K_b = 0,25$ mm) ergibt sich daraus:

bei DN 100: $H_V = 22$ mm / m

Rechnung: $22 \cdot 809,4 = 17.806,8$ mm
oder $H_V = 17,8$ m

Neben den äquivalenten Rohrleitungslängen zur Berechnung der Druckhöhenverluste von Armaturen und Formstücke ist es in der Praxis auch durchaus üblich, mit den Verlustbeiwerten ζ die Druckhöhenverluste zu ermitteln.

Die Verlustbeiwerte der einzelnen Formstücke und Armaturen werden genauso addiert wie die äquivalenten Rohrlängen. Auslaufverluste werden im Regelfall mit $\zeta = 1,0$ berücksichtigt.

Benennung	Verlustbeiwerte ζ (Richtwerte)										
	Nennweiten DN 80 – DN 600										
	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600
Absperr-schieber	0,20	0,18	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,11	0,10
Rückschlag-klappe	1,75	1,75	1,75	1,75	1,65	1,65	1,60	1,60	1,60	1,55	1,45
FFK-Stück 90 Grad	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
FFK-Stück 45 Grad	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
T-Stück	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
T-Stück	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
T-Stück	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
FFR-Stück 1 NW kleiner	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
FFR-Stück 1 NW größer	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

Formel:
$$H_V = \zeta \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (\text{m}) \quad (v \text{ in m/s, } g \text{ in m/s}^2)$$

Rechnung: Daten gemäß vorherigem Beispiel ,
 H_{VD} aus 800 m DRL DN 100: 17,6 m
 Gesamt-Zetawerte: $1,75 + 0,18 + 0,22 + 0,14 = 2,29$

$$H_{VA} = \zeta \cdot \frac{v^2}{2g} = 2,29 \cdot \frac{1,27^2}{19,62} = 0,20 \text{ m}$$

$$H_V = H_{VD} + H_{va} = 17,60 + 0,20 = 17,80 \text{ m}$$

15. Fließgeschwindigkeit

Bei der Auswahl der Rohrleitungsnennweiten sollten aus Gründen der Betriebswirtschaftlichkeit und Sicherheit folgende Richtwerte für die Fließgeschwindigkeit des Fördermediums unbedingt eingehalten werden:

- a) waagrecht verlegte Rohrleitungen
V = 0,8 – 1,0 m/s
- b) senkrecht verlegte Rohrleitungen
V = 1,3 – 1,5 m/s
- c) Dükerleitungen
V = 2,0 – 3,0 m/s

Je nach Fördermedium – Zusammensetzung (z.B. hohe Sandanteile, Schlammförderung) können die o.g. Werte höher liegen.

Die Fließgeschwindigkeit V errechnet sich nach folgenden Formeln:

$$V = \frac{Q}{A} \text{ (m/s)} \quad \text{bzw.} \quad V = \frac{Q \cdot 1273,9}{d_i^2} \text{ (m/s)}$$

wobei Q in m³/s
A in m²

einzusetzen ist

wobei Q in l/s

d_i in mm

einzusetzen sind

d_i = Innendurchmesser der Rohrleitung

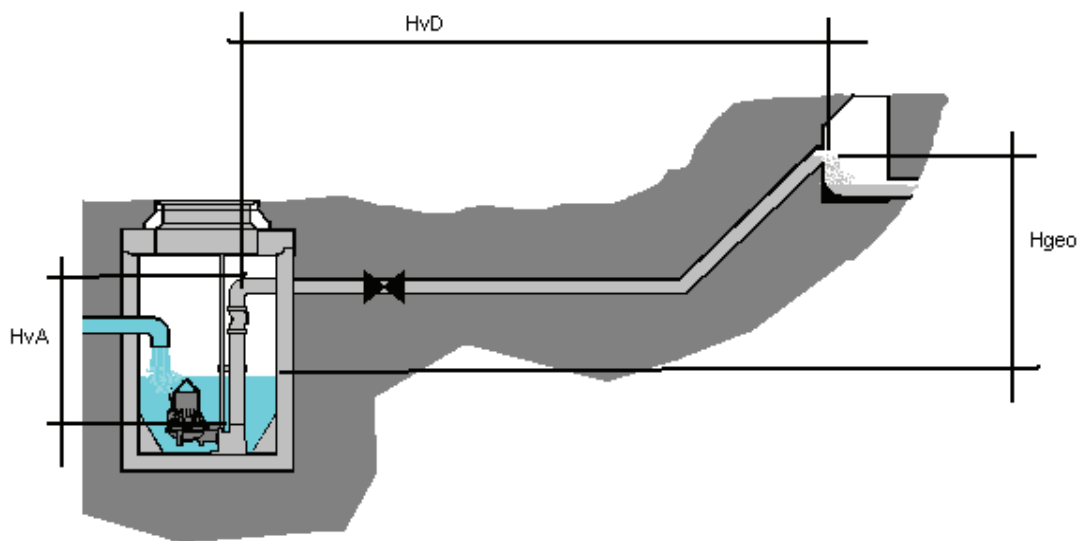
Mindestförderstrom bei V = 1,0 m/s										
DN	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500
Q (l/s)	5,0	7,8	12,2	17,7	32	49	71	96	126	196
Q(m ³ /h)	18	28,1	43,9	63,7	115	176	256	346	454	706

Mindestförderstrom bei V = 1,5 m/s										
DN	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500
Q (l/s)	7,55	11,7	18,3	26,6	47	73	106	144	188	294
Q(m ³ /h)	27,2	42,1	65,9	95,8	169	263	382	518	677	1058

Mindestförderstrom bei V = 2,0 m/s										
DN	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500
Q (l/s)	10	15,6	24,4	35,4	64	98	142	192	252	392
Q(m ³ /h)	36	56,2	87,8	127,4	230	352	512	692	908	1412

Mindestförderstrom bei V = 3,0 m/s										
DN	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500
Q (l/s)	15	23,4	36,6	53,1	96	147	213	288	378	588
Q(m ³ /h)	54	84,3	131,7	191,1	345	528	768	1038	1362	2118

16. Berechnungsbeispiel einer Pumpstation



Gesamtförderhöhe: $H = H_{geo} + H_V$ ($H_V = H_{VA} + H_{VD}$)

Gegeben:

- Medium: ungereinigtes Abwasser
- Förderstrom, erf.: 25 l/s
- geod. Förderhöhe: 5 m
- Rohrleitungslänge: 1650 m
- Werkstoff: Stahl ($k_b=0,25$)

Gesucht:

- Nennweite der Rohrleitungen
 - im Schacht
 - außerhalb

Gesamtförderhöhe H (m)

- H_V = gesamte Druckhöhenverluste
- H_{VA} = Druckhöhenverluste der Armaturen und Formstücke
- H_{VD} = Druckhöhenverluste der Sammeldruckrohrleitung
- H_{V1000} = Druckhöhenverluste pro 1000 m Rohrleitung
- $L_{\bar{A}}$ = äquivalente Rohrleitungslänge
- L = gesamte Rohrleitungslänge

Nennweite im Schacht entsprechend den Empfehlungen für senkrechte Rohrleitungen (1,5 m/s):

DN 150

Nennweite der weiterführenden Druckrohrleitung entsprechend den Empfehlungen für waagerechte Rohrleitungen (1,0 m/s):

DN 200

Gesamtförderhöhe: $H = H_{\text{geo}} + H_V \text{ (m)}$ ($H_V = H_{VA} + H_{VD}$)

Aus der Tabelle für äquivalente gerade Rohrlängen sind die entsprechenden "Ersatzlängen" der Armaturen und Formstücke zu entnehmen mit:

1 Rückschlagklappe	DN 150	10,00 m
1 Absperrschieber	DN 150	1,00 m
3 FFK-Stücke 90 Grad	DN 150	6,60 m
Insgesamt		17,60 m

Somit betragen die Druckhöhenverluste H_{VA} für die Druckrohrleitung DN 150 innerhalb des Schachtes gemäß einschlägigen Tabellen (k_b -Werte 0,25):

$$H_{VA} = \frac{H_{V\ 1000} \cdot L_{\bar{A}}}{1000} = \frac{16 \cdot 17,6}{1000} = \mathbf{0,28\ m}$$

Für die weiterführende Druckrohrleitung DN 200 gilt dann:

$$H_{VD} = \frac{H_{V\ 1000} \cdot 1650}{1000} = \mathbf{5,94\ m}$$

Hieraus ergibt sich für die Gesamtförderhöhe H:

$$H = H_{\text{geo}} + H_{VA} + H_{VD} = 5,0 + 0,28 + 5,94 = \mathbf{11,20\ m}$$

Zu wählende Pumpe(n): **Q = 25 l/s; H = 11,20 m**
=====

Mit diesen Angaben kann nun die entsprechende Baugröße ausgesucht werden.

Ein anderer, noch einfacherer Weg bietet sich, wenn die Flygt Software genutzt werden kann. Neben der eigentlichen Pumpenauswahl sind zahlreiche zusätzliche Leistungsmerkmale enthalten, die eine Auslegung von Pumpen und Dimensionierung von Rohrleitungen wesentlich erleichtert, wie z.B. Pumpensumpfbemessung, Pumpenvergleich, Lebenszykluskostenberechnung, Drehzahlregelung und andere.

17. Berechnung des erforderlichen Stauvolumens

Da Elektromotore innerhalb eines Zeitraumes nicht beliebig oft ein- und ausgeschaltet werden dürfen, muss das nutzbare Pumpensumpfvolumen den erlaubten Schaltspielen der Pumpenmotore angepasst werden.

Als Nutzvolumen – auch erforderliches Stauvolumen genannt – wird im Allgemeinen das Volumen zwischen Ein- und Ausschaltpunkt der Pumpe bezeichnet.

In Sonderfällen, wo der Zulauf zur Pumpstation unterhalb des Einschaltpunktes der Pumpe liegt und somit angestaut wird, kann das Zulauf-Volumen zur Deckung des erforderlichen Stauvolumens verwandt werden.

Richtwerte für zulässige Schaltspiele von Flygt Tauchmotorpumpen	
Motorleistung (kW)	Max. Schaltspiel / Stunde
0 – 55	Ca. 15
In einer Pumpstation mit 2 gleichen Pumpen und wechselseitigem Betrieb (2 x 100% Leistung) können die zulässigen Schaltspiele verdoppelt werden.	

Verglichen mit konventionell trocken aufgestellten Pumpen können Pumpstationen mit Tauchmotorpumpen normalerweise kleiner ausgeführt werden, da aufgrund des wirksamen Kühlsystems die Pumpen eine größere Anzahl von Ein- und Ausschaltvorgängen zulassen.

Die Größe der Pumpen in einer Pumpstation ist abhängig vom täglichen Durchschnittszulauf sowie der größten Zulaufmenge, wird jedoch besonders bei bereits vorhandenen Druckrohrleitungen von deren Querschnitt bzw. der Notwendigkeit einer akzeptablen Fließgeschwindigkeit beeinflusst.

Für Einfachpumpstationen bzw. Doppelpumpwerke mit gleichen Pumpen – wobei die Auslegung so gewählt wurde, dass ein Parallelbetrieb nicht erforderlich wird – kann nach der Formel:

$$V_{\text{erf}} = \frac{Q \cdot 0,9}{Z} \text{ (m}^3\text{)}$$

gerechnet werden, wobei

Q = Förderstrom der Pumpe in l/s

Z = zulässige Schaltspiele pro Stunde

sind. Bei einer Doppelpumpstation mit wechselseitigem Betrieb darf V_{erf} aufgrund der doppelten Schaltspiele halbiert werden bzw. die Anzahl der Schaltspiele verdoppelt werden.

Die errechneten Volumina sind Mindestwerte, um unter ungünstigen Verhältnissen einen störungsfreien Pumpbetrieb zu gewährleisten. Dieser Betriebsfall ist gegeben, wenn der Zufluss für eine Pumpe halb so groß ist wie deren Förderstrom.

18. Pumpwerksausrüstung

Neben der bereits erwähnten Pumpensumpfbemessung (Stauvolumen) sind für die Größenbestimmung des Pumpwerkes auch die Anordnung der gewählten Pumpen sowie Rohrleitungen, Formstücke, Armaturen und weitere Schachteinbauteile entscheidend.

Hinweise zur Gestaltung

1. Absperrschieber als Absperrmöglichkeit für Wartungs- und Reparaturarbeiten grundsätzlich vorsehen.
2. Rückschlagorgan als Rückflussverhinderer ebenfalls vorsehen. Bei Mehrfachstationen zwingend erforderlich. Die Anordnung der Rückschlagklappen oder Kugelventile sollte oben erfolgen, da hier weniger Feststoffablagerungen beim Abschalten der Pumpen entstehen.
3. Die Nennweite der Druckrohrleitung ist entsprechend den empfohlenen Fließgeschwindigkeiten zu wählen. Siehe auch Hinweis "Fließgeschwindigkeiten".
4. Um Ablagerungen und Schwimmdeckenbildung zu vermeiden, sind die Sumpfschrägen möglichst steil (nicht unter 45°) und oberflächenglatt auszuführen. Hierfür gibt es angepasste besondere Pumpensumpfgestaltungen, welche z. B. im Betonkörper bereits im Fertigungsprozess berücksichtigt werden (z. B. Flygt TOP 3D und Flygt Compit Pumpensumpf)
5. Ein Prallblech vor dem Zulauf ist generell empfehlenswert. Diese Maßnahme verbessert die Zuströmung, Entlüftung und Verteilung des Fördermediums.

Merke: Bei explosionsgeschützten Pumpwerken muss gemäß VDE 0165 ein Potentialausgleich installiert werden. Schon während der Bauphase sollte ein Fundamenterder oder Bänderer gesetzt werden, der später bis zum Schaltschrank geführt wird.



19. Aufstellungsarten

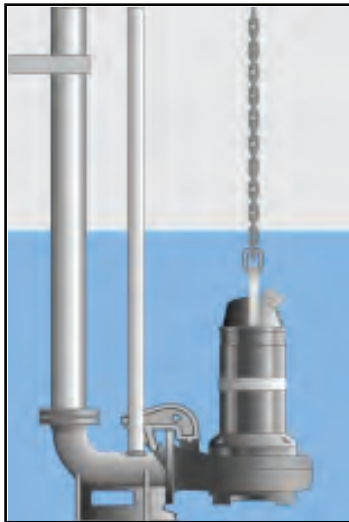
In der Tauchmotortechnik unterscheiden wir bei stationären Installationen hauptsächlich folgende Aufstellarten:

- Nassaufstellung, stationär
- bzw. hängend in der Druckentwässerung
- Trockenaufstellung, vertikal
- Trockenaufstellung, horizontal

Zusätzlich ist im kommunalen Anwendungsbereich noch folgende Variante vertreten:

- Rohr- oder Stahlschachteinbau

Ausführung als stationäre Nassaufstellung



Der Hauptvorteil der klassischen Nassaufstellung unter Verwendung von Pumpenschächten aus Betonringen bis 3,5 m Durchmesser bzw. durch den Einsatz von Betonfertigteilmotorschächten liegt in den sehr niedrigen Investitionskosten gegenüber Pumpwerken mit aufwendigen Betonkonstruktionen oder Pumpwerken, die aufgrund ihrer Maschinenteknik einen Hochbauteil benötigen.

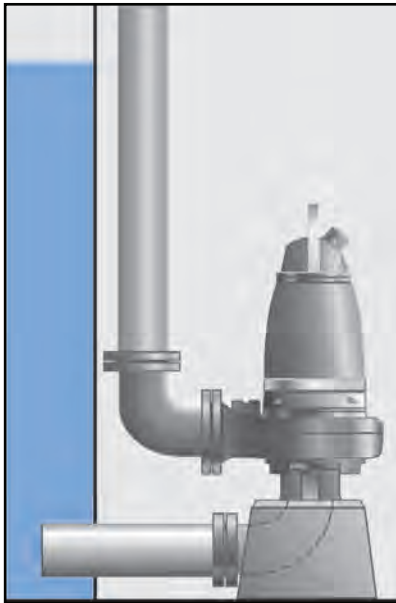
Durchgesetzt hat sich in den letzten Jahren die Verwendung von Fertigteilmotorschächten, die nach EN 1917 mit der nationalen Ergänzung DIN 4034 T1 mit Elastomerdichtringen geliefert werden. Das Setzen ist unkompliziert und innerhalb kurzer Zeit möglich, was zu einem zusätzlichen Kostenvorteil führt.

Besonders die Verwendung von zusätzlichen Komponenten wie

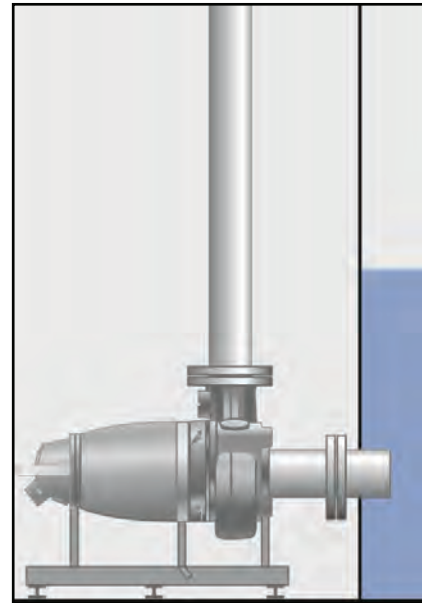
- besondere Pumpensumpfgeometrie
- an der Pumpe seitlich angeflanshtes Spülventil
- installiertes Regelsystem

bieten dem Betreiber den Komfort sauberer, wartungsarmer und umweltfreundlicher Pumpstationen.

Ausführung als stationäre vertikale Trockenaufstellung



Ausführung als stationäre horizontale Trockenaufstellung



Pumpwerke mit trocken aufgestellten Tauchmotorpumpen –ob vertikal oder horizontal eingebaut – weisen eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber konventionellen Pumpen auf:

- überflutungssicher, somit mehr Betriebssicherheit
- keine Stopfbuchsen, sondern wartungsarme Hartmetall-Gleitringdichtungen
- keine Kupplungen bzw. Keilriemen, somit weniger Verschleißteile und geringerer Wartungsaufwand
- keine Sperrwasseranschlüsse bzw. separate Fettschmierung, somit umweltfreundlicher
- Ex-Schutz jederzeit möglich
- keine übermäßigen Laufgeräusche

Die Wahl, ob vertikale oder horizontale Trockenaufstellung, hängt stark von der "Neigung" des Planers bzw. des Betreibers ab. Die horizontale Aufstellung ermöglicht einen tiefer liegenden Anschaltpunkt, die vertikale Aufstellung bietet sich mehr bei beengten Verhältnissen an.

20. Überdeckung der Saugleitungen

Ist die Saugleitung während des Pumpbetriebes nicht genügend überdeckt, besteht die Gefahr, dass sich ein Luftschauch zwischen Oberfläche des Mediums und Saugleitung bildet. Die Pumpe zieht dann Luft an. Das kann zu einem unruhigen Lauf der Maschinen führen bzw. durch Lufteinschlüsse Probleme in der Rohrleitung verursachen, welches letztendlich die Förderleistung stark beeinflussen kann.

Damit ein störungsfreier Betrieb gewährleistet ist, muss die Mindestüberdeckung 0,1 m höher als die Geschwindigkeitshöhe sein.

Mindestüberdeckung:

$$S_{\min} = \frac{V^2}{2g} + 0,1 \text{ (m)}$$

wobei V die Geschwindigkeit in der Saugleitung in m/s
 und g die Fallbeschleunigung in m/s² ist.

Die Nennweite der Saugleitung ist so zu wählen, dass Fließgeschwindigkeiten von 2,5 – 3,0 m/s nicht überschritten werden. Ideal ist eine Fließgeschwindigkeit von 1,0 – 1,5 m/s.

Gegebenenfalls sollte durch geeignete Maßnahmen der Ansaugquerschnitt der Saugleitung vergrößert werden.

21. Bauwerksgestaltung

Während der letzten 30 Jahre hat sich die Form der Pumpensümpfe kaum geändert. Unabhängig von der gewählten Aufstellungsart sind in den Sammelräumen Strömungstotzonen vorhanden, so dass die Ablagerung von Feststoffen und Schlamm begünstigt wird. Dies führt in vielen Fällen zu regelmäßigen, kostenaufwendigen Wartungs- und Reinigungsmaßnahmen. Die routinemäßige Reinigung von Sümpfen und das wieder in Betrieb setzen der Pumpen sind oftmals teure und zeitaufwendige Arbeiten, die darüber hinaus auch nicht immer ungefährlich sind.

