

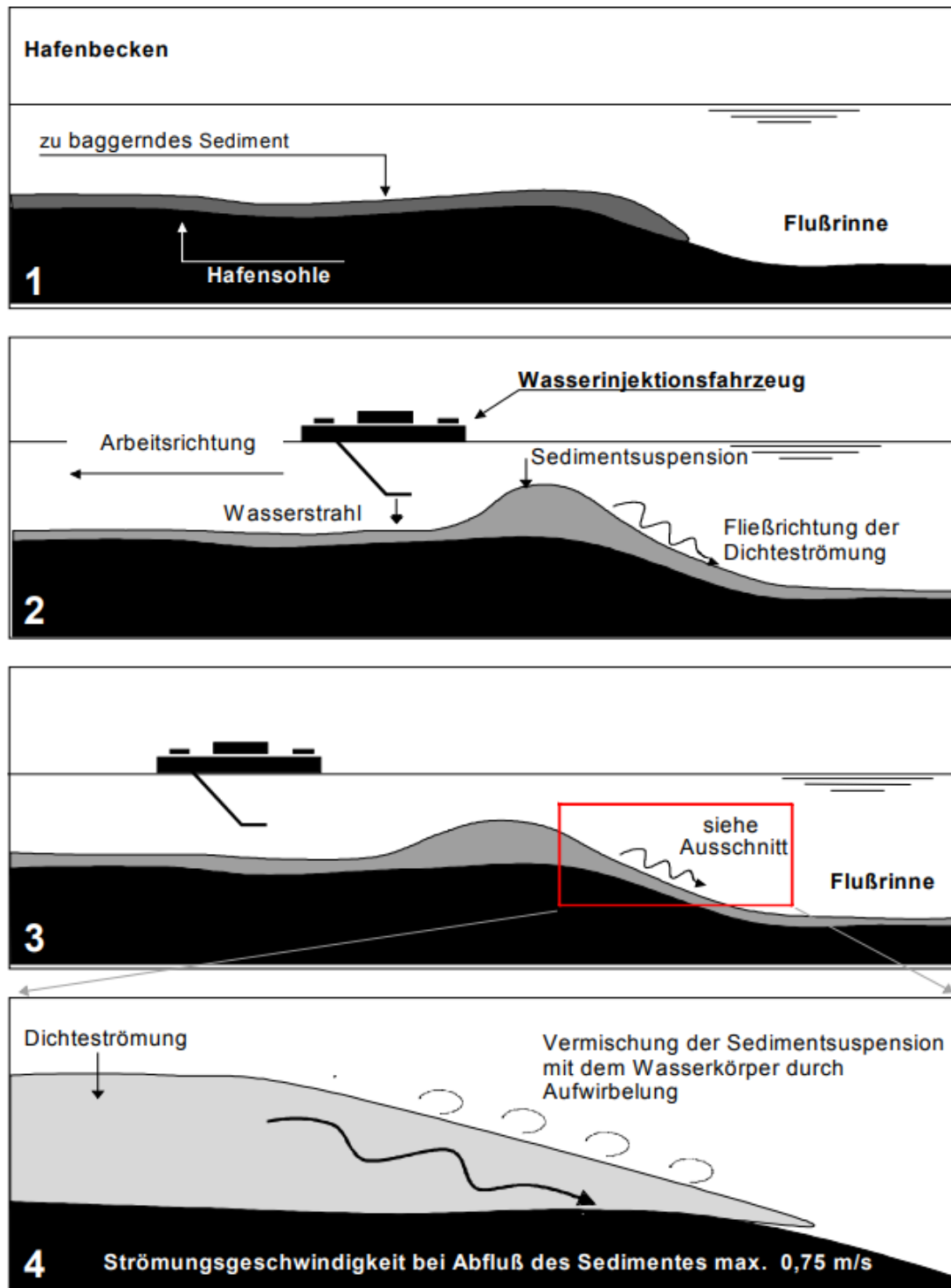


Abb. 1: Abfließen der Sedimentsuspension nach Wasserinjektionsbaggerung (nach Krohn, 1991)

