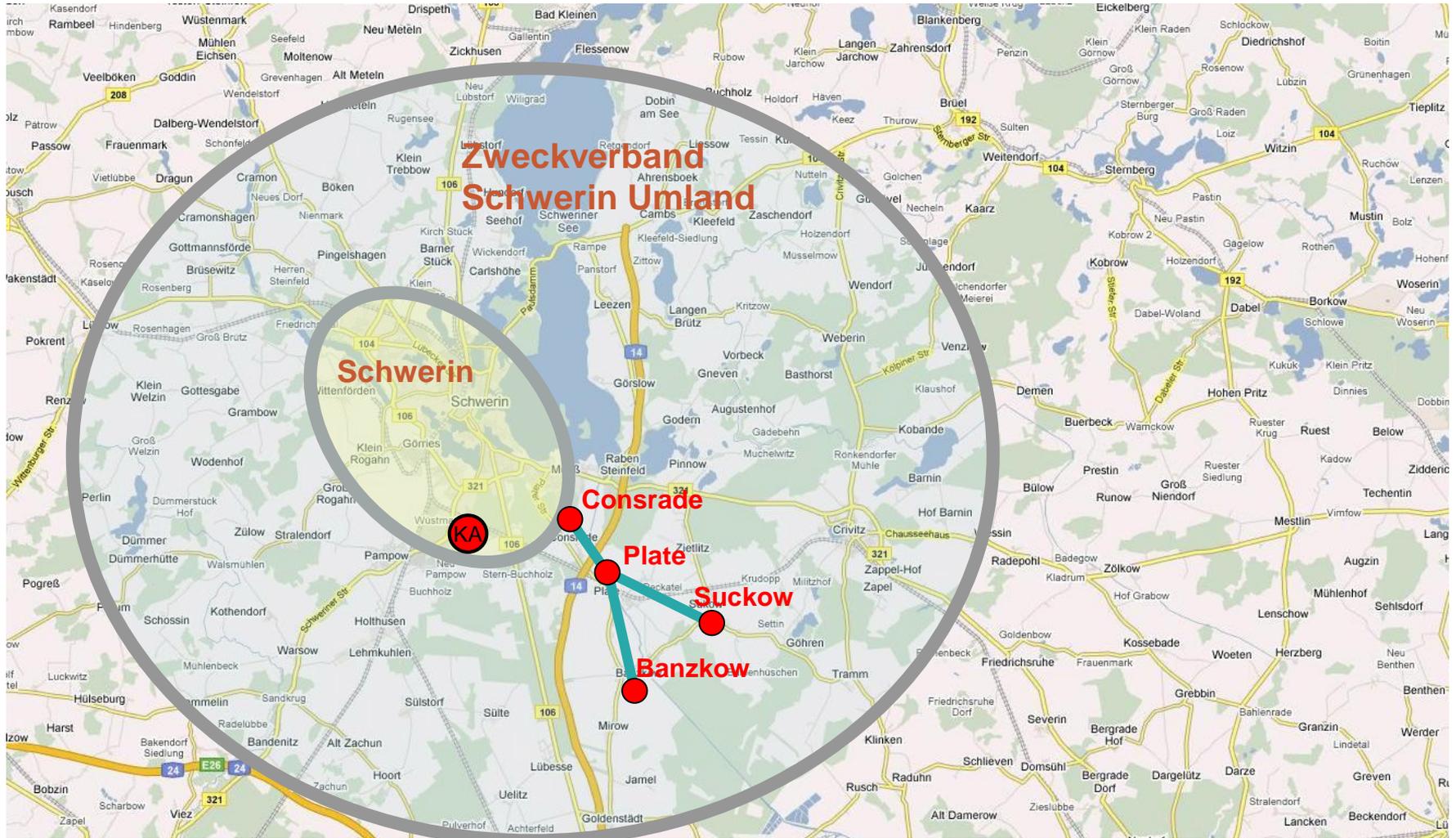


## **Untersuchungen zur Druckluftspülung in Abwasserdruckleitungen**

**Michael Friedrich  
c/o Ingenieurbüro Friedrich  
August-Bebel-Str. 14  
19055 Schwerin  
Tel.: 0385 2011540  
Fax: 0385 2002373  
email: [info@ibf-thiox.de](mailto:info@ibf-thiox.de)**

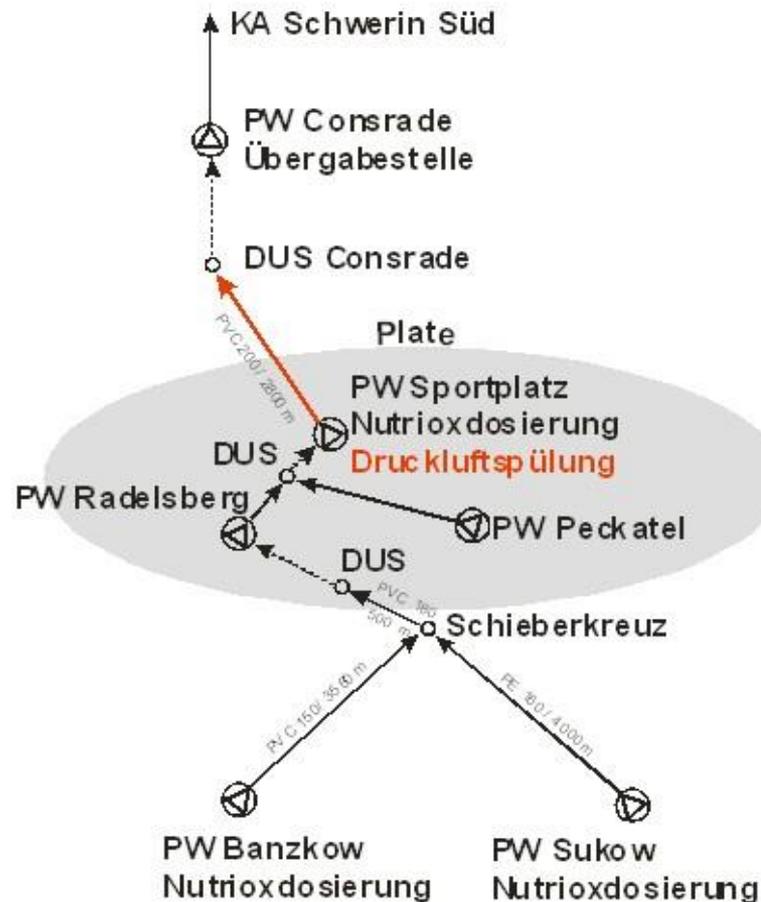
1. Einleitung
2. Systembeschreibung
3. Beschreibung der Druckluftspülung
4. Ergebnisse des Versuches
5. Kosten der Druckluftspülung
6. Zusammenfassung

# 1. Einleitung



## 2. Systembeschreibung

## Druckrohrleitungen



$$L = 2.000 \text{ m}$$

$$DN = 200 \text{ mm}$$

$$V_{DL} = 63 \text{ m}^3$$

$$Q_d = 600 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{pump}} = 120 \text{ m}^3/\text{h}$$