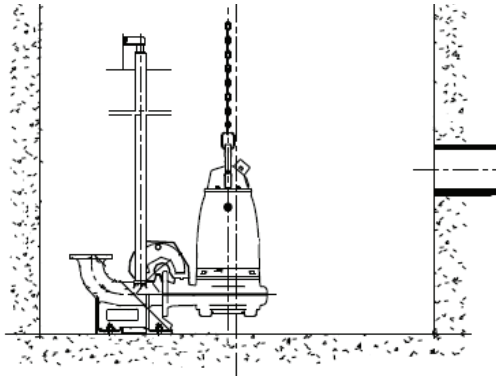


Bild 1 Sammelraum im Ortspumpwerk mit Tauchmotorpumpe

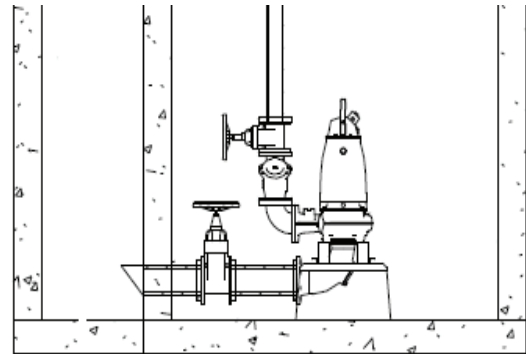


Bild 2 Sammelraum im Ortspumpwerk mit trocken aufgestellten Pumpen

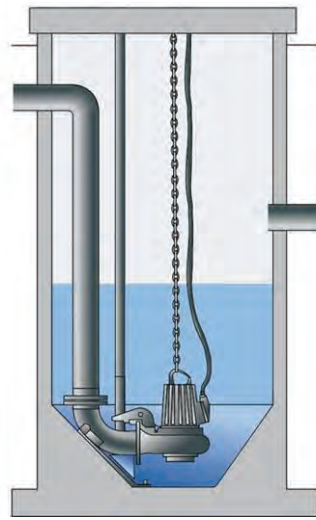
Aufgrund der kompakten und leichten Bauweise der Pumpen hat sich bei Druckentwässerungs-Pumpwerken eine halbkugelförmige Pumpensumpfausbildung in Kombination mit hängender Ausführung der Aggregate als optimale Lösung in der Praxis bestätigt.



Bild 3: Druckentwässerungspumpstation Compit

Bei Abwasserpumpwerken mit kleinen und mittleren Zuflüssen besteht die Möglichkeit technisch optimierte Pumpstationen – eine Weltneuheit von Xylem Water Solutions – einzusetzen.

Als Komponente des umfassenden Lieferprogramms für Pumpstationen wurde der Pumpensumpf hydraulisch optimiert. Die Kupplungsfüße sind jetzt auf der Berme montiert. Dies führt zur Eliminierung der Totzonen und einem optimalen Strömungsbild durch den gesamten Pumpensumpf während des Pumpvorganges. Erhöhte Turbulenzen führen zum Aufwirbeln der abgesetzten Feststoffe und anderer Verunreinigungen. Die Folge ist eine erheblich verbesserte Förderung der Feststoffe. Der kompakte, sich nach unten verjüngende Pumpensumpf reduziert das nach einem Pumpvorgang verbleibende Restvolumen und gewährleistet, dass jegliche verbliebene Feststoffe unmittelbar unterhalb der Saugöffnung der Pumpe angesammelt werden und direkt beim nächsten Pumpvorgang gefördert werden können. Die TOP 3D Geometrie in Kombination mit GFK - Schächten ist die perfekte Lösung für die immer aggressiver werdenden Abwässer.



TOP 3D Geometrie als verlorene Schalung (GFK) TOP 3D Geometrie im Betonschacht

In Verbindung mit Tauchmotoraggregaten, die auch bei 100 % Dauerbetrieb mit aufgetauchtem Motorteil arbeiten ist es möglich, das Restvolumen nach Pumpenausschaltung auf ca. 140 l (Ø1400mm Schacht) und 180 l (Ø1800mm Schacht) zu minimieren.

Während die Pumpensumpfgeometrie besonders kurz vor dem Abschalten der Pumpen ihren Einfluss ausübt, besteht ebenso die Möglichkeit der idealen Ergänzung, nämlich das Flygt Spülventil, welches bei Einschalten der Pumpe zur starken Verwirbelung und Aufmischung von Schwimmschichten führt, einzusetzen.



Spülventil 4901



Installiert an einer Tauchmotorpumpe

Bei trocken aufgestellten Pumpstationen besteht die Möglichkeit durch eine manuell zu bedienende oder elektrisch angesteuerte Spülleitung einen Teilstrom des Fördermediums bei Bedarf in den Sammelraum zwecks Spülung zurückzuführen. Gegebenenfalls sind auch Lösungen mit z. B. externen Rührorganen (z. B. Tauchmotor-Rührwerk) möglich. Hierfür ist dann die entsprechende Steuerungstechnik im Schaltschrank mit vorzusehen.



Tauchmotorrührwerk zur Strömungserzeugung in größeren Pumpensämpfen

22. Mindestkugeldurchgang der Fördereinrichtung

Bei dem Vergleich zur Eignung von Abwassertauchmotorpumpen wird im Allgemeinen der freie Kugeldurchgang als Indikator für das Verstopfungsverhalten verwendet. Dabei galt bisher je größer der freie Kugeldurchgang desto kleiner ist die Gefahr von Verstopfungen.

Tatsächlich können auch Pumpen mit freiem Durchgang von 100 mm oder größer, unabhängig von der Ausführung der Hydraulik, verstopfen.

Verstopfungen in der Pumpenhydraulik basieren fast immer auf Ballenbildung im Laufrad. Hierbei bauen sich innerhalb unterschiedlicher Zeitspannen Feststoffe mehr und mehr auf.

Auftretende Verstopfungen führen letztendlich zu verringerter Förderleistung bzw. zu einer längeren Laufzeit der Pumpen oder sogar zu Pumpenausfällen.

Festzustellen ist, dass die Ausformung des Laufrades selber eine viel höhere Bedeutung hat, als bisher allgemein angenommen wurde, bzw. immer noch wird.

Für die Vergleichbarkeit von Offerten oder bei Planungen bedeutet dieses, dass die Forderung nach größtmöglichem Kugeldurchgang (z. B. 100 mm) zu einer trügerischen Sicherheit führen kann.

Je optimaler die Laufradausformung, desto kleiner ist das Verstopfungsrisiko. Diese These wurde erstmals untermauert seit Mitte der 80er Jahre durch die Einführung der Flygt Hydraulik NEVA CLOG.

Die ständige Suche nach der optimalen Lösung hat zu der Entwicklung der N-Hydraulik mit selbstreinigendem, offenem Kanalrad geführt und bietet höchste Wirkungsgrade und erstaunliche Ergebnisse in der Verstopfungsfreiheit.

Die N-Hydraulik wurde seit ihrer Einführung 1997 permanent der immer schlechter werdenden Qualität des Abwassers angepasst und vereint höchste Betriebssicherheit mit bestem Wirkungsgrad.

23. Hydraulischer Wirkungsgrad

Die Angabe der hydraulischen Daten wie Förderstrom, Förderhöhe, Wirkungsgrade etc. erfolgt in so genannten QH-Kurven. Diese sind in der Regel nach EN ISO 9906 erstellt und beziehen sich auf den Betrieb in Reinwasser.

Somit werden fast immer für einen Leistungsvergleich Werte zugrunde gelegt, die im Echteinsatz stark abweichen können. Ursächlich hierfür sind die Fest- und Faserstoffe, welche als Bestandteil vom Abwasser mitgefördert werden. Wie Versuche zeigen, ist es falsch anzunehmen, dass ein Fest- oder Faserstoff innerhalb einer Laufraddrehung komplett durch die Hydraulik geführt wird. Tatsache ist, dass meistens mehrere Laufradumdrehungen notwendig sind, um die Förderung zu bewerkstelligen. Innerhalb dieser Zeit können weitere Faser- oder Feststoffe in die Hydraulik gelangen, was zu einer beginnenden Verstopfung führen kann. Darüber hinaus wird durch die Querschnittsverengung die Förderleistung beeinträchtigt.

In Abhängigkeit der Betriebsweise der Pumpen löst sich diese Verstopfung, z. B. durch Rückspülung nach Pumpenstop, auf. In anderen Fällen kann diese Verstopfung sich weiter aufbauen bis hin zur Blockade der eingesetzten Aggregate.

Somit zeigt sich, dass speziell für den praktischen Betrieb die Laufradausformung eine entscheidende Bedeutung hat und nicht nur ein guter Reinwasserwirkungsgrad Energiekosten bestimmend ist.

Die bewährte Flygt N-Laufradhydraulik von Xylem Water Solutions, ein offenes, selbstreinigendes Kanalrad, bietet nicht nur Spitzenergebnisse im gemessenen Reinwasserwirkungsgrad, sondern hält auch unter realen Bedingungen in der Abwasserförderung konstant den sehr guten Wirkungsgrad da es nahezu Verstopfungsfrei arbeitet. Dies beeinflusst den Gesamtenergieverbrauch sehr nachhaltig.

Besonders deutlich wird dieses im direkten Vergleich zwischen N-Hydraulik und herkömmlichen Hydrauliken.

24. Abwasser- Pumpenschächte

Einbaufertige Pumpstationen leisten viel für die Umwelt. Der hohe Qualitätsstandard der Schachtsegmente ermöglicht Maßgenauigkeit, Wasserundurchlässigkeit und eine gleich bleibende Betonqualität.

Im Zuge weiterer Rationalisierung und dem Bestreben nach kurzen Ausführungsfristen und optimaler Wirtschaftlichkeit sind effiziente Verfahren gefragt, die zudem eine möglichst leichte Koordination gemäß Bauzeitenplan ermöglichen.

Xylem bietet in diesem Bereich besonders interessante Produkte an

Compit- Die Systemlösung für die Druckentwässerung

Ein System sollte darauf aufbauen, dass seine Komponenten optimal abgestimmt eine gute funktionierende Einheit bilden. Mit der Druckentwässerungs-Pumpstation Compit bietet Xylem seit Jahren eine hochwertige Komplettlösung. Sie bietet ein Höchstmaß an Effizienz und Passgenauigkeit.

Konstruktion und Design des Pumpenschachtes entsprechen serienmäßig der Belastungsklasse B.

Die Abdeckung ist wahlweise in Klasse A oder Klasse B erhältlich. Optional ist der Pumpenschacht, in Verbindung mit standardisiertem Zubehör, auch für die Belastungsklasse D erhältlich.

Die besondere Ausformung des Pumpensumpfes ermöglicht einen nahezu ablagerungsfreien Betrieb. Das bedeutet für Sie einen minimalen Wartungsaufwand und gilt gleichermaßen für die Betonschächte.

Während die Kunststoffschächte wegen ihres geringen Gewichts besonders auf privaten Grundstücken eingesetzt werden können, eignen sich die Betonschächte vor allem in Bereichen mit sehr hohen Verkehrslasten. Beide Schachtversionen sind durch die speziellen Flygt Systemdichtungen grundwasserdicht und auftriebssicher.

In Verbindung mit dem Flygt Zubehör (Spülventil und Steuerungstechnik) erhalten Sie eine optimal aufeinander abgestimmte Systemlösung, die Ihre Betriebs- und Wartungskosten auf ein Minimum reduziert.



Ihre Vorteile im Überblick

- Konstruktion und Design entsprechen Klasse B (abhängig von der Schachtabdeckung)
- Schacht ist in Belastungsklasse D erhältlich (optional)
- Neues Schachtdesign für nahezu ablagerungsfreien Betrieb
- Verlängerbar bis zu 3 m (optional)
- Komplette Druckrohrleitung aus Edelstahl
- Auftriebssicher und grundwasserdicht, jetzt auch bis zu 3 m

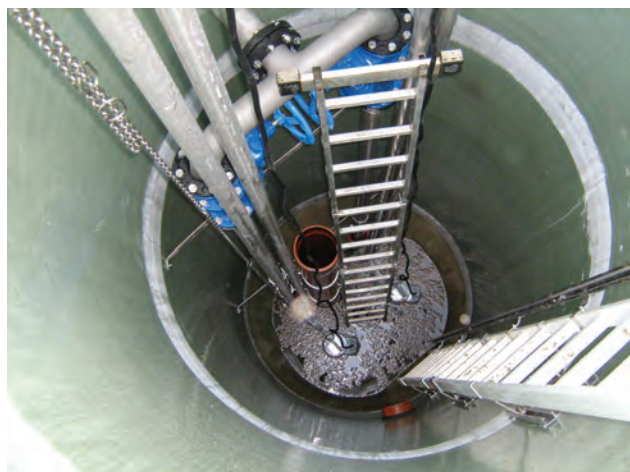
TOP 3D Pumpstation- Die optimale Lösung für die Ortsentwässerung

Ablagerungen oder blockierte Pumpen erfordern regelmäßige bzw. zusätzliche und zumeist teure Wartungsarbeiten. Mit der neuen TOP 3D Pumpstation von Flygt gehört dieser Mehraufwand der Vergangenheit an. Der revolutionäre TOP 3D Pumpensumpf ist durch seine Geometrie den veränderten Bedingungen hervorragend angepasst und sorgt für eine optimale Feststoffzufuhr zur Pumpe. Strömungstotzonen, in denen sich Feststoffe anhäufen, ablagern und die Pumpe blockieren, gehören der Vergangenheit an!

Die TOP 3D Pumpstation ist schlüsselfertig und besteht aus standardisierten, vorgefertigten Modulen, die den Bau und die Montage einer kompletten Pumpstation erheblich erleichtern. Sie ist in unterschiedlichen Größen und Tiefen von 3 bis 6 Metern erhältlich. Der Schacht besteht aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK mit ECR-Glas), einem stabilen Material, das besonders korrosionsbeständig ist und kommunalem Abwasser mit einem ph-Wert von 1 bis 10 standhält.

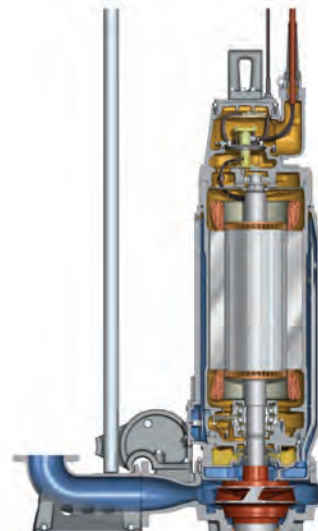
Ihre Vorteile im Überblick

- Höchste Betriebssicherheit durch selbstreinigende TOP 3D Pumpensumpfgeometrie
- Korrosionsbeständig durch GFK-Werkstoff
- Befahrbar bis Belastungsklasse D (mit entsprechendem optionalem Zubehör)
- Geringes Restvolumen bei Einsatz mit Flygt Pumpen (S1- Betrieb in aufgetauchtem Zustand)
- Schnelle, unkomplizierte Montage durch schlüsselfertige Anlieferung inkl. Edelstahlrohrleitungen
- Variable Einbautiefen (innerhalb der festen Größen) und variable Abdeckungen (Klasse A, Klasse D)
- Variable Bohrung von Zulauf und zusätzlichen Öffnungen vor Ort
- Geringes Gewicht im Vergleich zu Polymerbeton bzw. Beton
- Prüffähiger Nachweis der Auftriebssicherheit, Festigkeit und Stabilität mit Lasten bis SLW 60



25. Große Pumpstationen mit Kanalradpumpen

Mit Flygt Tauchmotorpumpen der Baureihe C/N ausgerüstete Stationen sind kleiner und einfacher gebaut als konventionelle Anlagen. Die Pumpen sind vollkommen überflutbar, kompakt und leicht zu installieren. Flygt C-Pumpen sind mit Mehrkanallaufkrädern ausgerüstet. Diese Pumpen erreichen eine Fördermenge bis zu 3000 l/s und eine Förderhöhe bis zu 120 m.



Anwendungsgebiete:

- Kommunale und industrielle Abwässer und Schlämme
- Betriebs- und Kühlwasserkreisläufe
- Rohwasserpumpen
- Kläranlagen und Regenüberlaufbecken
- Hochwasserschutz
- Vielzweckeesätze bei Notstandsmaßnahmen

Vorteile der Flygt Tauchmotorpumpen Baureihe C:

Tauchmotorpumpen bieten bei der Gestaltung des Sumpfes und der gesamten Pumpstation eine Reihe von Vorteilen gegenüber nicht tauchfähigen Pumpen:

- Der Sumpf kann bei gleicher Pumpleistung kleiner bemessen werden, weil günstige hydraulische Verhältnisse vorliegen und das benötigte Volumen aufgrund kürzerer Pumpzyklen kleiner ist.
- Der Sumpf kann auch deshalb kleiner bemessen werden, weil Reservepumpen außerhalb des Sumpfes angeordnet werden können.
- Der Hochbauteil kann entfallen oder zumindest weniger aufwändig ausgeführt werden, da nur die elektrische Steuer- und Schaltelemente über dem Wasserspiegel angeordnet werden müssen.
- Die Pumpen können problemlos installiert werden, da keine Schraubverbindung zur Druckrohrleitung erforderlich ist.

Pumpstationen mit Tauchmotorpumpen sind daher in der Regel sowohl beim Bau als auch im Betrieb weniger kostenaufwendig. Durch die Flygt Technik und Beratung ergaben sich bei zahlreichen Projekten Kosteneinsparungen von mehr als 50 %.

Die vorgeschlagenen Lösungen eignen sich für Neubauprojekte ebenso wie für die Modernisierung bestehender Stationen. Im letztgenannten Fall sind nur geringfügige Änderungen am Bauwerk und den Rohrleitungen erforderlich, um die vorhandenen Pumpen gegen Tauchmotorpumpen auszutauschen. Dabei sind die anfallenden Gesamtkosten oft niedriger als bei einem Austausch der alten, nicht tauchfähigen Pumpen gegen Pumpen gleicher Bauart.

Die bei kleinen Pumpen allgemein anerkannten Vorteile der Tauchmotortechnik zeigen sich bei größeren Pumpen noch deutlicher. Je größer die Station wird, desto mehr Kosten können eingespart werden.

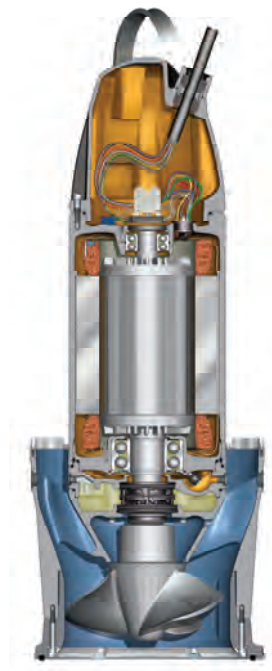
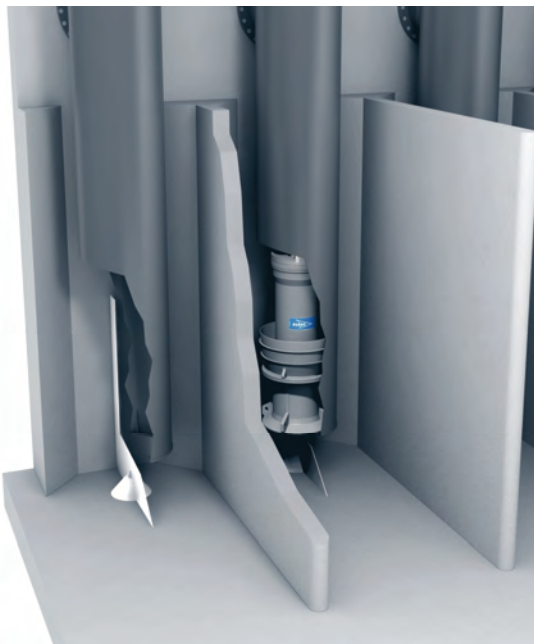
26. Große Pumpstationen mit Axial- und Halbaxiallaufrad Propellerpumpen im Rohrschachteinbau

Mit Flygt Tauchmotorpumpen der Baureihe LL/PL ausgerüstete Stationen sind kleiner und einfacher gebaut als konventionelle Anlagen. Die Pumpen sind vollkommen überflutbar, kompakt und leicht zu installieren. Flygt LL/PL-Pumpen sind Halbaxialradpumpen mit Kanallaufrad und axialem Leitrad. Diese Pumpen erreichen eine Fördermenge bis zu 7200 l/s und eine Förderhöhe bis zu 30 m.

Flygt Tauchmotor-Propellerpumpen sind seit mehr als drei Jahrzehnten auf der ganzen Welt im Einsatz. Tauchmotor-Propellerpumpen gelten als die beste Wahl, wenn große Wassermengen auf relativ niedrige Förderhöhen (max. 10m) gepumpt werden sollen.