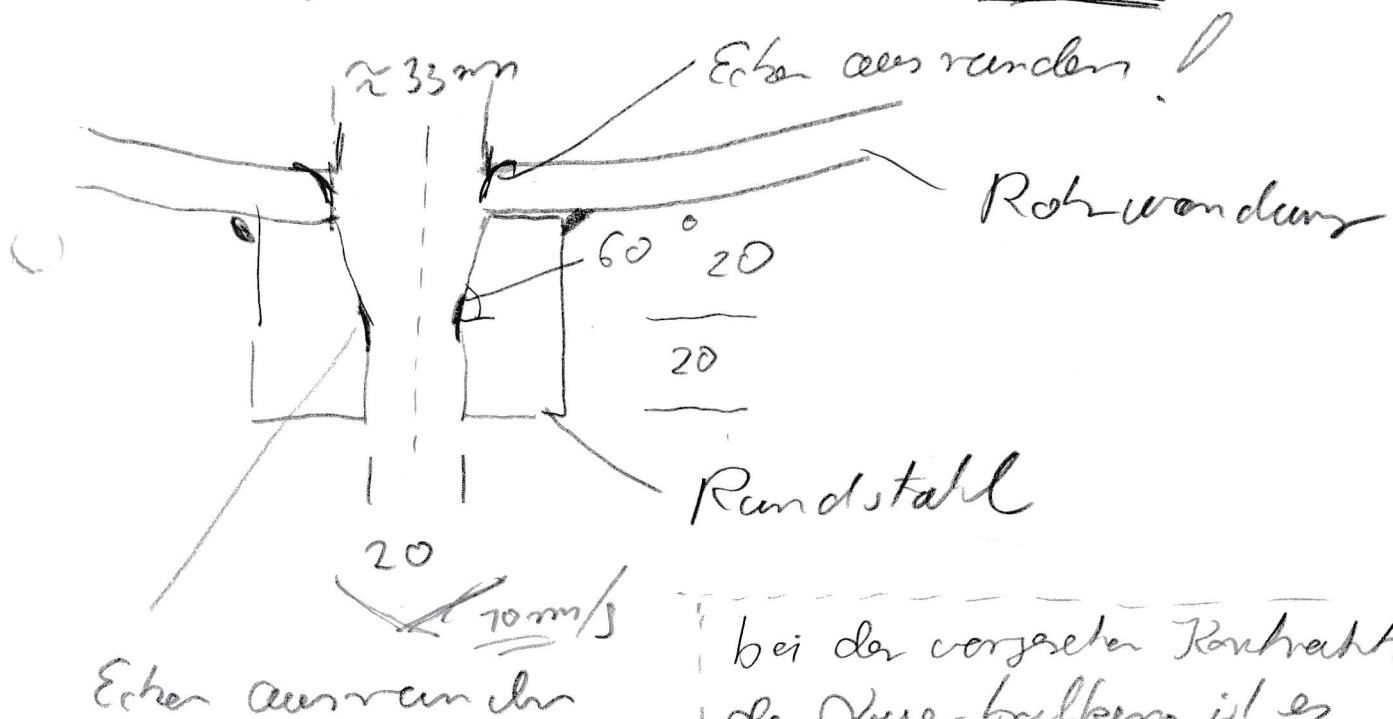
Die Anzahl der Düsen sollte so geringfügig
werden, dass sich eine dicke Verteilung
ergibt: mit $Q = 0,194 \text{ m}^3/\text{s}$

Düsenauslegung

d (mm)	10	20	30
r (m)	5,00E-03	1,00E-02	1,50E-02
A	7,85E-05	3,14E-04	7,07E-04
v (m/s)	→ 10	→ 10	→ 10
Q, Düse	7,85E-04	3,14E-03	7,07E-03
Anzahl	247,57	61,89	27,51

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{10 \cdot 10}{2 \cdot 9,81} = 5 \text{ m}$$

Es gehen nicht rund 60 Düsen
die entlang des Querbalkens verteilt
sind, bei einer Länge von 5 m
beträgt der Düsenabstand 7,8 cm



bei der vorgesehenen Kontraktion
des Querbalkens ist es
sinnvoll auch einige Düsen
am den 90° Bögen zu
platzieren.

