



Informationen für Planer

Abwasser-Großpumpwerke

Bauwerksgestaltung bei P-Propellerpumpen

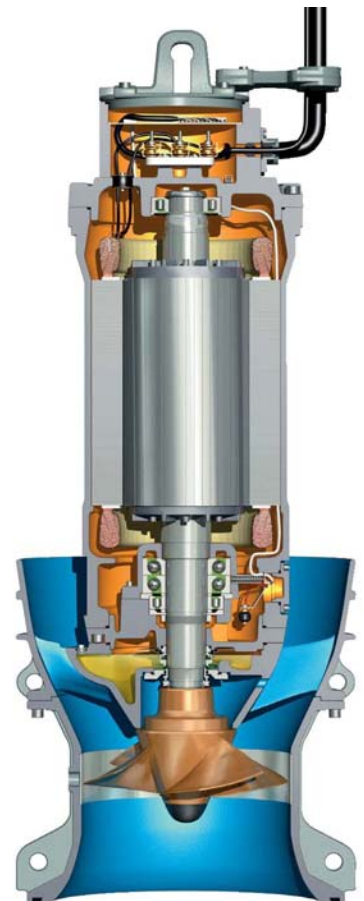
Große Pumpstationen mit Propellerpumpen (vertikaler Rohrschachteinbau)

Seit mehr als zwei Jahrzehnten sind Tauchmotor-Propellerpumpen auf der ganzen Welt im Einsatz. Tauchmotor-Propellerpumpen gelten als die beste Wahl, wenn große Wassermengen auf relativ niedrige Förderhöhen gepumpt werden sollen. Diese Propellerpumpen sind in vielen Bereichen im Einsatz:

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

Vorteile der Tauchmotor-Propellerpumpen:

- kompakte Einheit von Motor und Hydraulik mit gemeinsamer kurzer Welle, dadurch große Zuverlässigkeit, hohe 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
- einfach und schnelle Wartungsmöglichkeiten. Aufgrund der Serienfertigung sind benötigte Ersatzteile kurzfristig lieferbar.



Einbauvarianten

Für die Installation der Tauchmotor-Propellerpumpen gibt es verschiedene Alternativen, um den örtlichen Gegebenheiten gerecht zu werden. Bei etwa 80 % der Fälle wird ein Auslauf mit Druckstutzenabgang Unterflur gewählt (Variante A); bei 5 % ein Druckstutzenabgang Überflur (Variante B); eine Überlaufausführung (Varianten C + D) bei etwa 15 % der gebauten Anlagen.

Einbauvariante A:

Der Druckstutzenabgang und der Auslauf ist Unterflur. Aufgrund der Überstaumöglichkeiten am Auslauf und zur Vermeidung von Rückströmungen ist eine Auslaufklappe erforderlich. Ein Schieber lässt sich als zweite Sicherheit in die Druckrohrleitung einbauen. Diese Einbauart vereinfacht die baulichen Maßnahmen; die Förderhöhe ergibt sich aus der Wasserspiegeldifferenz, so dass der Stromverbrauch optimiert wird. Die Hängeausführung des Einbaurohres wird bei Neubauten vorgesehen; die Ausführung mit Füßen kommt bei Umbauten von Altanlagen aus statischen Gründen (Deckenbelastung) in Betracht.

- A1: Pumpe mit Einbaurohr als Hängeausführung mit Schieber und Rückstauklappe
- A2: Pumpe mit Einbaurohr als Hängeausführung mit Rückstauklappe
- A3: Pumpe mit Einbaurohr als Hängeausführung
- A4: Pumpe mit Einbaurohr auf Füßen mit Schieber und Rückstauklappe
- A5: Pumpe mit Einbaurohr auf Füßen mit Rückstauklappe
- A6: Pumpe mit Einbaurohr auf Füßen

Einbauvariante B:

Der Druckstutzenabgang ist Überflur, bei den meisten Anlagen schließt an das Einbaurohr eine Druckrohrleitung an. Diese Einbauvariante findet bei Kühl- und Kreislaufwasser ihre Anwendung.

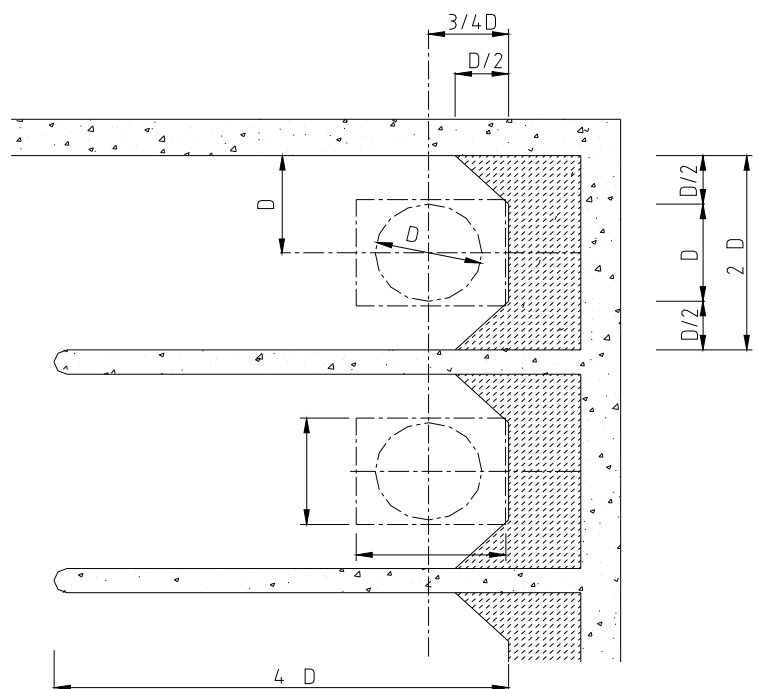
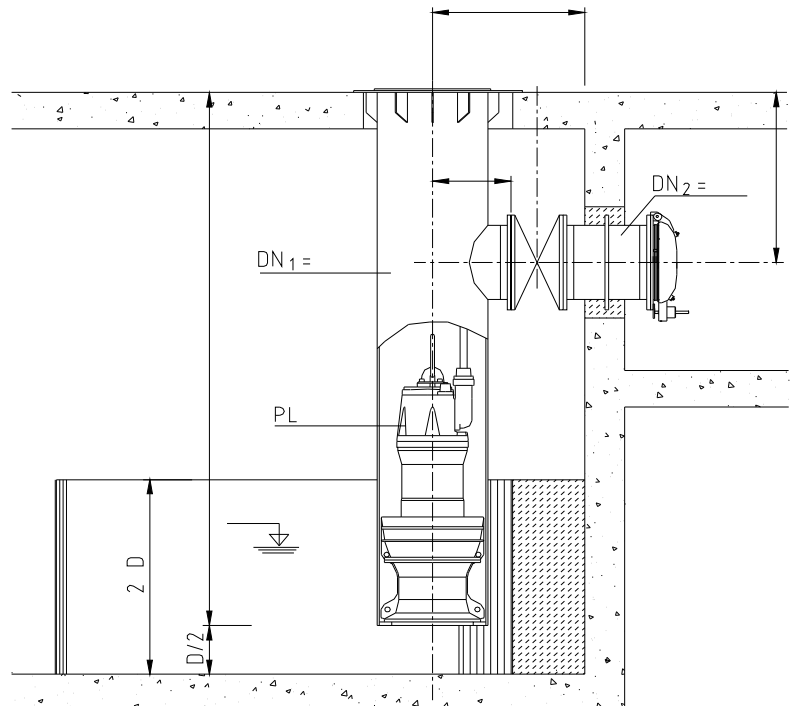
- B: Pumpe mit Einbaurohr

Einbauvariante C + D:

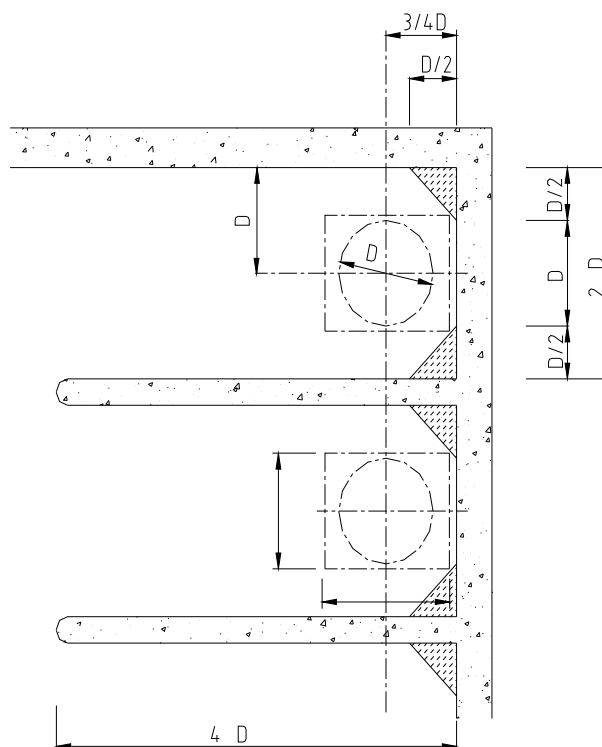
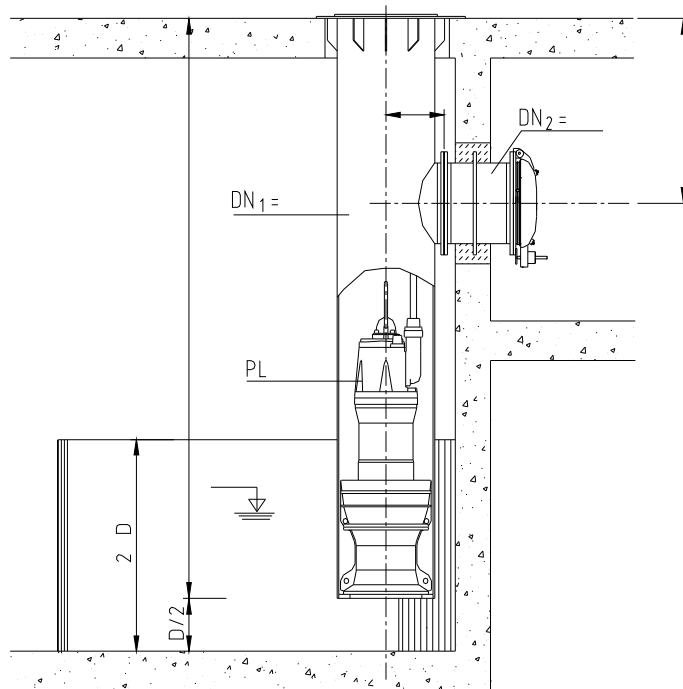
Der Strömungsabfluss erfolgt oberhalb des höchsten druckseitigen Wasserstandes. Ein Rückfluss kann nicht erfolgen; Armaturen sind nicht erforderlich. Es ist immer gegen maximale Förderhöhe zu pumpen. Bei der Betonausführung ist für die Aufnahme der Pumpe ein Einbautopf vorzusehen.

