

# Aufgabenstellung Teil I

## Sauerstoffversorgung der Belebungsstufe

| Aufgabe     | Punkte |
|-------------|--------|
| Aufgabe I.1 | 9      |
| Aufgabe I.2 | 6      |
| Aufgabe I.3 | 10     |
| Aufgabe I.4 | 15     |
| Summe       | 40     |

Bei Berechnungen ist der Lösungsweg anzugeben!!!

Prüf. Nr.: \_ \_ \_ \_ \_

(Vom Teilnehmer einzutragen!)

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Prüfer 1

\_\_\_\_\_  
Prüfer 2

Um mögliche Einsparpotentiale bei der Sauerstoffversorgung beurteilen zu können, sollen zunächst die vorhandenen Betriebswerte ermittelt werden und dann mögliche Kosteneinsparungen durch verschiedene betriebliche und verfahrenstechnische Maßnahmen nachgewiesen werden.

### **I.1**

Anhand der entsprechenden Mittelwerte sind die Gesamt-Schlammbelastung, das Gesamt-Schlammalter sowie der täglich erforderliche Sauerstoffeintrag anzugeben.

### **I.2**

Unter Beobachtung des  $\text{NH}_4\text{-N}$  Sollwerts am Ende der Nitrifikationszonen wird der  $\text{O}_2$ -Gehalt in diesen Beckenteilen schrittweise zurückgefahren. Welche jährliche Kostenersparnis errechnet sich bei der Reduzierung des  $\text{O}_2$ -Gehalts um 1 mg/l?

### **I.3**

Einen großen Anteil am Sauerstoffverbrauch bei der aeroben biologischen Abwasserreinigung macht die Grundatmung aus.

- a) Durch eine verfahrenstechnisch vertretbare Verringerung des Gesamt-Schlammalters auf 20 d bei sonst gleich bleibenden Betriebsverhältnissen nimmt auch der Sauerstoffverbrauch für die Grundatmung der Biomasse ab.  
Welche jährliche Kostenersparnis errechnet sich durch diese Veränderung?
- b) Über welchen Zeitraum muss bei einer max. Pumpenkapazität von 900 m<sup>3</sup>/d zusätzlicher Überschussschlamm abgezogen werden, damit das neue Gesamt-Schlammalter von 20 d in der Anlage erreicht wird?

#### **I.4**

Das langsame aber stetige Sich-Zusetzen von Belüftungseinrichtungen führt zu Verlusten beim Sauerstoffeintrag und kann nur durch erhöhten Energieaufwand ausgeglichen werden. Eine wesentliche, aber schwierige Aufgabe des Betriebs ist das Erkennen und Feststellen des Verstopfungsgrads.

- a) Die beiden Fotos (Anlage 4) zeigen Blasenbilder von Belebungsbecken mit verstopften und nicht verstopften Belüftungseinrichtungen. Die verschiedenen Zustände sind zu beschreiben und die Ursachen der unterschiedlichen Erscheinungsbilder zu erklären.  
Weshalb führen die beobachteten Veränderungen des Blasenbilds im verstopften Zustand zu einem erhöhten Energieaufwand für den erforderlichen Sauerstoffeintrag?
- b) Anhand des RI-Fließbilds (Anlage 5) ist zu erklären, welche Messungen an welcher Stelle und unter welchen Bedingungen durchzuführen sind, um den Umfang des langsamen Sich-Zusetzens der Belüftungseinrichtungen festzustellen und zu kontrollieren.
- c) Welche zusätzlichen jährlichen Energiekosten der Gebläse entstehen bei einem Druckanstieg im Belüftungssystem von 660 mbar auf 680 mbar bezogen auf den ursprünglichen Betriebszustand (Aufgabe I.1)?

# Aufgabenstellung Teil II

## Wartung von Gebläsen

|         | Punkte | erreichte Punkte |
|---------|--------|------------------|
| Aufgabe | 40     |                  |

Bei Berechnungen ist der Lösungsweg anzugeben!!!

Prüf. Nr.: \_ \_ \_ \_ \_

(Vom Teilnehmer einzutragen!)

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Prüfer 1

\_\_\_\_\_  
Prüfer 2

## (Angebote: Anlage 6)

Turnusgemäß ist eins der Drehkolbengebläse für die O<sub>2</sub>-Versorgung des Belebungsbeckens zu warten.

Es bestehen drei Möglichkeiten die Wartung durchzuführen bzw. durchführen zu lassen.

### **Variante A**

- Aus- und Einbau der Druckstufe durch eigenes Personal (60,-€/h)  
(1 Schlosser je 2 Std. und 1 Elektriker je ½ Std.)
- Transport der Druckstufe z.B. durch UPS zum Hersteller und zurück; je Weg 150,- €.
- pauschale Wartung durch den Hersteller gemäß **Angebot 1** dabei sind zusätzliche Kosten für Ersatz- und Verschleißteile gemäß **Angebot 2** zu berücksichtigen.

### **Variante B**

Wartung vor Ort durch 2 Monteure des Herstellers gemäß vollem **Angebot 2**; dabei sind auch die nicht im Angebot zusätzlich ausgewiesenen Personalkosten zu beachten.

### **Variante C**

Wartung durch qualifiziertes eigenes Personal (60,-€/h).  
Es wird ein 25% höherer Stundenaufwand angesetzt als der Hersteller für die Wartungsarbeiten geschätzt hat.  
Die Transportkosten der Ersatzteile werden mit 100,-€ veranschlagt.

Die drei Möglichkeiten sind zu vergleichen und dann eine begründete Entscheidung für eine Lösung zu treffen.

## Aufgabenstellung Teil III

### Optimierung der Pumpensteuerung

| Aufgabe       | Punkte | erreichte Punkte |
|---------------|--------|------------------|
| Aufgabe III.1 | 15     |                  |
| Aufgabe III.2 | 11     |                  |
| Aufgabe III.3 | 14     |                  |
| Summe         | 40     |                  |

Bei Berechnungen ist der Lösungsweg anzugeben!!!

Prüf. Nr.: \_\_\_\_\_

(Vom Teilnehmer einzutragen!)

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Prüfer 1

\_\_\_\_\_  
Prüfer 2

Ein Teilzufluss (vereinfachte Tagesganglinie siehe **Anlage 7**) zur Kläranlage Meisterberg wird in einem Zwischenpumpwerk im Kanalnetz mit zwei Kreiselpumpen des Typs: AFP 1546 (M90/4D) (technische Daten, Pumpen- und Anlagenkennlinien s. **Vorlage 1**) 4 m (geod. Höhe) hoch gefördert.

Da der zugehörige Pumpensumpf infolge der Intervallsteuerung oft verschlammt, sollen Sie untersuchen, ob es betrieblich bessere und kostengünstigere Lösungen gibt.

Folgende Varianten sind miteinander zu vergleichen:

- bisheriger Intervallbetrieb
- Pumpensteuerung mit Frequenz-Umrichtern
- Drosselung der Druckleitung durch Schiebersteuerung

### III.1

Mithilfe der Affinitätsgesetze und nachstehender Tabelle ist die entsprechende Pumpenkennlinie ( $n_x = 1115$  1/min) zu ermitteln und diese ins Diagramm (**Vorlage 1**) einzutragen.

Dabei ist die Förderhöhe des neuen Betriebspunkts anzugeben.

**Affinitätsgesetze:**  $Q_x = (n_x/n) Q$  ;  $H_x = (n_x/n)^2 H$

**Lösung:**

|             |       |    |    |    |     |     |
|-------------|-------|----|----|----|-----|-----|
| Q           | (l/s) | 50 |    | 70 | 100 | 120 |
| $n_x/n$     |       |    |    |    |     |     |
| $Q_x$       | (l/s) |    | 63 |    |     |     |
| H           | (m)   |    |    |    |     |     |
| $(n_x/n)^2$ |       |    |    |    |     |     |
| $H_x$       | (m)   |    |    |    |     |     |

### III.2

Mithilfe der nachstehenden Tabelle ist die entsprechende Rohrleitungskennlinie  $h_v$  zu ermitteln und diese ebenfalls ins Diagramm (**Vorlage 1**) einzutragen.

(Es müssen nicht alle Felder der Tabelle ausgefüllt werden!)

#### Lösung:

| Q                           | (l/s)                             | <b>63</b> | <b>70</b> | <b>50</b> | <b>30</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| v                           | (m/s)                             |           |           |           |           |
| $v^2$                       | (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ) |           |           |           |           |
| $v^2/2g$                    | (m)                               |           |           |           |           |
| f                           | --                                |           |           |           |           |
| $h_v = f \cdot v^2/2g$      | (m)                               |           |           |           |           |
| $H = h_{\text{geod}} + h_v$ | (m)                               | <b>10</b> |           |           |           |

### III.3

Welche der drei Varianten ist betrieblich und kostenmäßig die günstigste?

a) Für die drei nachfolgend genannten Betriebsvarianten

- bisheriger Intervallbetrieb
- Pumpensteuerung mit Frequenz-Umrichtern
- Drosselung der Druckleitung durch Schiebersteuerung

sind die jährlichen Stromkosten zu berechnen.

b) Die Entscheidung für eine Variante ist zu begründen.



## Aufgabenstellung Teil **IV**

### **Betriebliche Unterstützung von Kanalsanierungsarbeiten**

| <b>Aufgabe</b>      | <b>Punkte</b> | <b>erreichte<br/>Punkte</b> |
|---------------------|---------------|-----------------------------|
| Aufgabe <b>IV.1</b> | <b>33</b>     |                             |
| Aufgabe <b>IV.2</b> | <b>20</b>     |                             |
| Aufgabe <b>IV.3</b> | <b>7</b>      |                             |
| <b>Summe</b>        | <b>60</b>     |                             |

Bei Berechnungen ist der Lösungsweg anzugeben!!!

|                             |
|-----------------------------|
| <b>Prüf. Nr.:</b> _ _ _ _ _ |
|-----------------------------|

(Vom Teilnehmer einzutragen!)

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Prüfer 1

\_\_\_\_\_  
Prüfer 2

In den letzten Jahren wurden alle öffentlichen Kanäle im Stadtgebiet auf den baulichen Zustand untersucht.

Die Auswertungen haben ergeben, dass u.a. die Kanalhaltungen in der Zimmermannstr./Umstr. Schacht Nr. 1194 bis 1044 (**Anlage 10**) sanierungsbedürftig sind.

