

Fachhochschule Köln  
University of Applied Sciences Cologne



**Stadtentwässerungs-  
betriebe Köln, AöR**

**U N I K A S S E L  
V E R S I T Ä T**



Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft  
Fachbereich Bauingenieurwesen

Forschungs- und Entwicklungsprojekt

**„Beeinflussung von Gewässern und Abwasserreinigung  
durch die Zugabe von Stoffen in Freispiegelkanälen  
zur Geruchsminimierung“**

Anhang

September 2005



## Inhalt Anhang

<b>16 Anhang .....</b>	<b>432</b>
<b>16.1 Sulfidverbindungen.....</b>	<b>432</b>
<b>16.2 Laborversuche.....</b>	<b>433</b>
<b>16.3 Hinweise zum Kapitel Geruchsidentifizierung .....</b>	<b>436</b>
16.3.1 Hinweise zur Geruchsstoffemissionspotential (GEP)-Messmethodik .....	436
16.3.2 Informationen zur GC-MS-Messmethodik .....	437
16.3.3 Informationen zum Chemosensorischen Messsystem .....	438
16.3.4 Informationen zu Geruchsstoffen.....	439
<b>16.4 Haushaltschemikalien .....</b>	<b>440</b>
<b>16.5 Hinweise zum Kapitel „Wassersparmaßnahmen“ .....</b>	<b>447</b>
<b>16.6 Hinweise zum Kapitel „Abwassertemperatur“ .....</b>	<b>448</b>
<b>16.7 Ablagerungsverhalten und Zusammensetzung von Fest- und Schwebstoffen .....</b>	<b>449</b>
<b>16.8 Informationen und Messdaten zum Kapitel “Effizienz einer Wasserstoffperoxiddosierung“ ..</b>	<b>455</b>
<b>16.9 Richtwerte für Indirekteinleiter .....</b>	<b>459</b>
<b>16.10 Informationen zum Einsatz von NUTRIOX im linksrheinischen Kanalnetz des GKW Stammheim .....</b>	<b>460</b>
16.10.1 Abschätzung der Fließzeiten zwischen den Probenahmestellen L, F, N, M und GKW .....	460
16.10.2 Abschätzung des BSB <sub>5</sub> -Bedarfs bei vollständiger Denitrifizierung des Nitrates aus NUTRIOX.....	461
<b>16.11 Informationen zur Kanal-Teststrecke Köln-Ensen.....</b>	<b>462</b>
16.11.1 Kanaldaten.....	462
16.11.2 Pumpwerke .....	463
<b>16.12 Informationen zum Versuchsprogramm Abwasser an der Kanal-Teststrecke Köln-Ensen.....</b>	<b>464</b>
16.12.1 Lage der Dosier-, Mess- und Probenahmestellen .....	464
16.12.2 Durchführung der Probenahme und Probenahmegeräte .....	468
16.12.3 Messgeräte .....	469
16.12.4 Informationen zu Durchfluss- und Fließtiefen-Messstellen.....	470
16.12.5 Schlüsselkurven zur Umrechnung gemessener Fließtiefen in Abflüsse .....	471
16.12.6 Fließtiefen- und Geschwindigkeitsmessung zur Kalibrierung der Schlüsselkurven .....	473
16.12.7 Fließzeitmessungen in der Kanal-Teststrecke Ensen .....	474
16.12.8 Fließzeitberechnung und Vergleich mit Messergebnissen .....	475
16.12.9 Berechnung der Sohlschubspannungen bei mittlerem Trockenwetterabfluss .....	476
16.12.10 Besonderheiten der Frachtberechnung .....	477
16.12.11 Vorüberlegungen zur Erhöhung der Schwermetallkonzentration im Abwasser infolge Dosiermittelzugabe .....	481
16.12.12 Trinkwasseranalyse für das Einzugsgebiet der Kanal-Teststrecke Köln-Ensen .....	484
<b>16.13 Konzeption des Versuchsprogramms „Geruch“ an der Teststrecke Ensen .....</b>	<b>485</b>
16.13.1 Hinweise zur Probenahme.....	485
16.13.2 Messgeräte .....	485
16.13.3 Kontinuierliche Messung des Schwefelwasserstoffs in den Messschächten .....	486
16.13.4 Ergebnisse zur Geruchsart .....	495
16.13.5 Messdaten zur Erfassung des Ist-Zustandes .....	498
16.13.6 Daten zur Geruchsbelastungssituation in den Versuchsphasen .....	499
16.13.7 Messdaten zur Versuchsphase NUTRIOX .....	501
16.13.8 Messdaten zur Versuchsphase KRONOFLOC .....	503
16.13.9 Sonstige Messungen .....	511
16.13.10 Informationen zur Bestimmung der optimalen Dosiermenge pro m <sup>3</sup> Abwasser.....	514