①

(Vorauslagen 1)

Big Foot

Um bau

Es mi Hant

de Schlauchlängen

2.4110
2.4100
inner Rohr
outer Rohr

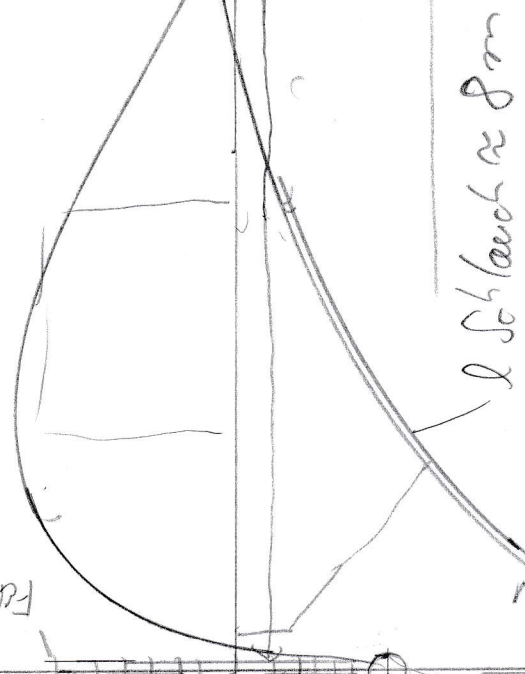
Bewegung des Hydraulik
Set in Kombination mit
Flaschen wie