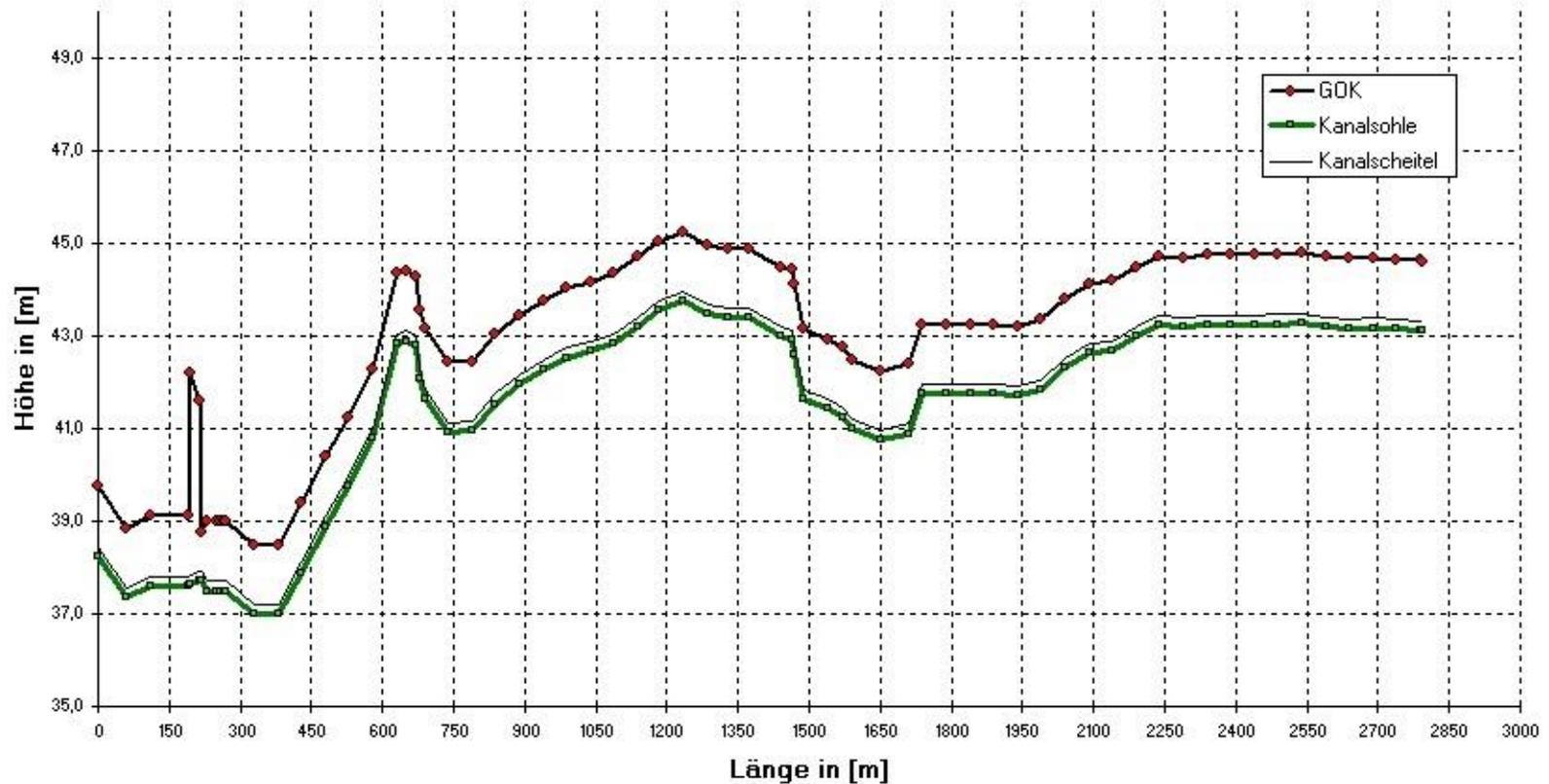
$$H_{\text{man}} = 24 \text{ m}$$

$$T_{\text{pump}} = 5 \text{ h/d}$$

$$\chi(RT) = 2,4 \text{ h}$$

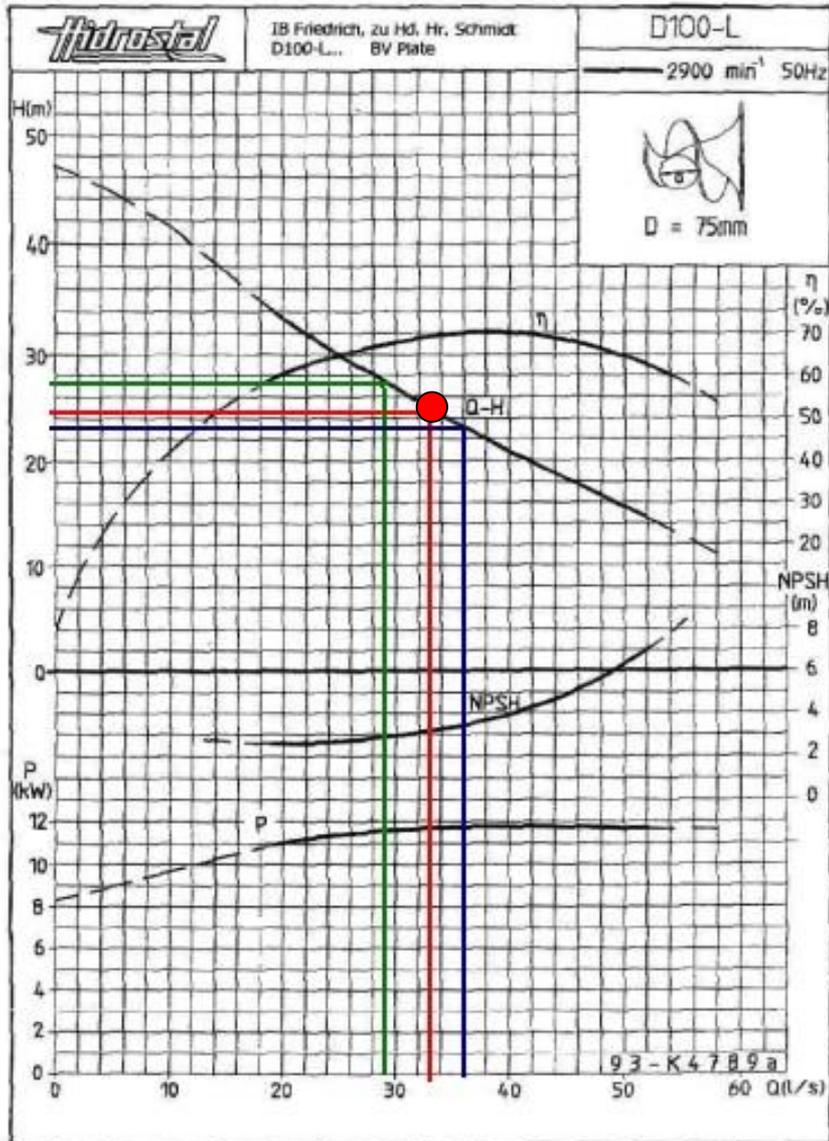
$$v = 1,1 \text{ m/s}$$

Längsschnitt der Druckrohrleitung Plate - Consrade



## 2. Systembeschreibung

## Pumpenkennlinie



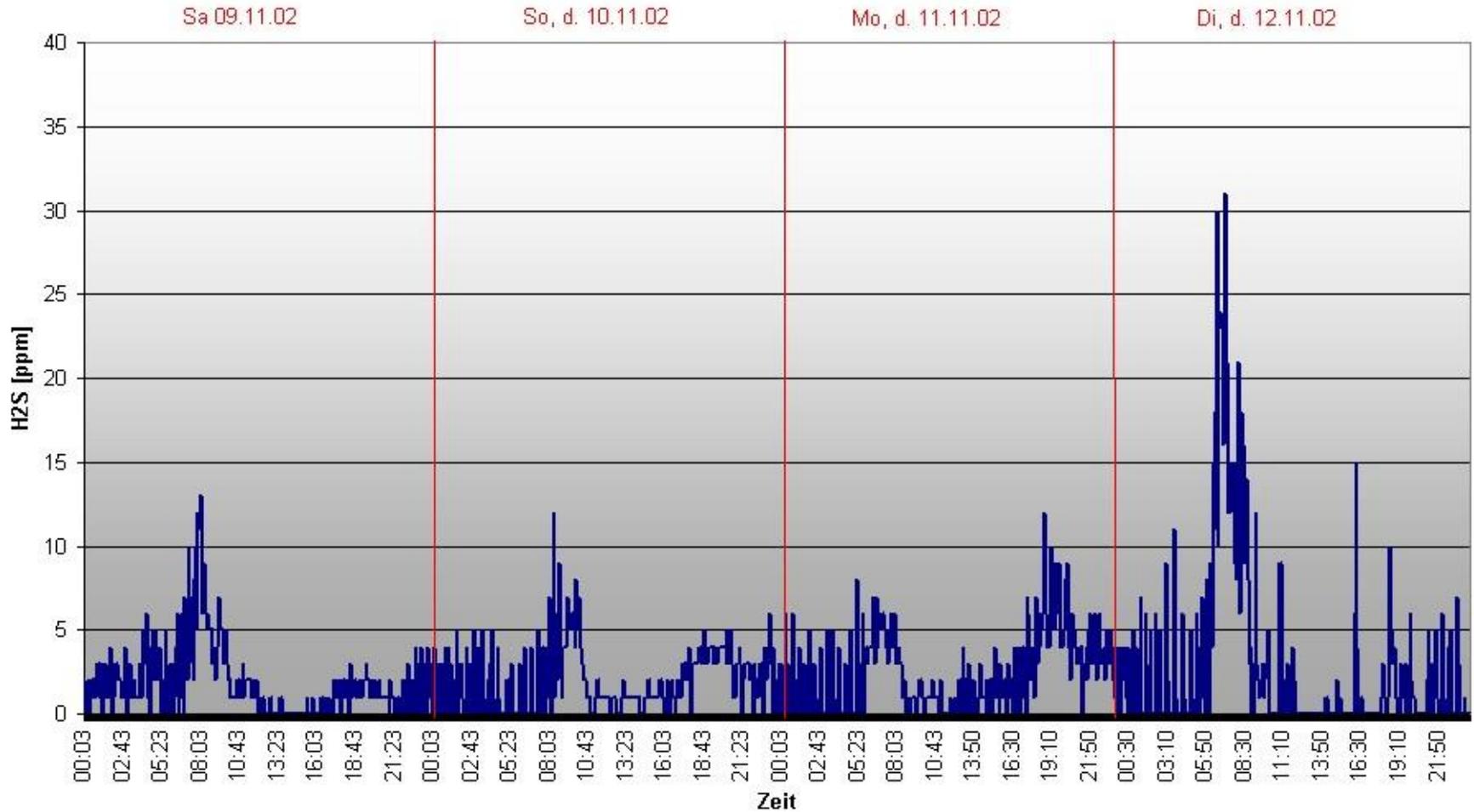
Arbeitspunkt:

$H = 2,45 \text{ bar}$

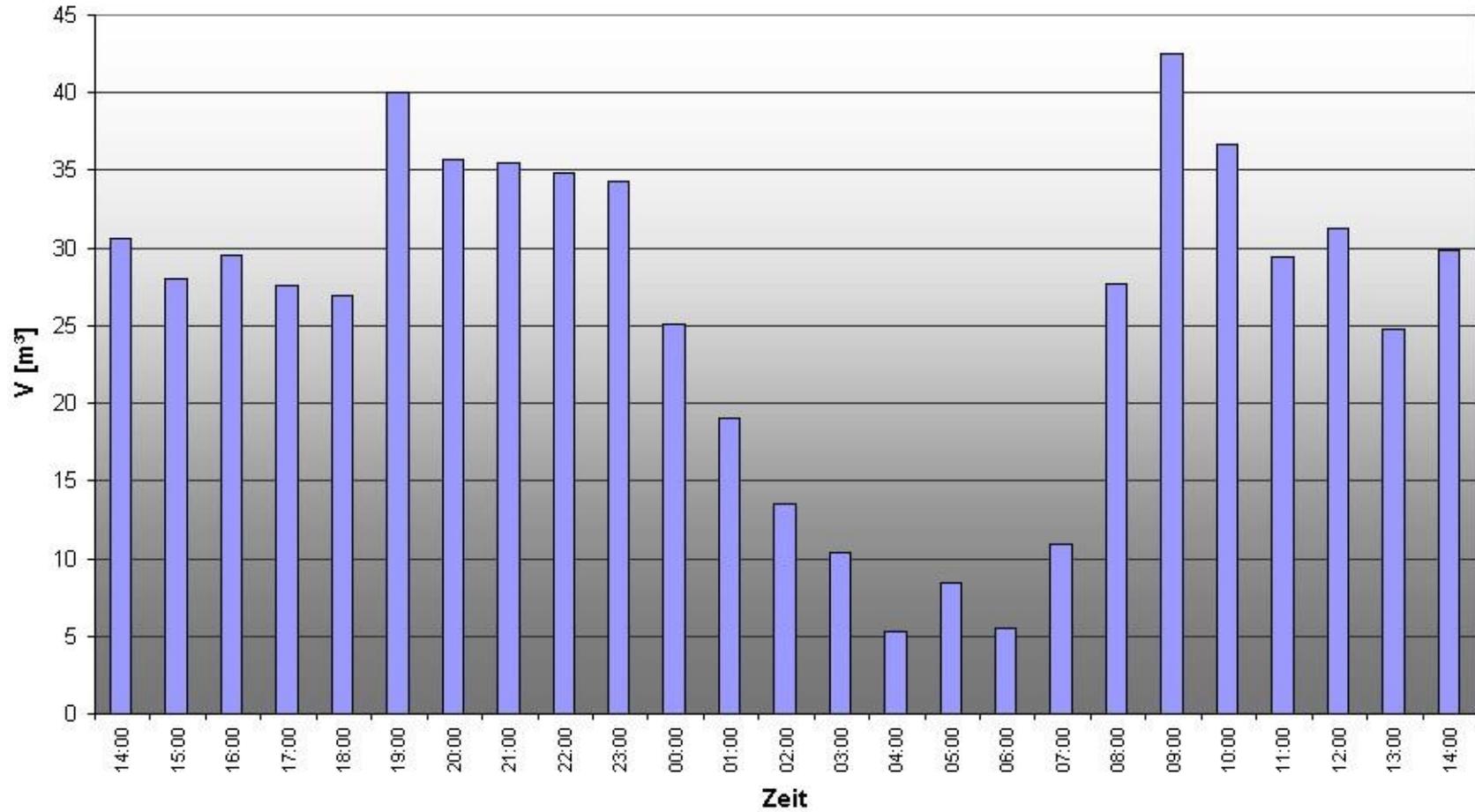
$Q = 33 \text{ l/s (120 m}^3\text{/h)}$

		PW Plate			DUS Consrade		
Datum	Zeit	pH	Redox [mV]	Sulfid [mg/l]	pH	Redox [mV]	Sulfid [mg/l]
09.11.02	14:00	8,25	-182	0,4	7,87	-275	1,6
10.11.02	13:20	7,74	-191	0,6	7,42	-222	2,3
11.11.02	12:00	7,89	-193	0,5	7,48	-260	1,7
12.11.02	08:40	7,63	-221	2,4	7,32	-298	4,1