Die Schächte der Haltungen sind Regelschächte (DN 1000). An die Schächte sind die Rinneneinläufe der Straßenentwässerung angeschlossen. Da der Straßenverkehr so weit wie möglich ohne Störungen fließen soll, werden die Schäden der Haltungen mittels Schlauchlining behoben.

Aus Gründen von Kosteneinsparungen ist seitens des Kanalbetriebs ein Konzept für die Ableitung der Abwässer während der Renovierungsarbeiten in diesem Abschnitt zu entwickeln. Dieses soll Grundlage für die Ausschreibung und Vergabe sein.

Die Maßnahme ist in den Sommermonaten geplant, dennoch sind Gewitterregen nicht auszuschließen. Für die Anschlussnehmer darf sich die Abflusssituation während der Einbau- und Aushärtungszeit des Liners (8 Std. pro Haltung) nicht nachteilig verändern.

Das abgestimmte Lösungskonzept (Einbau, Installation und Betrieb von Überleitungsmaßnahmen, Pumpen usw.) wird vom Auftragnehmer umgesetzt. Die betrieblichen, verwaltungstechnischen und wasserrechtlichen Aufgaben verbleiben bei der Stadt (Auftraggeber).

Die Gebietsdaten sind in der **Anlage 8** zusammengestellt.

## IV.1

Es ist in allen wesentlichen Punkten stichwortartig ein geeignetes Konzept für eine gesicherte Abwasserableitung während der Renovierungsarbeiten zu entwerfen und zu beschreiben.

- a)
  - Welche vorbereitenden Maßnahmen sind seitens des Kanalbetriebs erforderlich?
  - Wie werden während der Einbau- und Aushärtungsphase des Schlauchliners die Abwässer der anliegenden Häuser entsorgt?
  - Wie wird der Abwasserabfluss auch im Regenwetterfall sichergestellt?
  - Welche Aufgaben entfallen dabei auf die Mitarbeiter des Kanalbetriebs?
- b) Aus welchen Einzelpunkten besteht die Durchführung des Konzeptes?
- c) Welche nachsorgenden Maßnahmen sind zu veranlassen?
- d) Der zeitliche Ablauf ist in wesentlichen Punkten in einem Gantt-Diagramm darzustellen (**Vorlage 2**).

## IV.2

Im Rahmen der vorbereitenden Maßnahmen sind die überzuleitenden und zu entsorgenden Abwasserabflüsse mit Hilfe der beigefügten Bemessungstabellen (**Anlage 9**) zu ermitteln.

- a) Welche maximale Leistungsfähigkeit hat der vorhandene Zulaufkanal von Schacht 1197-1194?
- b) Wie groß ist die Höhe des Trockenwetterzuflusses in der Haltung 1192-1191?
- c) Wie kann die anfallende Abwassermenge der anliegenden Häuser annähernd ermittelt werden?
- d) Wie groß ist das rechnerische maximale Retentionsvolumen im Zulaufkanal (Überschlagsberechnung)?  
Kann es als Pumpvorlage für den überzuleitenden Abwasserzufluss genutzt werden?

## IV.3

Auf welche rechtliche Norm kann Bezug genommen werden, wenn den Mitarbeitern des Kanalbetriebs bei der Vorbereitung und Durchführung der Maßnahme das Betreten von Grundstücken durch die Eigentümer verwehrt wird und dem Anschlussnehmer durch den kurzfristigen Abwasseraufstau ein Feuchtigkeitsschaden im Keller entstanden ist?

## **Sachverhalt**

### **Allgemeines**

Die Entwässerungsbetriebe der Stadt Meisterberg umfassen eine Kläranlage (Ausbaugröße: 90.000 E) und den entsprechenden Kanalbetrieb. Im Rahmen einer betrieblichen Optimierung sollen Einsparpotentiale auf ihre Durchführbarkeit, insbesondere auf ihre verfahrenstechnische Machbarkeit, den Umfang des Personaleinsatzes sowie auf ihre mögliche Kosteneinsparungen überprüft werden.

Die Überprüfung beinhaltet vier Schwerpunkte:

- I. Sauerstoffversorgung der Belebungsstufe
- II. Wartung von Gebläsen
- III. Optimierung der Pumpensteuerung
- IV. Betriebliche Unterstützung von Kanalsanierungsarbeiten

Alle erforderlichen Informationen über die KA sind den nachfolgenden Anlagen zu entnehmen

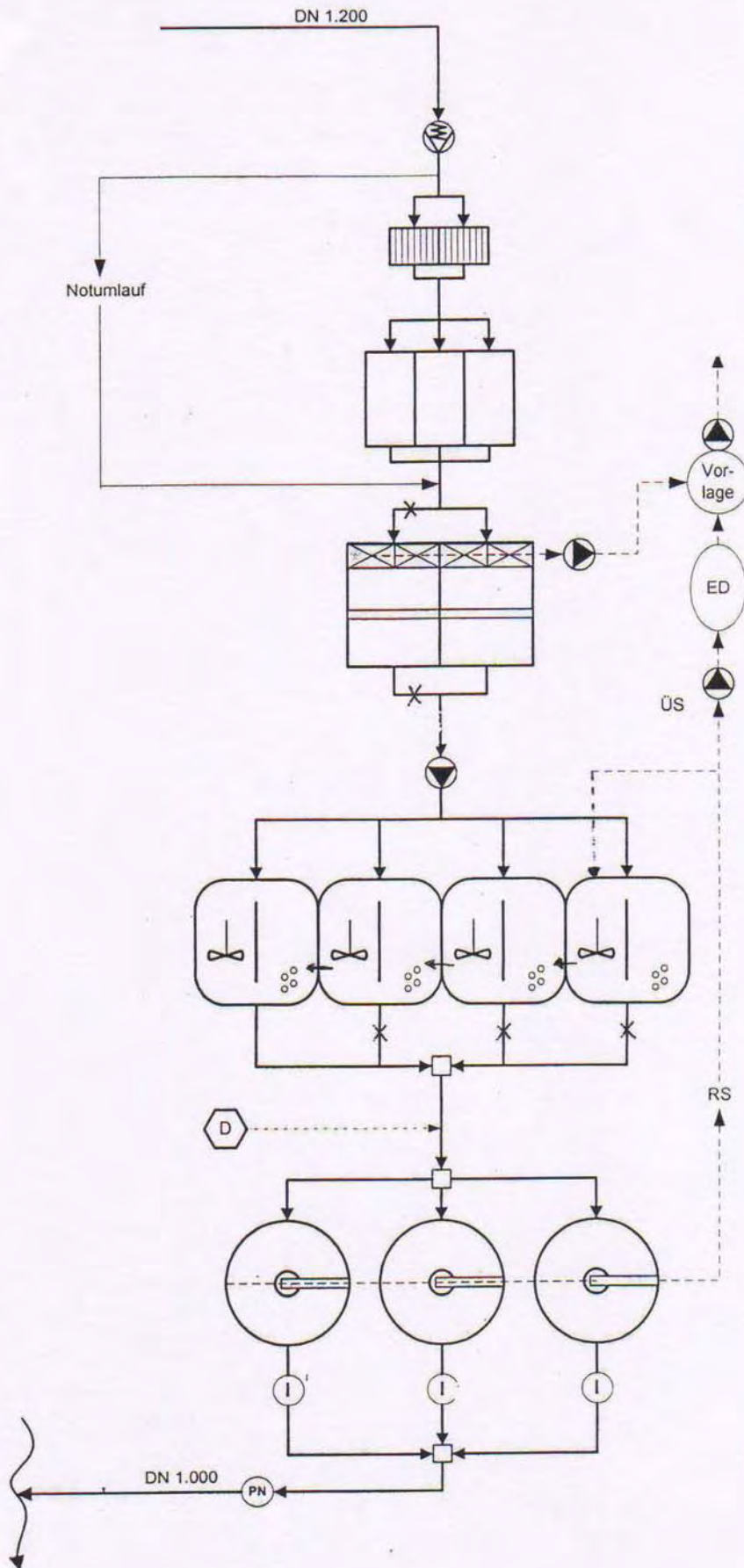
- Anlage 1** Fließschema KA Meisterberg  
**Anlage 2** Betriebsdaten und Sauerstoffeintrag  
**Anlage 3** Messdaten

Für die Bearbeitung der einzelnen Aufgaben stehen Ihnen außerdem diese weiteren Anlagen zur Verfügung.

- Anlage 4** Blasenbilder  
**Anlage 5** RI - Fließbild des Belüftungssystems  
**Anlage 6** Angebot 1 und Angebot 2 (insgesamt 5 Seiten)  
**Anlage 7** vereinfachte Tagesganglinie des Teilflusses zur KA  
**Anlage 8** Gebietsdaten (Kanal)  
**Anlage 9** Bemessungstabellen (Teil-/Vollfüllung, 2 Seiten)  
**Anlage 10** Kanalnetzplan

# Fließschema

## Anlage 1 Kläranlage Meisterberg



**Schneckenpumpwerk**  
3 \* 450 l/s (1 Reserve)

**Filterstufenrechen**  
2 - straßig  
Spaltweite : 5 mm

**Langsandfang**  
3 - straßig  
 $V = 440 \text{ m}^3$

**Vorklärbecken**  
2 - straßig  
 $V_{\text{ges.}} = 1.155 \text{ m}^3$   
 $A_{\text{ges.}} = 660 \text{ m}^2$

**Zentralpumpwerk**  
5 Rohrpumpen  
Zulauf 3 \* 450 l/s  
RS 2 \* 450 l/s

**Belebungsbecken**  
(feinblasige Druckbelüftung)  
4 - straßig  
 $V_{\text{ges.}} = 26.000 \text{ m}^3$   
 $A_{\text{ges.}} = 5.200 \text{ m}^2$

**Fällungsmittelstation**  
Natriumaluminat

**Nachklärbecken**  
3 - straßig  
 $V_{\text{ges.}} = 12.600 \text{ m}^3$   
 $A_{\text{ges.}} = 2.827 \text{ m}^2$

## Anlage 2

### Betriebsdaten:

$TS_{\text{gesamt}}$  (4 Becken) = 3,16 g/l;  $TS_{RS} = TS_{\ddot{U}S} = 5,76$  g/l;  $Q_{\ddot{U}S} = 600$  m<sup>3</sup>/d