Vergrößerung
des Wagers
des Taß

obere Position
Detail

Feder



Schlauch ≈ 8m

dick wandig
Schlauch

dünne
Schlauch

Biogradien
Schlauch 1,1,1

OK 12

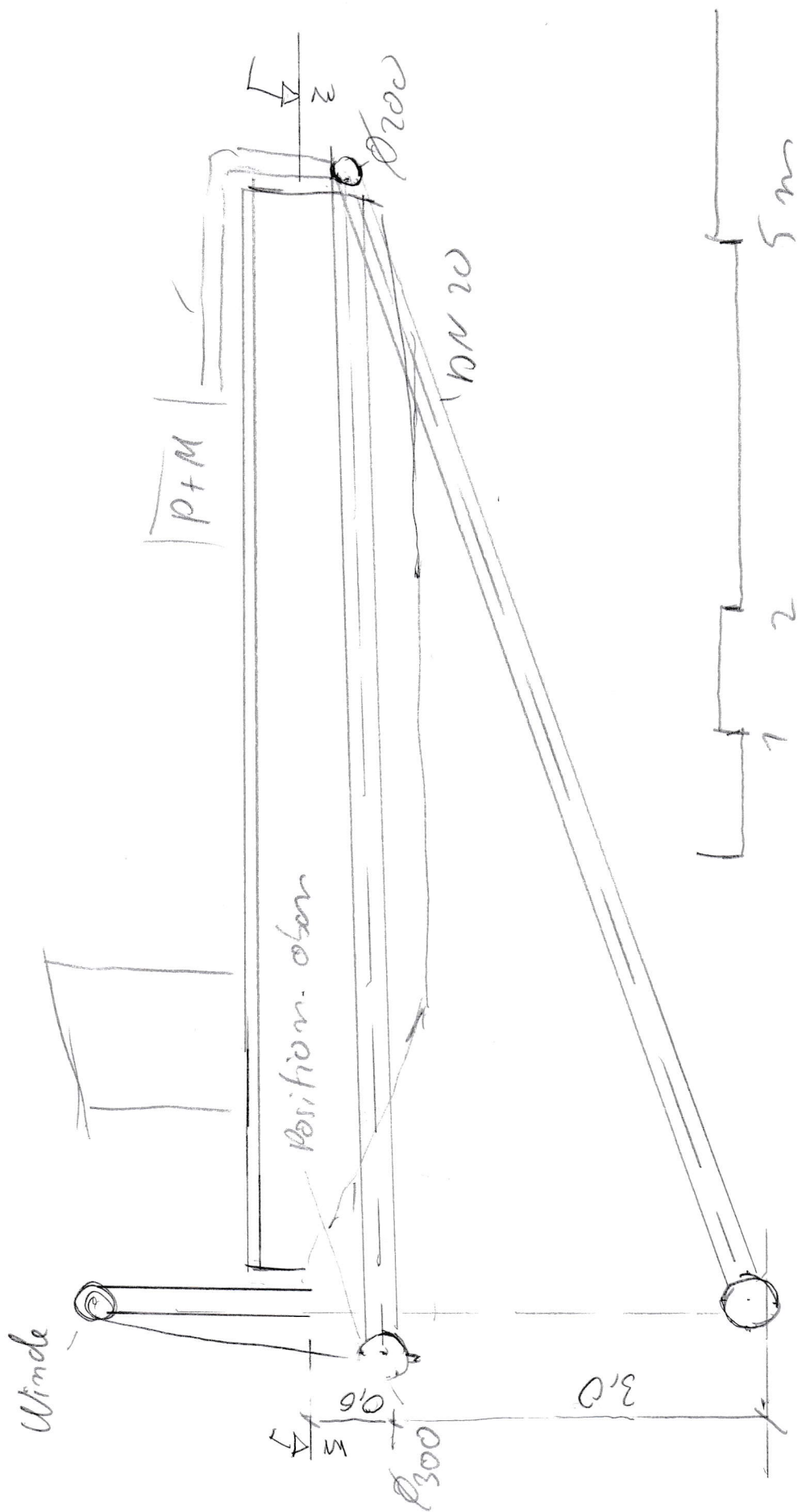
1

≈ 25

+

7:50

alternative Konstruktion der Spülkasten aufhängung



Druckverlust in den
Schläuchen

DN 200 $\rightarrow$

$$Q = \text{Pumpe } 700 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$= 0,1794 \text{ m}^3/\text{s}$$

verteilt auf 2 Schläuche

$$Q/2 = \underline{\underline{0,0972 \text{ m}^3/\text{s}}}$$

Verlust durch
Rohrverläufe

$$h_r = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2,0 \cdot \lg \left(\frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{k/d}{3,71} \right)$$

k = hydraulische
Rauheit

k angesetzt 0,4 mm
entspricht mäßig
versetztem Stahlrohr

Mood's - Diagramm

$$\frac{k}{d} = \frac{0,0004}{0,2} = 0,002 \approx 2 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{3,09 \cdot 0,2}{1,24 \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{5 \cdot 10^5}}$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{Q}{\pi \cdot r^2}$$

$$= \frac{0,0972}{\pi \cdot 0,1^2}$$

$$= \underline{\underline{3,09 \text{ m/s}}}$$

$$\frac{v^2}{2g} = 0,487$$

(3)