## 16 Anhang

### 16.1 Sulfidverbindungen

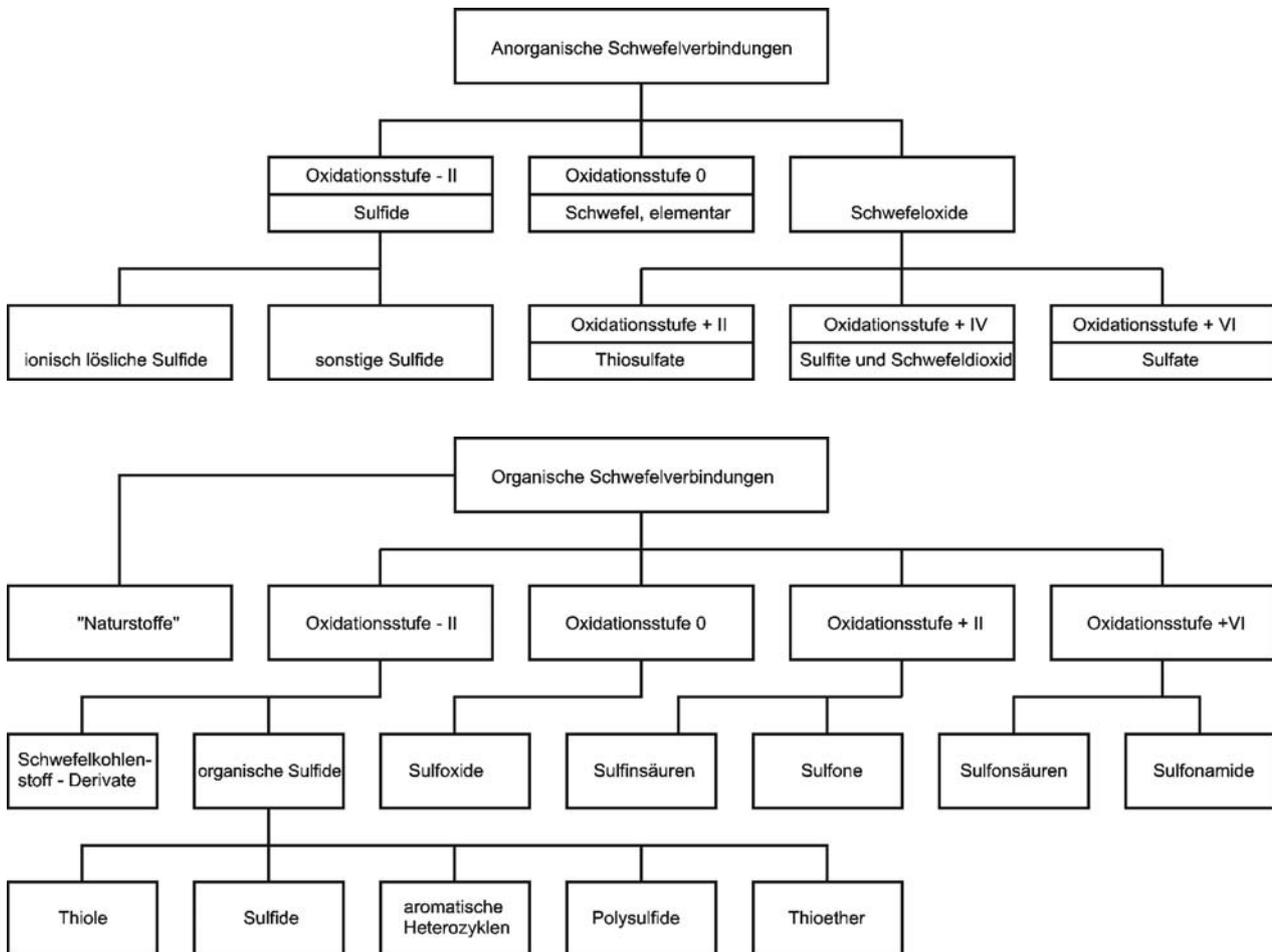


Abb. 16.1: Schwefelverbindungen im Abwasser (aus LOHSE, 1986)

## 16.2 Laborversuche

Tab. 16.1: Zusammensetzung des Nährmediums „Postgate“ (nach POSTGATE, 1984)

Stoffe	Menge [g/l]
NaCl	1
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,5
NH <sub>4</sub> Cl	1
CaSO <sub>4</sub> *2H <sub>2</sub> O	1
MgSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O	2
Ascorbinsäure	0,1
FeSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O	0,5
Hefeauszug	1

Tab. 16.2: Laborversuche zur Untersuchung der Sulfidentwicklung in der Wasserphase

Batchversuche - Wasserphase				
Nr.	Milieu	CSB* [mg/l]	Sulfat [mg/l]	pH [-]
<b>Desulfurikation</b>				
1	anaerob	827	200	7
2	anaerob	837	186	6
3 <sup>*1</sup>	anaerob	825	164	5
4	anaerob	742	665	7
5	anaerob	1036	851	7
6 <sup>*1</sup>	anaerob	1561	945	7
7	anoxisch	1045	564	7
8	anoxisch	1054	623	7
9	anoxisch	1298	591	7
10	anoxisch	1261	584	7
11	anoxisch	934	580	7
12	anoxisch	994	659	7
<b>Desulfuration</b>				
13	anaerob	1858	72	7
14	anaerob	2206	73	7
15	anaerob	1302	64	7
16	anaerob	484	68	7

\*= Erhöhung des CSB durch Lactat- (Desulfurikation) bzw. Cystinzugabe (Desulfuration)

\*<sup>1</sup>= Zugabe von sulfatreduzierenden Bakterien

Tab. 16.3: Ständige Arbeiten am Rohrreaktor

Arbeiten	alle 2 Tage	Montag / Mittwoch / Freitag	bei Bedarf
Reinigung des Reaktorsystems (ohne Rohrreaktor)	X		
Kalibrierung der eingesetzten Sonden zur Überwachung des Systems	X		
Auslesen der aufgezeichneten Daten		X	
Wartungsarbeiten an der Pumpe sowie Optimierung des Reaktorsystems			X