$O_B = 2$  kg O<sub>2</sub>/kg BSB<sub>5</sub>;  $c_x = 2$  mg O<sub>2</sub>/l; OP: 2 kg O<sub>2</sub>/kWh

Energiepreis: 0,16 €/kWh

### Sauerstoffbedarf, Sauerstoffeintrag :

$$OV = O_B \times B_d$$

OV: Sauerstoffbedarf (kg O<sub>2</sub>/d)

$O_B$ : Sauerstofflast (kg O<sub>2</sub>/kg BSB<sub>5</sub>)

$B_d$ : BSB<sub>5</sub>–Tagesfracht (kg BSB<sub>5</sub>/d)

$$OC = c_s / (c_s - c_x) \times OV \quad c_s = 10 \text{ mg O}_2/\text{l}$$

OC: Sauerstoffeintrag (kg O<sub>2</sub>/d)

$c_s$ : Sauerstoffsättigungskonzentration (mg O<sub>2</sub>/l)

$c_x$ : aktuelle Sauerstoffkonzentration (mg O<sub>2</sub>/l)

$$OV_{\text{Grund}} = 0,1 \text{ TS}$$

OV: Sauerstoffbedarf der Grundatmung (kg O<sub>2</sub>/d)

0,1: Sauerstofffaktor (kg O<sub>2</sub>/(TS x d))

**Sauerstoffausnutzungsgrad beim Eintrag von Luftsauerstoff: 15 %**

**Sauerstoffgehalt der Luft: 280 g/m<sup>3</sup> Luft**

**Energieaufwand des Lufteintrags: 0,04 W/(m<sup>3</sup> Luft x mbar)**

## Messdaten der KA Meisterberg

( Konzentrationangaben alle in mg/l )

| <b>Ablauf KA</b>    | CSB | NH4-N | NO3-N | Nanorg | Pges | Q (m³/d) |
|---------------------|-----|-------|-------|--------|------|----------|
| Januar              | 12  | 0,11  | 2,35  | 2,46   | 0,36 | 18067    |
| Februar             | 14  | 0,91  | 1,26  | 2,17   | 0,51 | 16000    |
| März                | 14  | 0,72  | 1,55  | 2,27   | 0,49 | 18333    |
| April               | 13  | 1,02  | 2,40  | 3,42   | 0,47 | 17333    |
| Mai                 | 13  | 0,75  | 1,25  | 2,00   | 0,48 | 13467    |
| Juni                | 12  | 0,58  | 1,85  | 2,43   | 0,52 | 14267    |
| Juli                | 13  | 0,48  | 3,90  | 4,38   | 0,36 | 17400    |
| August              | 13  | 0,27  | 3,50  | 3,77   | 0,49 | 11267    |
| September           | 13  | 0,27  | 3,20  | 3,47   | 0,54 | 12667    |
| Oktober             | 14  | 0,29  | 4,00  | 4,29   | 0,48 | 14533    |
| November            | 13  | 0,31  | 3,30  | 3,61   | 0,54 | 14467    |
| Dezember            | 13  | 0,22  | 3,15  | 3,37   | 0,65 | 16133    |
| Mittelwert          | 13  | 0,49  | 2,64  | 3,14   | 0,49 | 15328    |
| Max                 | 14  | 1,02  | 1,26  | 2,00   | 0,65 | 18333    |
| Min                 | 12  | 0,11  | 4,00  | 4,38   | 0,36 | 11267    |
| <b>85- Perzent.</b> |     |       |       |        |      | 17700    |

| <b>Zulauf BB</b>    | CSB |
|---------------------|-----|
| Januar              | 357 |
| Februar             | 381 |
| März                | 261 |
| April               | 238 |
| Mai                 | 320 |
| Juni                | 350 |
| Juli                | 236 |
| August              | 318 |
| September           | 309 |
| Oktober             | 273 |
| November            | 300 |
| Dezember            | 309 |
| Mittelwert          | 304 |
| Max                 | 381 |
| Min                 | 236 |
| <b>85- Perzent.</b> |     |

Das CSB / BSB<sub>5</sub> -Verhältnis beträgt 2,5 : 1



# Blasenbilder



Bild A

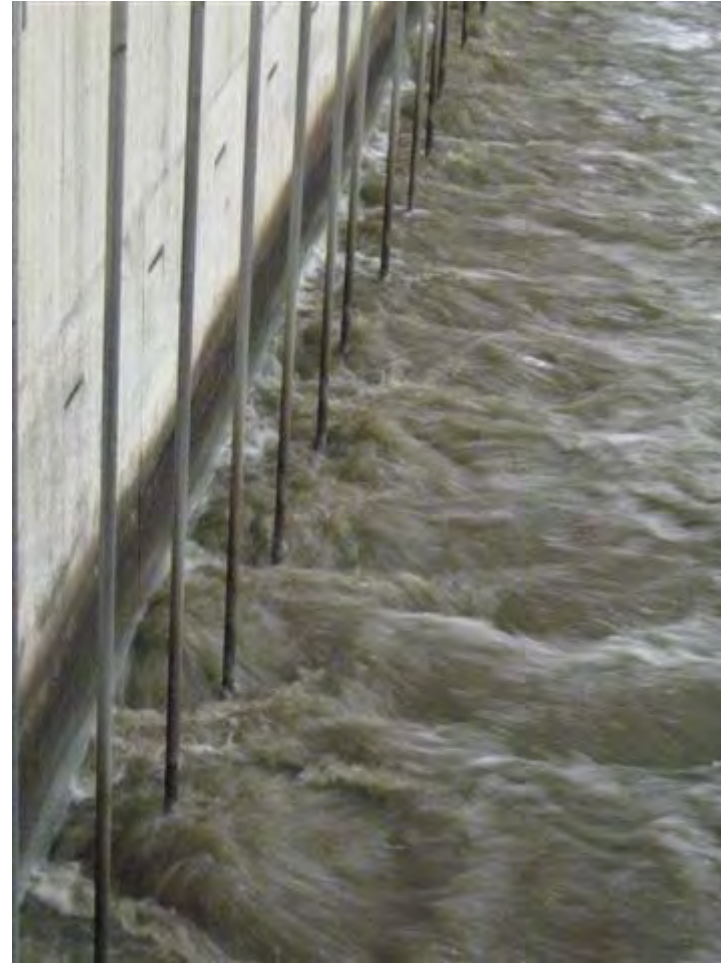
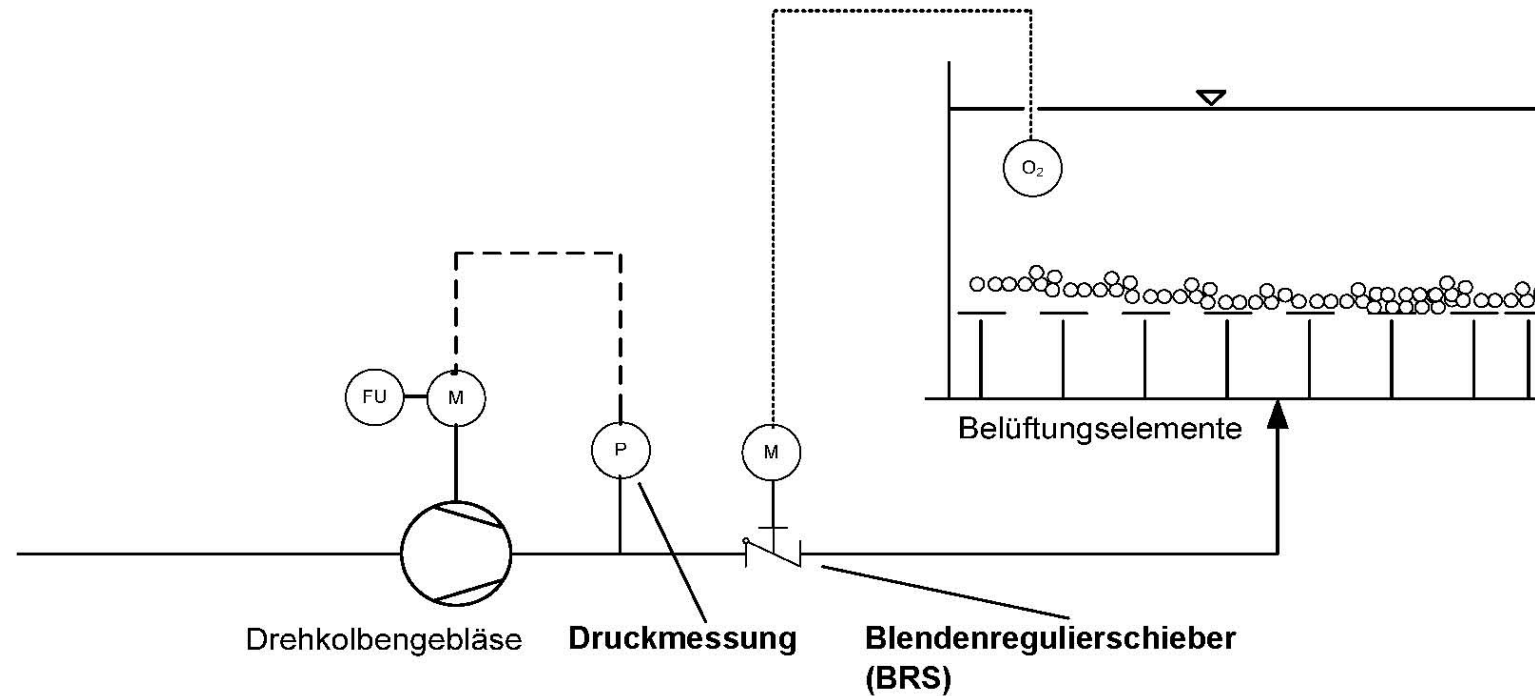


Bild B

# RI - Fließbild des Belüftungssystems

## Regelung der Sauerstoffzufuhr



### Funktionsbeschreibung:

Weicht der O<sub>2</sub> - Gehalt im BB vom Sollwert ab, wird der Blendenregulierschieber (BRS) gedrosselt bzw. geöffnet. Das bedeutet, dass der Druck in der Luftleitung zwischen Gebläse und BSR ansteigt bzw. fällt. Steigt der Druck wird die Motorfrequenz und somit die Gebläseleistung reduziert, nimmt der Druck ab, werden Motorfrequenz und Gebläseleistung erhöht.