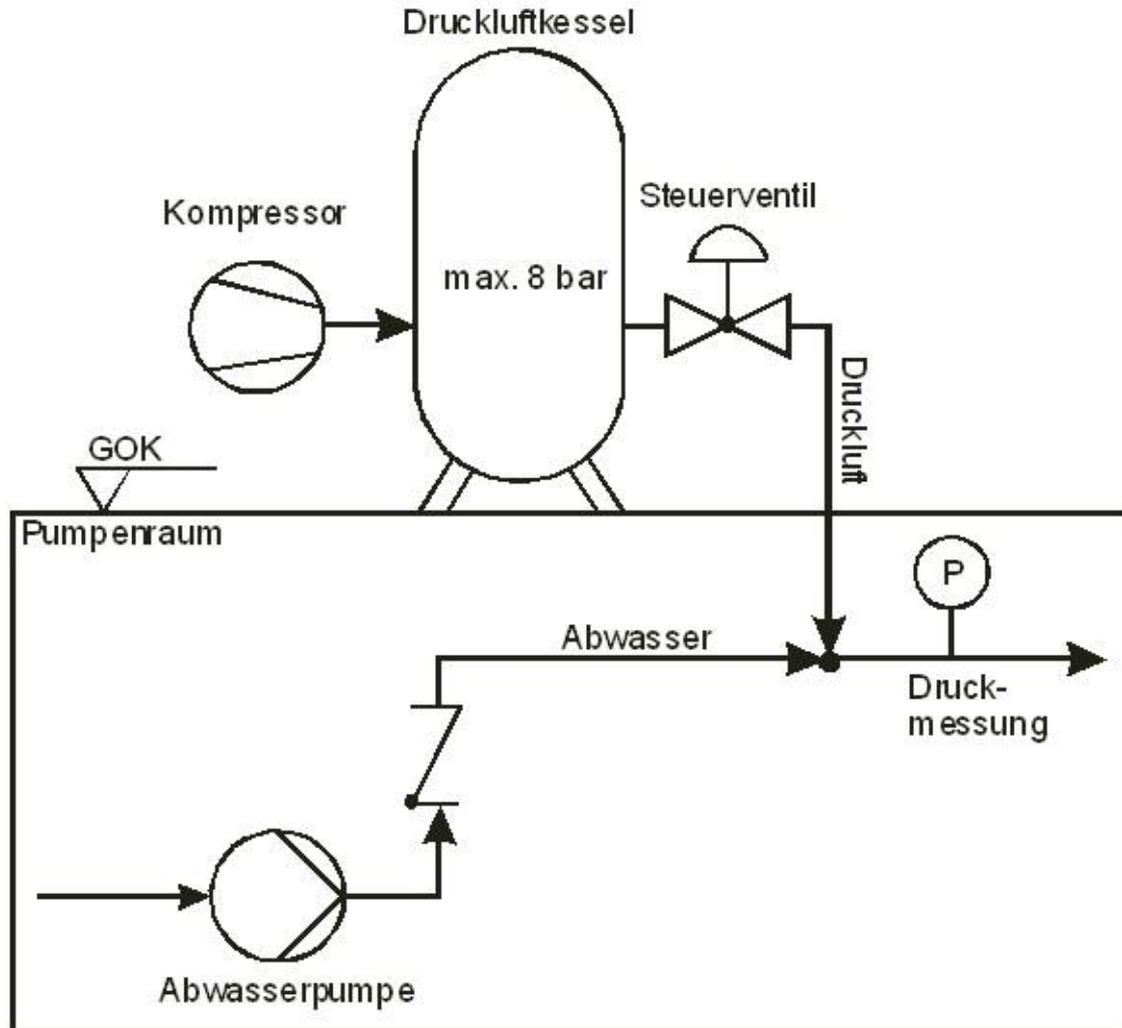
DUS Consrade 09.11.02 - 12.11.02



PW Plate 28./29.10.02 Abwasseranfall



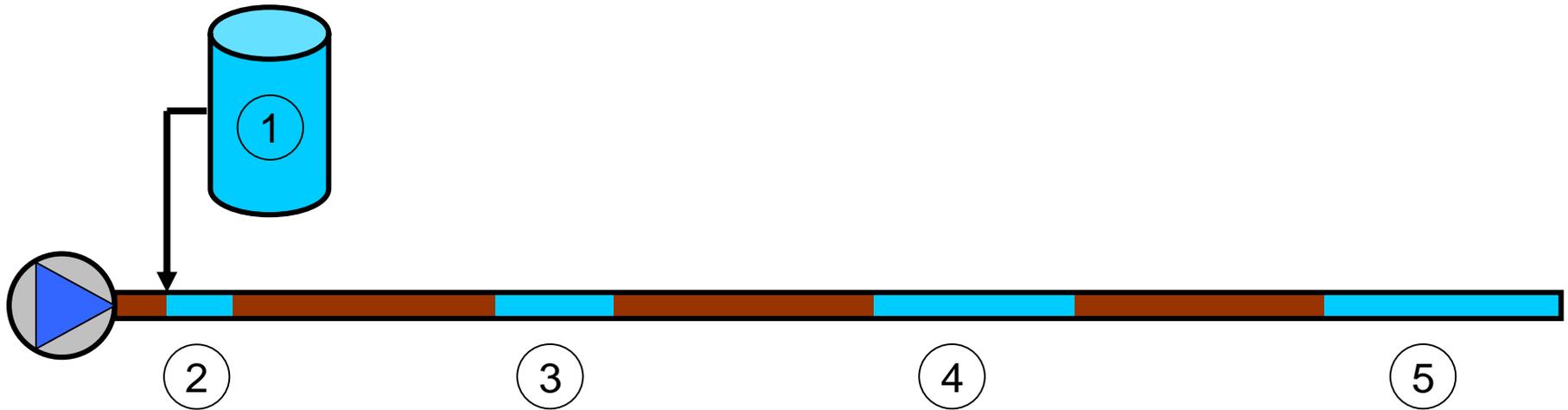
	$Q_h$ [m <sup>3</sup> /h]	Aufenthaltszeit [h]
<b>Max. Abwasseranfall</b>	40	1,2
<b>Min. Abwasseranfall</b>	6	7,8
<b>Mittlerer Abwasseranfall am Tag</b>	30	2,4
<b>Mittlerer Abwasseranfall in der Nacht</b>	15	5,0



### 3. Druckluftspülung

### Anlagenkennwerte

Parameter	Wert	Einheit
Spüldruck	3,0	bar
Luftvolumen je Spülung	2,5	Nm <sup>3</sup>
Nennleistung	3	kW
Verfahrensweise	Nach jedem Pumpenschub	
Luftvolumenstrom	110	l/min
Volumen des Druckkessels	320	l
Max. Druck im Druckkessel	8,0	bar
Dauer der Spülung	wenige	s
Energieverbrauch	0,12	kWh/m <sup>3</sup> <sub>L</sub>



Die Länge des Abwasserpfropfens ist konstant.

Die Länge des Luftpfropfens nimmt zu.

$$p \cdot V = m \cdot R \cdot T$$

Allgemeine Gasgleichung

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{konst.}$$

Die Masse **m** der Luft bleibt beim Komprimieren gleich.

Spez. Gaskonstante **R** bleibt auch gleich.