Tab. 16.4: Übersicht über die Ausgangsbedingungen der Versuchsreihen - Sielhaut

	Versuch Nummer	O <sub>2</sub> [mg/l]	Temp. [°C]	pH [-]	BSB <sub>5</sub> [mg/l]	CSB [mg/l]	NH <sub>4</sub> -N [mg/l]	TS [g/l]	oTS [g/l]	NO <sub>3</sub> -N [mg/l]	NO <sub>2</sub> -N [mg/l]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mg/l]
anaerob	1	0,00	17,90	7,97	718	1435	44,63	0,32	0,21	0,62	0,54	791
	2	0,00	18,90	7,27	435	870	34,99	0,39	0,20	<0,08	0,04	539
	3	0,00	16,10	6,09	636	1062	63,80	0,31	0,22	0,44	0,08	521
	4	0,40	19,00	7,57	569	1112	46,50	0,33	0,23	<0,08	0,08	479
	5	0,00	17,50	7,02	528	964	55,65	0,30	0,18	0,09	0,04	685
	6	0,00	19,80	7,19	257	523	27,22	0,16	0,14	<0,08	0,08	474
	7	0,00	16,60	7,68	319	615	39,90	0,06	0,00	0,23	0,06	115
	8	0,02	19,10	7,27	159	689	6,43	0,01	0,00	<0,08	0,12	40
	9	0,01	16,90	7,50	701	1141	33,66	0,14	0,00	0,23	0,04	108
	10	0,02	16,50	6,61	730	1064	23,99	0,04	0,00	0,29	0,09	40
	11	0,00	17,70	7,59	95	290	31,90	0,12	0,09	0,39	0,06	690
	12	0,00	18,00	7,00	9	67	3,58	0,03	0,00	10,76	0,28	439
	13	0,00	19,10	7,44	37	237	48,94	0,16	0,11	0,23	0,47	413
	14	0,00	20,00	7,40	163	251	1,80	0,03	0,00	0,23	0,03	42
anoxisch	N1	0,00	18,00	7,83	200	700	44,80	0,10	0,08	35,70	3,16	140
	N2	0,05	18,10	7,74	251	845	47,58	0,16	0,12	8,71	0,15	448
	N3	3,30	20,00	8,14	12	89	43,82	0,11	0,00	0,25	0,03	149
aerob	A1	1,72	16,40	7,74	561	993	44,11	0,04	0,03	0,40	0,03	611
	A2	0,08	16,10	7,90	576	915	42,34	0,06	0,05	0,32	0,08	106
	A3	0,02	16,50	6,61	730	1064	23,99	0,04	0,00	0,29	0,09	40