$$\text{Moody} \Rightarrow \lambda = 0,025$$

$$h_r = 0,025 \cdot \frac{8}{0,2} \cdot 0,487$$
$$= 0,487 \text{ m}$$

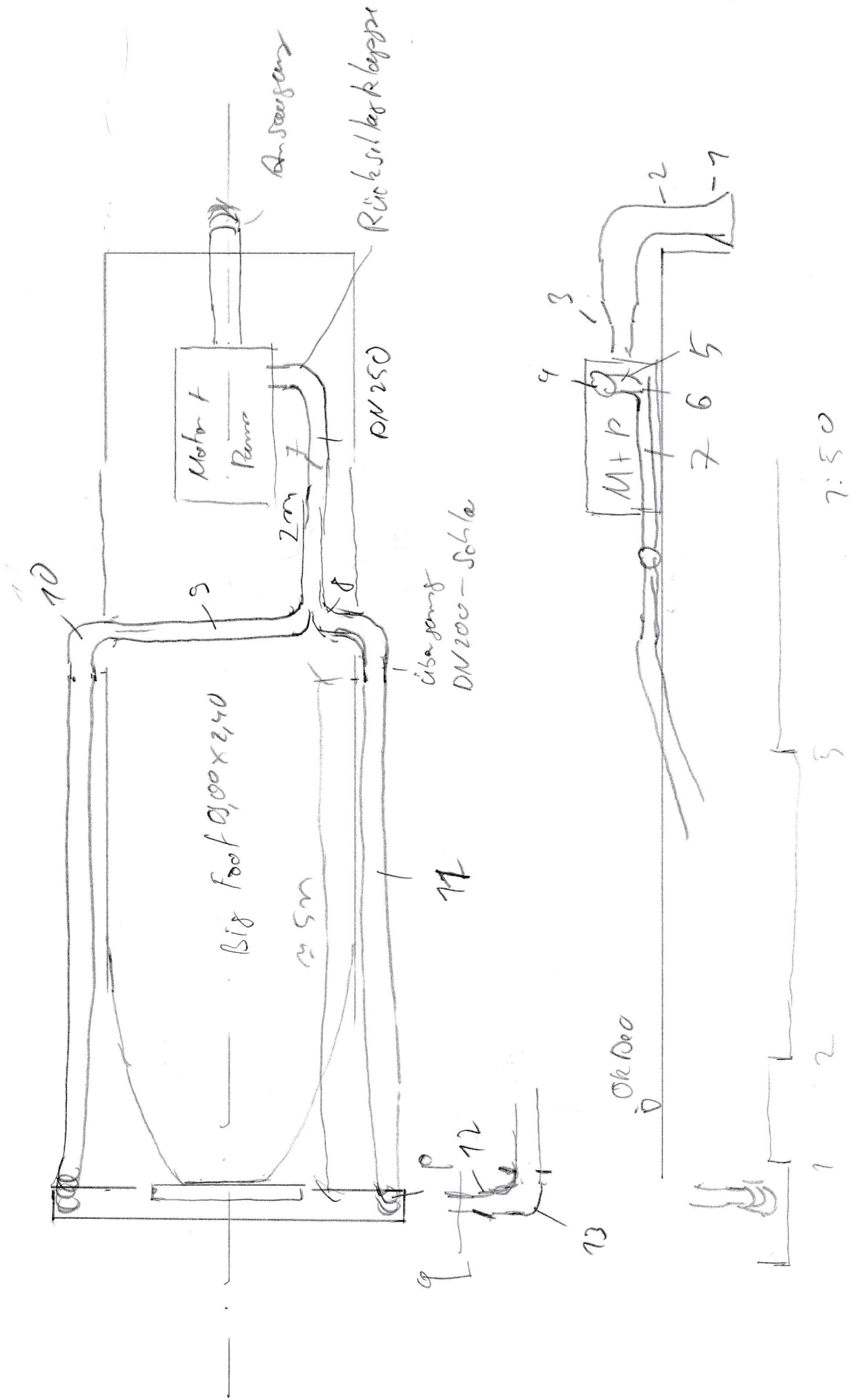
$$\Rightarrow \text{mit } k = \underline{1 \text{ mm}}$$

$$k/d = \frac{0,001}{0,2} \quad 5 \cdot 10^{-3}$$

$$\Rightarrow \lambda 0,03$$

$$h_r = 0,03 \cdot \frac{8}{0,2} \cdot 0,487$$
$$= 5,86 \text{ m} !$$

4



Die hydraulische Strecke

- 1 - Einlaufbrunnen
- 2 - Rohrstück DN 300
- 2-3 - 90° Bogen DN 300
- 3 - Verengung auf DN 250, gleichzeitig Kompensator
- 4 - Rückschlagklappe am Ausgang der Pumpe, DN 250
- 5-5 5 - 120° Bogen, DN 250, Rohr wird auf Deck gelagert
- 5-6 6 - Kompensator und Befestigung auf DN 300
- 6 - 90° Bogen DN 300
- 7 - Gerade Rohrstück $l \approx 2m$, DN 300
- 8 - Verzweigung DN 300 auf 2x DN 200
- 9 - Gerade Rohrstück $l \approx 2m$ DN 200 / Q/2
- 10 - 90° Bogen DN 200 / Q/2