Pumpen im Rohrschachteinbau sind in vielen Bereichen im Einsatz:

[



Anwendungsgebiete:

- Kläranlagen und Regenüberlaufbecken
- Gebietsentwässerung und Hochwasserschutz
- Rohwasserpumpen
- Betriebs- und Kühlwasserkreisläufe
- Trockendockentleerung
- Fischfarmen
- Wasserattraktionen in Vergnügungsparks

Vorteile der Flygt Tauchmotor-Propellerpumpen:

- kompakte Einheit von Motor und Hydraulik mit gemeinsamer kurzer Welle, dadurch große Zuverlässigkeit, lange Lebensdauer und minimaler Installationsaufwand.
- durch die Kompaktbauweise ist ein Ausrichten der Maschine auf der Baustelle nicht erforderlich. Das Aggregat wird einfach in das Schachtrohr abgelassen und kann sofort mit der Arbeit beginnen.
- infolge des Unterwasserbetriebes laufen die Pumpen sehr leise.
- einfache und schnelle Wartungsmöglichkeiten. Aufgrund der Serienfertigung sind benötigte Ersatzteile kurzfristig lieferbar.

27. Erklärung der Formelzeichen

Formelzeichen	Einheit	Begriff
A	[m ²]	Fließquerschnitt
C	[]	Reibungskoeffizient für Rohre in der "Hazen-William"-Gleichung
C _i	[]	Reibungskoeffizient für Rohrabschnitt Nr. i in der "Hazen-William"-Gleichung
d	[m]	Innendurchmesser des Rohres
d _i	[m]	Innendurchmesser von Rohrabschnitt Nr. i
g	[m/s ²]	Fallbeschleunigung
H / H _{man}	[m]	Gesamtförderhöhe
H _{geo}	[m]	Geodätische Förderhöhe
H _O	[m]	Nullförderhöhe
H _{OPT}	[m]	Förderhöhe im Wirkungsgrad Optimum
H _V	[m]	Gesamte Druckhöhenverluste
H _{VA}	[m]	Druckhöhenverluste der Armaturen u. Formstücke im Bauwerk
H _{VD}	[m]	Druckhöhenverluste der Druckrohrleitung bis Auslauf
H _B	[m]	Atmosphärendruck in [m]
H _{zgeo}	[m]	Wasserstand über Bezugsebene
H _D	[m]	Verdampfungsdruck des Fördermediums in (m)
H _{VZ}	[m]	Zulaufseitige Druckhöhenverluste in (m)
NPSH _{erf} oder NPSH _{RE}	[m]	Erforderliche NPSH Werte gem. Pumpenkennlinien
NPSH _{vor} oder NPSH _{Anl}	[m]	Vorhandener NPSH Wert der Anlage
P ₁	kW	Aufgenommene Leistung des Motors
P ₂	kW	Leistungsbedarf der Hydraulik
P _N	kW	Nennleistung des Motors
L	[m]	Gesamte Rohrleitungslänge
L _Ä	[m]	Äquivalente Rohrleitungslänge
H _{V1000}	[m]	Druckhöhenverluste pro 1000 m Rohrleitung
k _b	[m]	Betriebliche Rohrrauigkeit
l	[m]	Rohrleitungslänge oder Rohrleitungsabschnitt
l _i	[m]	Länge des Rohrleitungsabschnittes Nr. i
n	[min ⁻¹]	Nennzahl (im besten Wirkungsgrad)
Q	[l/s]	Förderstrom
Q	[m ³ /s]	Förderstrom
Q _n	[m ³ /s]	Nennförderstrom (im besten Wirkungsgrad)
V	[m/s]	Fließgeschwindigkeit
V _i	[m ³ /s]	Fließgeschwindigkeit im Rohrabschnitt Nr. i
ζ	[-]	Verlustbeiwert
ζ	[-]	Verlustbeiwert im Rohrabschnitt Nr. i
λ _{turb}	[-]	Reibungswert nach Colebrook-White für turbulente Strömung
λ	[-]	Reibungswert
λ	[-]	Reibungswert im Rohrabschnitt Nr. i
ρ	[kg/m ³]	Dichte von sauberem Wasser (= 1000 kg/ m ³)
ν	[m ² /s]	Kinetische Viskosität

28. Xylect - das Profi-Tool mit umfassenden Suchfunktionen

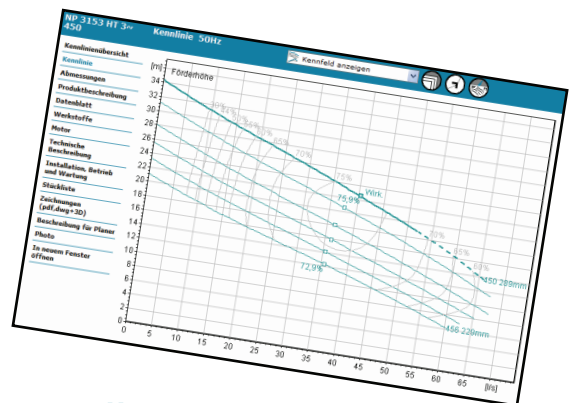
Wir machen Ihnen die Produktauswahl so leicht wie möglich. Sie sollen schnell und einfach an alle neuen Produktinformationen und –Details kommen. Sie sparen Zeit beim Vorbereite Ihrer Projekte.

Unser webbasiertes Tool gibt es auch als App „Xylect Mobile“ damit können sie und Ihre Kollegen praktisch immer und überall das richtige Produkt schnell finden.

Gehen Sie über die anwendungsbezogene Suche, oder geben Sie einfach Ihre gewünschten Betriebsdaten in die Schnellsuche ein. Mit Ergebnis haben Sie alle Informationen auf einen „Klick“.



- Technische Daten zum Produkt
- Kennlinien
- Dokumentationen wie Betriebsanleitung, Ersatzteilliste, Werkstatt-Handbuch, Zeichnungen und Motordaten können jederzeit herunter geladen werden.
- Ihre abgespeicherten Projekte können Sie mit Partnern Ihrer Wahl teilen und gemeinsam bearbeiten.
- Regelmäßige Updates halten Xylect immer auf dem neuesten Stand ohne, dass Ihr Eingreifen notwendig ist.
- Leistungsdaten als Kurvenübersicht ergänzen die Ergebnisseiten.
- Xylect können Sie individuell an Ihre Bedürfnisse anpassen.



Mein Xylect wird „Mein Xylect“

Ihre Anmeldung ist der erste Schritt, um alle Leistungsmerkmale von Xylect voll auszuschöpfen. Mit Ihrem Benutzernamen und Ihrem Passwort haben Sie vollen Zugriff auf Ihre derzeitigen Projekte, alle Benutzereinstellungen, Maßeinheiten und Kontaktdaten.

Melden Sie sich jetzt an auf www.xylect.com!

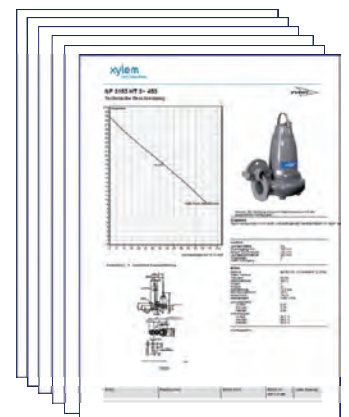
Mein Xylect

Vorgaben Anmeldenname / E-Mail

Einheiten Passwort ?

Anmelden Automatisch einloggen

[Passwort vergessen?](#) [Anmelden](#)





Elektrotechnische Grundlagen

Abschnitt 2

1. Elektrotechnik

Moderne Tauchmotor-Technologie ist heute undenkbar ohne elektrische und elektronische Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, die speziell auf Tauchmotor-Pumpen und Tauchmotor-Rührwerke zugeschnitten ist.

Flygt Schaltgeräte und Schaltanlagen, ausgestattet mit konventioneller oder elektronischer Steuerungstechnik, leisten einen entscheidenden Beitrag zur effizienten und wirtschaftlichen Automatisierung der Betriebsabläufe. Vor dem Hintergrund immer komplexer werdender Systemabläufe stellt das von Xylem-Spezialisten entwickelte elektrische Zubehör sicher, dass alle Möglichkeiten der Tauchmotor-Technik voll genutzt werden können. Flygt Schaltgeräte und Schaltanlagen, Mess-, Regel- und Überwachungseinrichtungen sind auf Flygt Tauchmotor-Aggregate optimal abgestimmt.

Alle stationären Flygt Schaltgeräte sind konzipiert für die optionale Fernalarmierung (z.B. als SMS auf GSM-Handy), bzw. zum Anschluss an die Flygt Prozessvisualisierung AquaView. Xylem Water Solutions bietet vollständigen Prozesssupport von der Schaltanlage bis zum Förder- oder Rühraggregat und hat sämtliche Anwendungserfahrungen in praxisorientierten, elektronischen Schalt- und Steuergeräten umgesetzt.

Flygt Schaltgeräte und Schaltanlagen entsprechen in allen Anforderungen den gängigen internationalen Sicherheits- und Leistungsstandards. Grundlage zur Einhaltung des hohen Qualitätsniveaus bilden die aktuellen, weltweit führenden VDE-Bestimmungen.

Hinweis: Alle Schaltgeräte sind entsprechend der DIN IEC 60038 für eine Betriebsspannung 230/400 V + 10%-10% ausgerüstet und dürfen nicht in explosionsgefährdeten Bereichen aufgestellt werden.

Die nachfolgenden Texte sollen die praktischen Grundlagen der Planung vermitteln.

2. EVU

Planung und Ausführung zur Energieversorgung von Abwasseranlagen

Die Versorgung mit elektrischer Energie erfolgt über den von den Energieerzeugern (Elektrizitäts-Versorgungs-Unternehmen EVU) bereitgestellten Versorgungsleitungen. Dieses erfolgt in den meisten Anwendungsfällen über die Niederspannungsebene mit der Versorgungsspannung von 400 V/50 Hz. Der so genannte Übergabepunkt ist der Hausanschlusskasten (HAK), hier ist die Trennstelle zwischen öffentlichem Netz und Kundenanlage. Die von den EVU bereitgestellte Energie wird am Übergabepunkt mittels Zählermesseinrichtung erfasst. Für diese Messeinrichtung stellt das EVU den geeichten Zähler.

Aufgrund der Vielzahl von EVU in der Bundesrepublik Deutschland und deren teilweise unterschiedlichen technischen Anschlussbedingungen (TAB) ist es notwendig, dass sich der Planer frühzeitig mit dem örtlichen EVU in Verbindung setzt. Die Anmeldeformalitäten an das öffentliche Niederspannungs-Versorgungsnetz erfolgt durch ein Elekroununternehmen, das bei dem EVU konzessioniert (eingetragen) ist.

Bei EVU-Messeinrichtungen, die im Freien installiert werden, sind besondere Richtlinien zu beachten. Rückfragen zur Ausführung dieser EVU-Messeinrichtungen sind an das örtliche EVU zu stellen, da die technischen Anschlussbedingungen auch hier unterschiedlich gehandhabt werden.

Einbauvarianten von Messeinrichtungen bis max. 100 A (direkt messend)

- Messeinrichtung (EVU) und Schaltanlage im *gemeinsamen* Außenschrank; (Zähler und HAK werden vom EVU gestellt).
- Messeinrichtung (EVU) und Schaltanlage in gemeinsamen Außenschrank, jedoch sind Messeinrichtung und Schaltanlage *räumlich getrennt* (gegeneinander geschottet).
- Zu jedem Zeitpunkt muss die Zugänglichkeit an den Zählerplatz für das EVU gewährleistet sein. Außenschränke mit Doppelschließenanlage garantieren, dass EVU und Betreiber unabhängig voneinander Zugang zum Freiluftschrank haben.
- Messeinrichtung als *separate* Zähleranschlusssäule, abgestimmt nach den EVU-Anforderungen (Zähler wird vom EVU gestellt).

Einbauvarianten von Messeinrichtungen über 100 A (Wandlermessung)

- Messeinrichtung als separate Zähleranschlusssäule, abgestimmt nach den EVU-Anforderungen (Zähler und Wandler werden vom EVU gestellt).

Netzformen

Um den Einsatz einer Schaltanlage und die Funktion einer Schutzmaßnahme zu gewährleisten, gibt es internationale Vereinbarungen. Diese für die Planung wichtigen Angaben stehen in der DIN VDE 0100 Teil 300. Wichtige elektrotechnische Angaben sind z.B.

- Anzahl der Außenleiter
- andere Leiter, z.B. PEN-Leiter, Schutzleiter, Neutralleiter
- Spannung und Stromart (Gleich- oder Wechsel-)
- Frequenz (Zahlenwert und Einheit)
- Spannung (Zahlenwert und Einheit)

Zur Vermeidung fehlerhafter Informationen sind hierfür die eindeutigen Kurzbezeichnungen geschaffen worden.

Kennbuchstaben der Netze (System)

1. Buchstabe: Erdungsbedingung der speisenden Stromquelle

- **T** - Direkte Erdung eines Punktes (Sternpunkt)
franz. terre = Erde
- **I** - entweder Isolierung aller aktiven Teile von der Erde
oder Verbindung eines Punktes mit Erde über eine
Impedanz

2. Buchstabe: Erdungsbedingungen der Körper der elektrischen Anlage

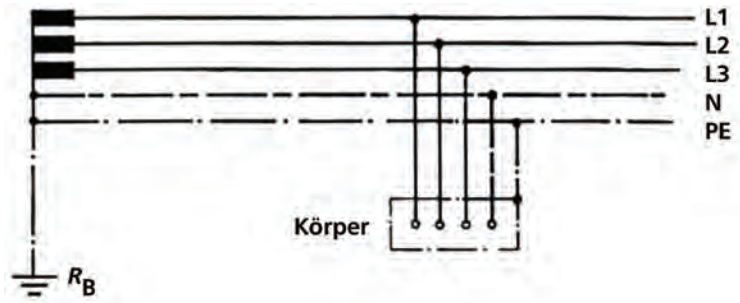
- **T** - Körper direkt geerdet, unabhängig von der etwa bestehenden
Erdung der Stromquelle
- **N** - Körper, direkt mit der Betriebserde
(Stromquelle) verbunden.

3./4. Buchstabe: Anordnung des Neutral- und Schutzleiters

- **S** - Neutralleiter (N) und Schutzleiter (PE) sind
getrennt (separat)
- **C** - Neutralleiter und Schutzleiter sind in einem
Leiter (PEN) kombiniert

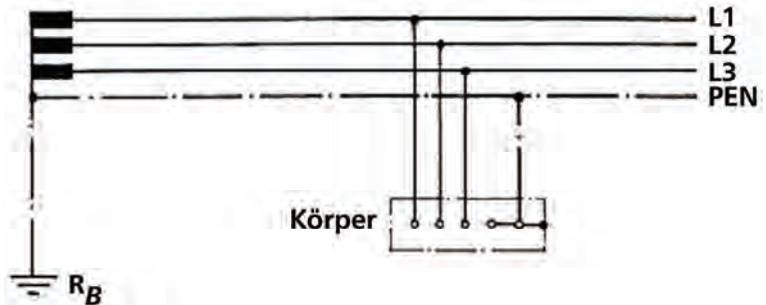
TN-S-Netz:

- Transformatorsternpunkt direkt geerdet (Betriebserder)
- Körper über Schutzleiter mit dem Betriebserder verbunden.
- Schutz- und Neutraleiter im gesamten Netz als zwei separate Leiter ausgeführt.



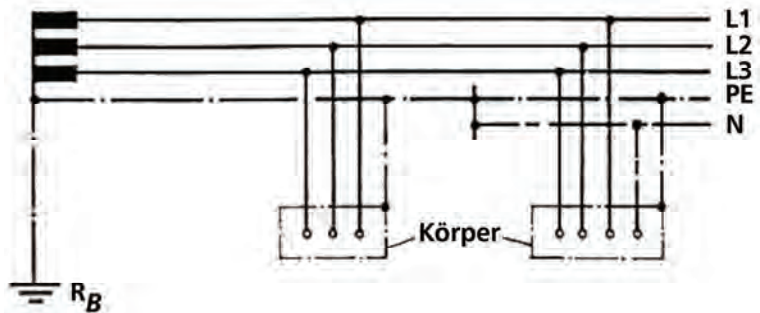
TN-C-Netz:

- Transformatorsternpunkt direkt geerdet (Betriebserder)
- Körper über PEN-Leiter mit dem Betriebserder verbunden.
- Schutz- und Neutraleiter im gesamten Netz zum PEN-Leiter kombiniert.



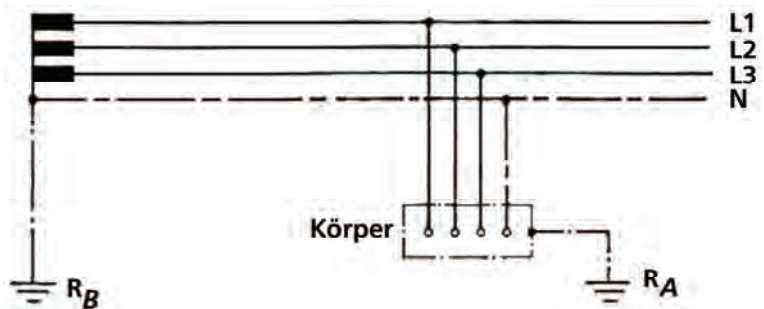
TN-C-S-Netz:

- Transformatorsternpunkt direkt geerdet (Betriebserder)
- Körper über PEN- bzw. Schutzleiter mit dem Betriebserder verbunden.
- Schutz- und Neutraleiter teils zum PEN-Leiter kombiniert, teils als separate Leiter ausgeführt



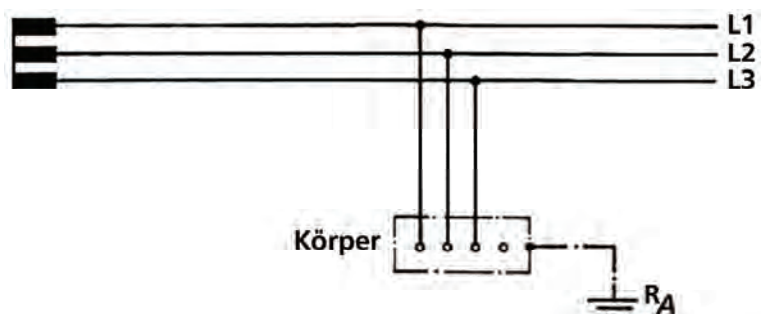
TT-Netz:

- Transformatorsternpunkt direkt geerdet (Betriebserder)
- Körper direkt geerdet.



IT-Netz:

- Isolierung aller aktiven Teile gegenüber Erde.



3. Blindstromkompensation

Die Blindstromkompensation hilft:

- Energiekosten einzusparen;
- elektrische Einrichtungen wie Leitungen, Schaltorgane, Transformatoren und Generatoren vom Blindstrom zu entlasten;
- eventuell die Investitionskosten für einen neuen Trafo einzusparen.

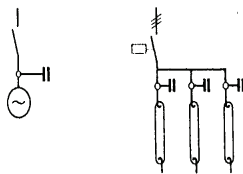
Diese Vorteile schlagen besonders in Industrie- und Gewerbebetrieben zu Buche, bei denen die Stromkosten eine bedeutende Rolle spielen.

Aus wirtschaftlichen Gründen kompensiert man in der Regel nur bis zu einem maximalen Leistungsfaktor von $\cos \varphi = 0,90 \dots 0,96$ induktiv. Würde der Leistungsfaktor auf $\cos \varphi = 1,0$ verbessert werden, so benötigt man eine unwirtschaftlich hohe Kondensatorleistung.

Eine Überkompensation ist auf jeden Fall zu vermeiden, da dabei unter Umständen die Spannung gefährlich hoch ansteigen kann.

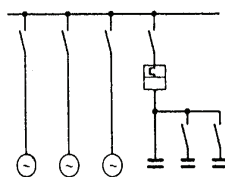
Den genauen Wert des Leistungsfaktors legt das zuständige EVU fest und ist dort zu erfahren.

Einzelkompensation



bei praktisch konstantem Blindstromverbrauch:
Kondensator wird parallel geschaltet zum Verbraucher (Motor, Transformator, Induktionsheizung, Schweißgerät, Mittelfrequenzanlagen, Leuchtstofflampen).

Zentralkompensation



durch Zusammenfassung aller Kondensatoren an zentraler Stelle für einen ganzen Betrieb/Betriebsteil bei schwankendem Blindleistungsbedarf, daher praktisch stets mit automatischer Regelung.