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

In einem abgeschlossenen System stehen zwei räumlich verschiedene Punkte bezüglich Druck, Temperatur und Volumen in einem Gleichgewicht.

$$V_2 = \frac{P_1 \cdot T_2}{P_2 \cdot T_1} \cdot V_1$$

#### Beispiel

$$P_1 = 80 + 10 = 90 \text{ m}$$

$$P_2 = 30 + 10 = 40 \text{ m}$$

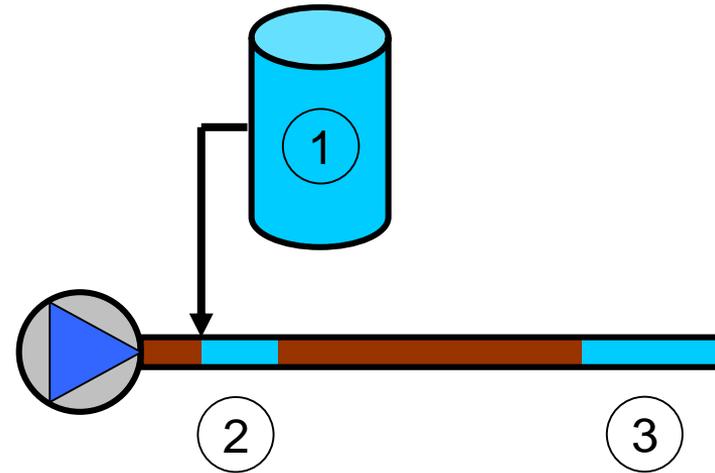
$$T_1 = 273 + 50 = 323 \text{ K}$$

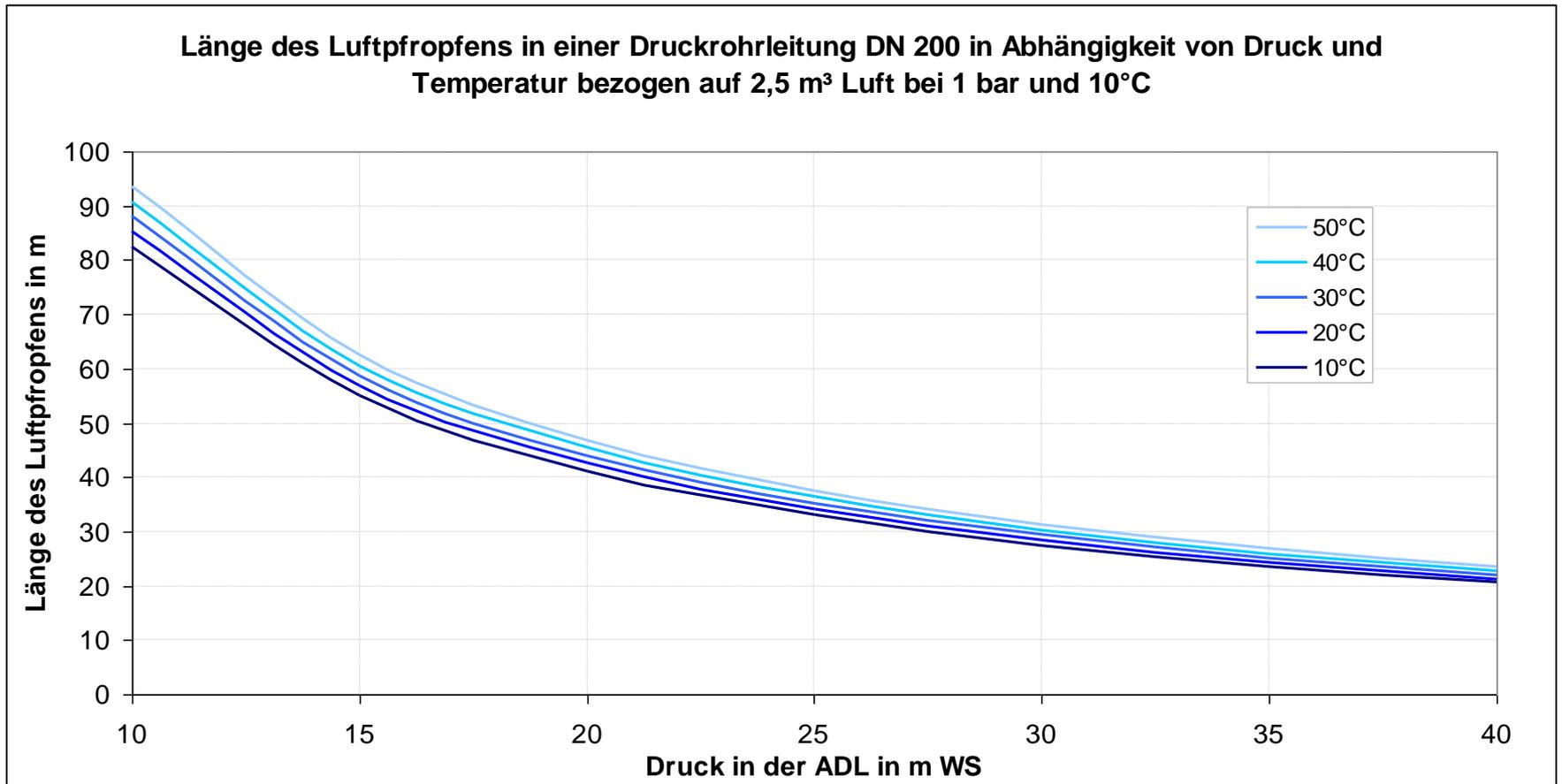
$$T_2 = 273 + 30 = 303 \text{ K}$$

$$V_1 = 0,32 \text{ m}^3$$

$$V_2 = \frac{90 \cdot 303}{40 \cdot 323} \cdot 0,32 = 0,67 \text{ m}^3$$

$$L_{\text{pfropfen}} = \frac{V_2}{A_{\text{ADL}}} = \frac{0,67}{0,031} = 22 \text{ m}$$