Tab. 16.5: Übersicht der Ausgangsbedingungen bei den Laborversuchen „Sediment“

	Versuch Nummer	O <sub>2</sub> [mg/l]	Temp. [°C]	pH [-]	BSB <sub>5</sub> [mg/l]	CSB [mg/l]	NH <sub>4</sub> -N [mg/l]	TS [g/l]	oTS [g/l]	NO <sub>3</sub> -N [mg/l]	NO <sub>2</sub> -N [mg/l]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mg/l]	Herkunftsquelle		
													Sediment	Abwasser	Sedimentgewicht [g]
anaerob	1	0,05	20,00	7,48	537	1074	40,69	0,27	0,20	0,49	0,09	481	Ensen	Köln	280
	2	0,02	20,00	7,25	236	1270	49,86	0,59	0,30	0,62	0,16	520	Ensen	Köln	280
	3	0,00	20,00	7,10	322	1206	49,97	0,61	0,48	0,63	0,16	479	Ensen	Köln	50
	4	0,03	21,30	7,17	341	1100	42,49	0,56	0,43	0,38	0,08	525	Frankfurter	Köln	280
	5	0,02	20,60	7,77	689	1240	43,44	0,34	0,26	0,36	0,10	525	Ensen	Köln	100
	6	0,02	22,60	7,32	644	1197	47,31	0,14	0,12	0,37	0,09	548	Ensen	Kassel	50
	7	0,03	18,00	7,53	689	1329	49,05	0,17	0,08	0,35	0,08	660	Ensen	Kassel	100
	8	0,01	22,90	7,42	661	1248	54,61	0,12	0,10	0,38	0,06	540	Ensen	Kassel	280
	9	0,04	22,40	7,79	626	1124	58,78	0,13	0,19	0,38	0,08	460	Hochkreuz	Kassel	280
	10	0,05	20,20	7,00	840	1327	3,37	0,18	0,14	<0,08	0,06	580	Ensen	Kassel	280
	11	0,03	20,30	6,97	131	326	3,06	0,11	0,09	<0,08	0,07	147	Ensen	Kassel	280
	12	0,10	22,00	7,41	341	1254	46,67	0,50	0,41	0,57	0,11	130	Frankfurter	Köln	280
	13	0,02	22,10	7,26	253	803	46,98	0,26	0,20	0,59	0,12	118	Ensen	Köln	50
	14	0,09	22,70	7,48	233	747	41,28	0,29	0,23	0,60	0,14	114	Ensen	Köln	50
	15	0,05	21,10	7,33	40	189	18,32	0,06	0,00	0,36	0,40	630	Frankfurter	Köln	280
anoxisch	1 N	0,04	19,90	7,35	607	1157	42,43	0,09	0,06	12,10	0,48	565	Ensen	Kassel	150
	2 N	0,12	20,40	7,37	520	1160	44,56	0,14	0,11	12,80	4,44	118	Ensen	Kassel	280
	3 N	0,08	20,60	7,53	680	1182	18,46	0,12	0,09	12,20	0,22	63	Ensen	Kassel	280
	4 N	0,06	17,30	7,74	87	327	43,04	0,13	0,11	0,42	0,13	100	Ensen	Kassel	280
	5 N	0,01	19,30	7,77	509	1061	42,82	0,12	0,10	14,30	0,12	106	Ensen	Kassel	280
	6 N	0,08	19,80	7,48	621	1189	10,41	0,27	0,23	1,90	0,40	148	Ensen	Kassel	280