4. Überspannungsschutz

Durch atmosphärische Entladungen (Blitzeinschlag), Schalthandlungen in Starkstromanlagen und elektrostatische Entladung können Spannungen eines Vielfachen der Nennspannung entstehen. Diese Überspannungen verursachen Brände und zerstören Bauelemente. Hierdurch sind Ausfälle der Anlagen mit wirtschaftlichen Folgen möglich. Um diese Schäden und deren Folgen zu minimieren, ist ein komplettes Überspannungs-Schutzsystem zu erstellen. Eine generelle Einteilung des Blitzschutzes erfolgt im äußeren und inneren Blitzschutz.

Die **äußeren Blitzschutzeinrichtungen** sind alle außerhalb einer baulichen Anlage verlegten Einrichtungen zum Auffangen und Ableiten des Blitzstromes in die Erde. Die Fangeinrichtungen werden so montiert, dass ein grobmaschiger Faradayscher Käfig entsteht. Die Planung einer Blitzschutz-Anlage sollte rechtzeitig erfolgen, um bauliche Maßnahmen kostengünstigst zu berücksichtigen, z.B.

- ein maschenförmiger Potentialausgleich bei Gebäuden
- ein gut ausgeführter Potentialausgleich in Verbindung mit einem Fundamenteerder ist die Grundlage für einen wirkungsvollen Überspannungsschutz.

Blitzschutzzone	Beschreibung	Ableiter
BSZ 0 _A	Ungeschützter Bereich außerhalb von Gebäuden	Keine Ableiter
BSZ 0 _B	Äußere Blitzschutzanlage schützt außerhalb von Gebäuden	Fangeinrichtungen, Ableiteinrichtungen

Ein **innerer Überspannungsschutz** wird wie der Äußere am besten in der Vorbereitungsphase geplant, da hier die Kosten durch strukturiertes Planen gering gehalten werden können.

Die einzelnen elektrischen Betriebsmittel werden nach ihrer Spannungsfestigkeit in unterschiedliche Schutzzonen eingeteilt. Es wird in vier unterschiedliche Schutzzonen unterschieden. Die Zone 0 ist die Feldseite (direkte Blitzeinwirkung möglich) und somit die mit der größten Spannungsfestigkeit. Bei der Zone 0 spricht man auch von Blitzschutzzone, die anderen drei Zonen sind die so genannten Überspannungs-Schutzzonen. Die Schutzzone 3 ist der Bereich mit der geringsten Spannungsfestigkeit und geeignet für elektronische Betriebselemente. Es ist nicht erforderlich, den Überspannungs-Schutzpegel auf Betriebsspannung zu begrenzen, es reicht aus, die Spannungsfestigkeit einzuhalten.

Während der Planung werden die Bauelemente mit der gleichen Spannungsfestigkeit elektrisch sowie örtlich zusammengefasst. Dadurch wird erreicht, dass ganze Baugruppen durch ein Überspannungs-Schutzsystem geschützt werden. Ein weiterer Punkt für ein sinnvolles Schutzkonzept ist, dass alle ein- und austretenden Leitungen mit eingebunden sind. Damit sind alle feldseitigen Überspannungen von den Ableitern unterbunden.

Blitzschutzzone (BSZ)	Beschreibung	Ableiter
BSZ 1	Bereich innerhalb von Gebäuden. Energiereiche Transienten möglich.	Überspannung < 4,0 KV
BSZ 2	Bereich innerhalb von Gebäuden. Energieärmere Transienten möglich.	Überspannung < 2,5 KV
BSZ 3	Bereich innerhalb von Gebäuden. Geringe Überspannungen.	Überspannung < 1,5 KV

Transienten: Transiente Spannungen (Vorgänge) sind zeitlich nicht vorhersehbar (zufällig) sowie von begrenzter Dauer. Sie wiederholen sich nicht periodisch und lassen sich in ihrer Form nicht eindeutig voraussagen.

Potentialausgleich

Elektrische Verbindung, die die Körper elektrischer Betriebsmittel und fremde leitfähige Teile auf gleiches oder annähernd gleiches Potential bringt.

Begriffe (DIN VDE 0100 Teil 200): (Elektrische Anlagen von Gebäuden)

Schutzleiter (Symbol PE)

Ein Leiter, der für einige Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme erforderlich ist, um die elektrische Verbindung zu einem der nachfolgenden Teile herzustellen:

- Körper der elektrischen Betriebsmittel
- Fremde leitfähige Teile
- Haupterdungsklemme
- Erder
- geerdeter Punkt der Stromquelle oder künstlicher Sternpunkt

PEN-Leiter

Ein geerdeter Leiter, der zugleich die Funktionen des Schutzleiters und des Neutralleiters erfüllt.

Erdung

Das leitfähige Erdreich, dessen elektrisches Potential an jedem Punkt vereinbarungsgemäß gleich Null gesetzt wird.

Erder

Ein leitfähiges Teil oder mehrere leitfähige Teile, die in gutem Kontakt mit Erde sind und mit dieser eine elektrische Verbindung bilden.

Anmerkung: Hierzu zählen auch Fundamenterder.

Gesamterdungswiderstand

Der Widerstand zwischen der Haupterdungsklemme/-schiene und Erde.

Ausführung

In Gebäuden befinden sich neben der elektrischen Schaltanlage auch leitfähige Teile, wie Rohrleitungssysteme und Konstruktionsteile. Sind diese elektrisch leitfähigen Teile nicht miteinander verbunden, können für Mensch und Tier Gefahren entstehen.

Normen, Vorschriften:

DIN VDE 0100 Teil 100 (Anwendungen)	IEC 60364-1
DIN VDE 0100 Teil 410 (Forderung)	IEC 364-4-41
DIN VDE 0100 Teil 540 (Ausführung)	IEC 364-5-54
VDE 0165 Teil 1	EN 60079-14

Warum Potentialausgleich?

Der Potentialausgleich dient zur Verhütung von unzulässig hohen Potentialunterschieden und zum Abbau gefährlicher Berührungsspannungen U_B , z.B. durch Isolationsfehler an elektrischen Betriebsmitteln.

Im explosionsgefährdeten Bereich dient der Potentialausgleich zur Vermeidung von Explosionen zündfähiger Gase, hervorgerufen durch Zündfunken elektrischer Entladungen.

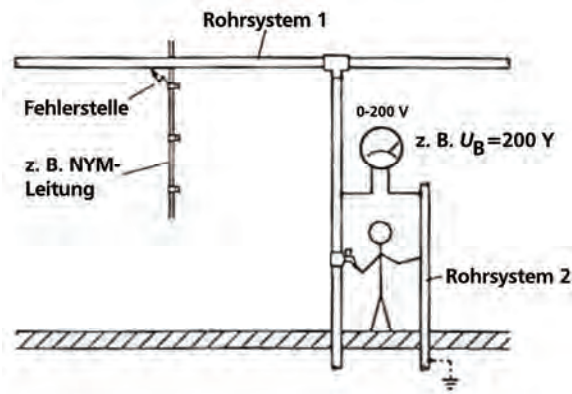


Bild 1:
Ohne Potentialausgleich
Spannungsüberbrückung

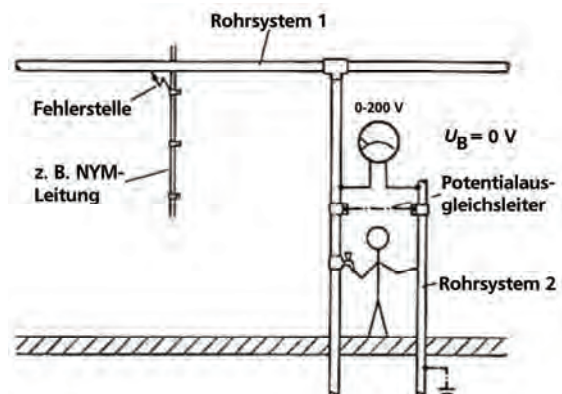


Bild 2:
Mit Potentialausgleich
keine Spannungsüberbrückung

Was muss in den Potentialausgleich einbezogen werden?

Alle berührbaren leitfähigen (metallinen) Konstruktionsteile einer Anlage müssen untereinander mit dem Schutzleiter (PE) der Schaltanlage verbunden werden.

Der Potentialausgleich wirkt am besten, wenn er elektrisch dem Erdpotential angeglichen ist. Daher ist es notwendig, für jede Pumpstation eine eigene Erdungsanlage zu erstellen. Ein solcher Erder lässt sich bei Neubauten durch die Verlegung eines Fundamenterders schaffen, welcher auch als Erder für die Blitzschutzanlage verwendet werden sollte.

Fremde leitfähige metallene Teile, die nicht zur Konstruktion bzw. Installation der Anlage gehören, brauchen nicht mit in den Potentialausgleich einbezogen werden.

z.B.:

- Fensterrahmen
- Türzargen
- Abdeckbleche
- Steigeisen

5. Schutzmaßnahmen

Zum Schutz von Mensch und Tier gegen gefährliche Körperströme bzw. elektrischen Schlag sicherzustellen, sind verschiedene Schutzmaßnahmen möglich.

Diese Schutzmaßnahmen haben alle die Anforderung eine mögliche Berührungsspannung auf

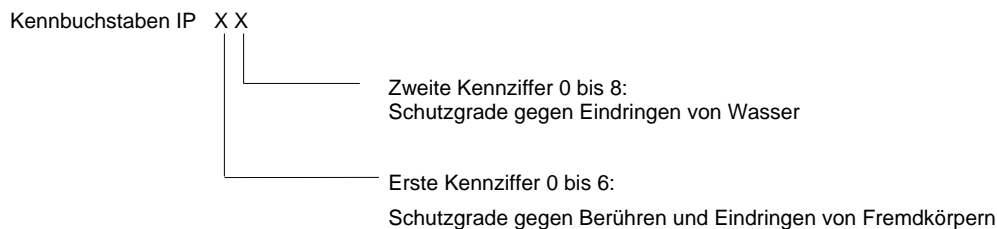
- 50 V Wechselfspannung für Menschen
- 25 V Wechselfspannung für Tiere zu begrenzen.

Eine Einteilung der Schutzmaßnahmen zum Schutz von Mensch und Tier ist möglich in

- Schutz gegen direktes Berühren (Maßnahmen, um eine Berührung von aktiven Teilen zu verhindern)
- Schutz bei indirektem Berühren (Maßnahmen, um auch im Fehlerfall bei Berühren eines Körpers einen elektrischen Schlag oder die lebensgefährlichen Auswirkungen eines elektrischen Schlags zu verhindern)

Schutzarten (DIN VDE 0470 Teil 1/11.92)

Der Schutz gegen direktes sowie gegen indirektes Berühren wird durch verschiedene Isolationsarten (z.B. Betriebsisolierung und Schutzisolierung) erreicht. Die Art, wie ein elektrisches Betriebsmittel durch Gehäuse, Abdeckungen oder dergleichen geschützt ist, wird angegeben durch die Schutzart. Die Schutzart gibt an, welcher Schutz gegen das Berühren und Eindringen von Fremdkörpern und Wasser gegeben ist. Für umlaufende elektrische Maschinen gilt die Einteilung der Schutzarten nach DIN VDE 0530 Teil 5/4.88/EN60034, hierbei wird auf die 1. Kennziffer Nr. 6 verzichtet. Diese Schutzarten sind gekennzeichnet. Diese Schutzarten sind gekennzeichnet mit "IP" und zwei Zahlen. Die beiden Buchstaben bedeuten "International Protection" (Protection = Sicherheit).



Kenn-Ziffer	1. KENNZIFFER		2. KENNZIFFER
	Berührungsschutz	Schutz gegen Fremdkörper	Wasserschutz gegen
0	kein Schutz	kein Schutz	kein Schutz
1	Schutz gegen zufälliges oder versehentliches Berühren	über 50 mm Ø	senkrecht fallendes Tropfwasser
2	mit Fingern und Gegenständen max. 80 mm lang	über 20 mm Ø	senkrecht fallendes Tropfwasser mit Winkel bis 15°
3	mit Werkzeugen und Drähten mit Dicke größer als 2,5 mm	über 2,5 mm Ø	Sprühwasser mit Winkel bis 60° zur Senkrechten
4	mit Drähten oder Bändern mit Dicke größer als 1 mm	über 1 mm Ø	Spritzwasser aus allen Richtungen
5	vollständiger Schutz	Staubablagerung	Wasserstrahl aus allen Richtungen
6	vollständiger Schutz	Staubeintritt	schwere See, starken Wasserstrahl
7			Eintauchen bei festgelegtem Druck und best. Zeit
8			dauerndes Untertauchen

Fehlerstrom-Schutzschalter (FI)

Diese Schutzeinrichtung ist in der DIN VDE 0100 Teil 410 näher beschrieben. Sie gilt in der Fachwelt als die beste und umfassendste Schutzeinrichtung. Der Einsatz von FI-Schutzschaltern ist in allen gängigen Netzsystemen (vgl. Kapitel "EVU") möglich, jedoch sind sie nicht für jede Spannungsreihe erhältlich.

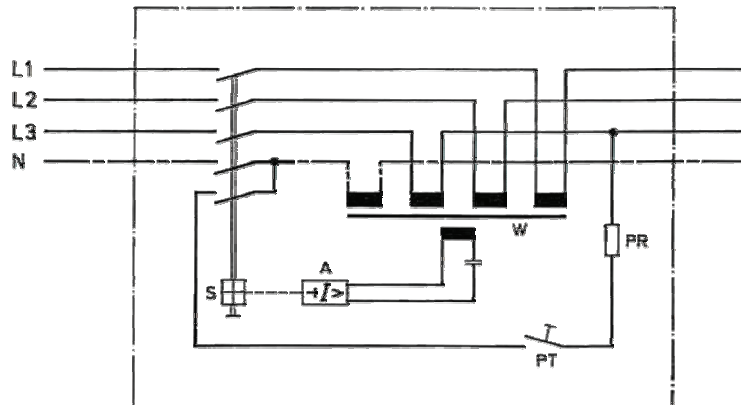
Funktion

Die FI-Schutzschalter werden eingesetzt:

- zur Vermeidung von gefährlichen Spannungen an berührbaren leitfähigen Teilen elektrischer Betriebsmittel (Schutz gegen indirektes Berühren).
- zum Schutz bei direktem Berühren spannungsführender Teile
- zur Vermeidung von Bränden mit elektrischer Ursache

Um zu gewährleisten, dass bei Gewittern oder bei Schaltheandlungen der FI-Schutzschalter nicht auslöst, sind diese stoßstromfest auszuführen.

Wirkungsweise



FI - Schutzschalter

A Auslöser
PR Prüf Widerstand
S Schaltschloss

PT Prüftaster
W Summenstromwandler

Die Funktion eines FI-Schutzschalters beruht auf der Wirkungsweise eines Summenstromwandlers. Im fehlerfreien Betrieb erzeugt die Summe der hinein fließenden Ströme ein Magnetfeld, dass durch das Magnetfeld der Summe der hinaus fließenden Ströme aufgehoben wird.

Nach dem Kirchhoffschen Gesetz ist die Summe der Ströme in jedem Augenblick gleich Null.

Kommt es im Fehlerfall zu einem Fehlerstrom - Strom der nicht über den Wandler zurückfließt - ist die Summe der Ströme nicht mehr Null. In dem Summenstromwandler wird eine Spannung induziert, der FI-Schutzschalter löst aus. Der Auslösestrom (z.B. 0,03 A/0,3 A), bei dem der Schalter auslöst, richtet sich nach dem Anwendungsbereich. In den einschlägigen VDE-Vorschriften werden Beispiele zu den Anwendungsbereichen genannt.

Personenschutz durch FI-Schutzschalter

Die Gefährdung des Menschen durch den elektrischen Strom hängt im Wesentlichen von

- der Stromstärke und
- von der Einwirkdauer des Stromes

ab. Hier stellt die FI-Schutzschaltung den wirksamsten Schutz dar. Sowohl bei der direkten Berührung eines Strom führenden Bauteiles, als auch bei der indirekten Berührung durch ein fehlerhaftes Bauteil.

Brandschutz

Die Ursachen für Elektrobrände sind:

- Überlastung
- Kurzschluss
- Erdschluss.

Der Schutz der Bauelemente gegen Überlastung und Kurzschluss ist durch die richtig dimensionierten Schutzorgane (Sicherungen und thermische Überstromauslöser) gewährleistet. Jedoch werden nicht alle möglichen Erdschlüsse (z.B. Fehler zwischen Phase und Schutzleiter im TN-C-S System) von diesen Schutzorganen registriert.

Die FI-Schutzschaltung registriert die Erdschlüsse, die von den üblichen Schutzorganen nicht abgeschaltet werden. Bei einem Erdschluss kann der Fehlerstrom eine solch hohe Wärme erzeugen, dass es zum Zünden brennbarer Materialien kommt.

Aus den oben genannten Ausführungen ist zu erkennen, dass der FI-Schutzschalter eine wirksame Ergänzung zu den üblichen Schutzorganen ist.

6. Schaltanlagenausführung

Im Bereich der Abwassertechnik werden Pumpstationen häufig im freien Gelände aufgestellt. Geeignet für die Aufstellung im Freien sind

- Kunststoff-Außenschränke aus glasfaserverstärktem Polyester
- Aluminium-Außenschränke
- Beton-Außenschränke

Für die oben genannten Außenschränke ist es erforderlich, geeignete Sockel aufzustellen. Diese Sockel sind teilweise für die jeweiligen Schränke zu erhalten. Bei bauseitigem Sockel ist darauf zu achten, dass der Sockel eine ausreichende Höhe hat. Dieses ist notwendig, um ein Öffnen der Türen auch z.B. bei Schnee oder bei Schmutzanfall zu gewährleisten.

Schaltanlagen für kleinere/mittlere Leistungen der Aggregate sollten daher für **Außenaufstellung** geeignet sein. Die Schutzart (vgl. Kapitel "Schutzmaßnahmen") der Außenschränke, z.B. IP 43, wird durch die Hersteller vorgegeben.

Die einzelnen Bauteile werden in Gehäuse mit einer weiteren Schutzart eingebaut. Diese Schutzart ist durch isolierstoffgekapselte Gehäuse oder durch Ausführung in Stahlblech sichergestellt. Folgende Vorteile ergeben sich daraus:

- Gewährleistung der Bedienung durch nicht elektrotechnisches Personal, da vollständiger Berührungsschutz nach VBG4 / BGV-A3
- Trotz geöffneter Außenschranktüren ist bei der Schutzart IP 54 ein Schutz gegen Regentropfen und Spritzwasser gesichert.

Ein wesentliches Entscheidungskriterium für die Ausführung und für den Standort einer Schaltanlage ist die maximale Gesamt-Leistung. Bis zu einer Leistung von 55 kW-Aggregate ist der Einbau in einen Außenschrank möglich. Darüber hinaus ist der Platzbedarf der einzelnen Bauelemente so groß, dass ein unverhältnismäßig großer Außenschrank benötigt wird.

Innenraum-Schaltschränke sind standardmäßig aus Stahlblech mit ca. 2 mm Wandstärke angebracht an ein festes Stahlgerüst und nicht für Witterungs-Einflüsse ausgelegt. Jedoch garantiert ihre hohe Schutzart, z.B. IP 54, die einwandfreie Funktion der eingebauten Einzel-Elemente. Die Bedienungselemente und auch eventuelle Schaubilder sind jederzeit ablesbar. Innenraum-Schaltanlagen sind in allen Leistungsgrößen zu bauen. Bei der Planung muss die Größe/Gewicht und deren Transport in das Gebäude berücksichtigt werden.

Aufgrund der Vielzahl von Aggregaten (Pumpen/Rührwerke/Injektoren) und ihren Einsatzbedingungen ist auch die Variation der Schaltgeräte groß. Eine weitere Unterscheidung von Schaltgeräten ist in transportable und stationäre Schaltanlagen möglich. Jedoch soll hier nur auf die stationären Schaltgeräte eingegangen werden.

Schaltanlagenbeispiele:

Xylem Water Solutions bietet ein breites Spektrum an Schaltgeräten, die für die unterschiedlichsten Anwendungen konzipiert wurden. Hauptaugenmerk neben dem überzeugenden Preis-Leistungsverhältnis wurde auf den hohen Kundennutzen und dem Bedienkomfort gelegt.

Alle Geräte arbeiten autark, können einfach zu Fernmeldesystemen mit SMS-Alarm oder im Verbund mit einem übergeordneten Prozessleitsystem (z.B. AquaView) eingesetzt werden.

FGC

Das Flygt Pumpensteuergerät (FGC) von Xylem Water Solutions wird für kleine Pumpenanlagen hergestellt und ist als Steuerung die ideale und wirtschaftlichste Lösung für Pumpstationen an fast jedem Ort. Das FGC bietet eine umfassende Funktionalität und die Software ist exakt auf die Verfahrensweise der Druckentwässerung abgestimmt. Es ist sowohl für Anlagen mit einer Pumpe, als auch für Anlagen mit zwei Pumpen geeignet.