Steigt der Druck im Gesamtsystem infolge der Verstopfung der Belüfter, fährt das Gebläse herunter. Um dennoch den O<sub>2</sub> -Sollwert zu erreichen, öffnet der BSR zum Ausgleich. Dies erfolgt bei fortschreitender Verstopfung bis zur maximalen Öffnung des BSR.

Sehr geehrter

wir bieten unter Berücksichtigung unserer allgemeinen Lieferbedingungen  
freibleibend an:

Reparatur im Werk Aerzen

### Angebot 1

Angebot Nr.

=====

Typ GM 50 L

FBNR

Zeichnung 1ZG-2542

Demontage-Untersuchung-Reinigung-Montage-Anstrich  
Achtung : Gewährleistung 6 Monate bzw. 18 Monate

incl. Lager, Abdichtungen und Kleinteile

|                                             |      |          |
|---------------------------------------------|------|----------|
| min. Reparatur mit 6 Monaten Gewährleistung | EURO | 2.000,00 |
|---------------------------------------------|------|----------|

|                                              |      |          |
|----------------------------------------------|------|----------|
| min. Reparatur mit 18 Monaten Gewährleistung | EURO | 2.580,00 |
|----------------------------------------------|------|----------|

Lieferzeit : z.Z. ca. 1-2 Wochennach Kostengenehmigung.

Preisstellung : netto ab Werk, ausschl. Verpackung/Fracht und MWST.

Preisgültigkeit : 3 Monate

Die genauen Reparaturkosten können wir erst nach der Demontage ermitteln,  
dieses kann den Reparaturpreis beeinflussen.

Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung und verbleiben,

mit freundlichen Grüßen

Sehr geehrter Herr

in Bezugnahme auf Ihre Anfrage vom

über unsere Abt. ASP/Herrn

senden wir Ihnen freibleibend unter Berücksichtigung unserer allgemeinen Liefer- und Personalentsendebedingungen das von Ihnen gewünschte Montage- und Ersatzteilangebot für die Revision der aufgeführten Maschine.

## Angebot 2

Angebot Nr.

Typ GM 50 L

FBNR

Zeichnung 12G-2542

| Menge  | Zeich.-<br>Pos. | Sachnr.   | Benennung                   | Gesamt<br>kg | Einzel<br>EUR | Gesamt<br>EUR |
|--------|-----------------|-----------|-----------------------------|--------------|---------------|---------------|
| 4,000  | 14              | 110410001 | Dichtbuchse                 | 2,928        | 33,60         | 134,40        |
| 4,000  | 18              | 110413001 | Ringhalter                  | 1,240        | 26,00         | 104,00        |
| 3,000  | 23              | 138643000 | Spritzblech                 | 0,660        | 20,50         | 61,50         |
| 1,000  | 24              | 154744000 | Spritzblech                 | 0,115        | 23,20         | 23,20         |
| 1,000  | 32              | 153827000 | Zylinderrollenlager         | 1,850        | 77,30         | 77,30         |
| 1,000  | 33              | 116457000 | Rillenkugellager            | 0,835        | 18,40         | 18,40         |
| 2,000  | 34              | 116424000 | Schräggugellager            | 2,600        | 57,80         | 115,60        |
| 2,000  | 37              | 116127000 | Nutmutter                   | 0,294        | 4,50          | 9,00          |
| 1,000  | 38              | 116128000 | Nutmutter                   | 0,181        | 5,60          | 5,60          |
| 4,000  | 39              | 116904000 | Runddichtring               | 0,012        | 1,40          | 5,60          |
| 2,000  | 40              | 153337000 | Radial-Wellendichtring      | 0,092        | 23,60         | 47,20         |
| 16,000 | 41              | 116827000 | Rechteckring                | 0,240        | 2,20          | 35,20         |
| 8,000  | 46              | 119215000 | Kugellagerausgleichsscheibe | 0,048        | 0,10          | 0,80          |
| 1,000  | 47              | 121827000 | Innenring                   | 0,220        | 15,30         | 15,30         |
| 2,000  | 49              | 164968000 | Ölstandanzeiger             | 0,070        | 18,30         | 36,60         |
| 2,000  | 50              | 115504000 | Verschlussschraube          | 0,252        | 2,90          | 5,80          |
| 2,000  | 52              | 115513000 | Verschlussschraube          | 0,134        | 1,60          | 3,20          |
| 2,000  | 53              | 118738000 | Dichtring                   | 0,002        | 0,30          | 0,60          |
| 2,000  | 55              | 119086000 | Dichtring                   | 0,004        | 0,10          | 0,20          |
| 1,000  | 71              | 116278000 | Passfeder                   | 0,109        | 1,30          | 1,30          |
| 2,000  | 81              | 118940000 | Kugellagerausgleichsscheibe | 0,010        | 1,30          | 2,60          |
| 2,000  |                 | 115123000 | Runddichtring               | 0,002        | 0,90          | 1,80          |
| 3,000  | Ltr.            | 160755002 | Mehrbereichsöl              | 2,658        | 6,90          | 20,70         |
| 4,000  |                 | 156320000 | Keilriemen                  | 2,056        | 31,50         | 126,00        |
| 1,000  |                 | 146565000 | Filtermatte                 | 1,500        | 30,50         | 30,50         |
| 20,000 |                 |           | Geschätzte Arbeitsstunden   |              | 71,50         | 1430,00       |

| Menge   | Zeich.-<br>Pos. | Sachnr. | Benennung                 | Gesamt<br>kg | Einzel<br>EUR | Gesamt<br>EUR |
|---------|-----------------|---------|---------------------------|--------------|---------------|---------------|
| 534,000 |                 |         | Geschätzte Reisekilometer |              | 0,82          | 437,88        |
|         |                 |         | Hin- und Rückweg          |              |               |               |
| 8,000   |                 |         | Geschätzte Reisetunden    |              | 71,50         | 572,00        |
|         |                 |         | Hin- und Rückweg          |              |               |               |
|         |                 |         |                           | 18,112       |               | 3322,28       |

Preisstellung für Serviceleistungen: netto, gemäß Personalentsende-  
bedingungen, gültig für

Preisstellung Ersatzteile : netto,  
ab Werk, ausschl. Verpackung und MwSt

Lieferzeit : z. Zt. ca. 2 Wochen nach Auftragseingang,  
Zwischenverkauf vorbehalten!

Preisgültigkeit : bis

Bitte beachten Sie, dass bei der Bestellung der Netto-Warenauftragswert  
mindestens 50,00 EURO betragen muss.

Zur Bestellung der Montage und Ersatzteile, sowie der Terminabsprache  
wenden Sie sich bitte an unsere Herren , unter der  
Telefon-Nr.

Bitte beachten Sie, dass wir die Revision nur nach Aufwand abrechnen  
können. Den voraussichtlichen Zeitaufwand je Maschine entnehmen Sie  
bitte dem Angebot. Die geschätzten Zeiten für die Revision beruhen auf  
der Grundlage, dass die Maschine leicht zugänglich ist. Alle Umstände,  
die die Dauer bzw. die Fortführung der Arbeiten beeinflussen sind nicht  
berücksichtigt. Hebezeuge und evtl. Hilfspersonal ist kundenseitig zu  
stellen.

Die Zeiten für die An- und Abreise, Vorbereitungs- und / oder

Rückmeldezeiten werden ebenso wie die Kosten für Auslösung und  
Übernachtung in Rechnung gestellt.

Voraussetzung für die Übernahme von Gewährleistungen bei  
Servicearbeiten ist die Verwendung von Original Aertzener - Ersatzteilen.

Wir hoffen, Ihnen mit vorstehenden Angaben gedient zu haben und  
stehen Ihnen bei eventuellen Rückfragen gerne zur weiteren Verfügung.

Mit freundlichem Gruß

# PERSONALENTSENDUNGSBEDINGUNGEN FÜR MONTAGEN UND INSTANDHALTUNG INLAND

gültig vom 01. Januar bis 31. Dezember

In Ergänzung zu unseren allgemeinen Lieferbedingungen gilt folgendes:

## 1. Kosten

Sofern nichts anderes schriftlich vereinbart wird, gelten nachstehende Verrechnungssätze:

### 1.1 Stundensätze

|       |                                                                               |     |              |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------|
| 1.1.1 | Für jede Arbeitsstunde an einem Werktag für den Richtmeister                  | EUR | 71,50 + MwSt |
| 1.1.2 | Zuschlag für Arbeiten an Prozessgasmaschinen (GR, GQ, VK, VR, VMY) pro Stunde | EUR | 9,40 + MwSt  |

- 1.1.3 Für jede Reise-, Wege- und Wartestunde gelten die gleichen Sätze wie für Arbeitsstunden, jedoch höchstens 12 Stunden je Kalendertag. Vorgenannte Sätze gelten für jede Arbeits- und Wartestunde der normalen Arbeitstage von Montag bis Freitag und z. Zt. 7,0 Stunden innerhalb der Zeit von 6.00 Uhr bis 20.00 Uhr bei einer wöchentlichen Arbeitszeit von z. Zt. 35 Stunden. Als Vorbereitungs- und Rückmeldezeit werden insgesamt 2 Stunden wie normale Arbeitszeit berechnet.

- 1.2 Die Reisekosten (einschl. Kosten des Transportes und der Transportversicherung des persönlichen Gepäcks und des mitgeführten und versandten Werkzeuges) werden gemäß unseren Auslagen in Rechnung gestellt.  
Zu den Reisekosten gehören auch die Kosten für die in die Montagezeit fallenden tariflichen Familienheimfahrten. Für Eisenbahnreisen wird die 2. Klasse, für Flugreisen die Touristenklasse gewählt. Beförderungskosten bei Flugreisen für Übergepäck, Werkzeuge und Ersatzteile werden zusätzlich berechnet.

Reist das Personal im firmeneigenen Pkw werden

- pro Kilometer

- bei Mitnahme von Ersatzteilen pauschal

in Rechnung gestellt. Die Kilometersätze sind vorsteuerentlastet.

EUR 0,82 + MwSt

EUR 50,00 + MwSt

Laut BMTV (Bundesmontagetarifvertrag) wird eine Reisegeschwindigkeit von 70 km/h zugrunde gelegt.

Bei einfachen Wegezeiten zwischen Wohnung und Arbeitsplatz von mehr als 1/2 Stunde werden diese als Arbeitszeit gewertet.