	7 N	0,04	19,60	7,79	495	1058	45,03	0,12	0,00	37,80	0,93	128	Ensen	Kassel	280
aerob	1 A	4,27	19,90	7,71	185	521	49,08	0,22	0,02	0,40	0,13	180	Ensen	Kassel	280
	2 A	3,95	19,60	7,52	350	841	50,86	0,43	0,36	0,39	0,12	179	Frankfurter	Kassel	280
	3 A	3,58	19,90	7,71	660	1180	47,14	0,39	0,27	0,34	1,30	114	Ensen	Kassel	280
	4 A	3,21	20,00	7,77	660	1227	48,49	0,45	0,32	0,52	0,35	116	Frankfurter	Kassel	280
	5 A	2,71	18,70	7,33	547	1531	43,96	1,00	0,15	0,26	0,06	86	Ensen	Kassel	150
	6 A	2,72	18,80	7,20	430	1370	43,54	1,08	0,76	0,26	0,06	87	Ensen	Kassel	150
	7 A	5,81	20,10	8,33	394	1234	22,68	0,82	0,00	0,39	0,54	710	Ensen	Kassel	150
	8 A	3,15	19,50	7,88	450	1145	19,32	0,56	0,46	0,25	0,07	115	Ensen	Kassel	150

Tab. 16.6: Populationsangaben unterschiedlicher Gattungen sulfatreduzierender Bakterien aus verschiedenen Herkunftsquellen (verschiedene Quellen)

<b>Probe</b>	<b>Bakterienart</b>	<b>Population</b>	<b>bezogen auf</b>	<b>Bemerkungen</b>
Mischwasserablagerungen	Desulfurikanten <sup>1)</sup>	$8 \cdot 10^6$	[g] (Trockenmasse)	
	Acetat verwertende SRB <sup>2)</sup>	$6 \cdot 10^3$	[cm <sup>3</sup> ]	oligotropher See (Stechlinsee); ständig anoxische Schichten; überhalb 20 mm Tiefe
	Thiosulfat-disproportionierende SRB <sup>2)</sup>	$1,2 \cdot 10^3$	[cm <sup>3</sup> ]	
	SRB <sup>2)</sup>	$1,5 \cdot 10^6$	[cm <sup>3</sup> ]	eutropher See (Dagowsee); 8,5 m Wassertiefe; anoxisches Milieu; 0-5 mm Tiefe
		$0,75 \cdot 10^6$	[cm <sup>3</sup> ]	eutropher See (Dagowsee); 0,5 m Wassertiefe; anoxisches Milieu; 0-5 mm Tiefe
		$1,1 \cdot 10^6$	[cm <sup>3</sup> ]	eutropher See (Dagowsee); 3,5 m Wassertiefe; anoxisches Milieu; 10-15 mm Tiefe
Sielhaut	Desulfurikanten <sup>3)</sup>	$1,8 \cdot 10^7$	[g] (Nassgewicht)	Abwassersammler
marines Sediment	SRB <sup>4)</sup>	$2 \cdot 10^6$	[cm <sup>3</sup> ]	bez. auf aerobe Sedimentschicht
Quelle: <sup>1)</sup> Schmitt (1992); <sup>2)</sup> Sass (1997); <sup>3)</sup> Lohse (1986); <sup>4)</sup> Jorgensen and Bak (1991), aus: Fauque (1995)				