⑥

⑦ Schlauch 8m lang DN 200 Q/2

⑧ Aufweitern DN 200 auf DN 300

⑨ 90° Bogen DN 300 / Q/2

Einige hydraulische Kennzahl

dynamische Zähigkeit bei 72°

$$\eta_g = 7,24 \cdot 10^{-6}$$

Rauhigkeit Stahlrohr $k = 0,4 \text{ mm}$

Rauhigkeit Schlauch $k = 1 \text{ mm}$

$$Q = 700 \text{ m}^3/\text{h}$$

bei zwei Strömen

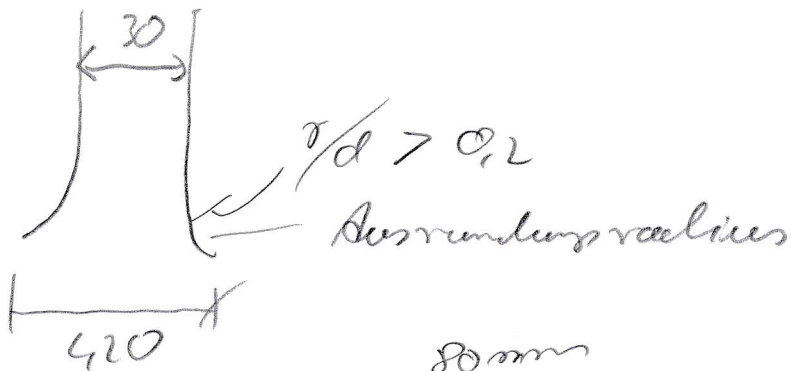
$$= 0,794 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\approx 0,0972 \text{ m}^3/\text{s}$$

	Q 0,19444444 m3/s				ny 1,24E-06	
	0,4 mm		hydraulische Rauigkeit Stahl			
	1 mm		hydraulische Rauigkeit Schlauch			
	Q	Q/2	Q	Q/2	Q	Q/2
	0,1944	0,0972	0,1944	0,0972	0,1944	0,0972
DN	200 mm		250 mm		300 mm	
r	0,100	0,100	0,125	0,125	0,150	0,150
A	0,031		0,049		0,071	
Q	0,194	0,097	0,194	0,097	0,194	0,097
v	6,189	3,095	3,961	1,981	2,751	1,375
v^2/2g	1,953	0,488	0,800	0,200	0,386	0,096
Re	9,98E+05	4,99E+05	7,99E+05	3,99E+05	6,66E+05	3,33E+05
k/d (Stahl)	2,00E+00	2,00E+00	1,60E+00	1,60E+00	1,33E+00	1,33E+00
k/d (Schlauch)	5,00E+00	5,00E+00	4,00E+00	4,00E+00	3,33E+00	3,33E+00

8

① Einlauf mit Einlauf Trommel



Schutzgitter  80 mm $\times$ 80 mm $\times$ 8 mm Rundstäbe einsetzen

Verlust beiwert $\xi = 0.5$

$$\text{Verlusthöhe } h_v = \xi \cdot \frac{v^2}{2g} = 0.5 \cdot 0.386$$

$$= 0.193 \text{ m}$$

② Die 90° Krümmen

$$\xi_{a, 90^\circ} = \frac{0.27}{\sqrt{r_k/d}} \cdot (1 + 10^3 \cdot k/d) \quad \text{!}$$

Wenn $k/d > 10^{-3}$ 0

vereinfacht sich das zu

$$= \frac{0.27}{\sqrt{r_k/d}} \cdot 2$$

9

Geodät

300 Bogen, Bauart 3

$$r_k = 457 \text{ mm} \quad d = 300 \text{ mm}$$

$$k = 0,0004 \text{ m}$$

$$= 0,4 \text{ mm}$$

$$\int_k 1900 = \frac{0,27}{\sqrt{\frac{0,457}{0,3}}} \left(1 + 10^3 \frac{0,4}{300} \right)$$