- 1.3 Fernauslösung (Unterkunft, Verpflegung, Taschengeld)

Für den Lebensunterhalt berechnen wir je Tag der Abwesenheit von Lieferwerk

EUR 44,00 + MwSt

Von diesen Sätzen entfallen:

- für Übernachtung 32% = ( 14,08 ) für Verpflegung 68% = ( 29,92 )

Falls der Betrag der Unterkunft am Einsatzort nicht ausreicht, behalten wir uns Änderungen vor, die unser Personal für eine angemessene Übernachtung nachgewiesenermaßen benötigt. Die Auslösung gilt auch für Sonnabende, Sonntage und Feiertage, an denen nicht gearbeitet wird.



**Personalentsendungsbedingungen für Montagen und Instandhaltung INLAND** gültig vom 01. Januar bis 31. Dezember

**1.4 Zuschläge**

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| Überstunden                           |      |
| Für die ersten drei Überstunden ..... | 25 % |
| Für jede weitere Überstunde .....     | 50 % |

|                                                                                        |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Nachtarbeitszuschläge                                                                  |      |
| als Nacharbeit gelten die Arbeitsstunden in der Zeit von 20.00 Uhr bis 06.00 Uhr ..... | 25 % |

**Sonnabends-, Sonntags- und Feiertagszuschläge**

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Für Arbeiten an Sonnabenden:      |      |
| Für die ersten drei Stunden ..... | 25 % |
| Für jede weitere Stunde .....     | 50 % |

|                                                 |      |
|-------------------------------------------------|------|
| Für Arbeiten an Sonntagen für jede Stunde ..... | 50 % |
|-------------------------------------------------|------|

|                                                                               |       |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Für Arbeiten an Feiertagen, die auf einen Sonnabend oder Sonntag fallen ..... | 100 % |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------|

|                                                                  |       |
|------------------------------------------------------------------|-------|
| Für Arbeiten an Feiertagen, die auf einen Wochentag fallen ..... | 140 % |
|------------------------------------------------------------------|-------|

Für Arbeiten am 1. Ostertag, 1. Pfingsttag und sofern folgende Feiertage auf einen Sonntag fallen:

|                                                                                                                             |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. Januar, 1. Mai, 3. Oktober, 1. und 2. Weihnachtstag, sowie für Arbeiten am 24. Dezember und 31. Dezember ab 16 Uhr ..... | 100 % |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|

Als arbeitsfreie Feiertage gelten alle offiziellen Feiertage am Einsatzort.

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| Erschwerniszuschläge                   |     |
| Hitze-, Schmutz- und Gaseinfluss ..... | 5 % |

|                                                                                                                  |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Arbeiten unter Tage, an Bord oder in strahlengefährdeten Bereichen, wo Schutzanzüge getragen werden müssen ..... | 15 % |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|

**Einsatz in Kernkraftwerken**

Bei Einsätzen in Kernkraftwerken und ähnlichen strahlengefährdeten Anlagen wird eine einmalige Personalkostenpauschale von **EUR 400,00 + MwSt** erhoben.

**2. Heimfahrten**

Das Personal hat nach einer vierwöchigen, ununterbrochenen Beschäftigungszeit am Einsatzort oder an Einsatzorten Anspruch auf eine Heimfahrt, sofern der Einsatzort mindestens 150 km vom Wohnort entfernt liegt.

**3. Definition**

Unter den Begriff "Instandhaltung" im Sinne dieser Bedingungen fallen

- die Wartung
- die Inspektion
- die Instandsetzung

sowie alle damit im Zusammenhang stehenden Leistungen und Lieferungen.

Wartung: Bewahrung des Soll-Zustandes

Inspektion: Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes mit dem Ziel frühzeitiger Erkennung erforderlicher Instandsetzungsmaßnahmen

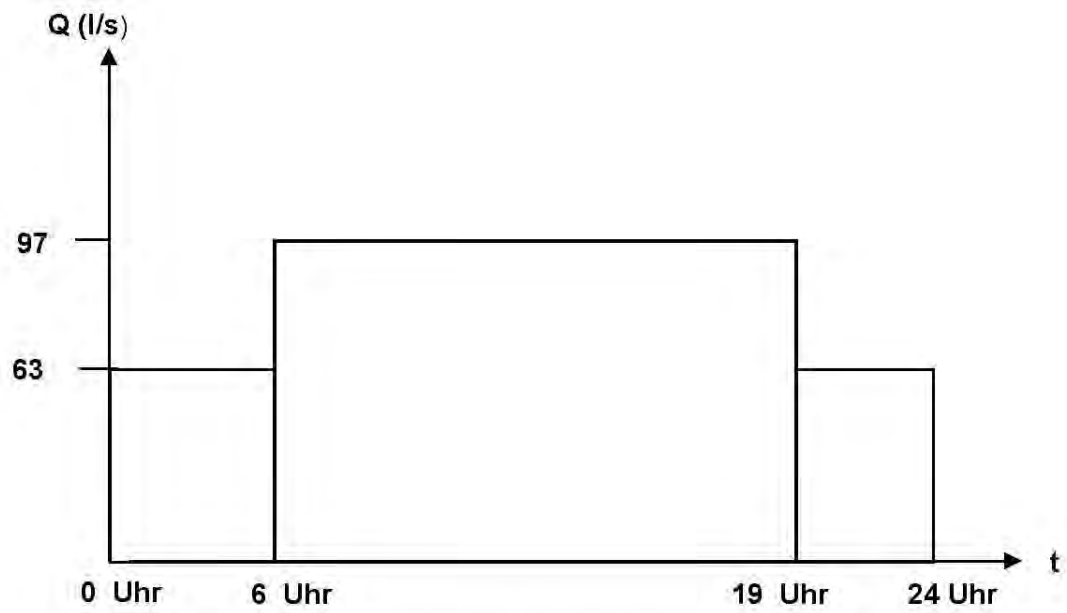
Instandsetzung: Wiederherstellung des Soll-Zustandes

**4. Vertragsschluss, Allgemeines**

- 4.1 Liegt eine unwidersprochene schriftliche Auftragsbestätigung vor, so ist diese für den Inhalt des Vertrages und den Umfang der Reparatur maßgebend.

- 4.2 Ist der Reparaturgegenstand nicht vom Auftragnehmer geliefert, so hat der Kunde auf bestehende gewerbliche Schutzrechte hinsichtlich des Gegenstandes hinzuweisen. Sofern den Auftragnehmer kein Verschulden trifft, stellt der Kunde den Auftragnehmer von evtl. Ansprüchen Dritter aus gewerblichen Schutzrechten frei.

## Anlage 7



vereinfachte Tagesganglinie des Teilzuflusses zur Kläranlage



| Anfangsschacht | Deckelhöhe | Sohlhöhe | Endschacht  | Deckelhöhe | Sohlhöhe | Länge | Profil vorh. | Niederschlags-<br>menge | Trockenwetter-<br>menge |
|----------------|------------|----------|-------------|------------|----------|-------|--------------|-------------------------|-------------------------|
|                | müNN       | müNN     |             | müNN       | müNN     | m     | mm           | l/s                     | l/s                     |
| <b>1197</b>    | 129,2      | 127,16   | <b>1196</b> | 129,29     | 126,95   | 41,87 | DN 300       | 30                      | 2                       |
| <b>1196</b>    | 129,29     | 126,95   | <b>1195</b> | 129,19     | 126,71   | 49,28 | DN 300       | 32,5                    | 2                       |
| <b>1195</b>    | 129,19     | 126,71   | <b>1194</b> | 129,47     | 126,46   | 49,35 | DN 300       | 35                      | 2                       |
| <b>1194</b>    | 129,47     | 126,46   | <b>1193</b> | 129,31     | 126,15   | 49,31 | DN 300       | 40                      | 2                       |
| <b>1193</b>    | 129,31     | 126,15   | <b>1192</b> | 129,42     | 125,94   | 45,67 | DN 300       | 42,5                    | 2                       |
| <b>1192</b>    | 129,42     | 125,94   | <b>1191</b> | 128,82     | 125,66   | 47,79 | DN 300       | 45                      | 2,2                     |
| <b>1191</b>    | 128,82     | 125,66   | <b>1046</b> | 127,68     | 124,81   | 28,92 | DN 300       | 47,5                    | 2,2                     |
| <b>1046</b>    | 127,68     | 124,81   | <b>1045</b> | 126,3      | 123,37   | 43,13 | DN 300       | 50                      | 2,2                     |
| <b>1045</b>    | 126,3      | 123,37   | <b>1044</b> | 124,54     | 120,39   | 43,78 | DN 300       | 52,5                    | 2,3                     |

Tabelle B.1: Teilfüllungswerte für Kreisquerschnitte in Abhängigkeit von  $Q_t/Q_v$ 