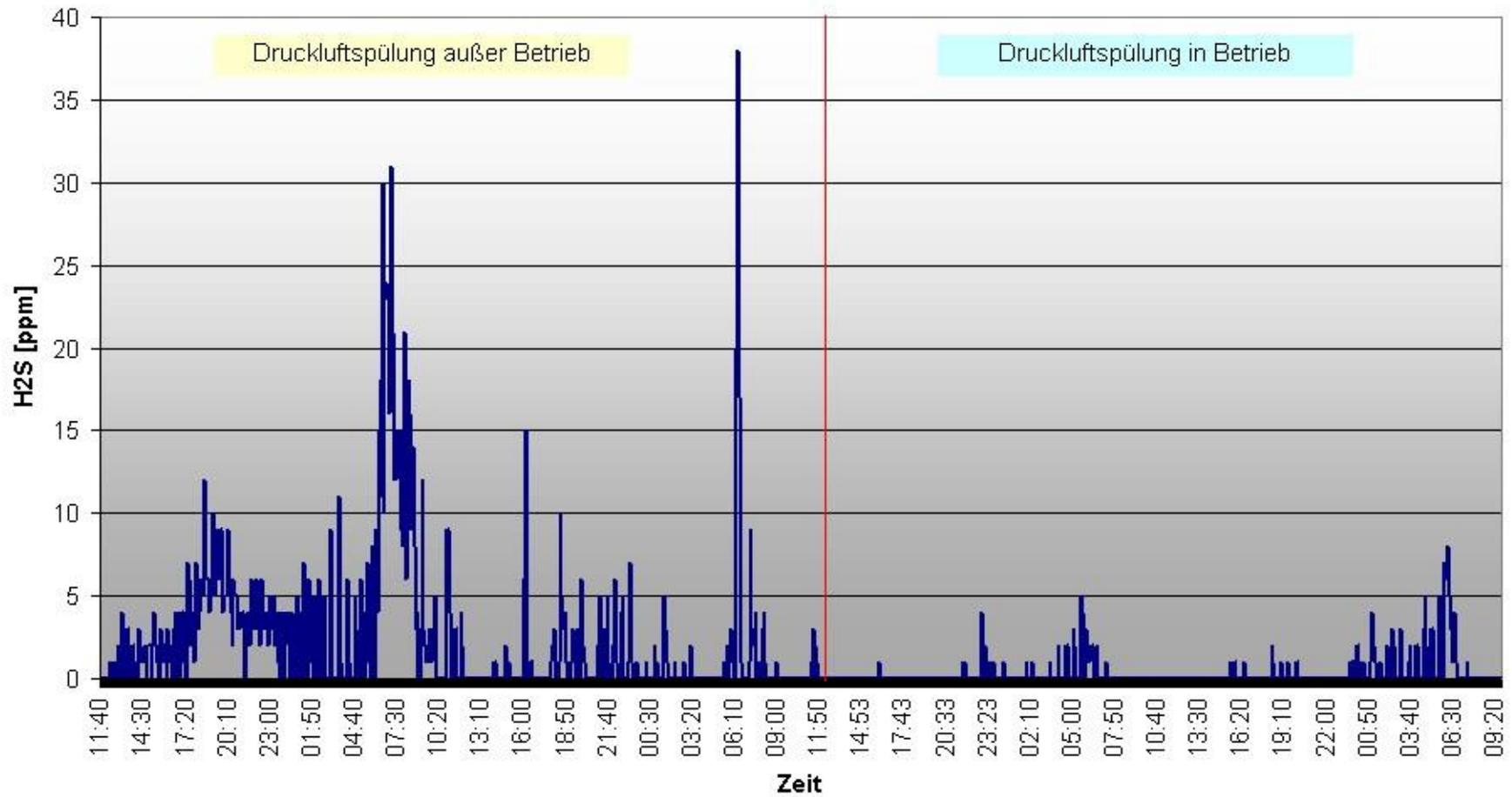
### 3. Druckluftspülung

### Luftvolumen in der ADL

<b>Parameter</b>	<b>Wert</b>
<b>Leitungsvolumen</b>	63 m <sup>3</sup>
<b>Volumen je Pumpenschub</b>	2,0 m <sup>3</sup>
<b>Länge der Druckrohrleitung</b>	2.000 m
<b>Mittlere Länge eines Wasserpfropfens</b>	64 m
<b>Mittlere Länge eines Luftpfpfens</b>	34 m
<b>Mittlere Anzahl der Pfropfen</b>	20 Stück
<b>Mittleres Luftvolumen</b>	22 m <sup>3</sup>
<b>Abwasservolumen</b>	41 m <sup>3</sup>
<b>Mittlere Abwasseraufenthaltszeit</b>	1,6 h

<b>ohne Druckluftspülung</b>		
<b>Datum</b>	<b>PW Plate [ mg Sulfid / l AW]</b>	<b>DUS Consrade [ mg Sulfid / l AW]</b>
11.11.02	0,5	1,7
12.11.02	2,4	4,1
<b>mit Druckluftspülung</b>		
05.11.02	2,0	0,1
13.11.02	0,9	0,3
18.11.02	3,6	0,2

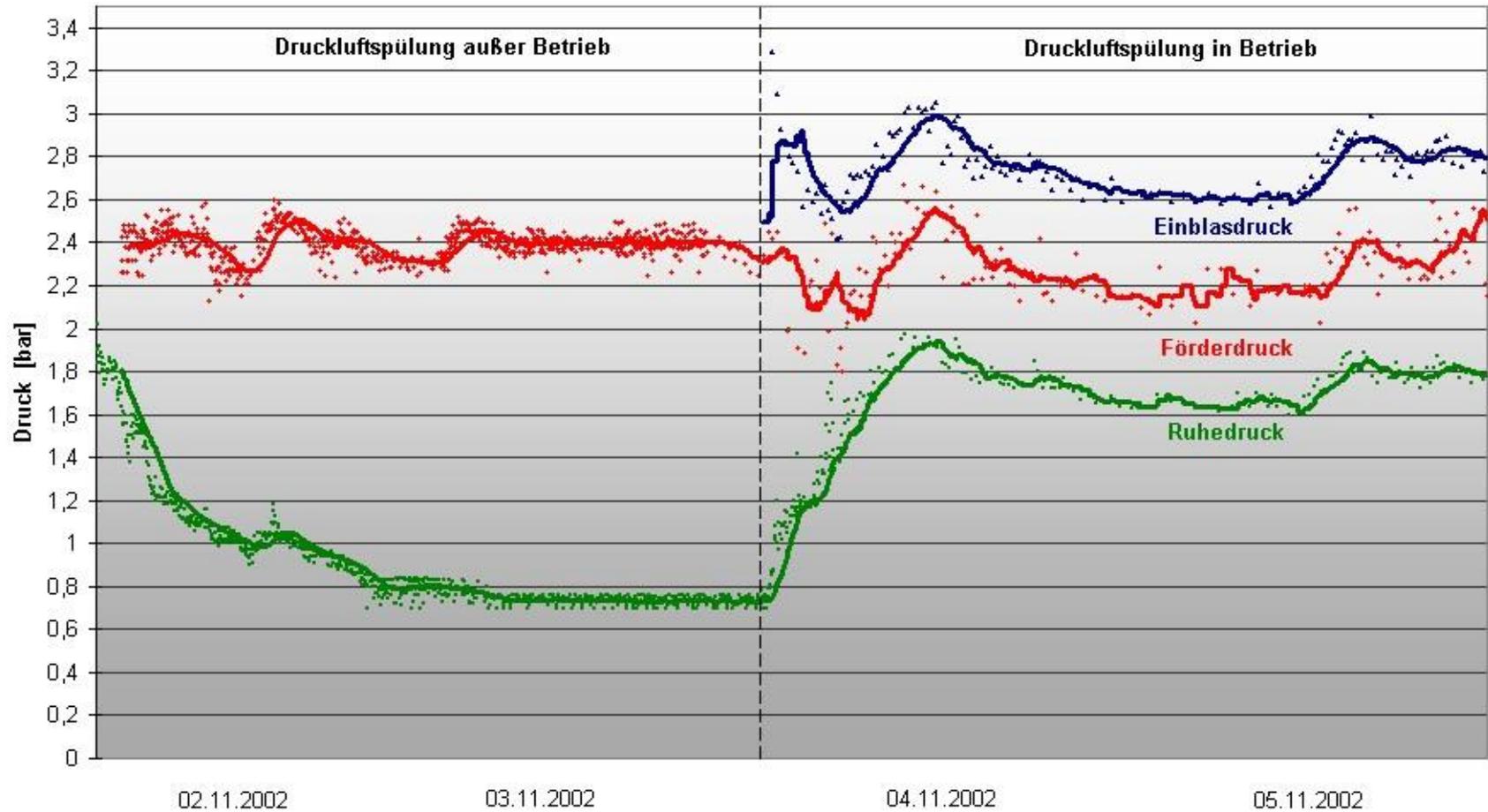
Schwefelwasserstoffemission DUS Consrade 11.11.02 - 15.11.02