- Einfachste Inbetriebnahme durch Plug and Play / alle Daten voreingestellt.
- Menü mit Klartextanzeige für einfachste Handhabung. Komplette voreingestellt für Flygt Compit-Druckentwässerungsschacht.
- Entspricht den gesetzlichen Anforderungen der ATEX (EEx-Schutz).
- Phasenausfallschutz für angeschlossene Motoren serienmäßig.
- Alle Sicherheitsstandards für Haustechnik erfüllt (EMW und RH00).
- Nachlaufbereich passt sich automatisch den Betriebsverhältnissen an – ohne aufwendige Probeläufe.
- Gerät ist für eine Motorleistung bis 5,5 kW stufenlos anpassbar.
- Gehäuse nach IP54 (Spritzwasserschutz) mit integrierter elektronische geregelter Heizung.
- Verbrauch im Standby-Modus nur 3 Watt.
- Optional auch für Doppelpumpstation erhältlich.



Commander II

Kompaktschaltgeräte mit elektronischem Steuerteil und konventionellen Leistungsteil für bis zu 2 Pumpenaggregate in Direkt oder Stern-Dreieck-Start bis 55 kW, im Stahlblech-Innenschrank, Schutzart IP 44.

Alle Commander-Basisgeräte verfügen serienmäßig über Hauptschalter, Amperemeter, Voltmeter, V-Umschalter, Hand-0-Autoschalter je Pumpe, Bedien- und Anzeigedisplay mit Status-Anzeigen.

Die Leistungsgröße bis 12,5 kW / 25 A ist für ein Serienprodukt konzipiert und verfügt über diverse Freiplätze zum selbstständigen Bestücken mit optionalen Einbauten wie z.B. Fehlerstromschutzschalter je Pumpe, Fehlerstromschutzschalter für Steckdosenabgänge, Netz-0-Not-Schalter. Sämtliche Optionen sind in der Anlagendokumentation erhalten. Üblicherweise wird die Commander II-Serie bei Ortspumpstationen für Abwasser oder bei Regenwasser eingesetzt.

Durch die kompakte Bauform mit den günstigen Maßen ist das Gerät auch als Havariegerät oder bei der Sanierung bestehender Anlagen interessant.

Besondere Merkmale:

- vorkonfektioniert und modular aufgebaut mit Basiskomponenten
- Optionale Erweiterungen (z.B. FI-Schalter , Netz-O-Notschalter etc.)
- Einfache Bedienung und Parametrierung, Hand-0-Automatik-Schalter, Betriebs und Status-LEDs
- Umfangreiche Pumpensteuerfunktionen, z.B. Wahlmenü 1P oder 2P (einfachste Inbetriebnahme)
- verschiedene Niveauabtastungen verwendbar (geschlossene Messglocke, elektrischer Druckaufnehmer, Schwimmerschalter, Ultraschallsensor).
- Umfangreiche Statistikfunktionen enthalten, z.B. 1 Multifunktionaler Eingang für IDM
- 3 Multifunktionale Ausgänge z.B.: Sammelstörmeldung, Personalarm
- Fernalarm- und fernwirkfähig



FMC-Comfort

Kompaktschaltgeräte mit elektronischem Steuerteil und konventionellen Leistungsteil für bis zu 2 Pumpenaggregate in Direkt oder Stern-Dreieck-Start bis 55 kW, im Stahlblech-Innenschrank, Schutzart IP 44, mit besonderen Leistungsmerkmalen zum Überwachen von Pumpstationen

Alle FMC-Comfortgeräte verfügen serienmäßig über Hauptschalter, Amperemeter, Voltmeter, V-Umschalter, Hand-0-Autoschalter je Pumpe, Bedien- und Anzeigedisplay mit Status-Anzeigen.

Weitere Optionen wie z.B. Fehlerstromschutzschalter je Pumpe, Fehlerstromschutzschalter für Steckdosenabgänge, Netz-0-Not Schalter etc. können auftragsbezogen berücksichtigt werden. Üblicherweise wird die FMC-Comfort-Serie bei Ortspumpstationen für Abwasser oder bei Regenwasser eingesetzt, insbesondere bei vollständiger Anlagenüberwachung.

Besondere Merkmale:

- Transparenter Anlagenbetrieb, mehr als 30 differenzierte (z.B. Sensorüberwachung, Personalarms) Alarmer können gemeldet werden.
- Zusätzliche Ereignisse, z.B. Zulaufmenge, Förderstrom, Energieverbrauch, Überlauf können errechnet und mit individuellen Alarmwerten versehen werden.
- Der chronologische Alarmspeicher dokumentiert bis zu 500 Anlagenalarmer
- Optionale Erweiterungen (z.B. FI-Schalter, Netz-0-Notschalter, etc.)
- Einfache Bedienung und Parametrierung, Hand-0-Automatik-Schalter, Betriebs und Status-LEDs, kein Fremdsupport erforderlich
- Umfangreiche Pumpensteuerfunktionen und redundante Bypass-Steuerung integrierbar
- Umfangreiche Statistikfunktionen enthalten, dadurch vereinfachte Kontrolle der Zulaufmenge (Fremdwasser)
- Fernalarm- und fernwirkfähig



Besondere Schaltanlagenkomponenten und Merkmale

Schalter

Werden unterteilt in unterschiedliche Schaltvermögen (Gebrauchskategorie), abhängig von der zu schaltenden Last. Ein weiteres Unterscheidungskriterium ist das jeweilige Einsatzgebiet.

Hauptschalter

Dienen dem Zu- und Abschalten der Netz-Versorgungsspannung. Ausgenommen hiervon sind Stromkreise, die ausschließlich der Instandsetzung (Steckdosen, Beleuchtung) dienen, sowie sicherheitsrelevanten Verriegelungsstromkreisen. Der Hauptschalter dient dem Freischalten der Schaltanlage. Im ausgeschalteten Zustand muss ein solcher Schalter abschließbar sein. Steckvorrichtungen für Maschinen bis 16A, jedoch nur bis zu einer Motorleistung bis 3 kW, sind als Hauptschalter definiert. Ist eine Abschaltung der gesamten Anlage nicht möglich oder nicht sinnvoll, so können auch Teile der Anlage freigeschaltet werden.

Reparaturschalter

Haben die gleichen Eigenschaften wie Hauptschalter, trennen jedoch nur einzelne Aggregate oder Teile einer Schaltanlage vom Netz.

Netz-0-Not-Schalter

Sind Schalter, die ein von Hand betätigtes Umschalten von der Netzversorgung auf eine zweite Einspeisung, z.B. Notstromaggregat, gewährleisten.

Messinstrumente

Betriebsstundenzähler

Registriert die Laufzeit des jeweiligen Aggregates. Dieses ist notwendig zur Einhaltung von Wartungsintervallen. Je Aggregat muss ein Zähler installiert werden. Bei elektronischen Steuerteilen sind Betriebsstundenzähler häufig in der Software integriert, ergänzt wird dieses im Regelfall durch die Anzeige von „Anzahl Starts“ je Aggregat.

Strommesser

Zeigen den aktuellen Betriebsstrom eines Aggregates an. Je Aggregat muss ein Strommesser installiert werden. Dieses Merkmal ist häufig Bestandteil der Software bei elektronischen Kleinschaltgeräten oder bei elektronischen Steuerungen. Teilweise sind externe Stromwandler erforderlich, dadurch können die Werte im Rahmen der Anlagenüberwachung – und Dokumentation einbezogen werden

Spannungsmesser

Spannungsmesser werden meist mit Umschalter versehen. Mit Hilfe dieses Spannungsmesser-Umschalters wird die Netzversorgungsspannung gemessen. Hierbei werden die Außenleiter L1/L2/L3 gegeneinander überprüft. Für die gesamte Schaltanlage sind ein Messgerät und ein Umschalter notwendig.

Zusätzliche Funktionen

Zwangseinschaltung

Bei **Hochwasserpumpwerken**, bei denen die Aggregate eine hohe Stillstandszeit haben, werden nach einem fest eingestellten Zeitraum die Aggregate kurz eingeschaltet, um ein Verkleben der Gleitringdichtungen auszuschließen.

Bei **Abwasserpumpwerken** kann durch eine Zwangseinschaltung das Abpumpen trotz geringen Niveaus erfolgen. Hierdurch wird eine Geruchsbelästigung minimiert und ein zu häufiges Schalten (zu niedrige Einschaltpunkte) der Pumpen ausgeschlossen.

Nachlaufzeit

Mit der Nachlaufzeit wird der Pumpenausschaltbefehl umgangen und das Aggregat läuft gem. eingestellter Zeit weiter. Diese Funktion verwendet man, wenn z.B. das Niveauabtastorgan aus Gründen der Betriebssicherheit höher gehängt wurde, jedoch der Schacht tiefstmöglich entleert werden soll.

Eine falsche Einstellung kann zu unerwünschten Schlüfbbetrieb und damit Lufteintrag in das System führen, die die Pumpe bei späteren Anläufen behindern. Nur mit hohem Vor Ort Aufwand durch mehrmaliges Messen der Zeitspanne können hydraulisch bedingte Druckschwankungen, die den Betriebspunkt und damit die Förderzeit beeinflussen erkannt und das System parametrieren werden. Eine wesentliche einfachere Einstellung bietet der Nachlaufbereich.

Nachlaufbereich

Der Nachlaufbereich in cm definiert den tiefsten Ausschaltpunkt. Der Pumpenausschaltbefehl wird umgangen, jedoch errechnet das Schaltgerät über die Laufzeit des jeweiligen Pumpvorganges, die exakte Nachlaufzeit, die für den definierten Nachlaufbereich erforderlich ist.

Durch diese Methode ist eine aufwendige Kontrolle und Probetrieb nicht erforderlich.

Bypass oder Not-Niveausteuern

Die Bypass- oder Not-Niveausteuern übernimmt die Aufgaben bei Ausfall von Komponenten der Niveaumess- und/oder Steuereinrichtung um weiterhin den Betrieb der Tauchmotoraggregate aufrecht zu erhalten. Unterschiedliche Ausführungen erschweren den Vergleich der Betrachter. Einige Not-Niveausteuern überbrücken lediglich Ausfälle der Niveausensoren (Not-Niveau-Abtastung) und sind auf die Hauptsteuerung aufgeschaltet, andere beinhalten neben zusätzlichen Niveausensoren auch zusätzlich eine von der Hauptsteuerung getrennte Steuerungstechnik (Bypass-Steuerung).

Üblicherweise wird die Notniveausteuern mit min / max. Schwimmerschaltern realisiert.

Bei aktiver Notniveausteuern sollte eine Alarmierung ausgelöst werden, damit der Betreiber über **den Ausfall** eigentlichen Niveauerfassung und damit über das erhöhte Risiko informiert ist.

7. Motorschutz

Thermische Überstromrelais

Thermische Überstromrelais werden in Verbindung mit Leistungsschützen zum Schutz von Motoren gegen Überlast eingesetzt. Diese Überlastung des Motors entsteht z.B. durch festgebremsten Läufer oder Ausfall eines Außenleiters. Der vom Motor aufgenommene Strom ist die Ursache für dessen Erwärmung. Der Strom wird über die Heizwicklung des thermischen Überstromrelais geführt. Sie heizen die Bimetalle auf. Unter dem Einfluss der Erwärmung biegen sich die Bimetalle und rufen bei unzulässiger Erwärmung die Auslösung des Relais hervor. Die Kontakte ändern ihre Schaltstellung und betätigen einen Hilfskontakt. Auch bei gedrücktem Rückstellknopf wird das Auslösen nicht behindert, Freiauslösung.

Eine weitere technische Notwendigkeit ist die Kompensation der Umgebungstemperatur. Diese Kompensation erfolgt über ein weiteres Bimetall, das die Umgebungstemperatur erfasst und somit diesen Einfluss kompensiert.

Motorschutzschalter

Motorschutzschalter sind Schalter zum mehrmaligen Ein- und Ausschalten von Motoren mit einem Schaltvermögen entsprechend den Anlaufströmen der Motoren und zum Schutz von unzulässigen Strömen. Motorschutzschalter haben in jeder Strombahn einen Bimetallauslöser für den Überlastschutz und einen magnetischen Schnellauslöser für den Kurzschlusschutz. Der Bimetallauslöser arbeitet wie unter "thermischen Überstromrelais" beschrieben. Er ist temperaturkompensiert und phasenausfallempfindlich. Motorschutzschalter sind eigenfest bis ca. 25 A Nennstrom und brauchen nicht durch Schmelzsicherungen gegen Kurzschluss geschützt zu werden. Eine solche Anwendung wird sicherungslose oder sicherungsarme Bauweise genannt.

Elektronische Kleinschaltgeräte mit integriertem elektronischem Motorschutz bilden dieses Merkmal in der Software ab und sind, in Abhängigkeit der Software, in der Lage, z.B. einen 2 Phasen Lauf zu unterbinden, in dem das Aggregat erst gar nicht gestartet wird. Dies ist eine Kombination elektr. Motorschutzschalter und Drehfeldüberwachung. Das erhöht den Schutz der Pumpe vor Schäden.

Bei defekter Motorkühlung oder zu hoher Umgebungstemperatur lösen thermische Überstromrelais und Motorschutzschalter nicht aus. Muss mit solchen Möglichkeiten gerechnet werden, so empfiehlt sich zusätzlich die Verwendung von Einrichtungen, die die Temperatur direkt in dem Motor überwachen. Xylem sieht hier die Verwendung von Temperaturfühlern vor.

Temperaturfühler

Temperaturfühler werden zum Schutz gegen Übertemperatur in elektrischen Bauteilen eingesetzt. Bei Flygt Tauchmotoraggregaten werden die Temperaturfühler in die Wicklungsköpfe eingebettet. Hiermit wird eine Temperaturüberwachung direkt an dem zu schützenden Element gewährleistet. Diese Überwachung ist unabhängig vom Motorstrom wie bei thermischen Überstromrelais und Motorschutzschaltern. Sie ist auch wirksam, wenn die Kühlung der Aggregatoberfläche nicht ausreicht. Xylem trinkt die zu schützende Motorwicklung in der Isolierstoffklasse H (max. Temperatur 180°C, s. Kapitel "Drehstrom-Asynchronmaschinen").

Da bereits eine kurzzeitige Überschreitung der zulässigen Wicklungstemperatur zu verstärkter Alterung der Isolierung ausreicht, setzt Xylem Temperaturfühler so ein, dass ein Abschalten der Motoren bei 125°/140° Celsius erfolgt. Bei Maschinen, die im Ex-Bereich zugelassen sind, ist eine Überwachung der Temperaturfühler vorgeschrieben. Temperaturfühler werden unterschieden in Thermokontakte und Thermistoren.

Thermokontakte und Thermistoren

Thermokontakte sind temperaturabhängige, schaltende Kontakte. Eine Bimetallscheibe ist so dimensioniert, dass sie bei Temperaturerhöhung bei einem bestimmten fest eingestellten Temperaturwert von ihrem konvexen in den konkaven Zustand schlagartig umschnappt. Der Kontakt ist nun geöffnet. Erst nach wesentlicher Temperaturänderung springen die Bimetallscheiben selbsttätig in ihre Ausgangslage zurück. Der Kontakt ist wieder geschlossen.

Thermistoren sind Widerstände, die abhängig von der Temperatur nicht linear ihren Widerstandswert verändern. Eine weitere Unterteilung ist durch das Verhältnis von Temperatur und Widerstand möglich. Es gibt Thermistoren mit positiven Temperaturkoeffizienten, dessen Widerstand mit steigender Temperatur steigt (z.B. PT100). Diese Widerstände werden als Kaltleiter bzw. PTC bezeichnet. Das Gegenstück zum Kaltleiter ist der Heißleiter bzw. NTC mit negativen Temperaturkoeffizienten. Die Nichtlinearität der Kennlinie benötigt spezielle elektronische Auswertegeräte, die auf Thermistoren abgestimmt sind.

Ergänzend zu den allgemeinen Motorschutzelementen bietet Xylem speziell auf Tauchmotoraggregate abgestimmte Überwachungssysteme an, die in unterschiedlicher Ausführung erhältlich sind.

Aggregate – Überwachung

1. Überwachungsfunktion: Leckage im Ölgehäuse oder Getriebe mit CLS Sensoren

Dieser Sensor, der nach dem physikalischen Prinzip eines Kondensators arbeitet, ist direkt im Ölgehäuse installiert und wird permanent vom Öl umströmt. Das Dielektrikum zwischen den Kondensatorplatten ist das Sperrkammeröl im Ölgehäuse. Ändert sich die dem Öl zugeordnete Dielektrizitätszahl durch eintretendes Wasser, entsteht eine Emulsion mit einer vom sauberen Öl abweichenden Dielektrizitätszahl. Durch diesen Vorgang wird die Kapazität des Kondensators verändert, was im Auswertegerät registriert und gemeldet wird. Relais und Sensor sind werksseitig auf sauberes Öl abgeglichen. Eine Meldung erfolgt bei 10 % / 30 % Wasser im Öl.

In der Praxis gibt es eine natürliche Leckage-Rate. Es ist daher empfehlenswert, sich die Betriebsstunden zwischen den Ölwechseln zu notieren, damit zwischen einem eindeutigen Dichtungsdefekt, z.B. Meldung nach sehr kurzer Laufzeit der Pumpe oder der natürlichen Leckage-Rate der unteren Dichtung, unterschieden werden kann.

2. Überwachungsfunktion: Leckage im Statorraum mit FLS-Sensor

Dieser Sensor dient der Überwachung des Statorraumes. Beim Eindringen von Flüssigkeiten durch die Gleitringdichtung oder durch die Leitungseinführung schwimmt ein Schwimmer auf und betätigt einen Kontakt.

Das Schwimmplättchen wird über ein Führungsgestänge in vertikaler Richtung geführt, so dass es lageabhängig ist. Wird keine Leckage im Statorraum gemessen, ist der Messkreis des FLS-Sensors hochohmig (1,5 kOhm). Bei Leckage im Statorgehäuse wird der Messkreis niederohmig (330 Ohm), so dass dies von dem Auswertelais MINI-CAS registriert wird. Es erfolgt eine entsprechende Meldung im Relais.

3. Motortemperatur

Die Überwachung mittels Thermokontakt erfolgt wie bereits unter Temperaturfühler beschrieben.

MINI-CAS-Relais (Control and Status)

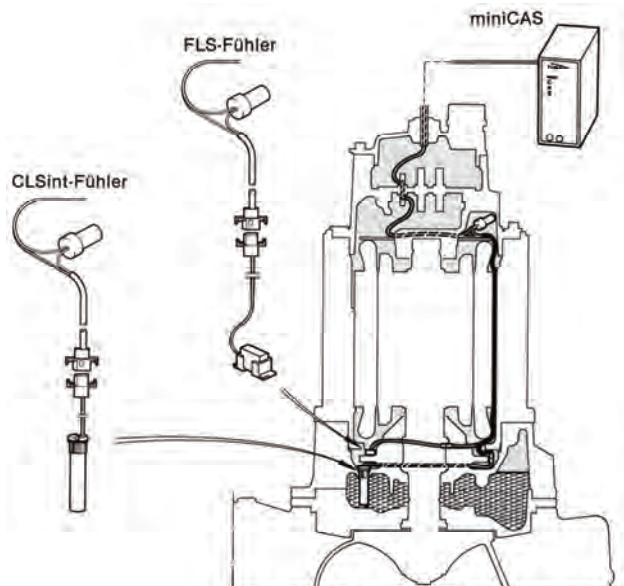
Das elektronische Dichtungs- und Motortemperaturüberwachungsgerät MINI-CAS ist ein Kombi-Überwachungsgerät und beinhaltet 3 Überwachungsfunktionen.

- Leckage im Ölgehäuse oder Getriebe
- Leckage im Statorraum oder in der Inspektionskammer
- Motortemperatur (Thermofühler)

Breite
33 mm

Höhe
79 mm

Tiefe
75 mm



MAS-Relais (Monitoring and Status)

Das elektronische Motorüberwachungsgerät MAS ist ein Multifunktionsüberwachungsgerät der neuesten Generation mit universellen Möglichkeiten zum Motor-Vollschutz von Pumpen.