- C: Pumpe mit Einbaurohr aus Stahl
- D: Pumpe im Betonschacht

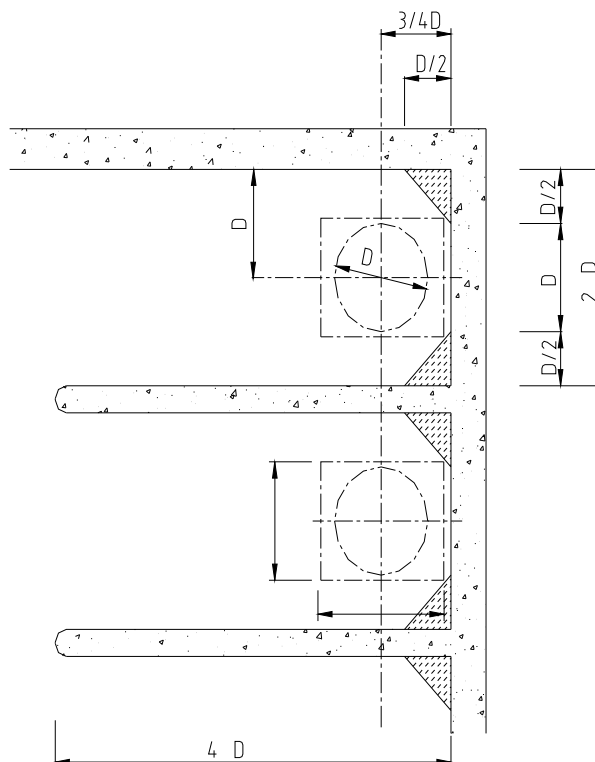
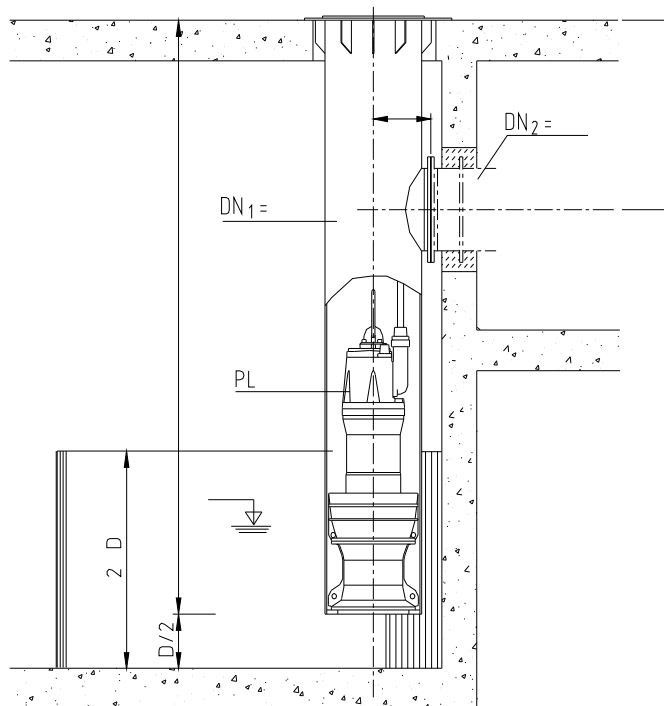
Einbauvariante A1



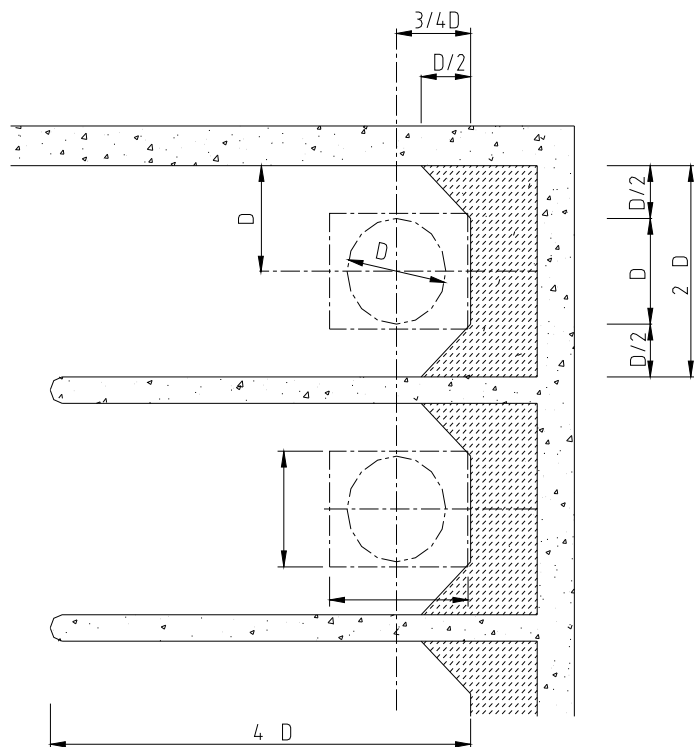
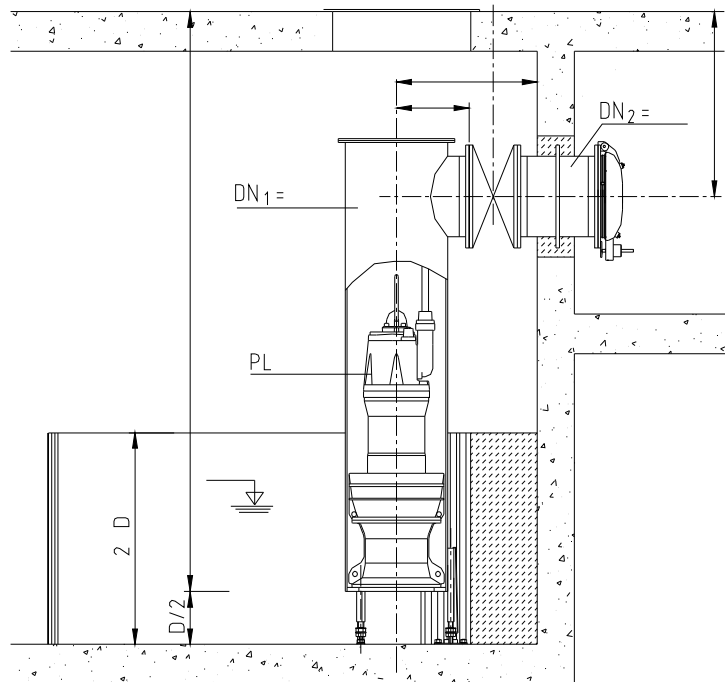
Einbauvariante A2



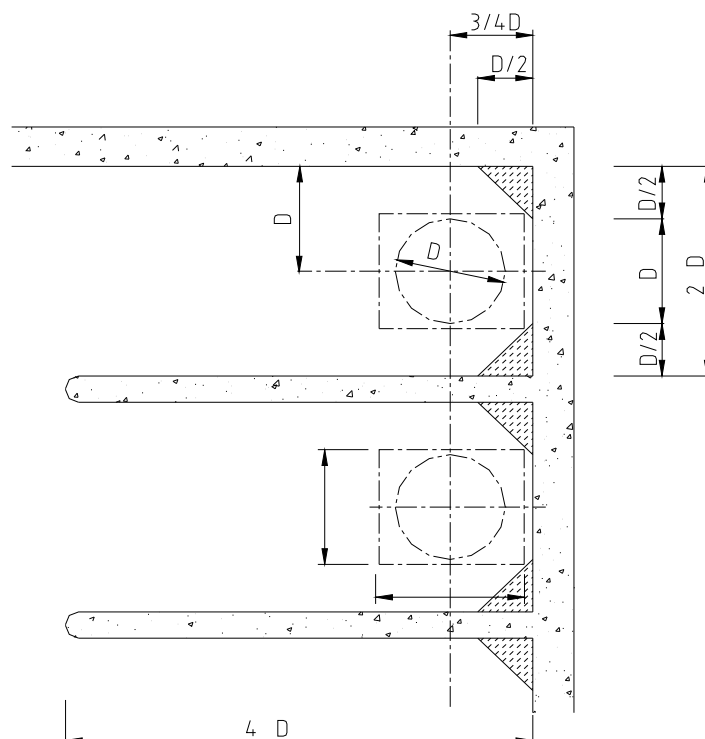
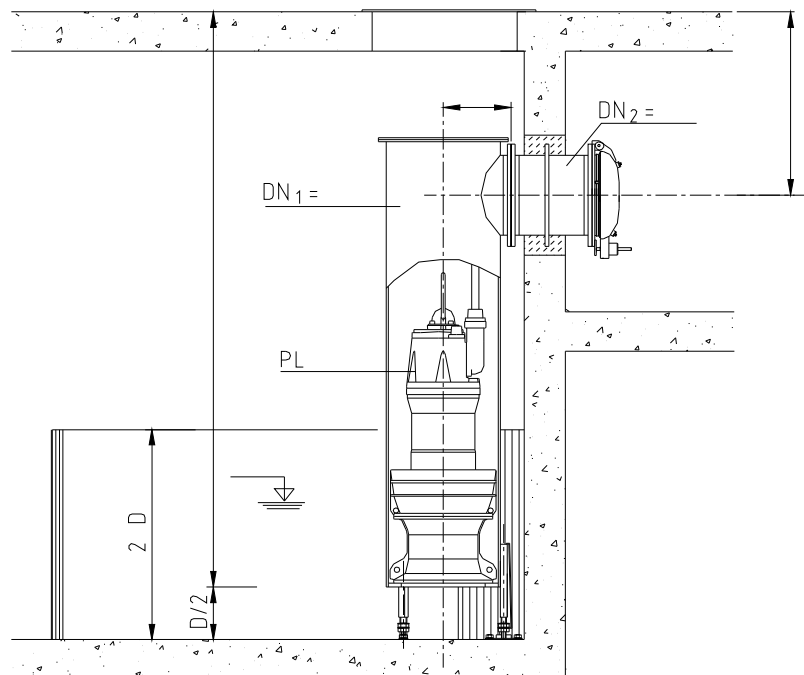
Einbauvariante A3



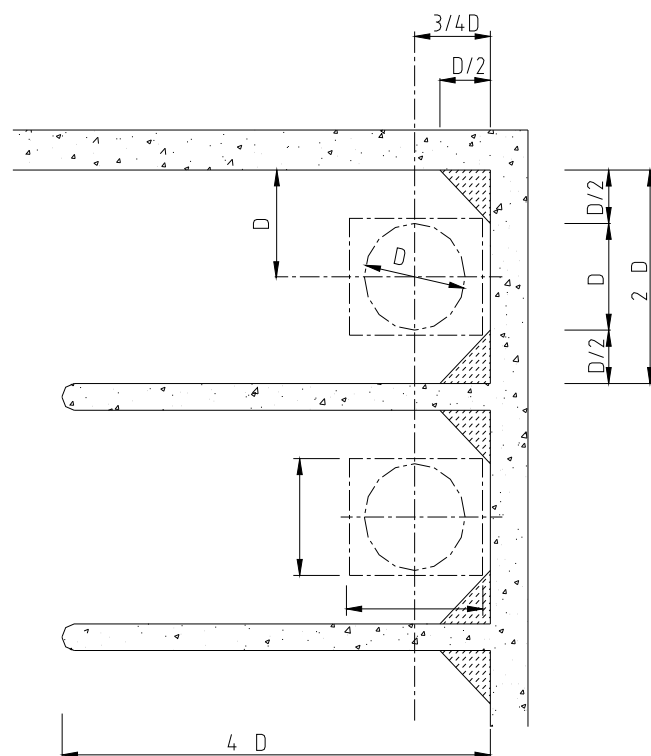
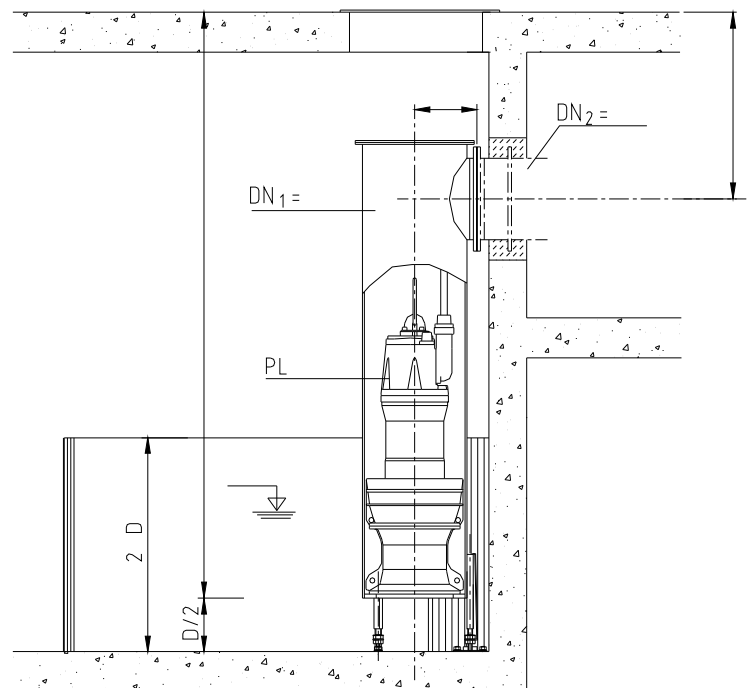
Einbauvariante A4