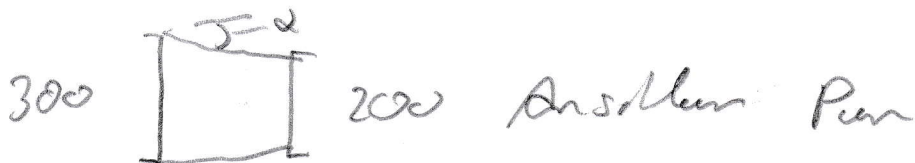
2,3

$$= 0,397$$

$$h_v = 0,386 \cdot 0,397 = 0,15 \text{ m}$$

$v/25$

③ → Übergang auf DN 250
gleichzeit Kompensator



Wenn $\alpha < 75^\circ$ ist
dann sind die Verluste
nahe 0

das ist bei allen handelsüblichen
Übergangsstücken gegeben

④ Rückschlagklappe
am Austritt der Pumpe

Verlust beauf $\zeta = 0,4$

$$h_v = 0,4 \cdot 0,8 = 0,32 \text{ m}$$

⑤ 135°-Bogen DN 300

am Ausgang der Pumpe

↳ Bauart 2
enge Krümmung

$$\zeta_{K90} = \zeta_{K135} \quad r_k = 305$$

$$= \frac{0,21}{\sqrt{\frac{305}{300}}} \underbrace{\left(1 + 10^3 \cdot \frac{0,4}{300} \right)}_{2,3}$$

$$= 0,471$$

$$h_v = 0,471 \cdot 0,386 = 0,18 \text{ m}$$

⇒ Bogen wird als 135° haben

$$= h_v \text{ stand } \approx 0,36 \text{ m}$$

4-5

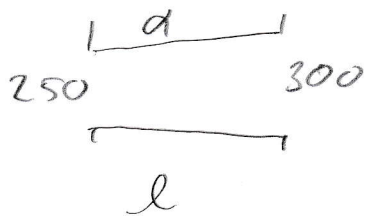
(77)

Aufweitungs

von DN 250 $\rightarrow$ DN 300

ist gleichseitiger Kompensator

also DN 250 $\rightarrow$ DN 300



mit $\alpha \leq 80^\circ$

$$l_{\min} = \frac{(300 - 250)/2}{\tan \alpha}$$

$$= 178 \text{ mm}$$

dh. diese Länge hat der

Kompensator $\xi \approx 0$

⑥ 90° Bogen DN 300 Bauart 2

siehe ⑤ $h_v = 0,18 \text{ m}$

⑦ Gerader Rohrstück $l \approx 2 \text{ m}$, DN 300

$$\begin{aligned} h_v &= \left(1 \cdot \frac{l}{d}\right) \frac{v^2}{2g} \\ &= \left(0,02 \cdot \frac{2}{0,3}\right) \cdot 0,386 \\ &= 0,052 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Re = 6,6 \cdot 10^5$$

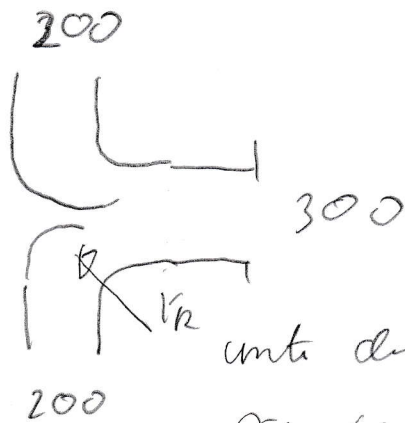
$$\lambda/d = \frac{0,4}{300} = 1,3 \cdot 10^{-3}$$