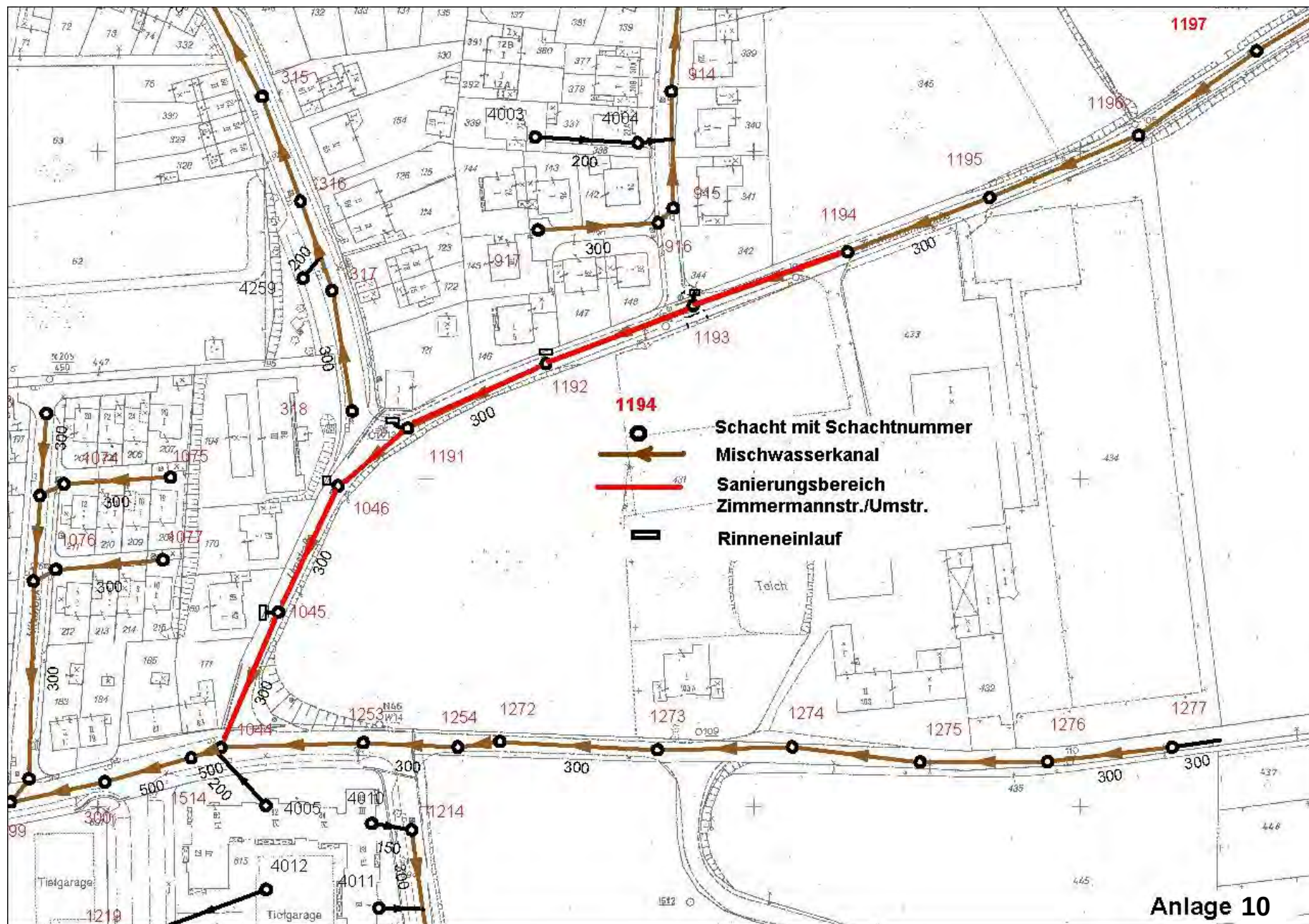
| $Q_t/Q_v$ | $v_t/v_v$ | $h/d$ | $A_t/A_v$ | $I_{u,t}/I_{u,v}$ | $r_{hy,t}/r_{hy,v}$ | $b_{W,t}/b_{Pr}$ | $Q_t/Q_v$ | $v_t/v_v$ | $h/d$ | $A_t/A_v$ | $I_{u,t}/I_{u,v}$ | $r_{hy,t}/r_{hy,v}$ | $b_{W,t}/b_{Pr}$ |
|-----------|-----------|-------|-----------|-------------------|---------------------|------------------|-----------|-----------|-------|-----------|-------------------|---------------------|------------------|
| 0.01      | 0.338     | 0.065 | 0.030     | 0.168             | 0.176               | 0.504            | 0.51      | 1.005     | 0.506 | 0.508     | 0.504             | 1.008               | 1.000            |
| 0.02      | 0.413     | 0.095 | 0.048     | 0.200             | 0.243               | 0.587            | 0.52      | 1.009     | 0.512 | 0.515     | 0.508             | 1.015               | 1.000            |
| 0.03      | 0.464     | 0.116 | 0.065     | 0.221             | 0.292               | 0.640            | 0.53      | 1.014     | 0.518 | 0.523     | 0.511             | 1.022               | 0.999            |
| 0.04      | 0.503     | 0.134 | 0.079     | 0.238             | 0.334               | 0.680            | 0.54      | 1.018     | 0.524 | 0.530     | 0.515             | 1.029               | 0.999            |
| 0.05      | 0.537     | 0.149 | 0.093     | 0.252             | 0.369               | 0.712            | 0.55      | 1.023     | 0.530 | 0.538     | 0.519             | 1.036               | 0.998            |
| 0.06      | 0.565     | 0.163 | 0.106     | 0.265             | 0.401               | 0.739            | 0.56      | 1.027     | 0.536 | 0.545     | 0.523             | 1.043               | 0.997            |
| 0.07      | 0.590     | 0.176 | 0.119     | 0.276             | 0.430               | 0.762            | 0.57      | 1.031     | 0.542 | 0.553     | 0.526             | 1.050               | 0.997            |
| 0.08      | 0.613     | 0.188 | 0.131     | 0.286             | 0.457               | 0.782            | 0.58      | 1.035     | 0.547 | 0.560     | 0.530             | 1.057               | 0.995            |
| 0.09      | 0.633     | 0.200 | 0.142     | 0.295             | 0.482               | 0.800            | 0.59      | 1.039     | 0.553 | 0.568     | 0.534             | 1.063               | 0.994            |
| 0.10      | 0.652     | 0.211 | 0.153     | 0.304             | 0.505               | 0.815            | 0.60      | 1.043     | 0.559 | 0.575     | 0.538             | 1.070               | 0.995            |
| 0.11      | 0.670     | 0.221 | 0.164     | 0.312             | 0.527               | 0.830            | 0.61      | 1.047     | 0.565 | 0.583     | 0.542             | 1.076               | 0.991            |
| 0.12      | 0.686     | 0.231 | 0.175     | 0.319             | 0.548               | 0.843            | 0.62      | 1.051     | 0.571 | 0.590     | 0.545             | 1.082               | 0.990            |
| 0.13      | 0.702     | 0.241 | 0.185     | 0.326             | 0.567               | 0.855            | 0.63      | 1.054     | 0.577 | 0.598     | 0.549             | 1.088               | 0.988            |
| 0.14      | 0.716     | 0.250 | 0.195     | 0.333             | 0.580               | 0.866            | 0.64      | 1.058     | 0.583 | 0.605     | 0.553             | 1.094               | 0.986            |
| 0.15      | 0.730     | 0.259 | 0.205     | 0.340             | 0.604               | 0.876            | 0.65      | 1.061     | 0.589 | 0.612     | 0.557             | 1.100               | 0.984            |
| 0.16      | 0.743     | 0.268 | 0.215     | 0.346             | 0.622               | 0.886            | 0.66      | 1.065     | 0.595 | 0.620     | 0.561             | 1.106               | 0.982            |
| 0.17      | 0.756     | 0.276 | 0.225     | 0.352             | 0.639               | 0.894            | 0.67      | 1.068     | 0.601 | 0.627     | 0.565             | 1.111               | 0.980            |
| 0.18      | 0.767     | 0.285 | 0.235     | 0.358             | 0.655               | 0.903            | 0.68      | 1.071     | 0.607 | 0.635     | 0.568             | 1.117               | 0.977            |
| 0.19      | 0.779     | 0.293 | 0.244     | 0.364             | 0.670               | 0.910            | 0.69      | 1.075     | 0.613 | 0.642     | 0.572             | 1.122               | 0.974            |
| 0.20      | 0.790     | 0.301 | 0.253     | 0.370             | 0.685               | 0.917            | 0.70      | 1.078     | 0.619 | 0.650     | 0.576             | 1.127               | 0.971            |
| 0.21      | 0.800     | 0.309 | 0.262     | 0.375             | 0.700               | 0.924            | 0.71      | 1.081     | 0.625 | 0.657     | 0.580             | 1.132               | 0.968            |
| 0.22      | 0.810     | 0.316 | 0.272     | 0.380             | 0.714               | 0.930            | 0.72      | 1.084     | 0.631 | 0.664     | 0.584             | 1.137               | 0.965            |
| 0.23      | 0.820     | 0.324 | 0.281     | 0.385             | 0.728               | 0.936            | 0.73      | 1.087     | 0.637 | 0.672     | 0.588             | 1.142               | 0.962            |
| 0.24      | 0.829     | 0.331 | 0.289     | 0.390             | 0.741               | 0.941            | 0.74      | 1.090     | 0.643 | 0.679     | 0.592             | 1.147               | 0.958            |
| 0.25      | 0.838     | 0.339 | 0.298     | 0.395             | 0.754               | 0.947            | 0.75      | 1.092     | 0.649 | 0.687     | 0.596             | 1.152               | 0.955            |
| 0.26      | 0.847     | 0.346 | 0.307     | 0.400             | 0.767               | 0.951            | 0.76      | 1.095     | 0.655 | 0.694     | 0.600             | 1.156               | 0.951            |
| 0.27      | 0.856     | 0.353 | 0.316     | 0.405             | 0.779               | 0.956            | 0.77      | 1.098     | 0.661 | 0.702     | 0.604             | 1.161               | 0.947            |
| 0.28      | 0.864     | 0.360 | 0.324     | 0.410             | 0.791               | 0.960            | 0.78      | 1.100     | 0.667 | 0.709     | 0.609             | 1.165               | 0.942            |
| 0.29      | 0.872     | 0.367 | 0.333     | 0.414             | 0.803               | 0.964            | 0.79      | 1.103     | 0.674 | 0.717     | 0.613             | 1.169               | 0.938            |
| 0.30      | 0.880     | 0.374 | 0.341     | 0.419             | 0.814               | 0.968            | 0.80      | 1.105     | 0.680 | 0.724     | 0.617             | 1.173               | 0.933            |
| 0.31      | 0.887     | 0.381 | 0.349     | 0.423             | 0.826               | 0.971            | 0.81      | 1.107     | 0.686 | 0.732     | 0.622             | 1.177               | 0.928            |
| 0.32      | 0.894     | 0.387 | 0.358     | 0.428             | 0.837               | 0.974            | 0.82      | 1.109     | 0.693 | 0.739     | 0.626             | 1.181               | 0.923            |
| 0.33      | 0.902     | 0.394 | 0.366     | 0.432             | 0.847               | 0.977            | 0.83      | 1.112     | 0.699 | 0.747     | 0.630             | 1.184               | 0.917            |
| 0.34      | 0.909     | 0.401 | 0.374     | 0.436             | 0.858               | 0.980            | 0.84      | 1.114     | 0.706 | 0.754     | 0.635             | 1.188               | 0.911            |
| 0.35      | 0.915     | 0.407 | 0.382     | 0.440             | 0.868               | 0.983            | 0.85      | 1.116     | 0.712 | 0.762     | 0.640             | 1.191               | 0.905            |
| 0.36      | 0.922     | 0.414 | 0.390     | 0.445             | 0.878               | 0.985            | 0.86      | 1.117     | 0.719 | 0.770     | 0.644             | 1.194               | 0.899            |
| 0.37      | 0.928     | 0.420 | 0.399     | 0.449             | 0.888               | 0.987            | 0.87      | 1.119     | 0.726 | 0.777     | 0.649             | 1.198               | 0.892            |
| 0.38      | 0.935     | 0.426 | 0.407     | 0.453             | 0.898               | 0.989            | 0.88      | 1.121     | 0.733 | 0.785     | 0.654             | 1.200               | 0.885            |
| 0.39      | 0.941     | 0.433 | 0.415     | 0.457             | 0.907               | 0.991            | 0.89      | 1.123     | 0.740 | 0.793     | 0.659             | 1.203               | 0.878            |
| 0.40      | 0.947     | 0.439 | 0.422     | 0.461             | 0.916               | 0.993            | 0.90      | 1.124     | 0.747 | 0.801     | 0.664             | 1.206               | 0.870            |
| 0.41      | 0.953     | 0.445 | 0.430     | 0.465             | 0.925               | 0.994            | 0.91      | 1.125     | 0.754 | 0.809     | 0.669             | 1.208               | 0.862            |
| 0.42      | 0.958     | 0.451 | 0.438     | 0.469             | 0.934               | 0.995            | 0.92      | 1.127     | 0.761 | 0.817     | 0.675             | 1.210               | 0.853            |
| 0.43      | 0.964     | 0.458 | 0.446     | 0.473             | 0.943               | 0.996            | 0.93      | 1.128     | 0.769 | 0.825     | 0.681             | 1.212               | 0.843            |
| 0.44      | 0.970     | 0.464 | 0.454     | 0.477             | 0.952               | 0.997            | 0.94      | 1.129     | 0.776 | 0.833     | 0.686             | 1.214               | 0.834            |
| 0.45      | 0.975     | 0.470 | 0.462     | 0.481             | 0.960               | 0.998            | 0.95      | 1.129     | 0.784 | 0.841     | 0.692             | 1.215               | 0.823            |
| 0.46      | 0.980     | 0.476 | 0.469     | 0.485             | 0.968               | 0.999            | 0.96      | 1.130     | 0.792 | 0.850     | 0.699             | 1.216               | 0.812            |
| 0.47      | 0.985     | 0.482 | 0.477     | 0.489             | 0.977               | 0.999            | 0.97      | 1.130     | 0.800 | 0.858     | 0.705             | 1.217               | 0.799            |
| 0.48      | 0.990     | 0.488 | 0.485     | 0.492             | 0.984               | 1.000            | 0.98      | 1.131     | 0.809 | 0.867     | 0.712             | 1.217               | 0.786            |
| 0.49      | 0.995     | 0.494 | 0.492     | 0.496             | 0.992               | 1.000            | 0.99      | 1.131     | 0.818 | 0.876     | 0.719             | 1.217               | 0.772            |
| 0.50      | 1.000     | 0.500 | 0.500     | 0.500             | 1.000               | 1.000            | 1.00      | 1.130     | 0.827 | 0.885     | 0.727             | 1.217               | 0.756            |