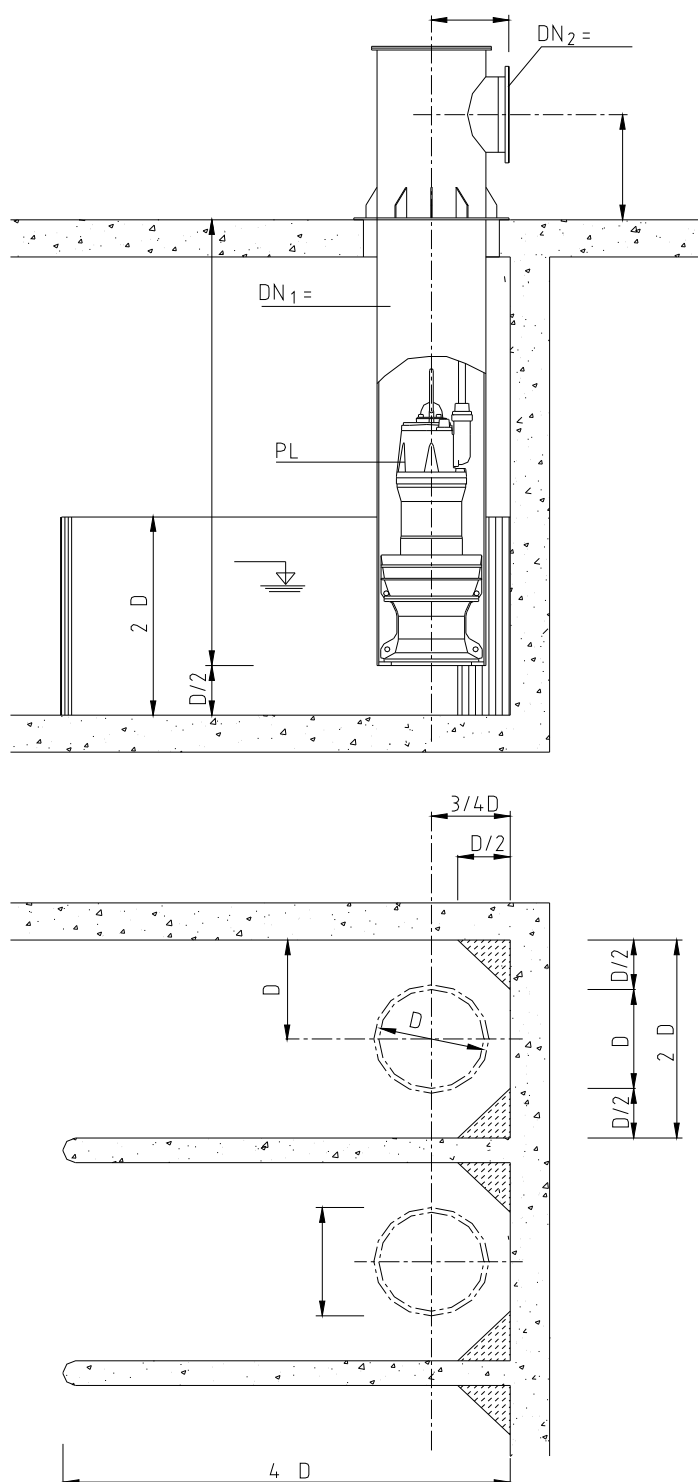
Einbauvariante A5



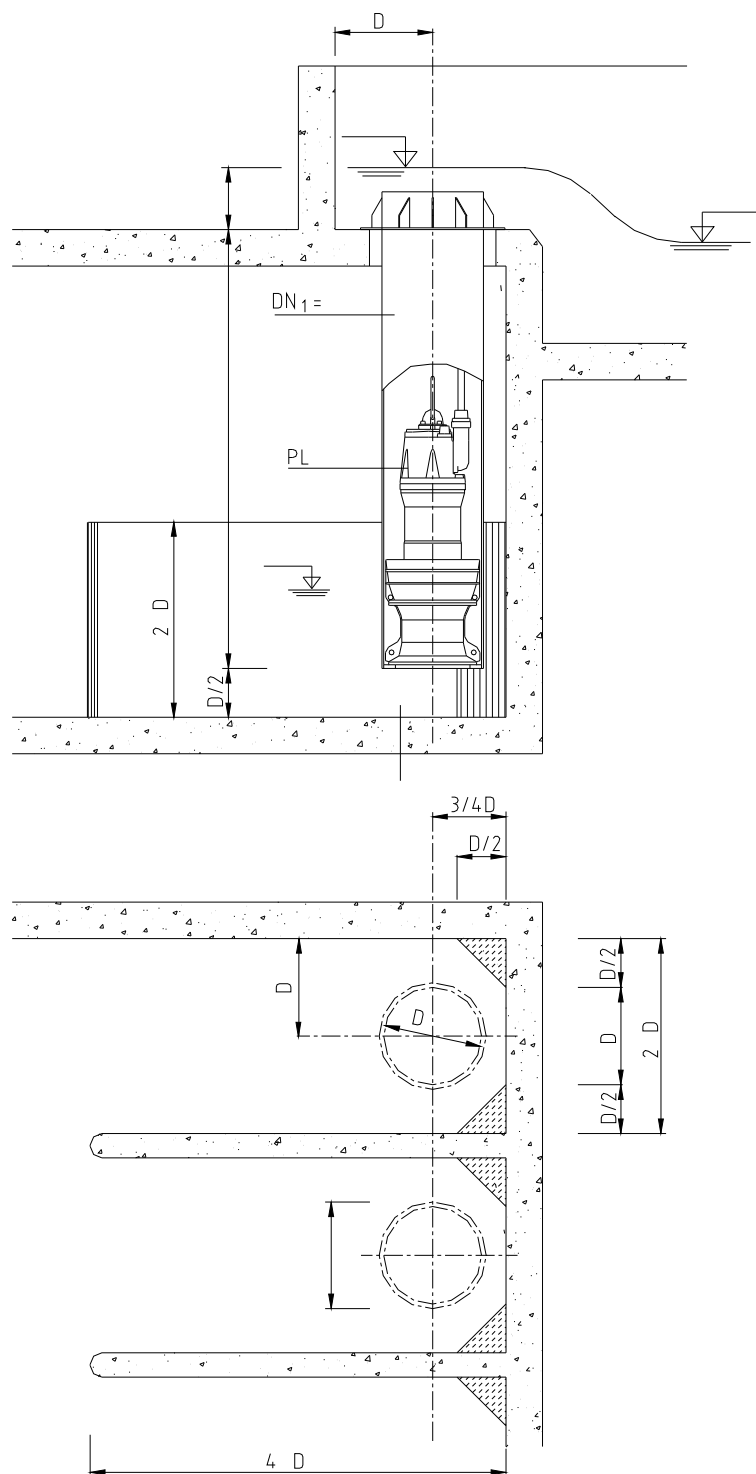
Einbauvariante A6



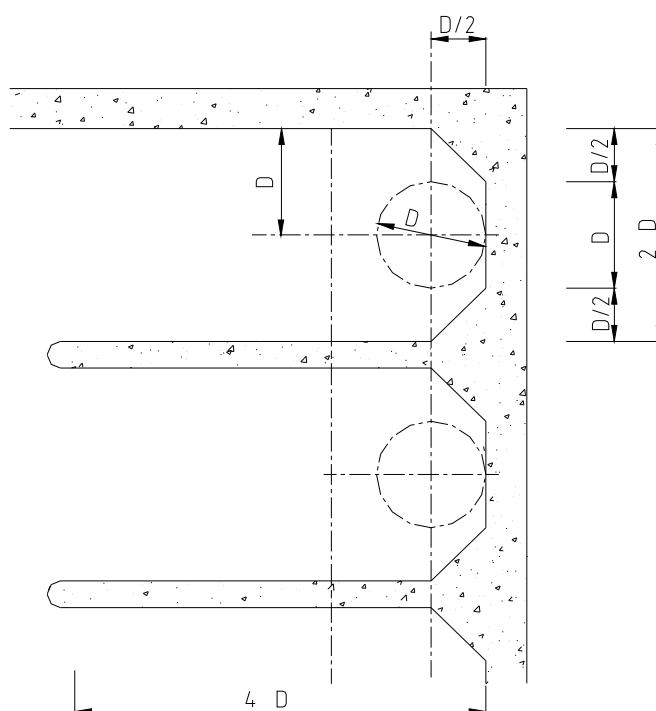
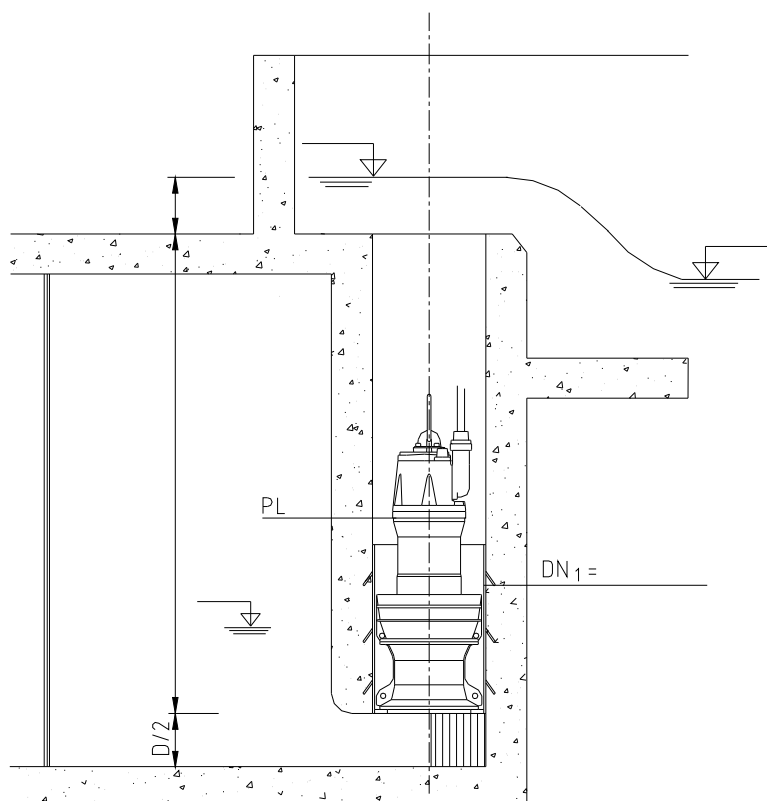
Einbauvariante B



Einbauvariante C



Einbauvariante D



Konstruktion einer Pumpstation

Propellerpumpen reagieren von den verschiedensten Pumpenbauarten am empfindlichsten auf Störungen in der Wasserführung. Idealerweise sollte der Zufluss gleich bleibend und stetig sein. Wirbelbildung und der Eintrag von Luft ist zu vermeiden. Voraussetzung für die Erzielung eines störungsfreien und sicheren Pumpbetriebes ist die genaue Planung des Pumpensumpfes. Durch praxisgerechte Tests an maßstabgerechten Modellanlagen wurde die konstruktive Gestaltung des Pumpensumpfes optimiert.