$$\lambda = 0,02 \text{ (Mach's Dilog.)}$$

8

72

Verzweigung



unter der Annahme der

$$r_k/d \approx 1,5 \text{ ist}$$

und bezogen auf die Austritts-
geschwindigkeit

Kann $\xi \approx 1$ gesetzt werden

(Reißner, Ballwin
Band 1, Seite 209)

dann ist $h_v = 1,0 \cdot 0,488$
 $= 0,48 \text{ m}$

9 Gerade Rohrleitung DN 200
bei $Q/2$

$$Re = 5 \cdot 10^5$$

$$k/d = \frac{0,4}{200} = 2 \cdot 10^{-3}, \Rightarrow \lambda \approx 0,03$$

$$h_v = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} \right) \frac{v^2}{2g} = \left(0,03 \cdot \frac{2}{0,2} \right) \cdot 0,488 = 0,14$$

(73)

(70) 90° Bogen DN 200

Q/2

Bauart 2

d = 200

r_K = 203

$$f_{u,90^\circ} = \frac{0,27}{\sqrt{r_K/d}} (1 + 10^3 \frac{k}{d})$$

$$= \frac{0,27}{\sqrt{\frac{203}{200}}} \underbrace{(1 + 10^3 \frac{0,4}{200})}_3$$

$$= 0,625$$

$$h_v = 0,625 \cdot 0,488 = 0,31 \text{ m}$$

(71) Schlauch

8m DN 200 Q/2

Gummis oder Stahl R = 7 mm

(19)

noch (11)

$$Re = 5 \cdot 10^5$$

$$k/d = \frac{1}{200} = 5 \cdot 10^{-3}$$

 $\Rightarrow$ Moody $\lambda = 0,025$

$$h_v = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} \right) \frac{v^2}{2g}$$

$$= 0,03 \cdot \frac{8}{0,2} \cdot 0,488$$

$$\approx 0,586 \text{ m}$$

(12) Aufweitungs DN 200 - DN 300

 Aufweitungswinkel $< 80^\circ$
 $\Rightarrow$ Länge der Aufweitung
mindestens 360 mm

75

73) 90° Bogen DN 300

$Q/2$

Bemerk

$$d = 300$$

$$r_k = 305$$

$$\rho_{k/50} = \frac{0,27}{1 + \frac{305-1}{300}} \left(1 + 10^3 \frac{0,4}{300} \right)$$

$2,3$

$$= 0,486$$

$$h_v = 0,486 \cdot 0,096$$

$$= \underline{\underline{0,05 \text{ m}}}$$

Zusammenstellen der Werte

- 1 Einlaufkompete mit Gitter 0,79 m
- 2 90° Bogen DN 300 0,15 m
- 3 Verengung + Kompensator ~ 0
- 4 Rückschlagklappe 0,32
- 4-5 Aufweitung und Kompensator ~ 0
- 5 135° Bogen DN 300 0,36
- 6 90° Bogen DN 300 0,18
- 7 gerader Rohrstück 0,05
- 8 Verzweigung 0,48
- 9 Gerader Rohrstück DN 200 0,14

- 10 90° Bogen DN 200
 $Q/2$ 0,37
- 11 Schlauch DN 200 8m
 $Q = 7 \text{ m}^2$ 0,586
- 12 Aufwärtsschwerkraft ~ 0
- 13 90° Bogen Bauart 2
 DN 300 0,05

$$\text{Verlustrhöhe} \quad \Sigma \quad \underline{\underline{2,82 \text{ m}}}$$

$$\leq 5 \text{ m}$$

Das steht rund 5 m Verlusthöhe
 zur Verfügung.

Was rechnerisch noch übrig ist kann
 für die Wärmehinrichtung gehen.

Grobe Kosten über Schläuche
alles netto

Pumpe	71.000,-
Schläuche	5.200,-
Kompensatoren / Aufweitungen	1.900,-
Rohre, Bögen etc an Stahl	2.000,-
Hydraulische Zylinder, Ventile etc.	1.000,-
	~ 21.000,-

Nächst Schritte (netto)

- Big Foot verwenden
- detaillierter Konstruktion
- Arbeitsplan

kist, 25.06.22

[Signature]