## 16.3 Hinweise zum Kapitel Geruchsidentifizierung

### 16.3.1 Hinweise zur Geruchsstoffemissionspotential (GEP)-Messmethodik

Verschiedene lokale Faktoren üben einen Einfluss darauf aus, ob und wie sehr aus einer Flüssigkeit Geruchsstoffe emittiert werden. Dazu zählen vor allem auch die physikalischen und chemischen Randbedingungen (Turbulenz, Temperatur, Partialdrücke der Komponenten etc.).

Ob aber unter ansonsten identischen äußeren Randbedingungen mehr oder weniger Geruchsstoffe aus einer Flüssigkeit emittiert werden, wird maßgeblich davon bestimmt, wie viele Geruchsstoffe überhaupt in der Flüssigkeit enthalten sind.

Der Gesamtgehalt aller in einer Flüssigkeit enthaltenen Geruchsstoffe wird als „GeruchsstoffemissionsPotential“ **GEP** (englisch „odour emission capacity“ (oec)) bezeichnet. Eine Flüssigkeit mit einem großen GEP emittiert an einer gegebenen Stelle eines Abwassersystems (z. B. an einem Überfall) mehr Geruchsstoffe als eine andere Flüssigkeit mit einem geringeren GEP. Im Maximalfall werden alle Geruchsstoffe emittiert; dann ist die Emission so groß wie das GEP. Dieser Fall tritt allerdings in üblichen Abwassersystemen (Kanalisation und Kläranlage) nie auf. Auch ist an dieser Stelle auf die Möglichkeit der Neubildung von Geruchsstoffen innerhalb von Abwassersystemen (Beispiel: anaerobe Vorgänge im Kanal) hinzuweisen.

Zur Messung des GEP ist es also erforderlich, die in der zu untersuchenden Flüssigkeit enthaltenen Geruchsstoffe weitestgehend auszublasen und dabei mit Hilfe olfaktometrischer Messungen zu quantifizieren. Dieses Verfahren wurde von KÖSTER (1996) und FRECHEN UND KÖSTER (1998) vorgestellt.

#### **Durchführung der GEP-Versuche**

Abb. 16.2 zeigt die GEP-Messmethodik sowie einen Querschnitt durch einen GEP-Testreaktor.