Eine ungleichmäßige Anströmung, Wirbelbildung und Lufteintrag hat eine unsymmetrische Belastung der Propellerblätter zur Folge. Dies führt zu Schwingungen, Geräuschen und einer erhöhten Stromaufnahme.

Bei der Wasserführung in der Pumpstation sind drei Zonen von Bedeutung:

A) Einlass

Hier wird das Wasser von der Zulaufleitung auf die Pumpstationen verteilt. Die Verteilung muss möglichst gleichmäßig erfolgen. Der Zulauf sollte senkrecht zu den Pumpen oder symmetrisch von vorne angeordnet werden. Die Strömungsgeschwindigkeit am Austritt der Zulaufleitung sollte 1,2 m/s nicht überschreiten.

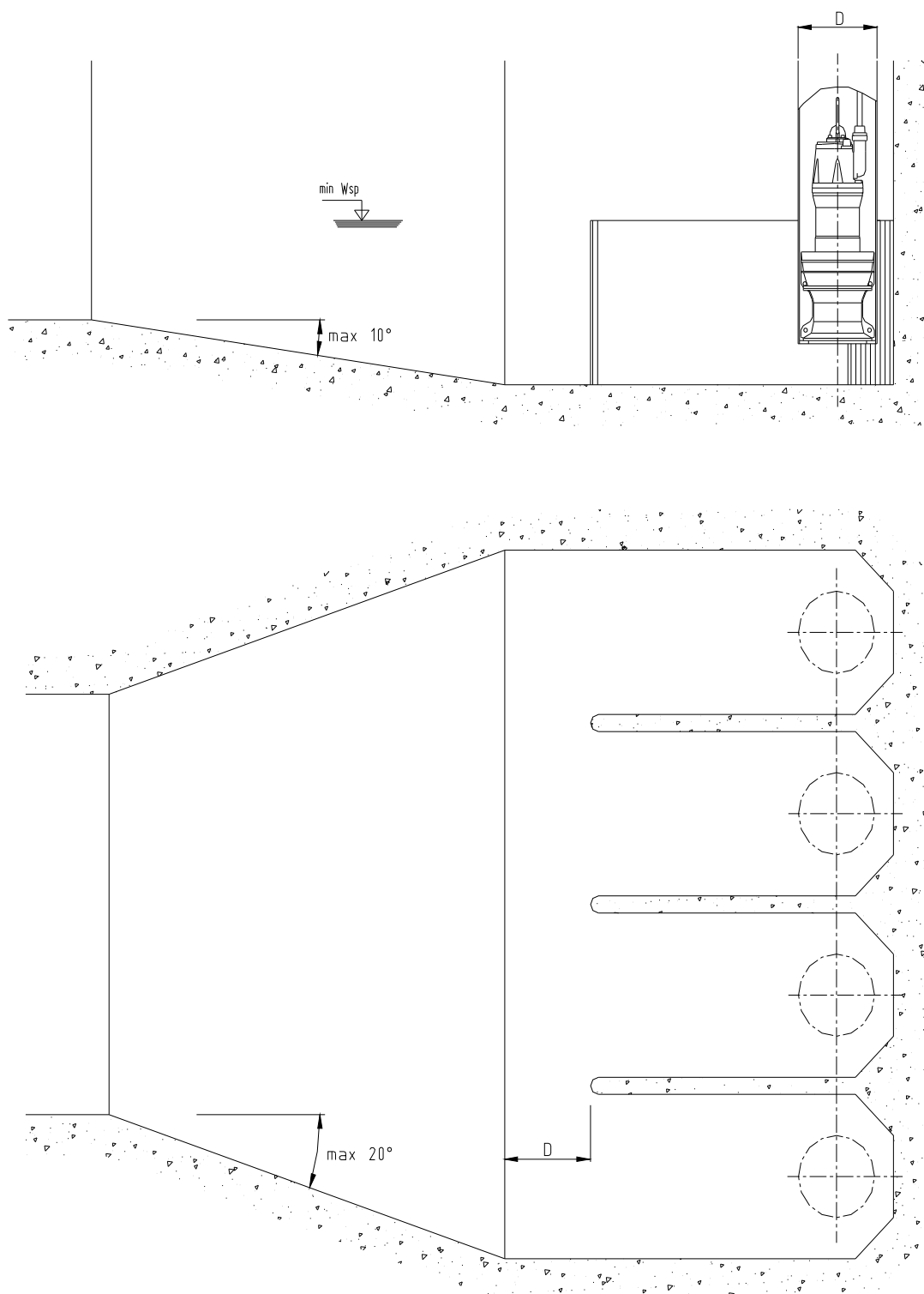
B) Zuströmung

Der Wasserstrom soll gleichförmig und stetig zum Pumpensumpf geleitet werden. Hindernisse, die Wirbel oder Lufteintrag entstehen lassen, müssen vermieden werden. Eine schlechte Zuströmung kann zu erheblichen Störungen beim Betrieb der Pumpen führen.

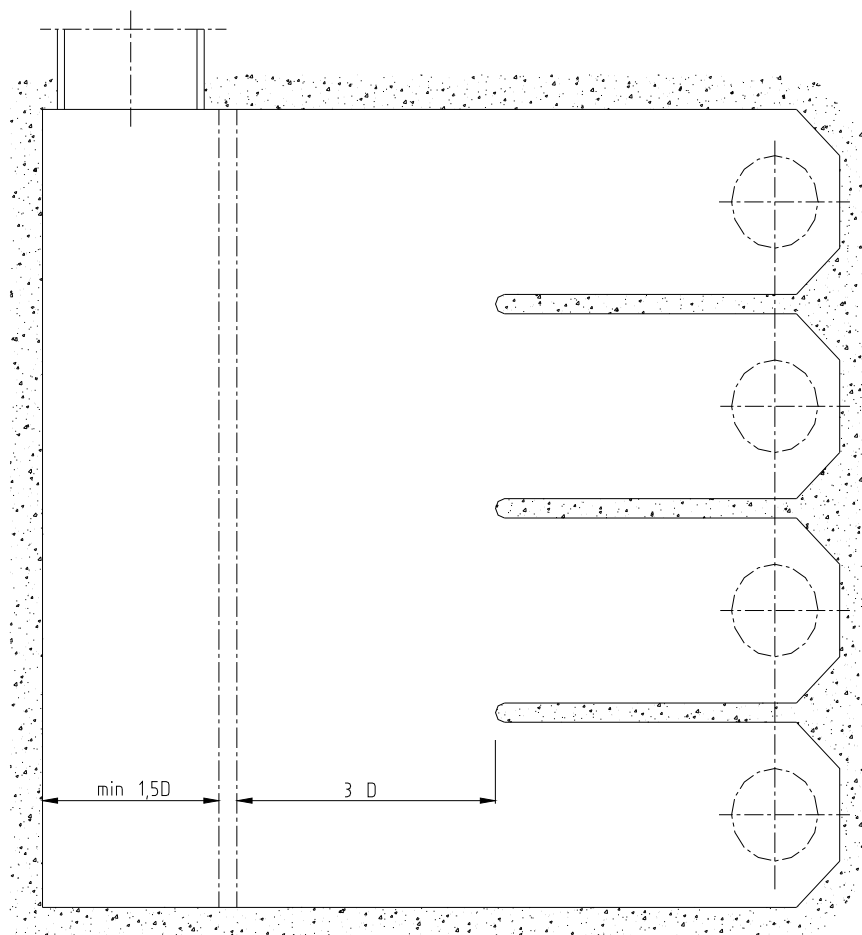
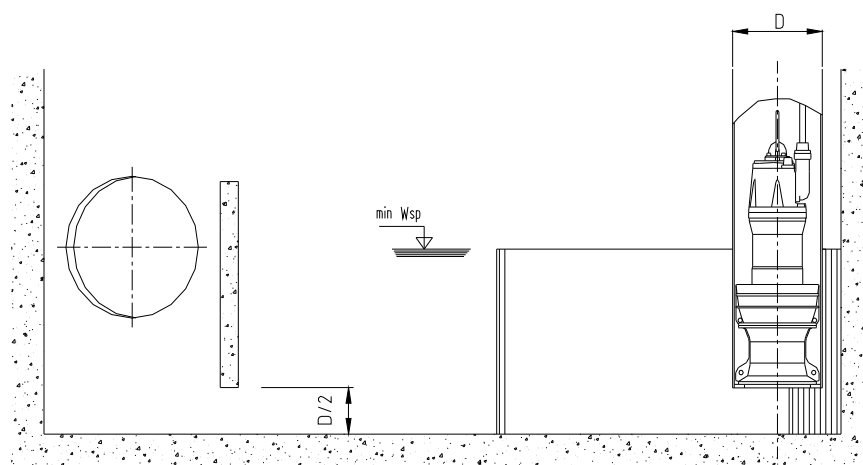
C) Pumpensumpf

Die Abmessungen des Pumpensumpfes sind standardisiert und abhängig von der Pumpengröße. Unsere Empfehlungen halten sich an sehr gesicherte Erkenntnisse auf dem Gebiet des Wasserbaues. Die Sumpfabmessungen basieren auf den Ergebnissen von Modelluntersuchungen und Großversuchen. Diese wurden durchgeführt, um die Sumpfgröße und die Wasserstände zu minimieren. Toleranzen von $\pm 10\%$ sind akzeptabel. Grundsätzlich sollte jede Pumpe eine eigene Kammer haben, um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten.

Anordnung von Propellerpumpen Einbaubeispiel 1



Anordnung von Propellerpumpen Einbaubeispiel 2



Pumpensumpfgestaltung

Ausführung und Abmessungen

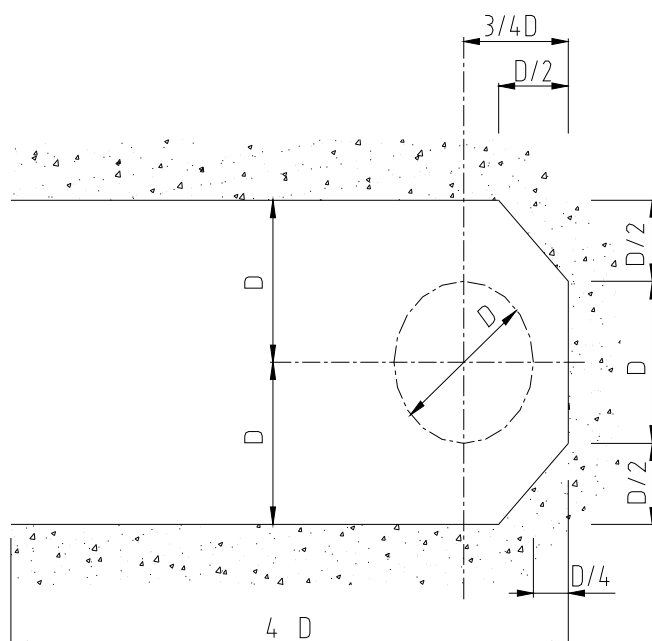
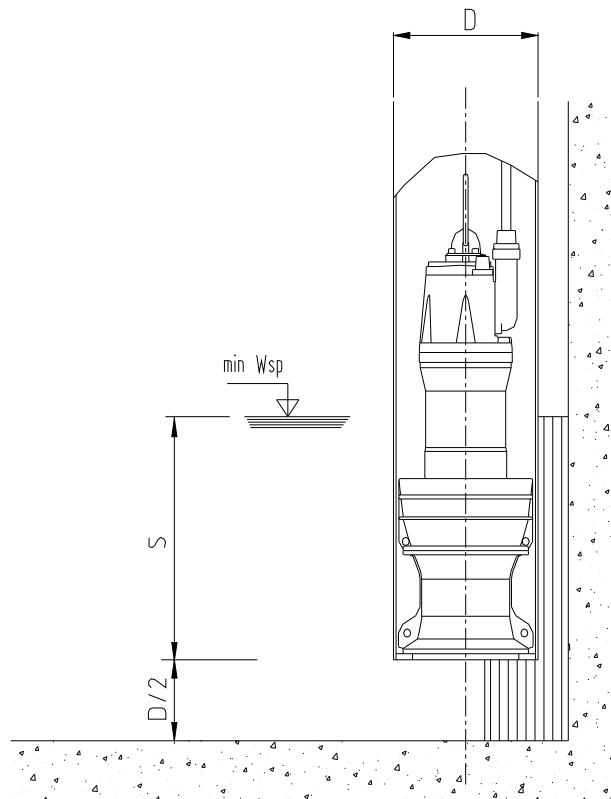
Die Ausführungen PS11 – PS13 sind am einfachsten zu bauen und daher oft die erste Möglichkeit, die berücksichtigt wird. Diese Ausführungen benötigen eine größere Eintauchtiefe und möglicherweise einen längeren Zulauf als die Varianten PS31, 32 und PS40. Die Gesamtkosten der Pumpstation können höher ausfallen.