# Fließgeschwindigkeit und Abflussmenge für Kreisprofile bei Vollfüllung (nach PRANDTL-COLEBROOK)

Betriebliche Rauigkeit ( $k_b = 1,5 \text{ mm}$ )

| Lichte Weite in mm          |       | 200   |       | 250   |       | 300   |       | 350   |       | 400   |       | 500   |       | 600   |       |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Gefälle<br>‰ <sub>100</sub> | 1 : n | v     | Q     | v     | Q     | v     | Q     | v     | Q     | v     | Q     | v     | Q     | v     | Q     |
|                             |       | [m/s] | [l/s] | [m/s] | [l/s] | [m/s] | [l/s] | [m/s] | [l/s] | [m/s] | [l/s] | [m/s] | [l/s] | [m/s] | [l/s] |
| 100                         | 10    | 3,37  | 106   | 3,9   | 192   | 4,4   | 311   | 4,86  | 468   | 5,3   | 666   | 6,12  | 1201  | 6,87  | 1944  |
| 80                          | 12,5  | 3,01  | 94,6  | 3,49  | 171   | 3,93  | 278   | 4,35  | 418   | 4,74  | 596   | 5,47  | 1074  | 6,15  | 1738  |
| 66,7                        | 15    | 2,75  | 86    | 3,19  | 156   | 3,59  | 254   | 3,97  | 382   | 4,33  | 544   | 4,98  | 981   | 5,61  | 1586  |
| 60                          | 16,7  | 2,61  | 82    | 3,02  | 148   | 3,4   | 241   | 3,76  | 362   | 4,1   | 516   | 4,74  | 930   | 5,32  | 1505  |
| 50                          | 20    | 2,38  | 75    | 2,76  | 135   | 3,11  | 220   | 3,44  | 331   | 3,75  | 471   | 4,32  | 849   | 4,86  | 1374  |
| 40                          | 25    | 2,13  | 67    | 2,47  | 121   | 2,78  | 196   | 3,07  | 296   | 3,35  | 421   | 3,87  | 759   | 4,35  | 1230  |
| 33,3                        | 30    | 1,94  | 61    | 2,25  | 110   | 2,54  | 179   | 2,8   | 270   | 3,06  | 384   | 3,53  | 693   | 3,97  | 1121  |
| 30                          | 33,3  | 1,84  | 57,9  | 2,13  | 105   | 2,4   | 170   | 2,66  | 256   | 2,9   | 364   | 3,35  | 657   | 3,76  | 1064  |
| 28,6                        | 35    | 1,8   | 57    | 2,09  | 103   | 2,25  | 166   | 2,6   | 250   | 2,84  | 357   | 3,27  | 642   | 3,68  | 1038  |
| 25                          | 40    | 1,68  | 53    | 1,95  | 96    | 2,2   | 155   | 2,43  | 234   | 2,65  | 333   | 3,06  | 600   | 3,43  | 971   |
| 20                          | 50    | 1,5   | 47    | 1,74  | 86    | 1,96  | 139   | 2,17  | 209   | 2,37  | 297   | 2,73  | 537   | 3,07  | 868   |
| 16,7                        | 60    | 1,37  | 43    | 1,59  | 78    | 1,79  | 127   | 1,98  | 191   | 2,16  | 271   | 2,49  | 490   | 2,8   | 792   |
| 15                          | 66,7  | 1,3   | 40,8  | 1,51  | 74    | 1,7   | 120   | 1,88  | 181   | 2,05  | 257   | 2,36  | 464   | 2,66  | 752   |
| 14,3                        | 70    | 1,27  | 40    | 1,47  | 72    | 1,66  | 117   | 1,83  | 176   | 2     | 251   | 2,31  | 453   | 2,59  | 733   |
| 12,5                        | 80    | 1,19  | 37    | 1,38  | 68    | 1,55  | 110   | 1,71  | 165   | 1,87  | 235   | 2,16  | 424   | 2,43  | 686   |
| 11,1                        | 90    | 1,12  | 35    | 1,3   | 64    | 1,46  | 103   | 1,62  | 155   | 1,76  | 221   | 2,03  | 400   | 2,29  | 647   |
| 10                          | 100   | 1,06  | 33    | 1,23  | 60    | 1,39  | 98    | 1,53  | 147   | 1,67  | 210   | 1,93  | 379   | 2,17  | 613   |
| 9,1                         | 110   | 1,01  | 32    | 1,17  | 58    | 1,32  | 95    | 1,46  | 141   | 1,59  | 200   | 1,84  | 361   | 2,07  | 585   |
| 8,3                         | 120   | 0,97  | 30    | 1,12  | 55    | 1,26  | 90    | 1,4   | 135   | 1,53  | 192   | 1,76  | 346   | 1,98  | 560   |
| 8                           | 125   | 0,95  | 29,8  | 1,1   | 53,9  | 1,24  | 87,6  | 1,37  | 132   | 1,49  | 188   | 1,73  | 339   | 1,94  | 548   |
| 7,7                         | 130   | 0,93  | 29    | 1,08  | 53    | 1,21  | 86    | 1,34  | 129   | 1,46  | 184   | 1,69  | 332   | 1,9   | 538   |
| 7,1                         | 140   | 0,9   | 28    | 1,04  | 51    | 1,17  | 83    | 1,29  | 125   | 1,41  | 177   | 1,63  | 320   | 1,83  | 518   |
| 6,67                        | 150   | 0,86  | 27    | 1     | 49    | 1,13  | 80    | 1,25  | 120   | 1,16  | 171   | 1,57  | 309   | 1,77  | 500   |
| 6,25                        | 160   | 0,84  | 26    | 0,97  | 48    | 1,09  | 77    | 1,21  | 116   | 1,32  | 166   | 1,52  | 299   | 1,71  | 484   |
| 5,84                        | 170   | 0,81  | 26    | 0,94  | 46    | 1,06  | 75    | 1,17  | 113   | 1,28  | 161   | 1,48  | 290   | 1,66  | 470   |
| 5,6                         | 180   | 0,79  | 25    | 0,91  | 45    | 1,03  | 73    | 1,14  | 110   | 1,24  | 156   | 1,44  | 282   | 1,62  | 457   |
| 5,26                        | 190   | 0,77  | 24    | 0,89  | 44    | 1     | 71    | 1,11  | 107   | 1,21  | 152   | 1,4   | 275   | 1,57  | 445   |
| 5                           | 200   | 0,75  | 24    | 0,87  | 43    | 0,98  | 69    | 1,08  | 104   | 1,18  | 148   | 1,36  | 268   | 1,53  | 433   |
| 4,55                        | 220   | 0,71  | 22    | 0,83  | 41    | 0,93  | 66    | 1,03  | 99    | 1,12  | 141   | 1,3   | 225   | 1,46  | 413   |
| 4,17                        | 240   | 0,68  | 21    | 0,79  | 39    | 0,89  | 63    | 0,99  | 95    | 1,08  | 135   | 1,24  | 244   | 1,4   | 395   |
| 4                           | 250   | 0,67  | 21    | 0,77  | 38    | 0,87  | 61,8  | 0,97  | 93    | 1,05  | 132   | 1,22  | 239   | 1,37  | 387   |
| 3,85                        | 260   | 0,66  | 21    | 0,76  | 37    | 0,86  | 61    | 0,95  | 91    | 1,03  | 130   | 1,19  | 235   | 1,34  | 380   |
| 3,57                        | 280   | 0,63  | 20    | 0,73  | 36    | 0,83  | 58    | 0,91  | 88    | 1     | 125   | 1,15  | 226   | 1,29  | 366   |
| 3,5                         | 286   | 0,62  | 19,6  | 0,72  | 35,6  | 0,82  | 57,7  | 0,9   | 86,9  | 0,99  | 124   | 1,14  | 224   | 1,28  | 362   |
| 3,33                        | 300   | 0,61  | 19    | 0,71  | 35    | 0,8   | 56    | 0,88  | 85    | 0,96  | 121   | 1,11  | 218   | 1,25  | 353   |
| 3,1                         | 322,6 | 0,6   | 18,6  | 0,69  | 34    | 0,78  | 54    | 0,86  | 83    | 0,94  | 118   | 1,08  | 214   | 1,22  | 348   |
| 3                           | 333   | 0,58  | 18,2  | 0,61  | 32,9  | 0,76  | 53,4  | 0,84  | 80,5  | 0,91  | 115   | 1,05  | 207   | 1,18  | 335   |
| 2,86                        | 350   | 0,56  | 17,7  | 0,65  | 32    | 0,74  | 52    | 0,82  | 79    | 0,89  | 112   | 1,03  | 202   | 1,16  | 327   |
| 2,5                         | 400   | 0,53  | 16,6  | 0,61  | 30    | 0,69  | 49    | 0,76  | 73    | 0,83  | 105   | 0,96  | 189   | 1,08  | 306   |
| 2,22                        | 450   | 0,5   | 15,6  | 0,58  | 28,3  | 0,65  | 46    | 0,72  | 69    | 0,78  | 99    | 0,91  | 178   | 1,02  | 288   |
| 2                           | 500   | 0,47  | 14,8  | 0,55  | 26,8  | 0,62  | 43,5  | 0,68  | 66    | 0,74  | 94    | 0,86  | 169   | 0,97  | 273   |
| 1,67                        | 600   | 0,43  | 13,5  | 0,5   | 24,4  | 0,56  | 39,7  | 0,62  | 60    | 0,68  | 85    | 0,78  | 154   | 0,88  | 249   |
| 1,5                         | 667   | 0,41  | 12,8  | 0,47  | 23,2  | 0,53  | 37,6  | 0,59  | 56,7  | 0,64  | 80,8  | 0,74  | 146   | 0,84  | 236   |
| 1,43                        | 700   | 0,4   | 12,5  | 0,46  | 22,6  | 0,52  | 36,7  | 0,58  | 55    | 0,63  | 79    | 0,73  | 142   | 0,82  | 231   |
| 1,25                        | 800   | 0,37  | 11,6  | 0,43  | 21,1  | 0,49  | 34,3  | 0,54  | 52    | 0,59  | 74    | 0,68  | 133   | 0,76  | 216   |
| 1,11                        | 900   | 0,35  | 11    | 0,41  | 20    | 0,46  | 32,3  | 0,51  | 48,7  | 0,55  | 69,4  | 0,64  | 125   | 0,72  | 203   |
| 1                           | 1000  | 0,33  | 10,4  | 0,38  | 19    | 0,43  | 30,7  | 0,48  | 46,2  | 0,52  | 65,8  | 0,61  | 119   | 0,68  | 193   |
| 0,83                        | 1200  | 0,3   | 9,5   | 0,35  | 17,2  | 0,4   | 27,9  | 0,44  | 42    | 0,48  | 60    | 0,55  | 108   | 0,62  | 176   |
| 0,8                         | 1250  | 0,3   | 9,3   | 0,34  | 16,8  | 0,39  | 27,4  | 0,43  | 41,2  | 0,47  | 58,8  | 0,54  | 106   | 0,61  | 172   |
| 0,71                        | 1400  | 0,28  | 8,8   | 0,32  | 15,9  | 0,37  | 25,8  | 0,4   | 39    | 0,44  | 55,5  | 0,51  | 100   | 0,57  | 163   |
| 0,63                        | 1600  | 0,26  | 8,2   | 0,3   | 14,8  | 0,34  | 24,1  | 0,38  | 36,4  | 0,41  | 52    | 0,48  | 94    | 0,54  | 152   |
| 0,6                         | 1667  | 0,25  | 8     | 0,3   | 14,5  | 0,33  | 23,6  | 0,37  | 35,6  | 0,4   | 50,8  | 0,47  | 91,8  | 0,53  | 149   |
| 0,56                        | 1800  | 0,25  | 7,7   | 0,28  | 14    | 0,32  | 22,7  | 0,36  | 34,3  | 0,39  | 48,9  | 0,45  | 88    | 0,51  | 143   |
| 0,5                         | 2000  | 0,23  | 7,5   | 0,27  | 13,2  | 0,3   | 21,5  | 0,34  | 32,5  | 0,37  | 46,3  | 0,43  | 84    | 0,48  | 136   |
| 0,4                         | 2500  | 0,21  | 6,5   | 0,24  | 11,8  | 0,27  | 19,2  | 0,3   | 29    | 0,33  | 41,4  | 0,38  | 75    | 0,43  | 121   |
| 0,33                        | 3000  | 0,19  | 5,9   | 0,22  | 10,8  | 0,25  | 17,5  | 0,27  | 26,5  | 0,3   | 37,7  | 0,35  | 68    | 0,39  | 110   |
| 0,3                         | 3333  | 0,18  | 5,6   | 0,21  | 10,2  | 0,23  | 16,6  | 0,26  | 25    | 0,28  | 35,7  | 0,33  | 64,6  | 0,37  | 105   |
| 0,25                        | 4000  | 0,16  | 5,1   | 0,19  | 9,3   | 0,21  | 15,1  | 0,24  | 22,8  | 0,26  | 32,5  | 0,3   | 58,8  | 0,34  | 95,4  |