Leistungsmerkmale MAS

Die Realisierung bedingt die Installation der unterschiedlichsten Sensoren in den Pumpen, deren Kombination produktbezogen und konstruktiv begründet variieren:

- Leckage im Statorraum (FLS-Sensor)
- Leckage in der Inspektionskammer (FLS-Sensor)
- Leckage(Wasser) in Öl (CLS-Sensor)
- Leckage im Kabelanschlussraum (FLS-Sensor)
- Motortemperatur (Thermofühler)
- Temperatur oberes Lager (PT 100)
- Temperatur unteres Lager (PT 100)
- Vibration (VIS-10)

Um ein effizientes Energiemanagement mit einem zusätzlichen Netzanalysator für 3-Phasen Netz zu betreiben, stellen zusätzliche Informationen bzw. Daten zur Verfügung:

- Pumpenströme
- Spannungen
- cos phi
- Energieverbrauch

Kommunikation

Das MAS beinhaltet einen Web-Server. Durch einen Web-Browser auf einen Standard-PC können die Daten aufgezeigt werden.

8. Aus- und Einschaltpunkte

In Abhängigkeit der vorhandenen Motorbetriebsart müssen die Motoren entsprechend ein-, bzw. ausgeschaltet werden. Flygt Tauchmotoraggregate haben dabei besonders den Vorteil, auch bei 100 % Einschaltdauer im aufgetauchtem Zustand betrieben werden zu können (s. auch Thema Betriebsarten).

Dieses kann für den Betreiber letztendlich bedeuten, den Pumpenausschaltpunkt auf das Niveau des Pumpenlaufrades zu legen und nicht auf das Niveau Oberkante Motor.

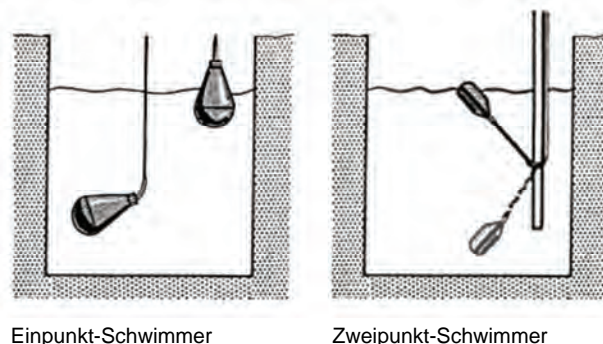
Daraus ergibt sich eine bessere Ausnutzung des Pumpensumpfes als Stauraum (s. auch Thema Stauvolumen), sowie die Möglichkeit, dadurch die Gesamteinbautiefe des Bauwerkes zu verringern.

9. Niveauerfassungssysteme

Niveauerfassungssysteme dienen zur Messung der Einstauhöhe des Mediums. Diese Systeme arbeiten nach unterschiedlichen Prinzipien, die ihre speziellen Einsatzgebiete haben.

Niveausteuering über Schwimmerschalter

Die Erfassung und die Auswertung der Flüssigkeitshöhe erfolgt stufenweise über Schwimmerschalter. Die Abfrage der Schwimmerschalter kann so erstellt werden, dass ein Einsatz im Ex-Bereich der Zone 1 möglich ist. Dieses wird durch spezielle Relais realisiert, die den Stromkreis mit einer so geringen Energie abfragen, dass im Fehlerfalle kein Zündfunke entsteht. Der Stromkreis ist eigensicher. Je nach Ausführungsart der Schwimmerschalter und Aufgabe der Steuerung müssen unterschiedlich viele Schwimmerschalter in den Pumpensumpf zur Erfüllung der geforderten Funktion eingebracht werden. Die Anbringung erfolgt von oben, so dass die Schwimmer frei im Medium beweglich sind. Durch die Art der Bewegung in der Flüssigkeit können Schwimmerschalter unterschieden werden:



Einpunkt-Schwimmerschalter schwimmen nicht auf der Flüssigkeitsoberfläche, sie kippen um ihren Bezugspunkt im Medium. Dieser Niveauschaltpunkt kann frei mit der Kabellänge fixiert werden.

Zweipunkt-Schwimmerschalter eignen sich für kleine Differenzen zwischen Ein- und Ausschaltpunkt. Diese Art der Schwimmerschalter ist an einem Bezugspunkt befestigt. Um diesen Bezugspunkt schwimmt der Schwimmer auf der Flüssigkeitsoberfläche. Die Bedingung für dieses Schwimmen ist, dass der Auftrieb des Schwimmers größer ist als das Gewicht des notwendigen Kabels. Dieses erklärt auch die geringe Schalthysterese.

Niveausteuerungen mit Schwimmerschaltern eignen sich

- zur Steuerung von Pumpenstationen
- zum Entleeren sowie zum Befüllen von Behältern oder Schächten
- als Überlaufkontakte
- zum Trockenlaufschutz von Tauchmotoraggregaten
- als Signal oder Alarmkontaktgeber zur Überwachung, wobei lediglich
- ja / nein Informationen weitergeben werden können und keine konstanten Angaben, wie z.B. Niveauhöhe im Schacht

Zum Schutz der Schwimmerschalter gegen zu starke Turbulenzen oder starker Strömungsgeschwindigkeit eignen sich Schutzrohre, in denen sich die Schwimmer frei bewegen können.

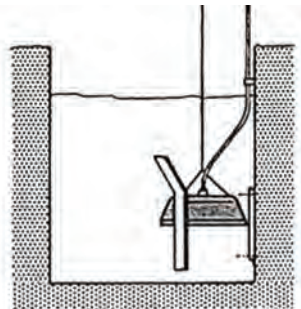
Niveausteuern über hydrostatischen Druck

Die folgenden Niveauerfassungssysteme arbeiten alle nach dem gleichen Prinzip. Sie sind jedoch auf das spezifische Einsatzgebiet abgestimmt. Der durch die Flüssigkeitshöhe bewirkte hydrostatische Druck wird durch einen Druckaufnehmer erfasst und durch einen Wandler in ein dem Druck proportionales elektrisches Signal gewandelt. Dieses analoge Signal wird nachgeschalteten Grenzwertrelais zugeführt, an denen der gewünschte Aus- und Einschaltpunkt eingestellt wird. Unabhängig vom eigentlichen Niveauerfassungsgeber selber, bietet sich in den meisten Fällen der Vorteil, das elektrische Signal als z.B. analoge Wasserstandsmeldung für eine Fernübertragung zur Verfügung zu stellen.

Messglocke, geschlossen

Geeignet für stark verschmutzte Medien als geschlossener hydrostatischer Niveaufnehmer. Bei Überdeckung der Messglocke von dem Medium wird die eingeschlossene atmosphärische Luft entsprechend dem Niveaustand komprimiert und an einen externen elektronischen Füllstandswandler übertragen. Sie bietet den besonderen Vorteil einer kontinuierlichen Niveauerfassung und kann in Ex-Bereichen Zone 1 ohne zusätzlichen Sicherheitsaufwand eingesetzt werden. Vorzugsweiser Einsatz in Schmutzwasser und Hochwasserpumpwerken.

geschlossene Messglocke



Staudruckglocke

Geeignet für häusliche Abwässer als offener pneumatischer Niveaufnehmer. Bei Überdeckung der Staudruckglocke von dem Medium wird die eingeschlossene atmosphärische Luft entsprechend dem Niveaustand komprimiert und an eine - für den Einsatz im Ex-Bereich zugelassene - elektronische Füllstandsüberwachungseinrichtung übertragen. Sie bietet den besonderen Vorteil einer kontinuierlichen Niveauerfassung und kann in Ex-Bereichen Zone 1 ohne zusätzlichen Sicherheitsaufwand eingesetzt werden. Vorzugsweiser Einsatz in Druckentwässerungssystemen und bei Hauspumpstationen. Nach dem Pumpzyklus muss die Messglocke aufgetaucht sein, und das System sich neu belüften.

Staudruckglocke



Elektronischer Druckaufnehmer

Der elektronische Druckaufnehmer beinhaltet z.B. einen piezoresistiven Druckwandler als Messorgan und wird vorwiegend in verschmutzten Medien eingesetzt. Der Druckaufnehmer besteht aus einem Edelstahlgehäuse, in dem der Druckwandler und die Auswerteelektronik untergebracht sind. Über eine Signalleitung mit Druckausgleichsschlauch erfolgt die Signalübertragung. Das Messverfahren beruht darauf, dass der durch die Flüssigkeitshöhe hydrostatische Druck auf eine Membrane wirkt. Der Druckwandler wandelt den Druck in ein elektrisches Signal um, welches in nachgeschalteten Relais verarbeitet wird. Der elektronische Druckaufnehmer wird von oben in den Pumpensumpf über Sohle eingebracht. Dabei kann der Druckaufnehmer frei hängend in einem Schutzrohr installiert werden. Durch die Ausführung des Druckaufnehmers Ex ist ein Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 1 möglich.

Elektronischer Druckaufnehmer



Niveausteuering über Ultraschall

Der große Vorteil der Ultraschall-Steuerung liegt darin, dass das Niveau berührungslos erfasst wird. Hohe Strömungsgeschwindigkeit und starke Turbulenzen im Abwasser haben keinen Einfluss auf die Messung. Die Messung des Niveaus erfolgt kontinuierlich über kurze Ultraschallimpulse. Diese Schallimpulse werden von einem Sensor gesendet und wieder empfangen. Die Zeitdifferenz zwischen senden und empfangen ist abhängig von der Laufzeit des Schalls. Diese Laufzeit kann durch äußere Einflüsse beeinflusst werden. Um negative Einflüsse auf die Messung auszuschließen, können folgende Vorkehrungen getroffen werden:

- Sensoren stärkerer Leistung bei zu starker Schaumbildung auf dem Medium
- Festzielausblendung bei reflektierenden Bauteilen (z.B. Rührwerksausblendung)
- Temperaturkompensation
- Selbstreinigung der Membrane durch Vibration

Der Einsatz der Niveaumessung ist sowohl im nicht Ex-Bereich wie auch im Ex-Bereich möglich. Bei der Planung ist auf einen Mindestabstand von 0,3 m zwischen Unterkante Messsensor und Medium zu achten. Der so genannte Blockabstand ist aus physikalisch, technischen Notwendigkeiten unumgänglich. Die mikroprozessor-gesteuerten Messumformer sind in der Lage,

- Füllstände zu erfassen
- Tendenzen zu erkennen
- Differenzen (mit 2 Sensoren) zu messen
- Pumpen zu steuern
- Durchflussmengen in unterschiedlichen Wehren und Gerinnen zu errechnen



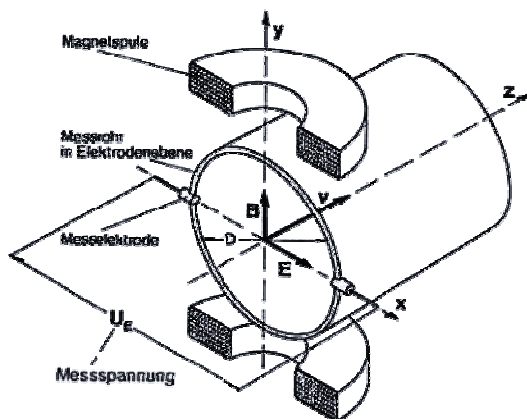
Für die Niveauerfassungssysteme ist zum Teil weiteres Zubehör speziell zur Registrierung, Protokollierung, Datenübertragung und Datenfernübertragung möglich. Alle Komponenten der jeweiligen Niveauerfassungen sind aufeinander abgestimmt und bieten ein Optimum an Systemtechnik.

Zu beachten ist jedoch, dass sich vom Sensor selber zur Oberfläche des Mediums ein Messkegel bildet, der frei von störenden Einbauten sein muss, d.h. die Niveaubtastfläche muss entsprechend groß gewählt werden. Besonders bei kleinen oder geometrisch optimierten Pumpensämpfen (mit dem Zweck eines optimalen Feststofftransportes) ist es zweckmäßiger auf eine Ultraschallsteuerung zu verzichten, zugunsten der überwiegenden hydraulischen Vorteile.

10. Durchflussmessung und Regelung

Magnetisch induktiver Durchflussmengenmesser MID

Mit einem magnetisch induktiven Durchflussmengenmesser kann der Durchfluss von Flüssigkeiten in Rohren mit einer elektrischen Mindestleitfähigkeit von $5 \mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen werden.



U_E = Messspannung
 B = magnetische Induktion
 D = Elektrodenabstand
 v = mittlere Fließgeschwindigkeit
 q_v = Volumendurchfluss

$$U_E = B \cdot D \cdot v$$

$$q_v = \frac{D^2 \pi}{4} \cdot v$$

$$U_E = q_v$$

Magnetisch induktiver Durchflussmengenmesser

Eine MID-Messung besteht aus einem Messaufnehmer, der aus der fließenden Flüssigkeit ein Signal abgreift und einem Messumformer, der das Signal normiert. Diese Messungen funktionieren mit modernen Messaufnehmern auch bei Teilbefüllung der Messstrecke. Sind Messungen bei Teilbefüllung nicht notwendig, wird die Messung abgeschaltet. Hierdurch sind Fehlmessungen bei Teilbefüllung auszuschließen. Einen wesentlichen Störeinfluss auf die Messung haben Wirbel in der Zone der Messwertbildung. Um diese von vornherein auszuschließen, müssen folgende Dinge bei der Planung berücksichtigt werden:

- keine Raumkrümmung
- kein seitlicher Zufluss
- kein teilgeöffneter Schieber

vor dem Durchflussaufnehmer. Um diese Fehlereinflüsse zu minimieren, werden gerade Rohrströcken vor und hinter dem MID (Ein- und Auslaufströcken) empfohlen. Diese Ströcken werden mit folgenden Richtwerten angegeben:

- Einlaufströcke 5-fache der Nennweite des Aufnehmers
- Auslaufströcke 2-fache der Nennweite des Aufnehmers

Diese Angaben sollten jedoch für jeden Hersteller/Typ neu geprüft werden. Weitere Fragen für die Festlegung der Ausführung des MIDs sind:

- Ist der Einbauort eventuell Ex-Bereich?
- Wo sollen die Parameter einjustiert und die Messergebnisse abgelesen werden?

Um diese Fragen zu beantworten, gibt es unterschiedliche Bauweisen der IDMs. So ist in Durchflusssaufnehmer und Messumformer zu unterscheiden. In der kompakten Bauweise befinden sich beide Elemente in einem Gehäuse. In der getrennten Bauweise sind beide Teile einzeln und können örtlich voneinander angeordnet werden. Der Messumformer ist unter Berücksichtigung des Platzbedarfes in die Schaltanlage einzubauen.

Elektro-Schieber

Bei der Festlegung von E-Schiebern muss deren Funktion bekannt sein. So sind E-Schieber in zwei grundsätzlichen Arten zu unterscheiden.

Stellschieber können nur für Steuerungsaufgaben verwendet werden. Sie sind nur in geringen groben Stufen und geringen Schalzhäufigkeiten auf- oder zuzufahren.

Regelschieber sind für Regelungsaufgaben ausgelegt. Sie gewährleisten in Zusammenarbeit mit einem externen Regler (z.B. speicherprogrammierbare Steuerungen) und über einem Soll/Istwert-Vergleich eine kontinuierliche Regelung mit hohen Schalzhäufigkeiten.

Sowohl Stell- als auch Regel-Schieber sind in der Explosionsschutzart Ex ed (vgl. Kapitel "Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen") erhältlich.

11. Fernwirktechnik

Das Fernwirk-Automatisierungssystem zur Prozessüberwachung in der Wassertechnik

Allgemein

In den letzten Jahrzehnten wurden hohe Investitionen in wassertechnische Anlagen und den dazugehörigen Steuerungs- und Alarmanlagen getätigt. Betriebs- und wartungstechnisch sind die Möglichkeiten dieser Systeme oft unzureichend. Die Alarmmeldung ist oftmals begrenzt und unzureichend aussagefähig. Gerade bei Betrieb einer größeren Zahl von wassertechnischen Anlagen beeinträchtigen solche Unzulänglichkeiten den Überblick und die objektiven Informationen der Anlage.

Die Fernwirktechnik gliedert sich in zwei Bereiche. Dies sind die Fernwirkstationsgeräte und die Fernwirkzentrale.

Die Fernwirkzentralen (auch SCADA Systeme - Supervisory Control and Data Acquisition) sind mittels eines Computersystems aufgebaut und es wird das Überwachen und Steuern technischer Prozesse damit ausgeführt.

Aufgabe und Ziel

zukünftige Informations- und Automatisierungssysteme sollen deshalb sein:

- objektive Prozessdateninformation über die Gesamtanlage
- schnelle gesicherte Datenübertragung auch über große Entfernungen
- Reduzierung der kostenintensiven Kontrollgänge durch die Mitarbeiter
- Reduzierung der Betriebskosten

Das System

Die Stationsgeräte bestehen typischer Weise aus einer

- Vielzahl verschiedener Prozessbaugruppen (Schnittstelle zwischen Prozess- und Systembus.. Ihre Funktion besteht in der Analog/Digital-Umwandlung und der Digital/Analog-Umwandlung von Informationen, aber auch in der Summierung von Zählimpulsen.)
- dem Systembus
- der Steuereinheit/Zentraleinheit
- dem Sende-/Empfangskopf (Modem) , der die Schnittstelle zur Übertragungstechnik bildet.

Fernwirkanlagen nutzen praktisch alle Telekommunikationsnetze, die Datenübertragung ermöglichen, so zum Beispiel:

- Standleitungen (Kupferadern und Glasfaser)
- Private Funknetze
- Analoges Telefonnetz über Modem
- Digitales ISDN-Netz
- Mobilfunk-Netz (GSM)

Für die Kommunikation zwischen den Fernwerkstationsgeräten und der Fernwerkzentralen werden je nach Fabrikat bzw. Hersteller sogenannte „Protokolle“ verwendet. Z.B.:

- FW535/537, SINAUT (Siemens AG),
- Modbus RTU (AEG)
- Modnet-1F/SEAB-1F (OHP GmbH)
- UNIP (SAE-ELEKTRONIK, heute SAE IT-systems GmbH & Co. KG)
- DULZ/DULU (IDS GmbH)
- Ridat (Rittmeyer AG)
- ReSyNet (Phoenix Contact)
- HST TeleMatic, IP-basiertes Protokoll gemäß DWA-M 207 (HST Systemtechnik GmbH)
- AquaCom Protokoll, Xylem Water Solutions Deutschland GmbH

Die Leistungsmerkmale

- Fernwirken und Fernüberwachen
- Messen, Speichern und Anzeigen
- Visualisieren
- Steuern und Regeln
- Protokollieren
- Betriebsdatennachweis

Das Konzept

Mikroprozessor gesteuerte Stationsgeräte überwachen, kontrollieren u. steuern dezentral den Pumpwerksbetrieb und halten gleichzeitig Kontakt (Datenfernübertragung) mit dem Betriebspersonal auf der Kläranlage. Die Leitzentrale beinhaltet die Hardware bestehend aus einem Server, sowie aus der Software bestehend in der Regel aus einzelnen Modulen, wie z.B.: Kommunikationsmodul, Wartungsmodul, Zeichnungsmodul, und Datenbanksystem.

Die Vorteile

Die sich direkt für den Anwender ergeben sind:

- Dokumentation aller Ereignisse
- Anlagenzugriff im Havariefall
- Optimierung der Betriebsabläufe wie z.B. Kontrollgänge, Havarien etc.
- Automatisierung der Kontrollaufgaben
- Erkennen von Tendenzen, Präventionsmaßnahmen
- Visualisierung der kompletten Anlage und schnelle Information.



Die Stationsgeräte

Firmen bieten voll computerisierte, übersichtliche und einfach zu bedienende Stationsgeräte für die optimale Fernwirkung - Automatisierung und Prozessüberwachung von Anlagen in der Wassertechnik an.

Die Stationsgeräte sind in kompakter Bauweise verfügbar, mit Datenspeicher, Alarmzeigetableau, Display und mit integrierter Pumpensteuerung. Die gesamte Software zur Steuerung und Anzeige sämtlicher Parameter ist enthalten und kann nach Kundenwunsch ausgewertet, bzw. weitergemeldet werden. Über Wähl-, D-Netz, Funk- oder Standleitungsmodem ist die Kommunikation (Verriegelung) von diversen Unterstationen, auch ohne zusätzliche Leitzentrale möglich.

Für Pumpwerke oder für Regenbecken-Steuerungen sowie zur Automatisierung für Kläranlagen werden unterschiedliche Stationsleitgeräte angeboten.

Die Software für die Stationsgeräte

Jedes Stationsgerät (RTU=Remote Terminal Unit) enthält eine Automatisierungssoftware zur autarken Steuerung der Pumpen in Abhängigkeit des Niveaustandes.

In Abhängigkeit des gewählten Stationsleitgerätes können die Betriebsdaten wie Pumpenstrom, Betriebsstunden, Förderkapazität der Pumpe, Stromaufnahme, Fördermengenmessung u.v.m. direkt im Stationsleitgerät dezentral verwaltet und über ein Anzeigedisplay im Klartext angezeigt werden.