- PS11:** Für Pumpstationen mit einer Pumpe und gerade Anströmung.
- PS12:** Für Pumpstationen mit mehreren Pumpen, unterschiedlichen Betriebsbedingungen und geringer asymmetrischer Anströmung.
- PS13:** Für Pumpstationen mit mehreren Pumpen, unterschiedlichen Betriebsbedingungen und asymmetrischer Anströmung.
- PS20:** Für Pumpstationen mit mehreren Pumpen, unterschiedlichen Betriebsbedingungen und asymmetrischer Anströmung.
Einbau im Betonschacht.
- PS31:** Für Pumpstationen mit mehreren Pumpen, unterschiedlichen Betriebsbedingungen und asymmetrischer Anströmung.
Stahlausführung.
- PS32:** Für Pumpstationen mit mehreren Pumpen, unterschiedlichen Betriebsbedingungen und asymmetrischer Anströmung.
Betonausführung.
- PS40:** Für Pumpstationen mit mehreren Pumpen, unterschiedlichen Betriebsbedingungen, asymmetrischer Anströmung und minimierter Eintauchtiefe.

Empfohlene Abmessungen

Ausführung PS11

Maß S siehe Seite 19



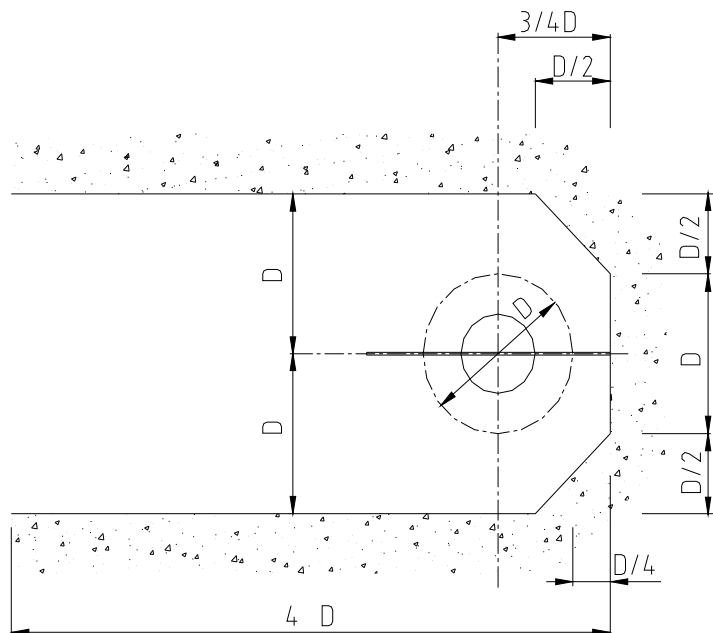
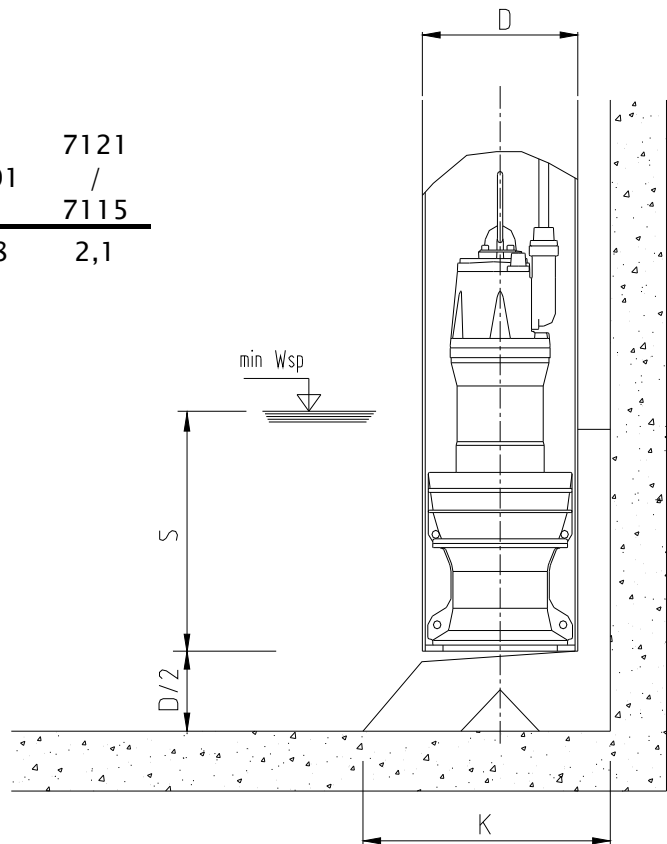
Empfohlene Abmessungen

Ausführung PS12

Maß S siehe Seite 19

Bau- größe	7050/ 7045	7061/ 7055	7081 / 7076	7101	7121 / 7115
K	1,05	1,2	1,5	1,8	2,1

Alle Maße in m



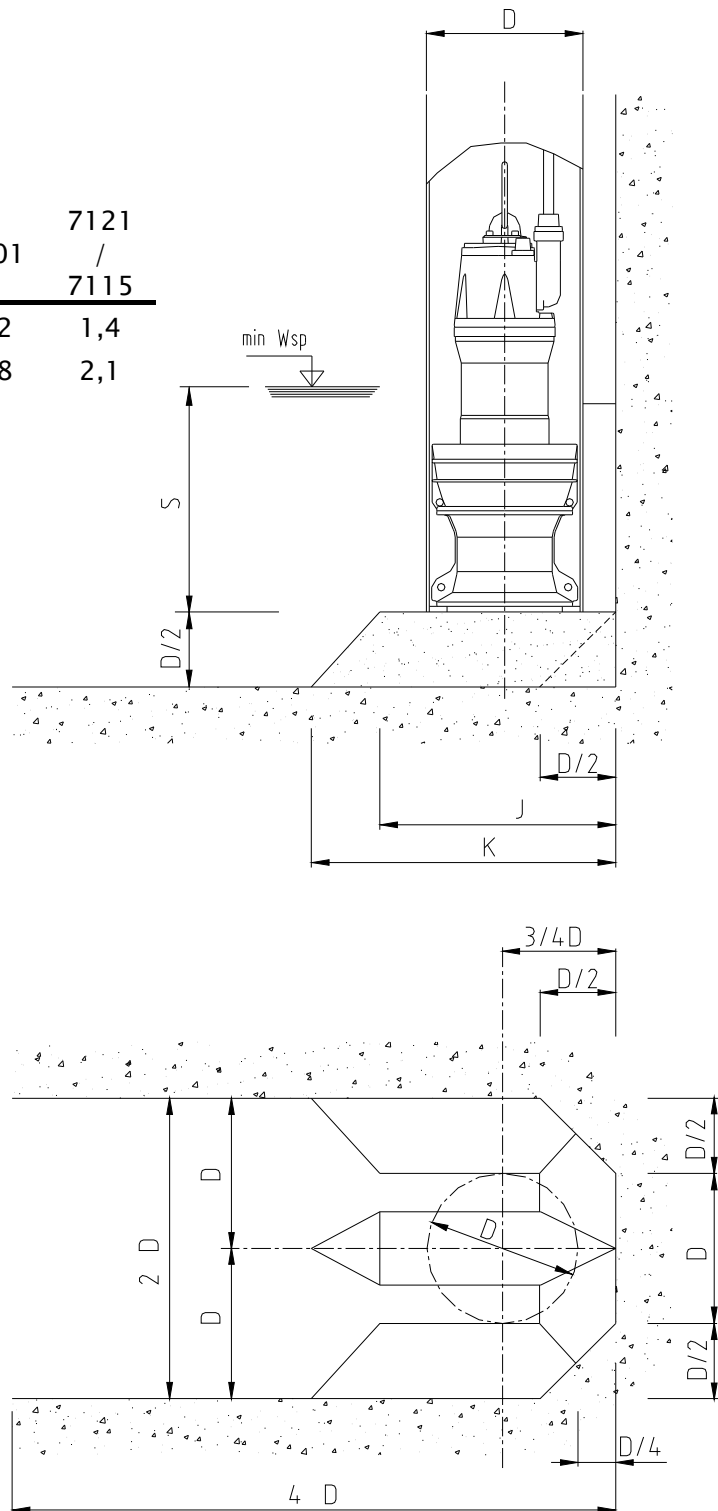
Empfohlene Abmessungen

Ausführung PS13

Maß S siehe Seite 19

Bau- größe	7050/ 7045	7061/ 7055	7081 / 7076	7101	7121 / 7115
J	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
K	1,05	1,2	1,5	1,8	2,1

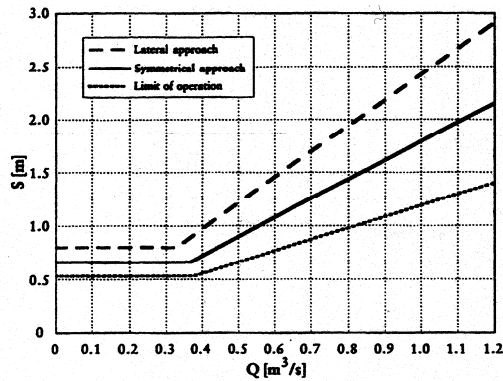
Alle Maße in m



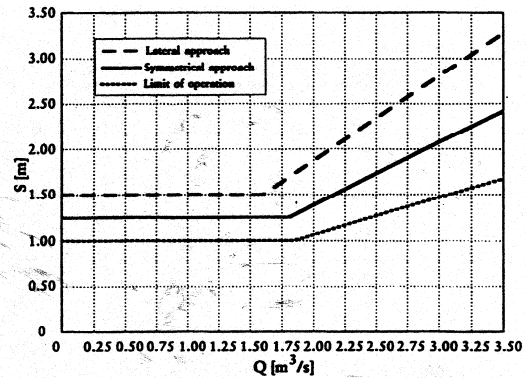
Mindestüberdeckung S (m)

Ausführung PS11 – PS13

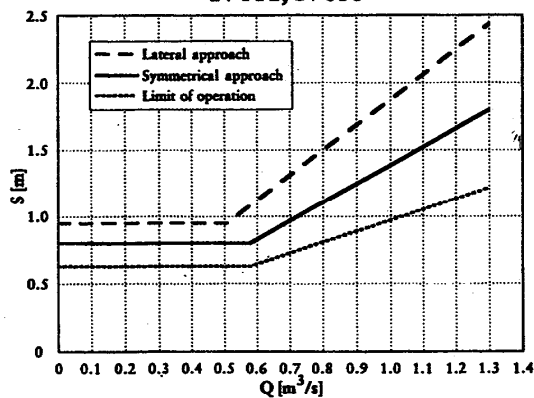
P7050, P7045



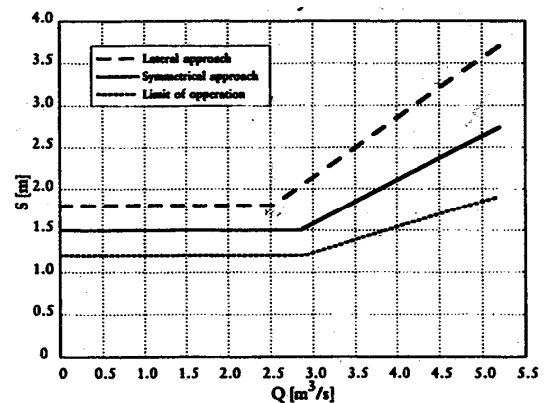
P7101



P7061, P7055

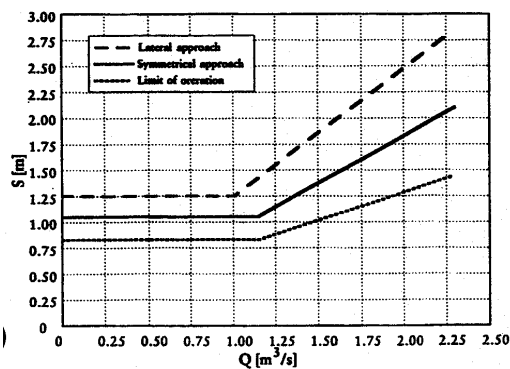


P7121, P7115



P7081, P7076

An



Mindestwasserstand nur für Anlagen
mit Betriebszeiten unter 500 Std. im
Jahr.