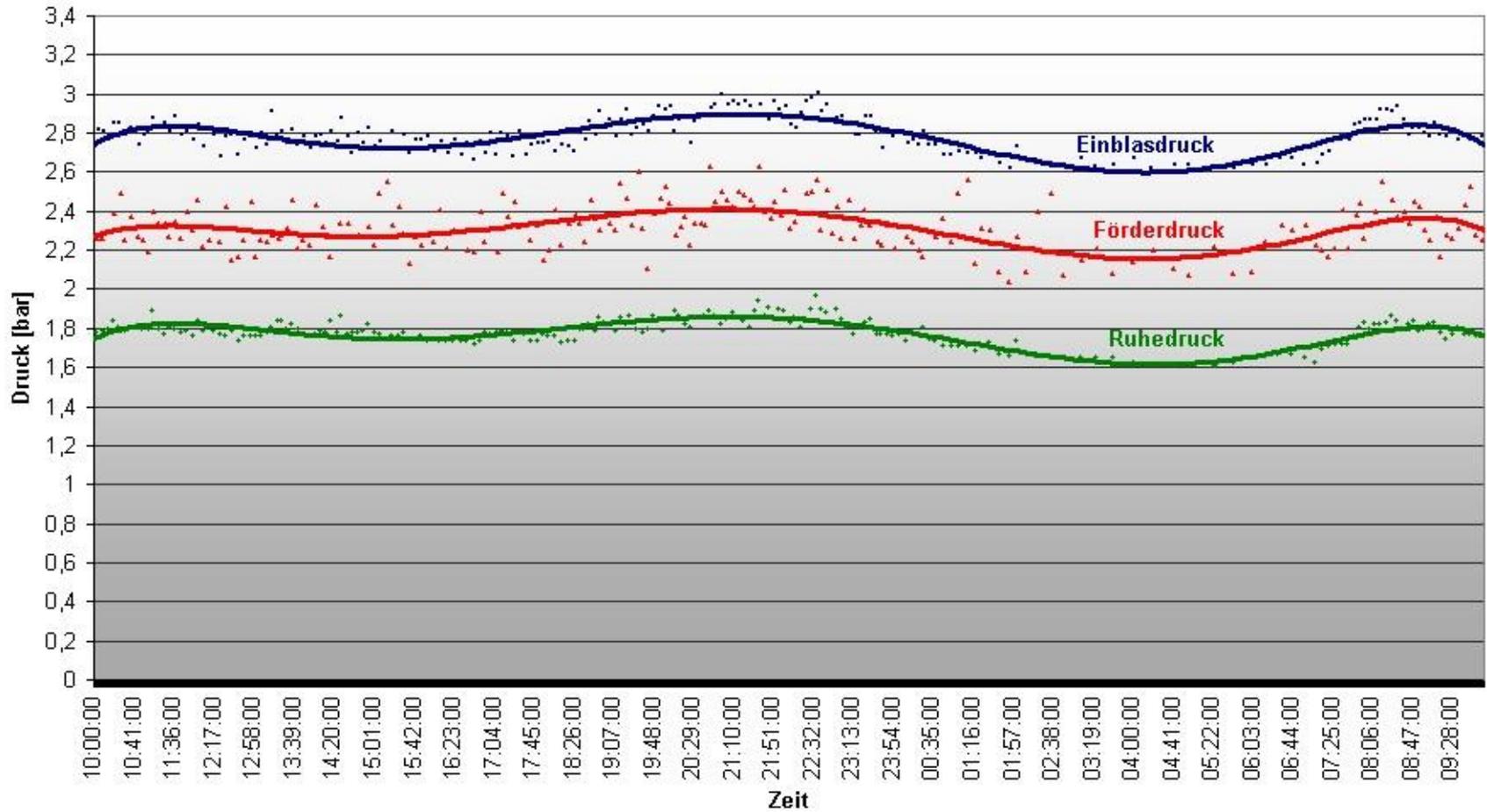
Zur Beschreibung der Druckverhältnisse in der Leitung werden drei Druckzustände unterschieden:

- ✚ Der **Förderdruck** bezeichnet den Gegendruck in der Leitung, der bei max. Pumpenleistung auftritt.
- ✚ Der **Ruhedruck** liegt vor, wenn kein Abwasser gefördert wird.
- ✚ Der **Einblasdruck** beschreibt den Druck, auf welchen sich die eingebrachte Druckluft unmittelbar nach dem Eintrag in die Leitung entspannt.