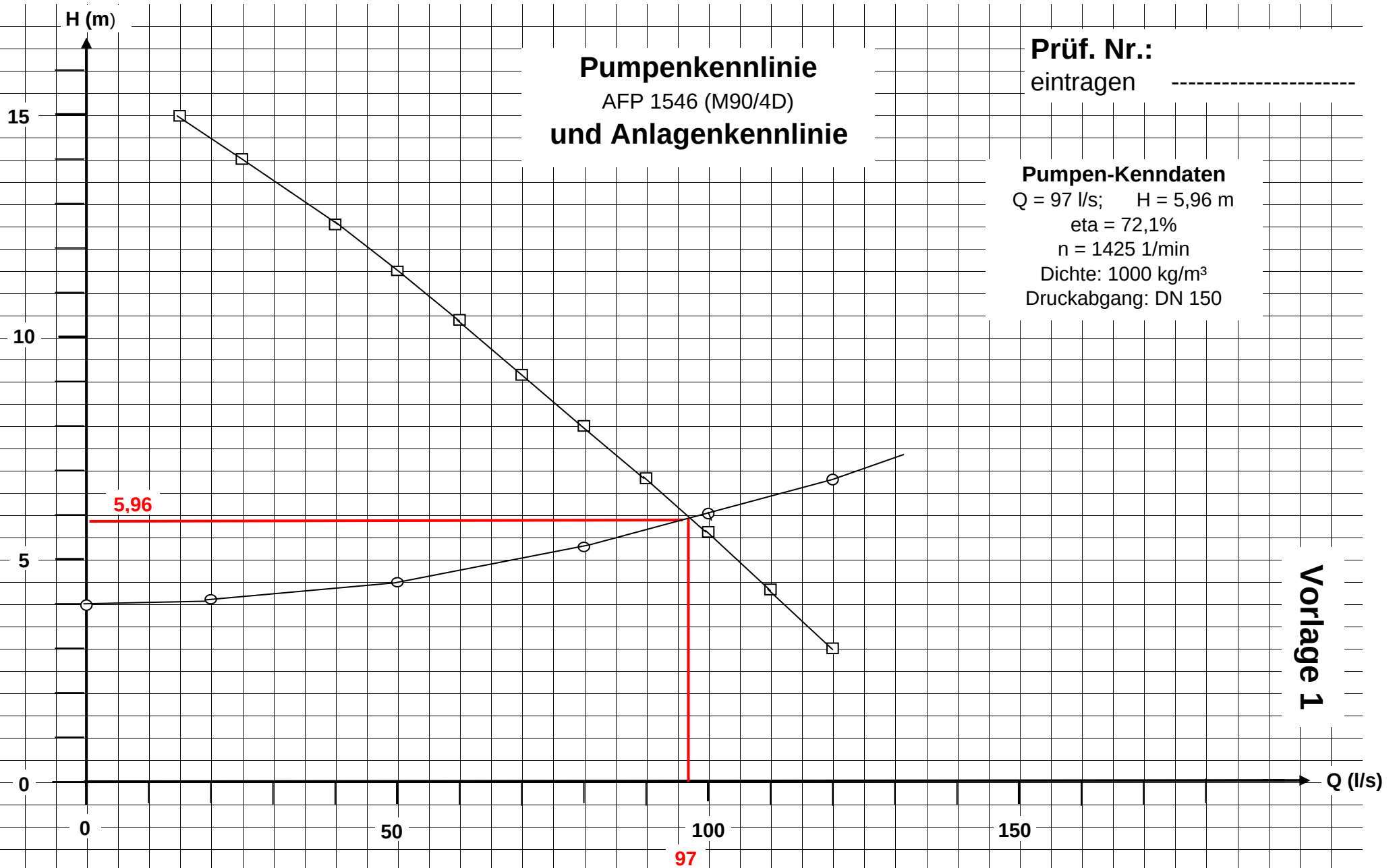


# Pumpenkennlinie AFP 1546 (M90/4D) und Anlagenkennlinie

Prüf. Nr.:

eintragen

**Pumpen-Kenndaten**  
 $Q = 97 \text{ l/s}$ ;  $H = 5,96 \text{ m}$   
 $\eta = 72,1\%$   
 $n = 1425 \text{ 1/min}$   
Dichte:  $1000 \text{ kg/m}^3$   
Druckabgang: DN 150



Vorlage 1

### Vorlage 2 zu Aufgabenteil IV.1d

Prüf. Nr. \_\_\_\_\_

**(Bitte eintragen)**

## Maßnahmen

## Zeitablaufplan

[illegible]