----- asymmetrische

----- symmetrische Anströmung

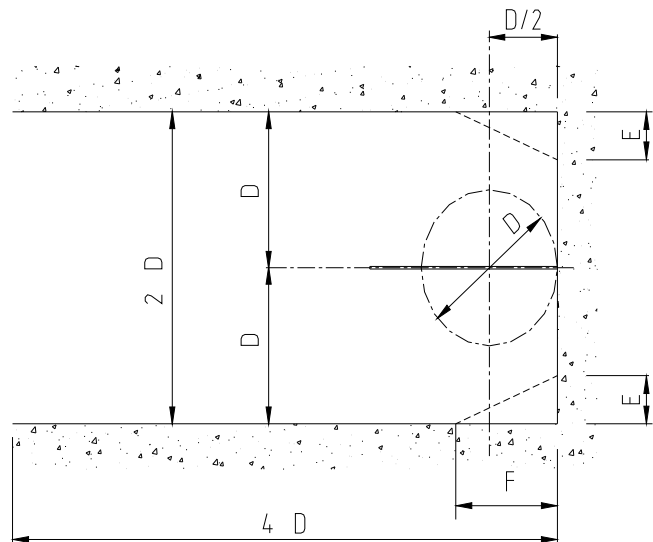
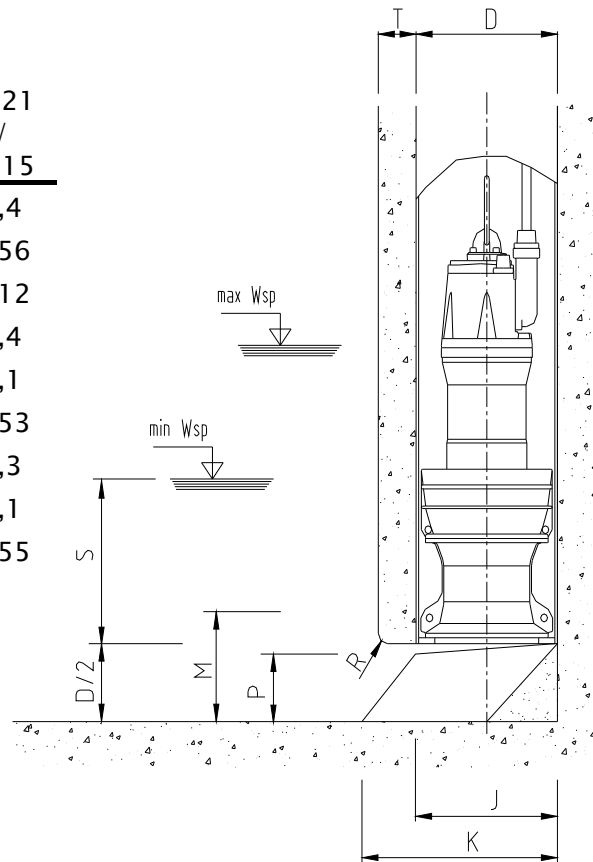
..... Mindestwasserstand

Empfohlene Abmessungen

Ausführung PS20

Bau- größe	7050/ 7045	7061 / 7055	7081 / 7076	7101	7121 / 7115
D	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
E	0,28	0,32	0,4	0,48	0,56
F	0,56	0,64	0,8	0,96	1,12
J	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
K	1,05	1,2	1,5	1,8	2,1
P	0,26	0,3	0,38	0,45	0,53
R	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3
S	1,05	1,2	1,5	1,8	2,1
T	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55

Alle Maße in m

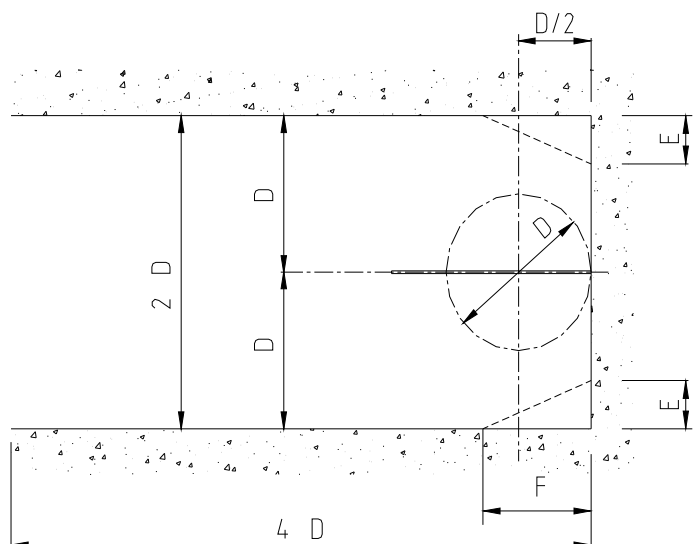
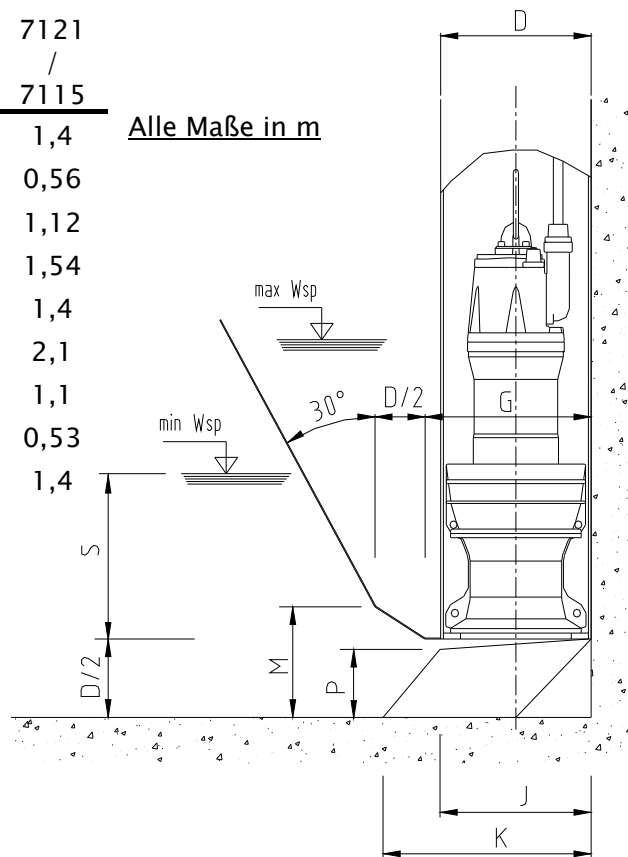


Empfohlene Abmessungen

Ausführung PS31

Bau- größe	7050/ 7045	7061/ 7055	7081 / 7076	7101	7121 / 7115
D	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
E	0,28	0,32	0,4	0,48	0,56
F	0,56	0,64	0,8	0,96	1,12
G	0,77	0,88	1,1	1,32	1,54
J	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
K	1,05	1,2	1,5	1,8	2,1
M	0,55	0,63	0,8	0,95	1,1
P	0,26	0,3	0,38	0,45	0,53
S	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4

Alle Maße in m

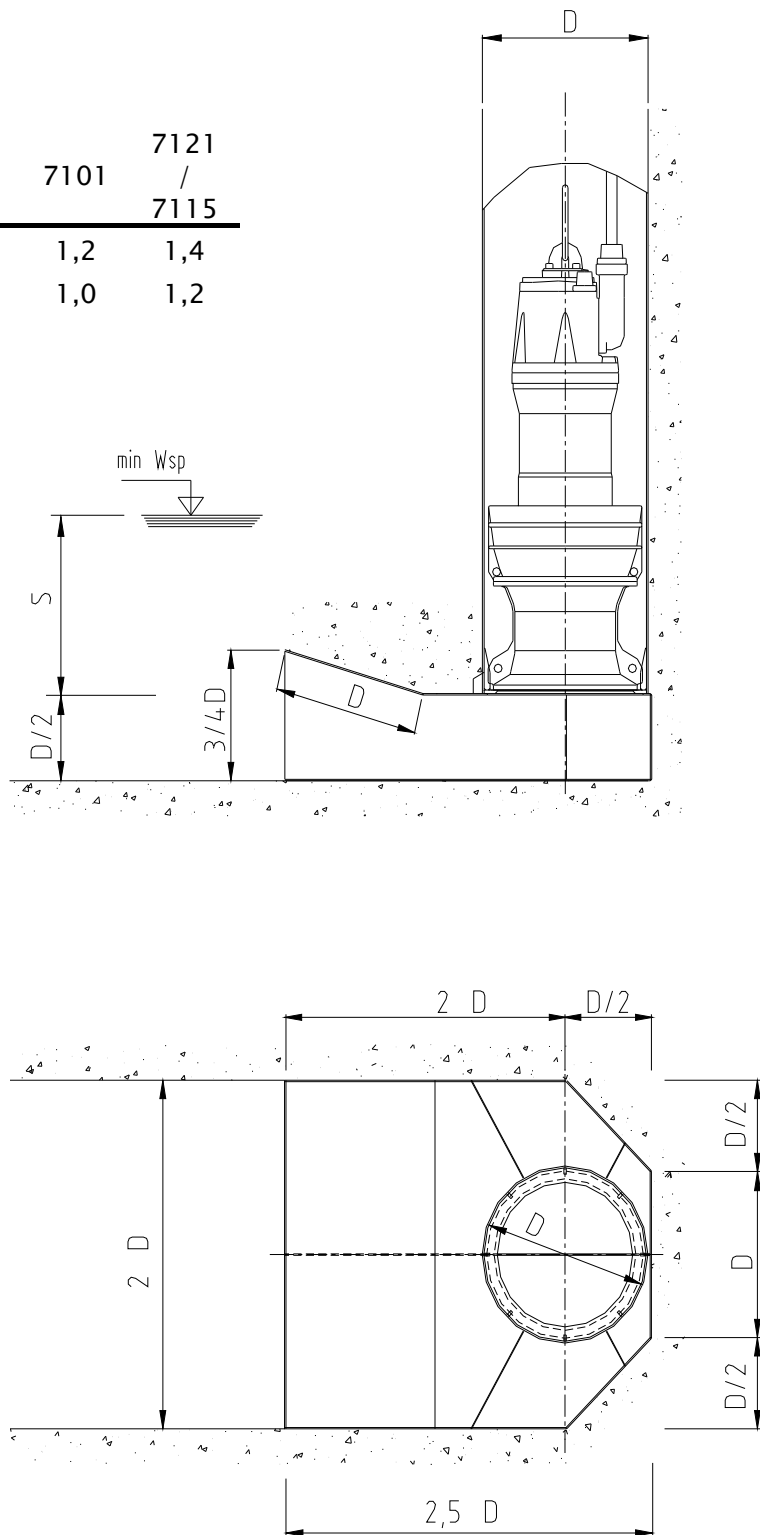


Empfohlene Abmessungen

Ausführung PS40

Bau- größe	7050/ 7045	7061/ 7055	7081 / 7076	7101	7121 / 7115
D	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
S	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2