DL Plate / Consrade 02.11.02 - 05.11.02

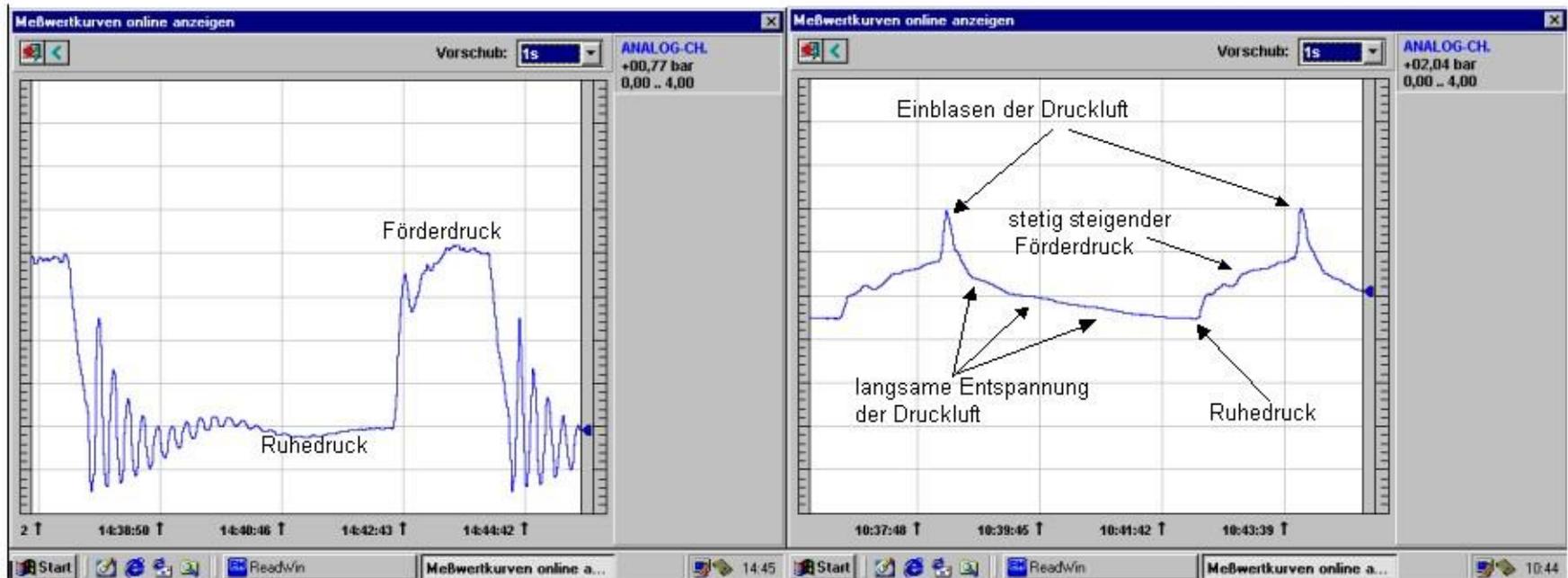


DL Plate / Consrade 05.12.02 - 06.12.02

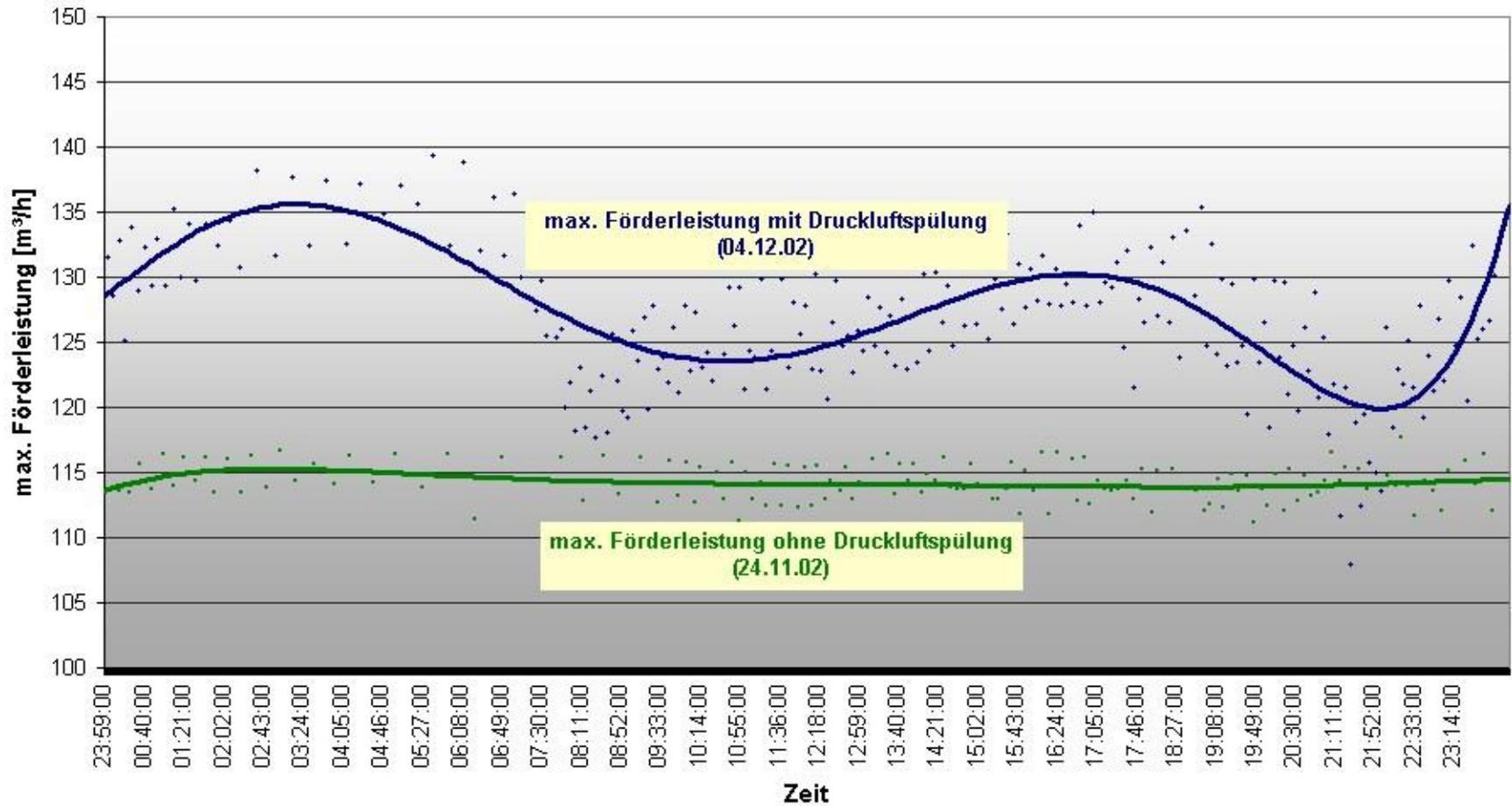


Ohne Druckluftspülung

mit Druckluftspülung

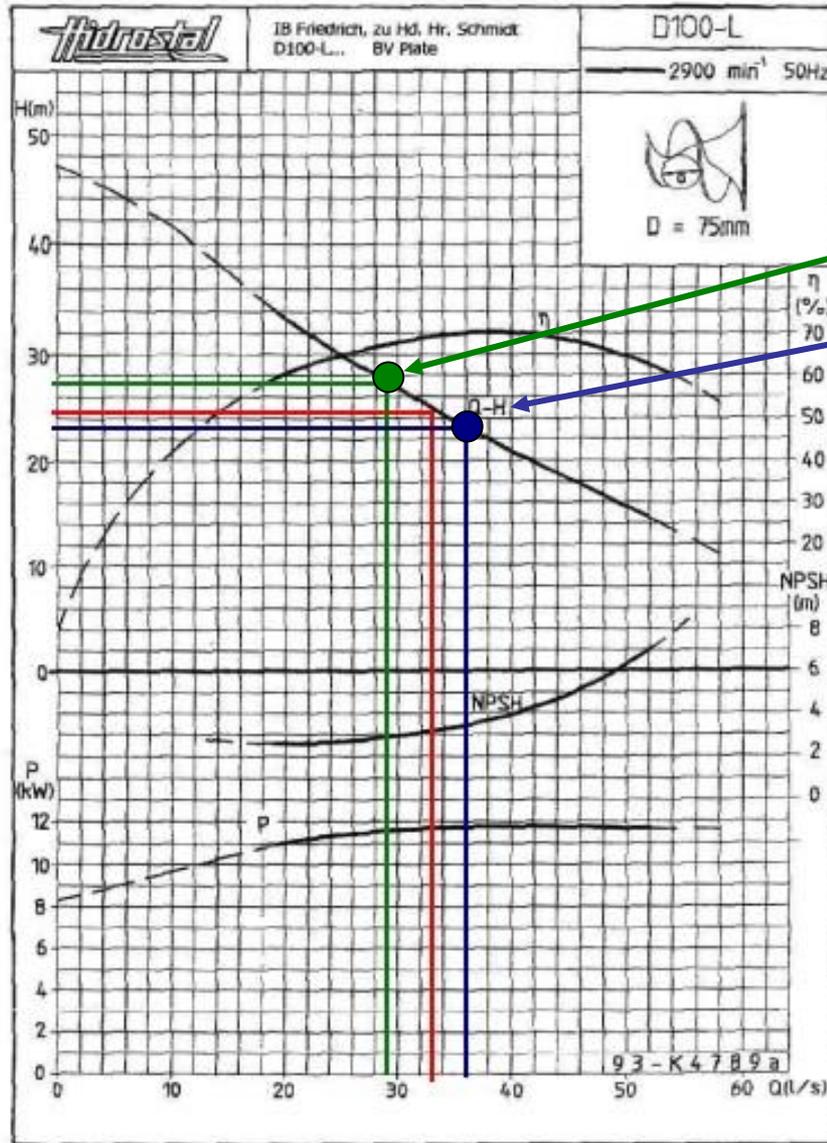


PW Plate Förderleistung



# 4. Ergebnisse

# Volumenstrom



Ohne Druckluftspülung

Mit Druckluftspülung

Aufgrund des erhöhten Volumenstromes der Pumpe erhöht sich deren Leistungsaufnahme nur unwesentlich. (hier von 11,3 auf 11,6 kW)

Aufgrund der geringeren Laufzeit und des etwas besseren Wirkungsgrades der Pumpe sinkt der Stromverbrauch jedoch um 18%!

- ✚ Da mit Druckluftspülung der Ruhedruck ansteigt, erhöhen sich die Kräfte, die auf die Rückschlagklappe wirken.
- ✚ Im PW Plate stieg die Kraft von 1,3 kN auf 3,1 kN an.
- ✚ Bei plötzlichem Ausschalten der Pumpen ist die Kraft ca. 7,0 kN.
- ✚ Empfehlenswert sind Rückschlagklappen mit Druckstoßdämpfung.

	$Q_d$	Druckluft	Nutriox
	m <sup>3</sup> /d	Ct/m <sup>3</sup>	Ct/m <sup>3</sup>
24.10.2002	580	0,55	3,66
25.10.2002	610	0,51	3,48
26.10.2002	637	0,58	3,33
27.10.2002	645	0,56	3,29
28.10.2002	696	0,54	3,05
29.10.2002	611	0,59	3,48
30.10.2002	634	0,42	3,35
31.10.2002	610	0,44	3,48
01.11.2002	599	0,45	3,55
<i>Mittelwert</i>	<i>624</i>	<i>0,52</i>	<i>3,41</i>
<b>Jahreskosten</b>		<b>1.200</b>	<b>8.900</b>

- ❏ **Druckluftspülung** ist eine wirkungsvolle und einfache Möglichkeit, die Bildung und Emission von Geruchskomponenten in Abwasserdruckrohrleitungen zu bekämpfen.
- ❏ In diesem Fall betrug das Verhältnis von **Luft zu Abwasser** in der Druckrohrleitung ca. **1 : 2**.
- ❏ Das **Luftvolumen** in der Druckrohrleitung wird maßgeblich **vom Druck** und weniger von der Temperatur **bestimmt**.
- ❏ Das Eintragen von Luft **erhöht den Ruhedruck** und **senkt** in geringem Maße den **Förderdruck** in der Druckrohrleitung.

- ❏ Der **Stromverbrauch** der Pumpe sank mit Druckluftspülung um ca. 18 %.
- ❏ Die **H<sub>2</sub>S-Emission** konnte nicht gänzlich unterdrückt werden, da die Luftmenge zu klein war, um die Aufenthaltszeit weit genug abzusenken.
- ❏ Die **Kosten** für die Druckluftspülung betragen ca. 0,5 Ct/m<sup>3</sup>.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**