Weitere Funktionen sind z.B. Start- und Stoppverzögerung für jede Pumpe, Einstellung Zufallsstartbereich, Betriebsartenwahl: einzeln oder parallel, Niveauerfassung im zweiten Sumpf, separate Anschlussmöglichkeit eines externen Signalgeber und rechnerische Mengenerfassung etc.

Die Software für die zentrale Leitstelle

Mit Hilfe der Prozessvisualisierungssoftware werden die Daten über das Kommunikationsmodul (Software) im Zentralrechner ausgelesen und als Graphiken und Protokolle auf dem Monitor und den angeschlossenen Protokoll- und Graphikdruckern dargestellt.

Alle Alarme werden sofort mit Datum und Uhrzeit auf einen Protokolldrucker ausgegeben.

In Verbindung mit den Stationsgeräten übernimmt der Zentralrechner die Kontrolle der Anlagen. Sämtliche Daten sind jederzeit abrufbar.

Routine-Datenabfragung

Die Zentrale fragt nach einer festgelegten Routineprozedur die Stationsgeräte in den Anlagen nach Daten ab und verarbeitet diese zu periodischen Berichten.

Fernüberwachung

Treten kritische Zustände in der Anlage auf oder weichen die Momentanwerte stark von den vorgebenden Werten ab, wird das Stationsgerät aktiviert und übermittelt einen Alarm an die Zentralstation. Vor der Übertragung wird der Alarm verarbeitet und nach festgelegten Prioritäten sortiert, wobei die Meldung mit Zeitangabe, Ort und Benennung auf dem Protokolldrucker ausgedruckt wird. Über den Monitor lässt sich feststellen, wodurch die Störung verursacht wurde z. B. hoher Strom, Motortemperatur, Netzausfall, oder Pumpenkapazitätsfehler. In der Zentralstation werden die Daten archiviert und können außerdem auf einen mobilen Alarmempfänger (mobiles Telefon mit Klartextmeldung) weitergemeldet werden.



Super Vision Control (WEB Service)

Viele Unternehmen setzen bereits einen internen Monitoring Service ein. Dies ist eine Dienstleistung, indem die Pumpwerke verschiedener Kunden durch das SCADA System des Unternehmens überwacht werden.

Dies ist eine ideale Lösung um Investitionen zu minimieren ohne auf die Leistungsfähigkeit einer effektiven und zuverlässigen Visualisierungstechnik zu verzichten.

Mit einem einfachen Internetzugang kann die volle Kontrolle über die eigenen Pumpstationen übernommen werden. Jederzeit und von jedem Ort kann auf die Anlagen zugegriffen, der Status überprüft, Berichte oder Trenddaten kontrolliert werden.

Der Monitoring Service übernimmt die Systempflege, Datensicherung, und überwacht die Kommunikationsschnittstellen.

Unterschiedliche Modelle bieten die Möglichkeit, die Kosten zu kontrollieren und zu minimieren, in Abhängigkeit der vorhandenen Steuerungstechnik.

Leistungsstufen	Merkmale
Basic Flatrate	<ul style="list-style-type: none"> - Darstellen der Anlage auf unserem Server - Passwortgeschützter Zugriff 24h/7d von jedem internetfähigen PC - Inklusive aller Telekommunikationskosten PW - Server - PW - Einmalige Einrichtungsgebühr - Mindestlaufzeit 24 Monate
Optional Alarmmeldung	<ul style="list-style-type: none"> - Alarmierung erfolgt durch unseren Server - Alarmierungsreihenfolge sowie Bereitschaftskalender individuell konfigurierbares Alarmhandling (Bereitschaftsdienst) erfolgt kundenseitig
oder	
Optional Alarmmanagement	<ul style="list-style-type: none"> - Alarmer werden von Xylem Water Solutions aufgenommen, analysiert und, wenn notwendig, eine sofortige Störungsbehebung organisiert (Bereitschaftsdienst durch Xylem Water Solutions, Einsatzkosten werden separat berechnet)

Beispiel für Hosting Modell: Xylem Water Solutions Deutschland GmbH

12. Drehstrom - Asynchronmotoren

Durch ihre Bauweise unterscheidet man Asynchronmotoren in Schleifringläufer und Kurzschlussläufer. Xylem verwendet Kurzschlussläufer, da diese einfacher und robuster gebaut werden können. Dieses hat den Vorteil der geringeren Wartung. Grundsätzlich können beide Läuferarten sowohl als Motor, wie auch als Generator verwendet werden. Alle weiteren Ausführungen sind auf Kurzschlussläufer - Motoren bezogen.

Aufbau

Die Asynchronmaschinen bestehen aus einem feststehenden Teil, dem Ständer und einem beweglichen Teil, dem Läufer. Das Ständergehäuse kann sowohl eine Schweißkonstruktion als auch eine gegossene Form sein. Dieses Gehäuse nimmt die gegeneinander isoliert beschichteten Dynamobleche auf. Längs der Bohrung erhält das Ständerblechpaket Nuten, in denen die Wicklungen untergebracht sind. Der Kurzschlussläufer (vgl. Bild "Kurzschlussläufer") ist konstruktiv wie der Ständer aufgebaut. Auf die Welle wird das Blechpaket geschrumpft. Längs der Welle laufen die Nuten, in denen Profilstäbe aus Kupfer oder Aluminium eingebracht sind. Diese Profile werden, an den beiden Seiten des Blechpakets über so genannte Kurzschlussringe verbunden, kurzgeschlossen. Zur Verbesserung des Anlaufverhaltens werden diese Stäbe mit unterschiedlichen Profilen (Rund- oder Trapezform) ausgerüstet.



Kurzschlussläufer

Wirkungsweise

Werden die 3 Ständerwicklungen an ein Drehstromnetz angeschlossen, so kommt es zu einem Stromfluss, der eine zeitliche und räumliche Durchflutung aufbaut. Es entsteht ein Drehfeld in den Ständerwicklungen. Dieses läuft über den noch stillstehenden Läufer hinweg und induziert in den Läuferwicklungen eine Spannung, die in den kurzgeschlossenen Stäben einen Strom und somit ein Magnetfeld erzeugt. Nach der Lenzschen Regel läuft der Läufer in Drehfeldrichtung. Die induzierte Läufererspannung ist von der Durchflussänderung abhängig. Da diese bei synchroner Drehzahl Null beträgt, läuft die Maschine durch die zu überbrückenden Eigenverluste nie synchron. Die Differenz zwischen synchroner Drehzahl n_{syn} und tatsächlicher Drehzahl n_{Asyn} nennt man Schlupfdrehzahl. Der Schlupf s rechnet sich aus

$$s = \frac{n_{syn} - n_{Asyn}}{n_{Asyn}} \cdot 100\% \quad [\%]$$

Energieeffizienzklassen

Der Wirkungsgrad bei Motoren ist das Verhältnis der Ausgangsleistung zur Eingangsleistung. D.h. Die Höhe der Verluste des elektrischen Motors sind maßgebend für den Wirkungsgrad.

Elektrische Antriebe werden nach Ihrem Wirkungsgrad eingeteilt. Die elektrischen Maschinen wurden bereits seit einigen Jahren in Effizienzklassen unterteilt.

Die IEC/EN 60034-2-1 legt die Regeln für die Prüfverfahren fest, die zur Ermittlung von Motorverlusten und Wirkungsgraden anzuwenden sind.

IE - Effizienzklassen

IE – Wirkungsgradklassen		Beschreibung
Wirkungsgrad	IE - Code	
Super Premium	IE 4	Zur Zeit kaum auf dem Markt verfügbar
Premium	IE 3	Identisch mit „NEMA“ Premium in den USA
Hoch	IE 2	Entspricht der alten europäischen Effizienzklasse I
Standard	IE 1	Entspricht der alten europäischen Effizienzklasse II
Unter Standard	Keine Kennzeichnung	Keine Klassifizierung

In der IEC IEC/EN 600034-2-1 werden für die verschiedenen Motorleistungen folgende Mindestenergieeffizienzstandards vorgegeben:

Zeitplan

6. Juli 2005	Von der EU verabschiedete Richtlinie zur umweltgerechten Gestaltung energiebetriebener Produkte (2005/32/EG) - eine Rahmenvereinbarung, die durch „Durchführungsmaßnahmen“ (z.B. MEPS) ergänzt werden muss.
22. Juli 2009	Die EU-Kommission verabschiedete eine Vorschrift zur Anwendung der Anforderungen zur umweltgerechten Gestaltung auf Elektromotoren mit Wirkung ab Mitte 2011, die den Herstellern etwa 2 Jahre einräumt, bis ihre Produkte die Anforderungen erfüllen müssen.
16. Juni 2011	Stufe 1: Die Motoren müssen die Wirkungsgradklasse IE2 erfüllen.
1. Januar 2015	Stufe 2: Motoren mit einer Nennleistung von 7,5 - 375 kW müssen ENTWEDER die Wirkungsgradklasse IE3 ODER der Wirkungsgradklasse IE2 entsprechen, wenn sie mit einem drehzahlgeregelten Antrieb ausgestattet sind.
1. Januar 2017	Stufe 3: Motoren mit einer Nennleistung von 0,75 - 375 kW müssen ENTWEDER die Wirkungsgradklasse IE3 ODER der Wirkungsgradklasse IE2 entsprechen, wenn sie mit einer Drehzahlregelung ausgestattet sind.

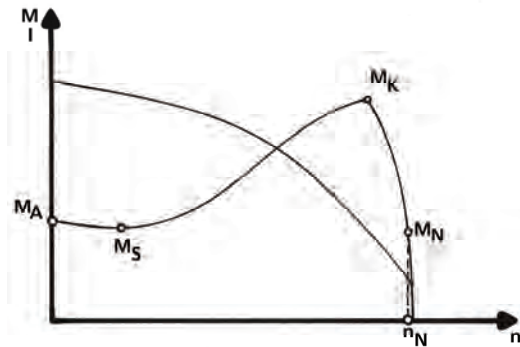
Die Effizienzklassen der Elektromotoren gelten nicht für:

1. Motoren, die ganz in Flüssigkeit eingetaucht betrieben werden.
2. Motoren, die vollständig in ein Produkt (zum Beispiel Getriebe, Pumpe usw.) eingebaut sind und deren Energieeffizienz nicht unabhängig von diesem Produkterfasst werden kann.
3. Für Motoren z.B.: in Höhen über 1000 Meter über den Meeresspiegel sowie Umgebungstemperaturen über 40 Grad C und auch in explosionsgefährdeten Bereichen im Sinne der Richtlinie 94/9/EG.

NEMA: National Electrical Manufacturers Association

Kenndaten des Motors

Von Bedeutung für das Betriebsverhalten ist die Abhängigkeit des Drehmoments M und die Stromaufnahme I von der Drehzahl n .



M_A	Anzugsmoment	M_K	Kippmoment
M_S	Sattelmoment	M_N	Nennmoment

Kennlinien eines Asynchronmotors

In dem Bild ist zu erkennen, dass beim Einschalten der Maschine das Anzugsmoment M_A wirksam ist. Mit zunehmender Drehzahl n nimmt das Drehmoment ab, es durchläuft das Sattelmoment M_S . Ist das Lastmoment größer als dieses kleinste Moment, bleibt die Maschine stehen. Ist das Lastmoment kleiner als das Sattelmoment, beschleunigt die Maschine bis zum Maximalmoment, dem so genannten Kippmoment M_K . Dieses Moment ist der Übergang von dem instabilen Arbeitsbereich in den stabilen Arbeitsbereich. Die Steigung der Momentenkennlinie ist bei Nenndrehzahl so steil, dass auch bei Drehmoment-Schwankungen um das Nennmoment M_N fast keine Drehzahländerungen bemerkbar sind.

Die auf dem Typenschild angegebene Betriebsart ist für die weitere Belastung zu berücksichtigen.

13. Betriebsarten

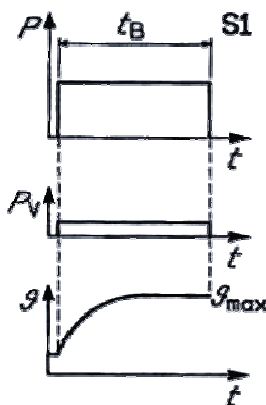
Xylem fertigt die überwiegende Zahl der Aggregate für die Betriebsart S1 (100% Dauerbetrieb) auch bei aufgetauchtem Motorteil, d. h. die Maschinen dürfen dauernd mit der am Datenschild angegebenen Bemessungsleistung belastet werden. Die höchstzulässige Wicklungstemperatur bei Flygt-Maschinen beträgt 155° C bei Isolierstoffklasse F / oder 180° C bei Isolierstoffklasse H, wird dabei nicht überschritten.

Isolierstoffklassen und höchstzulässige Dauertemperatur (Auswahl aus VDE 0530, T.1)	
Klasse	Höchstzulässige Dauertemperatur
Y	90°C
A	105°C
E	120°C
B	130°C
F	155°C
H	180°C
C	über 180°C

Betriebsart S1, Dauerbetrieb

(frühere Bezeichnung DB)

Bei Nennlastbetrieb steigt die Temperatur zunächst an. Nach einer gewissen Betriebszeit erhöht sie sich nicht weiter. Die "Endtemperatur" der Maschine ist erreicht. Sind keine Angaben bezüglich der Betriebsart am Schild vorhanden, bedeutet dies, dass die Maschine für S1 (Dauerbetrieb) ausgelegt ist. Die Betriebsart selber sagt dabei nichts über den Zustand des Motors aus, d.h. ob dieser aufgetaucht oder bei Dauerbetrieb ständig nur im eingetauchten Zustand betrieben werden darf!



Dauerbetrieb (S1)

P	Leistung	t	Zeit
P _V	Verlust-Leistung	t _s	Spieldauer
θ	Temperatur	t _B	Einschaltdauer
θ _{max}	höchste Temperatur	t _{St}	Stillstandzeit

Die Betriebsarten S2 bis S9 sagen aus, dass der Motor **nicht** für den Dauerbetrieb ausgelegt ist, d. h. das der Motor mehr Verlustenergie produziert als er über das Kühlmittel abgeben kann.

Betriebsart S 3, Aussetzbetrieb ohne Einfluss des Anlaufvorganges

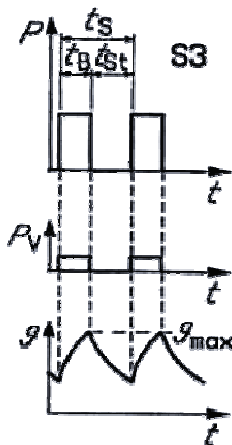
Ein Betrieb, der sich aus einer Reihe von Betriebs- t_B und Stillstandszeiten t_{St} zusammensetzt. Dieses Verhältnis, von denen jedes eine Zeit mit konstanter Belastung und einer Pause umfasst, wobei der Anlaufsturm die Erwärmung nicht merklich beeinflusst.

Beim Einschalten von Elektromotoren treten Stromspitzen auf. Diese erwärmen die Wicklungen. Werden die Motoren nicht zu häufig eingeschaltet oder erfolgen diese Anläufe im Leerlauf oder bei geringer Belastung, kann die Erwärmung durch die Anlaufströme unberücksichtigt bleiben (S3-Betrieb).

Am Datenschild müssen also außer dem Kurzzeichen S 3 die Einschaltdauer t_B und, falls die Spieldauer t_s nicht zehn Minuten beträgt, auch diese genannt werden. Empfohlene Werte der relativen Einschaltdauer t_B / t_s sind 15, 25, 40 und 60 %. Wenn am Datenschild keine Angaben über die Spieldauer gemacht sind, gelten hierfür zehn Minuten.

Wenn zum Beispiel am Datenschild steht S 3 - 25 %, dann bedeutet dies, dass die Einschaltdauer nicht länger als 25 % der Spieldauer von 10 Minuten betragen bedarf. Einfach ausgedrückt: 2,5 Minuten Betrieb - 7,5 Minuten Pause.

Sind am Datenschild die Angaben S 3 - 5 min/15 min oder S 3 - 33 % 15 min, dann heißt das, dass im S3-Betrieb auf eine Belastungszeit von max. 5 Minuten eine stromlose Pause von 10 Minuten folgen muss.



Aussetzbetrieb ohne Einfluss des Anlaufvorgangs (S3)

P	Leistung	t	Zeit
P_V	Verlust-Leistung	t_s	Spieldauer
ϑ	Temperatur	t_B	Einschaltdauer
ϑ_{max}	höchste Temperatur	t_{St}	Stillstandzeit

Weitere Betriebsarten sind S2, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10

14. EVU Anschluss für Drehstrom-Asynchronmotoren

Nach den einschlägigen Anschlussbedingungen der deutschen EVU an öffentliche Niederspannungsnetze dürfen durch den Anlauf von Motoren keine störenden Spannungsschwankungen im Netz verursacht werden. Sind die Motornennleistungen bzw. Anlaufströme so groß, dass es dazu kommt, so ist für den Anschluss an das öffentliche Niederspannungsnetz eine Sondergenehmigung des EVU erforderlich.

Für Betriebe mit eigener Transformatorstation gelten andere Anschlussbedingungen zum Betreiben von Asynchron-Motoren.

Drehzahl von Asynchronmotoren

Die Drehzahl von Asynchron-Motoren ist konstruktionsbedingt unterschiedlich. Diese Möglichkeiten lassen sich aus der Grundgleichung zur Berechnung der Drehzahl ableiten.

$$n = \frac{f}{p}(1 - s)$$

1. Vergrößerung des Schlupfes „s“ durch Absenkung der Klemmenspannung.
2. Änderung der Polpaarzahl p.

Tabelle Drehzahl von Asynchronmotoren bei Volllast und 50 Hz			
Anzahl der Polpaare p	1/s	Synchrone Drehzahl n ₀ 1/min	Drehzahl bei Volllast n 1/min
1	50	3000	27502970
2	25	1500	13501470
3	16 2/3	1000	890..... 975
4	12 ½	750	680..... 725
5	10	600	540..... 580
6	8 1/2	500	455..... 480

15. Der Frequenzumformer

Frequenzumformer für den optimalen Pumpbetrieb

Einen fortwährend stabilen Förderstrom erreicht nur, wer die Veränderung der Betriebspunkte automatisch berücksichtigt. Frequenzumformer mit abwasserspezifischen Parametern werden von einigen Herstellern angeboten. Diese sind in der Lage, die Drehzahl, das Drehmoment und den Förderstrom zu verändern. Letztendlich ist bei der Betrachtung des Gesamtsystems wichtig, damit Frequenzumformer und Pumpe optimal aufeinander abgestimmt werden.

Die Vorteile bei optimaler Auslegung:

- Höherer Pumpenwirkungsgrad
- Energieeinsparungen – die Pumpendrehzahl wird an den Systembedarf angepasst
- Erhöhte Systemzuverlässigkeit – Geringere Beanspruchung des elektrischen und des hydraulischen Systems
- Bessere Prozesssteuerung – Fördermenge und Förderhöhe werden an die Systemerfordernisse angepasst
- Höhere Flexibilität – Optimale Bemessung in neuen Anlagen und in Nachrüstanlagen
-
- Leicht einzustellen durch integrierte Betriebsweisen für Abwasserpumpen
- Intelligente Pumpenschutzfunktionen gegen Kavitation, Trockenlauf, Betrieb gegen geschlossenen Schieber
- sensorlose (und IDM-lose) Mengenanpassung, integrierte Reinigungszyklen



Smart Run – Xylem

Auswirkungen bei nicht optimaler Auslegung:

- Motorschaden durch Isolationsdurchschlag
- Lagerschaden durch Lagerströme
- Thermische Überlastung des FU's durch zu lange Leitungen
- Laufgeräusche des Motors (Oberschwingungen im Ausgangsstrom FU)
- Niveaufehler durch falsche Signale (EMV)
- Verstopfungsanfälligkeit der Pumpe durch falsche Betriebsweise, z.B. Drehzahl min nicht berücksichtigt
- Kavitation durch falschen Betrieb der Pumpen, z.B. Drehzahl oder Zulaufniveau / -druck



PS 200 – Xylem

Der Pumpenantrieb von Pumpenfachleuten

Wenn Sie den Frequenzumformer zusammen mit einer Pumpe einsetzen, sollte diese Kombination von Pumpenfachleuten ausgewählt werden, dann wird das System bestens aufeinander abgestimmt und optional bemessen sein. Evtl. sind hierbei auch die funktionale Sicherheit mit der Gewährleistung des Systems ausschlaggebend.