Alle Maße in m



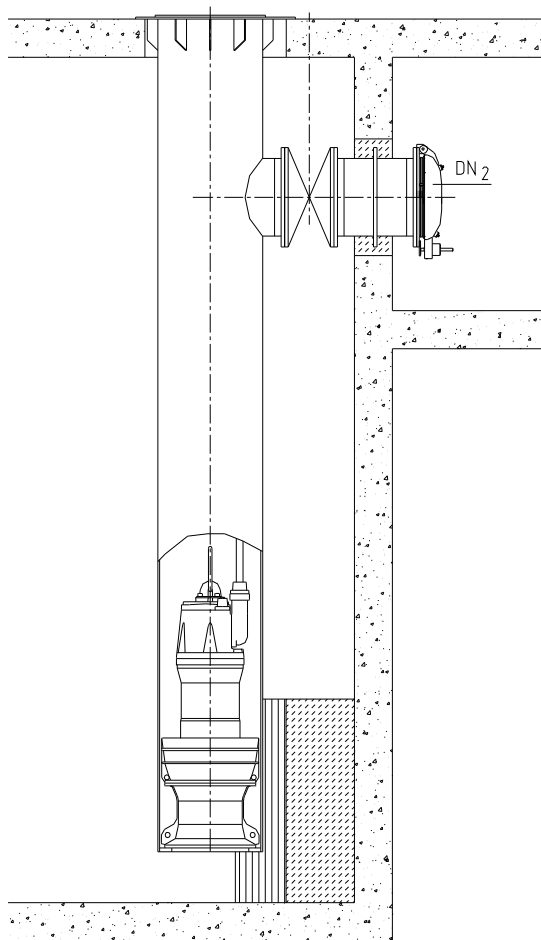
Druckverluste in Propellerpumpenanlagen sind vergleichsweise gering. Trotzdem sind exakte Voraussagen über die Druckverluste sowie die auftretenden geodätischen Höhenunterschiede entscheidend für die Auswahl der Pumpe. Propellerpumpen haben relativ steile Kennlinien. Ein Fehler in der Berechnung der Gesamtförderhöhe hat auch eine relativ große Abweichung im Förderstrom zu Folge.

Einbauvariante Bauform A + B: $H_{\text{man}} = H_{\text{geo}} + H_v$

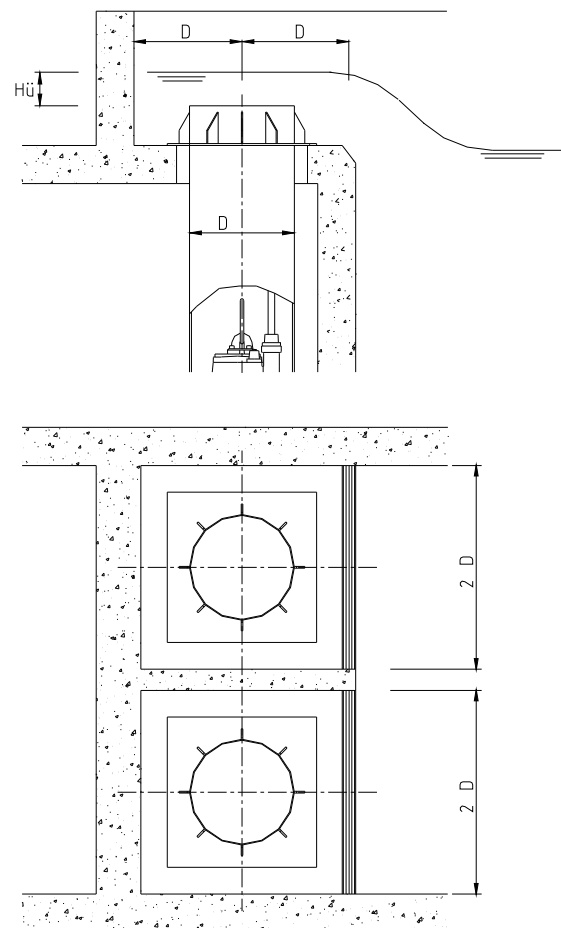
Der Austrittsdurchmesser DN2 sollte so gewählt werden, dass eine Strömungsgeschwindigkeit von 2 m/s, maximal 3 m/s, nicht überschritten wird.

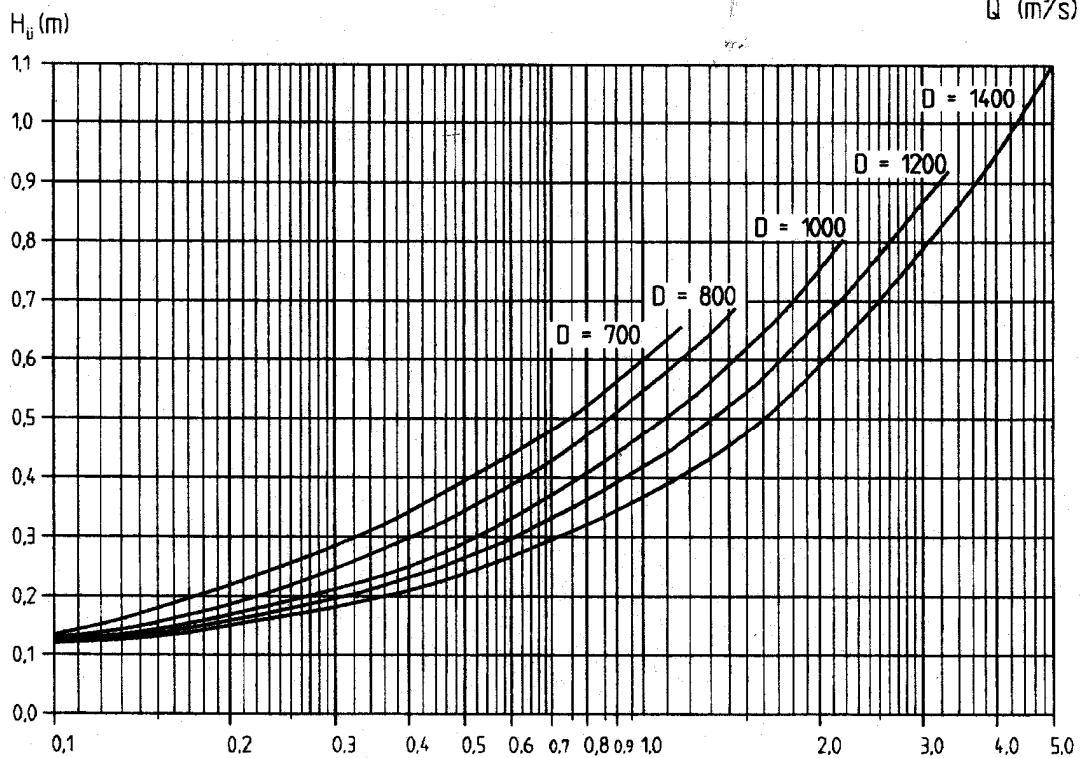
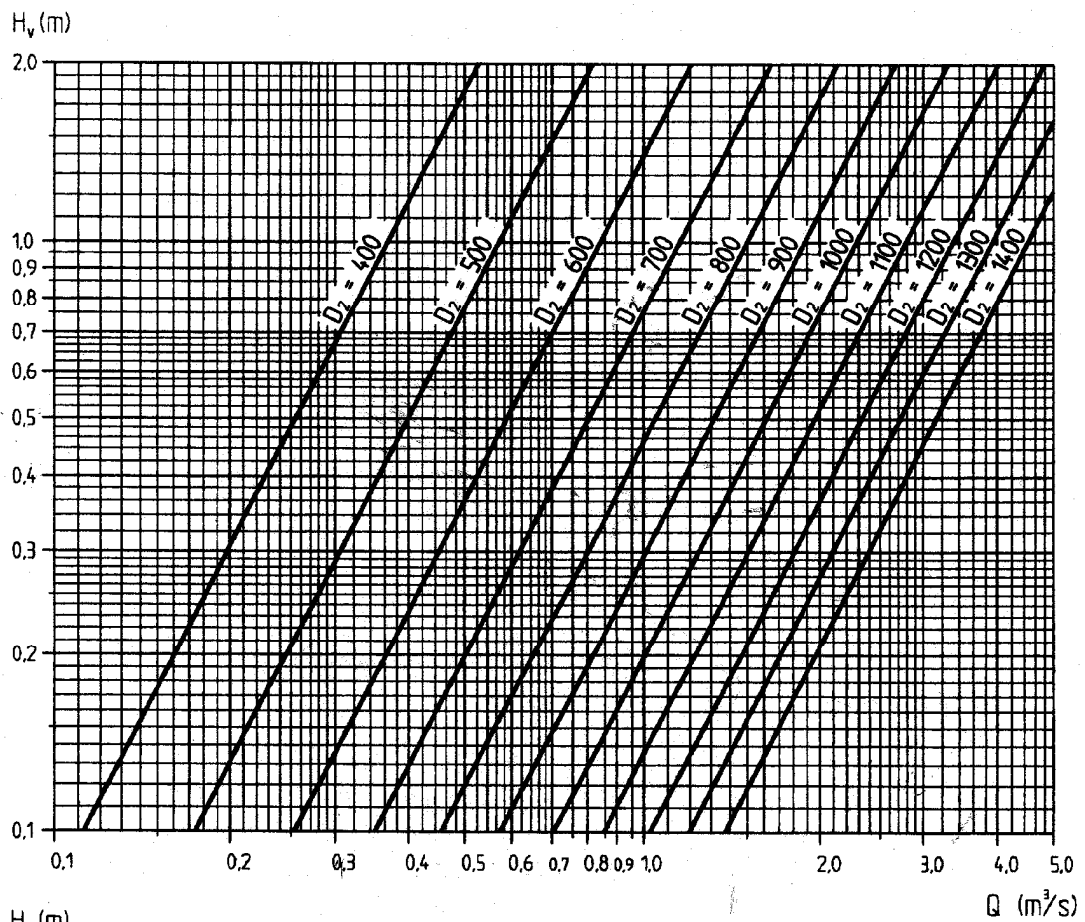
Einbauvariante Bauform C + D: $H_{\text{man}} = H_{\text{geo}} + H_v$

Einbauvariante A + B



Einbauvariante C + D





Berechnungsbeispiel

Als erste Information für die zu planende Pumpstation stehen die zu fördernde Wassermenge sowie die geodätisch zu überwindende Förderhöhe zu Verfügung. Um das Pumpwerk optimal und sicher betreiben zu können, sollen in unserem Beispiel zwei Betriebspumpen eingesetzt werden. Der Einbau soll gemäß Einbauvariante A2 erfolgen.

Gesamtförderstrom:	$Q_{\text{ges}} = 1800 \text{ l/s}$
Förderstrom je Pumpe:	$Q_p = 900 \text{ l/s}$
Max. Wasserspiegel druckseitig:	102,80
Min. Wasserspiegel saugseitig:	97,80
geodätische Förderhöhe:	$H_{\text{geo}} = 5,0 \text{ m}$
Nennweite des Druckstutzen:	$DN_2 = 700$, ergibt eine Strömungs- geschwindigkeit von 2,3 m/s
Druckverlust gemäß Diagramm:	$H_v = 0,62 \text{ m}$
Gesamtförderhöhe der Pumpe:	$H_{\text{man}} = H_{\text{geo}} + H_v = 5,0 + 0,62 = 5,62 \text{ m}$

Aus dem Auswahldiagramm/Kennfeld erhalten wir die Baugröße PL 7061. Die Nennweite des Einbaurohres ist 800 mm.

Die Zuströmung soll von der Seite erfolgen. Der Grundriss der Pumpstation wird dann gemäß den Angaben in der Bauwerksgestaltung etwa 5,4 x 6,8 m betragen. Als Hochwasserpumpwerk wird die Betriebszeit 500 Stunden pro Jahr nicht übersteigen, so dass die Mindestüberdeckung S (Ausschaltpunkt) gemäß Diagramm 0,9 m ergibt. Der Bodenabstand des Einbaurohres ist $D/2 = 400 \text{ mm}$.

Der Einschaltwasserstand errechnet sich aus der Grundfläche des Pumpensumpfes und der Schalthäufigkeit z der Pumpen. Obwohl die Tauchmotoren eine wesentlich höhere Schalthäufigkeit zulassen, rechnen wir in unserem Beispiel mit $z = 5$, um die Lebensdauer der Schalt- und Regeltechnik nicht einzuschränken. Die Anzahl n der Pumpen ist zwei. Die Grundfläche A des Pumpensumpfes beträgt ca. 37 m².

Das erforderliche Stauvolumen:

$$V_{\text{erf}} = \frac{Q_p \cdot 0,9}{z \cdot n} = \frac{900 \cdot 0,9}{5 \cdot 2} = 54 \text{ m}^3$$

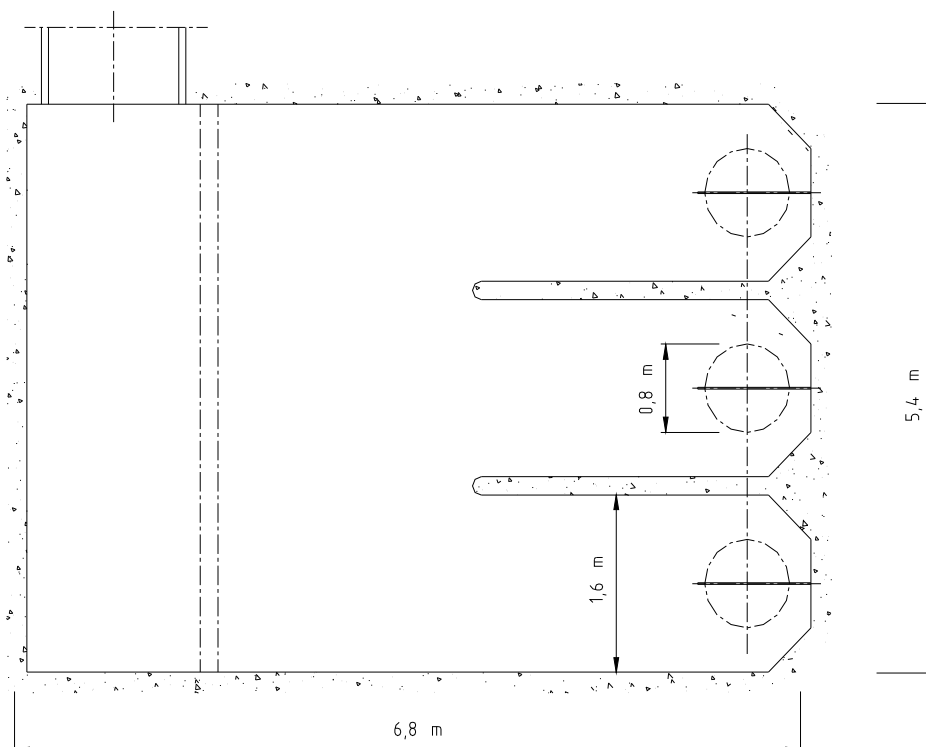
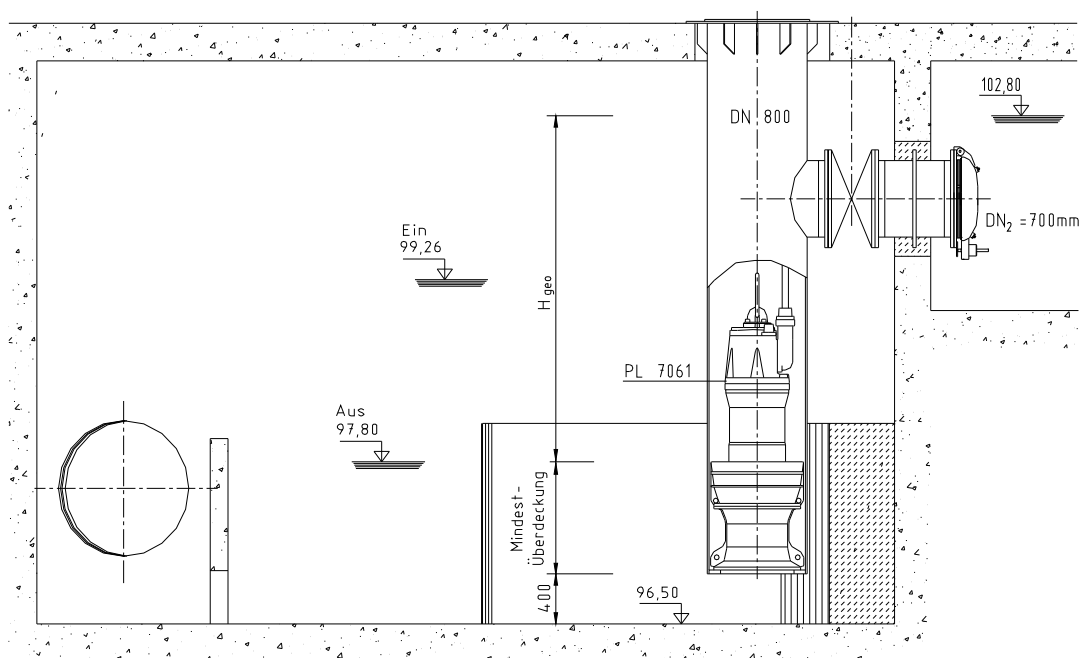
Die Wasserspiegeldifferenz:

$$h = \frac{V_{\text{er}}}{A} = \frac{54}{37} = 1,46 \text{ m}$$

Ausgehend von einem saugseitigen Wasserstand 7,8 (Ausschaltpunkt) ergibt sich ein Einschaltwasserspiegel von 9,65 (Ausschaltpunkt + h) und eine Sohlhöhe von 6,8 (Ausschaltpunkt - S - D/2). Die Pumpen sollten gestaffelt ein- und ausgeschaltet werden.

Zum Berechnungsbeispiel

Seite 26



Ausführungsbeispiele

Bild 1: Druckstutzenabgang, Einbau im Stahlrohrschacht

Bild 2: Überlaufausführung, Einbau im Betonschacht

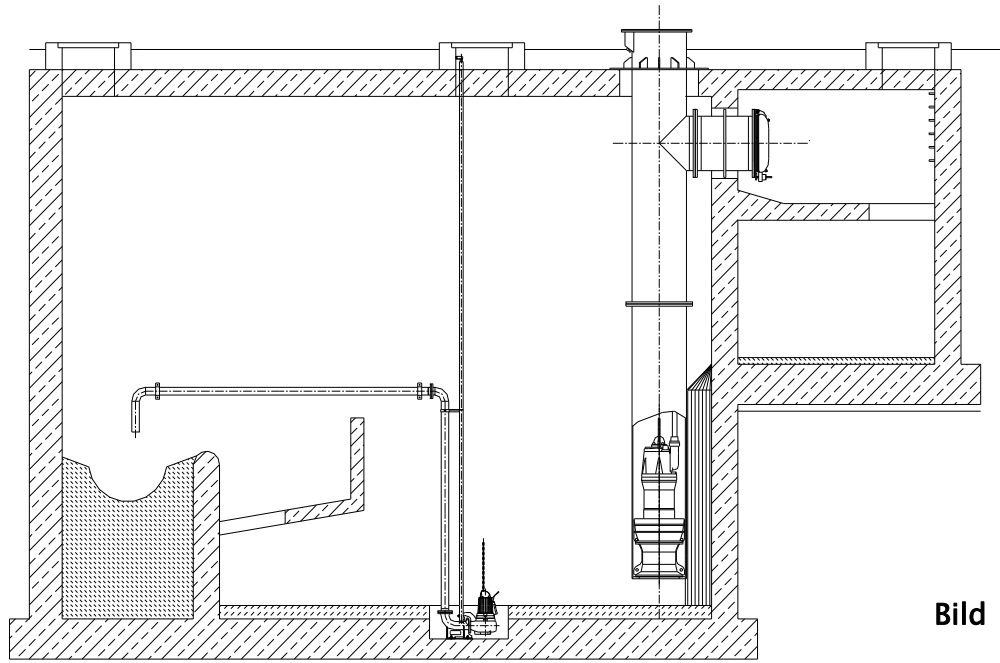


Bild 1

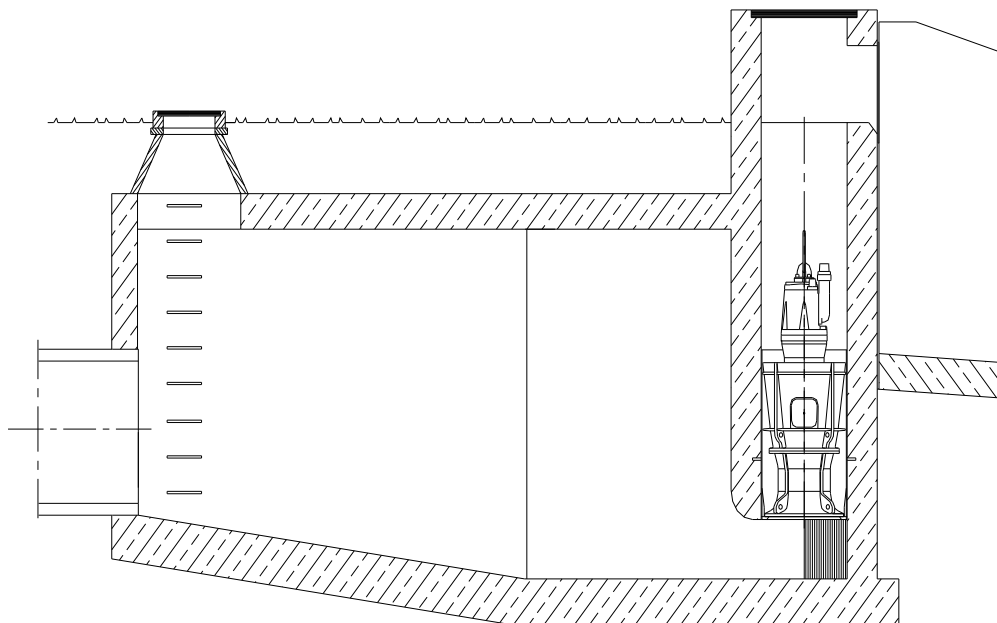


Bild 2

601042

Xylem Water Solutions Deutschland GmbH
Bayernstraße 11 • 30855 Langenhagen
Postfach 10 13 20 • 30834 Langenhagen
Telefon 0511 7800-0 • Telefax 0511 782893
www.xylemwatersolutions.com/de
E-Mail: info.de@xyleminc.com