16. Errichten elektrischer Anlagen in Explosionsgefährdeten Bereichen

Gesetzliche Verpflichtung zum Explosionsschutz

Elektrische Anlagen in explosionsgeschützten Bereichen gehören zu den überwachungsbedürftigen Anlagen nach der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV).

In der Betriebssicherheitsverordnung ist festgelegt:

- das diese Anlagen bestimmten Anforderungen genügen müssen
- derartige Anlagen Prüfungen vor Inbetriebnahme und wiederkehrenden Prüfungen zu unterziehen sind

Rechtsvorschriften und Bestimmungen

ATEX 95	Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung im explosionsgefährdeten Bereich
ATEX 137	Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphäre Gefährdet werden können.
DIN VDE 0100 Teil 410	Potentialausgleich (Ausführung)
DIN VDE 0100 Teil 540	Potentialausgleich (Dimensionierung)
DIN VDE 0166	Elektrische Anlagen und deren Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen
DIN VDE 0165	Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche
VBF	Verordnung über brennbare Flüssigkeit
DIN VDE 0168	Errichtung elektrischer Anlagen im Tagebau, Steinbrüchen und Ähnlichen Betrieben

Prüfstellen

In Deutschland gibt es folgende autorisierte Prüfstellen:

PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
DMT	Deutsche Montan Technologie GmbH
TÜV	Technischer Überwachungsverein (Sicherheitsüberprüfung kompletter Anlagen)

Prüfstellen der EG-Mitgliedstaaten

Innerhalb der Europäischen Gemeinschaften gibt es neben den Prüfstellen Deutschlands auch autorisierte Prüfstellen wie z.B.

Österreich	TÜV Österreich
Dänemark	DEMKO (Denmarks elektrische materielkontrol)
Frankreich	INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques)
Großbritannien	BASEEFA (British Approvals Service for Electrical Equipment in Flammable Atmospheres)
Italien	CESI (Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiana)
Niederlande	KEMA
Spanien	LOM (Laboratorio Oficial Madariaga)

Prüfbescheinigungen dieser Institutionen sind gleichzeitig Bescheinigungen gemäß Artikel 4 der EG-Ex-Richtlinie. Sie gelten innerhalb Deutschlands ohne neue deutsche Prüfung und analog für alle anderen Mitgliedsländer der Europäischen Gemeinschaften.

Zoneneinteilung

Der **Planer** und **Prüfer** einer explosionsgeschützten elektrischen Anlage muss sicherheitstechnisch und behördlich die Zoneneinteilung **kennen** und **bestimmen**.

Zone 0	<i>umfasst Bereiche, in denen gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel ständig oder langfristig vorhanden ist</i>	Baumusterprüfbescheinigung für Zone 0 erforderlich
Zone 1	<i>umfasst Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel gelegentlich auftritt.</i>	Baumusterprüfbescheinigung für Zone 1 erforderlich
Zone 2	<i>umfasst Bereiche, in denen damit zu rechnen ist, dass gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe oder Nebel</i>	Baumusterprüfbescheinigung für Zone 2 erforderlich oder Komponenten für Zone 1
Zulassung	<i>sehr selten auftritt.</i>	einsetzen

Prüfungen, Instandhaltung

Der **Betreiber** hat zu veranlassen, dass die explosionsgeschützten elektrischen Anlagen auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden.

- a) vor der ersten Inbetriebnahme
- b) in bestimmten Zeitabständen

Die Prüfungen sind jedoch **alle 3 Jahre** durchzuführen.

Allgemeine Anforderungen

- In dem Bereich der Zone 1 wird ein Potentialausgleich gefordert
- Nach dem Auslösen dürfen Überstromauslöser, Sicherheitstemperaturbegrenzer Temperaturfühler und andere Einrichtungen, die Sicherheitsfunktionen besitzen, nicht selbsttätig wieder einschalten.
- Eigensichere und nicht eigensichere Leitungen (**Einzeladern**) müssen getrennt verlegt werden (z.B. in Leitungskanälen in Schaltschränken).
- Bei Verwendung von hellblauen Mantelleitungen für eigensichere Stromkreise ist die getrennte Leitungsführung nicht notwendig. Elektromagnetische Beeinflussung des eigensicheren Stromkreises wird durch Mantelleitung (verdillte Adern) ausgeschlossen.
- Die hohe thermische Belastbarkeit der Flygt-Motoren lässt Umgebungs- und Fördermitteltemperaturen über den für explosionsgeschützte Motoren festgelegten Temperaturgrenzen von **40°C** oder bis max. **90°C** zu.

Explosionsschutzdokument

Das Explosionsschutzdokument beschreibt die angemessenen Vorkehrungen, um den Explosionsschutz sicherzustellen. Die rechtliche Grundlage bildet der § 6 der Betriebssicherheitsverordnung. Wenn der Betreiber einer Anlage im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung (§ 3 Betriebssicherheitsverordnung) ermittelt hat, dass die Entstehung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre nicht sicher verhindert werden kann, dann hat er für die Erstellung eines Explosionsschutzdokumentes zu sorgen.

Beispiel für den Aufbau eines Explosionsschutzdokument

Angabe z.B. Anlage, Lager, Gebäude	1
Verantwortlicher für den Betriebsbereich, Erstellungsdatum und Anhänge	2
Kurzbeschreibung der baulichen und geografischen Gegebenheiten z.B. Lageplan, Gebäudeplan, Aufstellungsplan, Gebäude- bzw. Anlagenlüftung	3
Verfahrensbeschreibung - für den Explosionsschutz wesentliche Verfahrensparameter z.B. Verfahrenstechnische Kurzbeschreibung relevante Tätigkeiten (z.B. Probenahme) eingesetzte Stoffe, Ersatzmenge/Fördermenge, Verarbeitungszustand, Druck- und Temperaturbereich	4
Gefährdungsbeurteilung	5
Kann im Bereich der zu beurteilenden Anlage oder im Inneren von Apparaturen explosionsfähige Atmosphäre auftreten?	5.1
Sind die zu erwartenden Mengen explosionsfähiger Atmosphäre aufgrund der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse gefährdend?	5.2
Schutzkonzept	6
Technische Schutzmaßnahmen	6.1
Zoneneinteilung	6.2
Art, Ausdehnung und Dokumentation	
Inneres der Apparatur	6.2.1
Umgebung der Apparatur	6.2.2
Organisatorische Maßnahmen	6.3
Unterweisung der Arbeitnehmer	6.3.1
Schriftliche Anweisungen, Arbeitsfreigabe	6.3.2

Das Explosionsschutzdokument ist vom Arbeitgeber, unabhängig von der Anzahl der Beschäftigten, vor Aufnahme der Arbeit zu erstellen und bei Veränderungen der Anlage immer anzugleichen.

Kennzeichnung ex-geschützter elektrischer Betriebsmittel nach den Europannormen ATEX



Kennzeichen für elektrische Betriebsmittel mit Konformitätsbescheinigung einer EG-Prüfstelle

II2

Gerätegruppe I
(Bergbau)

Gerätegruppe II
(andere explosionsgefährdete Bereiche)

Kategorie 2 (d.h. Zone 1)

G

	Kategorie 1 Sehr hohes Maß an Sicherheit		Kategorie 2 Hohes Maß an Sicherheit		Kategorie 3 Normales Maß an Sicherheit	
Ausreichende Sicherheit	durch Schutzmaßnahmen/bei 2 Fehlern		bei häufigen Gerätestörungen / bei 1 Fehler		bei störungsfreiem Betrieb	
Einsatz in	Zone 0	Zone 20	Zone 1	Zone 21	Zone 2	Zone 22
Atmosphäre G=Gas, D=Staub	G	D	G	D	G	D

Ex

Ex = explosionsgeschütztes
Betriebsmittel

d

Angewendete Zündschutzart als Beispiele:

- o* = Ölkapselung
- p* = Überdruckkapselung
- q* = Sandkapselung
- d* = druckfeste Kapselung
- e* = erhöhte Sicherheit
- i* = Eigensicherheit
- m* = Vergusskapselung
- nA* = nichtfunkende Geräte
- c* = konstruktive Sicherheit
- nC* = hermetisch dichte Geräte
- nR* = Schadensicherheit

IIC

Einordnung von Gasen und Dämpfen in Explosionsgruppen und Temperaturklassen						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	Methan					
IIA	Aceton Ethan Ethylacetat Ammoniak Benzol (rein) Essigsäure Kohlenoxyd Methan Propan Toluol	Ethylalkohol i-Amylacetat n-Butan n-Butylalkohol	Benzine Dieselkraftstoff Flugzeugkraftstoff Heizöle n-Hexan	Acetylaldehyd Ethylether		
IIB	Stadtgas (Leuchtgas)	Ethylen				
IIC	Wasserstoff	Acetylen				Schwefelkohlenstoff

T6

Temperaturklasse

T 1	=	> 450°C Zündtemperatur, 450°C höchste Oberflächentemperatur
T 2	=	> 300°C Zündtemperatur, 300°C höchste Oberflächentemperatur
T 3	=	> 200°C Zündtemperatur, 200°C höchste Oberflächentemperatur
T 4	=	> 135°C Zündtemperatur, 135°C höchste Oberflächentemperatur
T 5	=	> 100°C Zündtemperatur, 100°C höchste Oberflächentemperatur
T 6	=	> 85°C Zündtemperatur, 85°C höchste Oberflächentemperatur

Zuzüglich muss die Bescheinigungsnummer für Konformitätsbescheinigungen angegeben werden.

Flygt Tauchmotoraggregate werden in explosions- (Ex II) oder schlagwettergefährdeten Bereichen (Ex I) der Zone 1 eingesetzt.

Schutzniveau EPL

In der IEC 60079-0 (2007) werden Geräte für explosionsgefährdete Bereiche in drei Schutzniveaus unterteilt und für Grubenbauten gibt es zwei Unterteilungen:

EPL Ga oder Da

Gerät mit „sehr hohem“ Schutzniveau zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen, bei denen bei Normalbetrieb, vorhersehbaren oder seltenen Fehlfunktionen keine Zündgefahr besteht

EPL Gb oder Db

Gerät mit „hohem“ Schutzniveau zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen, bei denen bei Normalbetrieb oder vorhersehbaren Fehlfunktionen keine Zündgefahr besteht

EPL Gc oder Dc

Gerät mit „erweitertem“ Schutzniveau zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen, bei denen während des normalen Betriebes keine Zündgefahr besteht und die einige zusätzliche Schutzmaßnahmen aufweisen, die gewährleisten, dass bei üblicherweise zu vorhersehbaren Störungen des Gerätes keine Zündgefahr besteht

Die Buchstaben „G“ und „D“ werden für Gas = G und für Staub = D (dust) eingesetzt.

Geräte für schlagwettergefährdete Grubenbaue:

EPL Ma

Gerät mit „sehr hohem“ Schutzniveau zum Einbau in schlagwettergefährdete Grubenbauten, das das erforderliche Maß an Sicherheit gewährleistet, dass bei Normalbetrieb, vorhersehbaren oder seltenen Fehlfunktionen keine Zündgefahr besteht, selbst wenn das Gerät während eines Gasaustritts noch in Betrieb ist.

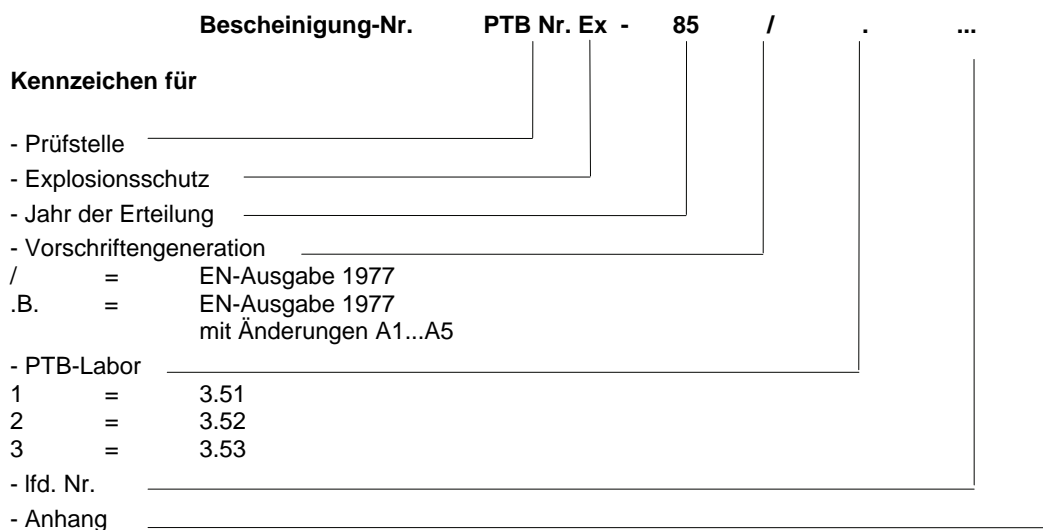
EPL Mb

Gerät mit „hohem“ Schutzniveau zum Einbau in schlagwettergefährdete Grubenbauten, das das erforderliche Maß an Sicherheit gewährleistet, dass bei Normalbetrieb oder vorhersehbaren Fehlfunktionen keine Zündgefahr besteht, in der Zeit zwischen Gasaustritt und Ausschalten des Geräts.

Eine vollständige Kennzeichnung nach ATEX:



Aufbau der Bescheinigungsnummer für Konformitätsbescheinigungen (alt)



- U** = unvollständiges Betriebsmittel "Ex-Bauteil"
X = Besondere Bedingungen
F = "Funktionsgeprüft", Betriebsmittel mit Bauartzulassung nach §12 der VbF

Auszug aus der Beispielsammlung zu den Explosionsschutzrichtlinien (Ex-RL)

Lfd-Nr.	Beispiel	Merkmale/ Bemerkungen	Schutzmaßnahmen	
7.3	Anlagen zur Abwasserableitung und Abwasserbehandlung für Ortsentwässerung			
7.3.1	Abwasserableitung (ungereinigtes Abwasser)			
7.3.1.1	Umschlossene Abwasserkanäle und ihre Zugänge; umschlossene Räume, die von Abwasser durchflossen werden oder in denen Abwasser gesammelt oder gespeichert wird; tiefe gespundete offene Kanäle	Oberhalb der Flüssigkeit ist mit dem Auftreten g.e.A. 1) durch Dämpfe brennbarer Flüssigkeiten zu rechnen. Eindringende brennbare Gase können ebenfalls zu gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre führen.	natürliche Belüftung ohne besondere Be- und Entlüftungsöffnungen	Zone 1
7.3.2.1	Umschlossene Anlageteile der Abwasserbehandlung, die innerhalb der Abwasserleitung (meist unterirdisch) liegen und die von Abwasser durchflossen werden (z.B. Absetzbecken, Sandfänge, Speicherbecken)	Oberhalb ist mit dem Auftreten g.e.A. durch Dämpfe brennbarer Flüssigkeiten zu rechnen. Eindringende brennbare Gase können ebenfalls zu gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre führen.	natürliche Belüftung ohne besondere Be- und Entlüftungsöffnungen	Zone 1
7.3.2.2	Umschlossene Anlageteile (meist oberirdisch), die von Abwasser durchflossen werden oder Abwasserbehandlung (z.B. Einlaufbauwerk, Rechenanlagen)	Oberhalb ist mit dem Auftreten g.e.A. durch Dämpfe brennbarer Flüssigkeiten zu rechnen. Eindringende brennbare Gase können ebenfalls zu gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre führen.	natürliche Belüftung ohne besondere Be- und Entlüftungsöffnungen	Zone 1
7.3.2.3	Umschlossene Anlageteile in der Abwasserbehandlung sowie das Innere von Apparaten, Behältern und Leitungen, in denen sich Abwasser oder Klärschlamm befindet	Es ist nicht auszuschließen, dass sich bei längeren Verweilzeiten Faulgas bildet oder aus dem Medium austreten kann. Da mit Luftzufuhr gerechnet werden muss, kann g.e.A. innerhalb kleinerer Bereiche austreten.	keine Belüftung	Zone 1

1) g.e.A = gefährliche explosionsfähige Atmosphäre

17. Begriffe (DIN VDE 0100 Teil 200)

Elektrische Betriebsmittel

Alle Betriebsmittel, die zum Zwecke der Erzeugung Umwandlung, Übertragung, Verteilung und Anwendung von elektrischer Energie angewendet werden, z.B.: Maschinen, Transformatoren, Schaltgeräte, Messinstrumente, Schutzeinrichtungen, Kabel und Leitungen, Stromverbrauchsgeräte.

Elektrische Verbrauchsmittel

Betriebsmittel, die dazu bestimmt sind, elektrische Energie in andere Formen der Energie umzuwandeln, z.B. in Licht, Wärme oder in mechanische Energie.

Schalt- und Steuergeräte

Betriebsmittel, die an einen elektrischen Stromkreis angeschlossen sind, um eine oder mehrere der folgenden Funktionen zu erfüllen: Schützen, Steuern, Trennen, Schalten.

Ortsveränderliche Betriebsmittel

Betriebsmittel, die während des Betriebes bewegt werden oder die leicht von einem Platz zu einem anderen gebracht werden können, während sie an den Versorgungsstromkreis angeschlossen sind.

Ortsfeste Betriebsmittel

Betriebsmittel, die an einer Stelle fest angebracht sind oder Betriebsmittel, die keine Tragevorrichtung haben und deren Masse so groß ist, dass sie nicht leicht bewegt werden können.

Berührungsspannung

Teil der Fehler- oder Erderspannung, die vom Menschen überbrückt werden kann.

Aktives Teil

Jeder Leiter oder jedes leitfähige Teil, das dazu bestimmt ist, bei ungestörtem Betrieb unter Spannung zu stehen, einschließlich des Neutralleiters, aber vereinbarungsgemäß nicht der PEN-Leiter.

Körper (eines elektrischen Betriebsmittels)

Berührbares, leitfähiges Teil eines elektrischen Betriebsmittels, das normalerweise nicht unter Spannung steht, das jedoch im Fehlerfall unter Spannung stehen kann.

Umhüllung

Ein Teil, das Betriebsmittel gegen bestimmte äußere Einflüsse schützt und durch das Schutz gegen direktes Berühren in allen Richtungen gewährt wird.

Abdeckung

Schutzvorrichtung gegen direktes Berühren aus allen üblichen Zugangs- oder Zugriffsrichtungen.

18. Erklärung der Formelzeichen

Formelzeichen	Einheit	Begriff
I	A	Strom
M	Um	Moment
R	Ω	Widerstand
χ	S/m	elektrische Leitfähigkeit
U	V	Spannung
U _B	V	Berührungsspannung
P	W	Leistung
f	Hz	Frequenz
s	%	Schlupf
n	1/min	Nenn Drehzahl
p	Stück	Polpaarzahl
φ		Leistungsfaktor

Über Xylem

Xylem (XYL) ist ein weltweit führender Anbieter im Bereich der Wasser- und Abwassertechnologie. Wir unterstützen unsere Kunden aus Kommunen, Landwirtschaft, Industrie oder Gebäudedienstleistungen dabei, Wasser und Abwasser effizient zu fördern, zu analysieren, zu behandeln und zu nutzen.

Das Unternehmen ist in mehr als 150 Ländern mit einer Vielzahl von führenden Produktmarken präsent. Unsere Mitarbeiter arbeiten mit jahrelanger Erfahrung, viel Know-how und einem starken Fokus daran, die weltweit vorrangigsten Probleme im Bereich Wasser und Abwasser zu lösen. Xylem ging im Jahr 2011 durch die Ausgliederung der Wassertechnikunternehmen aus der ITT Corporation hervor. Mit Hauptsitz in White Plains, N.Y., einem Umsatz von rund 3,8 Mrd. USD und 12.500 Mitarbeitern weltweit ist Xylem nun am Markt aktiv.

Der Name Xylem kommt aus dem Griechischen und bezeichnet ein komplexes Leitgewebe der höheren Pflanzen. Es dient vornehmlich dem Wassertransport – von den Wurzeln bis in die Blätter. Technisch gesehen ist genau das unsere Kernkompetenz.

Für weitere Informationen besuchen Sie uns auf www.xylemwatersolutions.com/de.



WEDECO



godwin 



Xylem Water Solutions
Deutschland GmbH
Bayernstraße 11
30855 Langenhagen
Tel. +49 511 78 00-0
Fax +49 511 782 893
www.xylemwatersolutions.com/de

Vertriebsbereich
UV und Ozon
Boschstr. 4
32051 Herford
Tel. +49 52 21 930 - 0
Fax +49 52 21 930 - 222

Vertriebs- und
Service-Center Süd
Mittenheimer Str. 60
85764 Oberschleißheim
Tel. +49 89 7231047
Fax +49 89 7231355