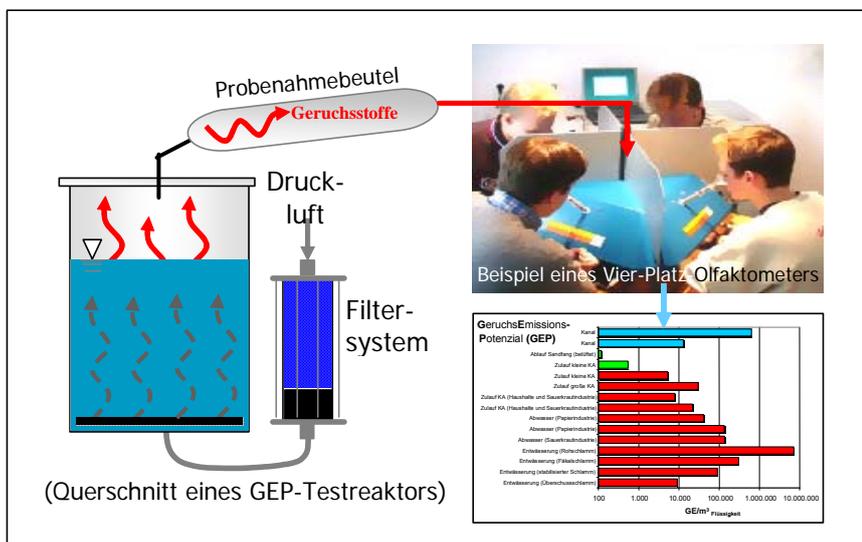


Abb. 16.2: Versuchsanordnung zur Geruchsstoffemissionspotential-Messung

Zur GEP-Messung werden 30 Liter der zu untersuchenden Flüssigkeit turbulenzarm in einen geruchsneutralen Testreaktor eingefüllt und mit einem Volumenstrom geruchsneutraler Luft von 3.000 l/h durchströmt. Abb. 16.3 zeigt den GEP-Messtand an dem Messstandort „Köln-Ensen“.

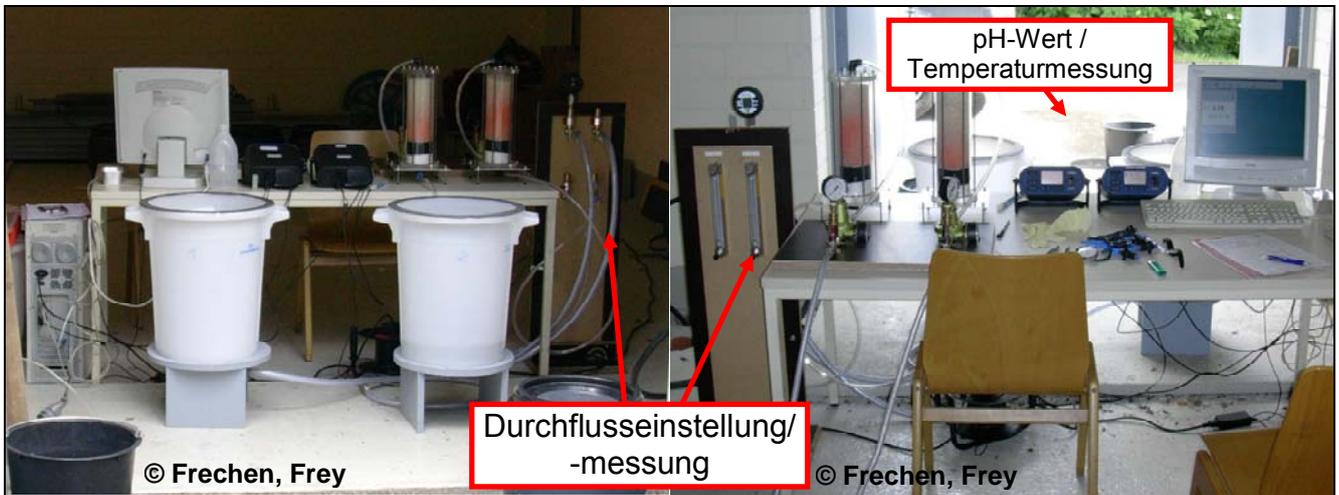


Abb. 16.3: Messstand der GEP-Versuche an der Teststrecke Köln-Ensen

Der Testreaktor wird mit einem Deckel verschlossen. Über einen im Deckel befindlichen Abluftstutzen werden beginnend, unmittelbar nach dem Einschalten der Belüftung, in bestimmten Zeitabständen Proben gewonnen. Die nach 1:30 Minuten, 8 Minuten, 16 Minuten, 32 Minuten und 60 Minuten gewonnenen Geruchsproben werden anschließend olfaktometrisch und gasanalytisch untersucht.

### **Auswertung der GEP-Messung**

Als Ergebnis erhält man durch Integration über die ausgeblasene Luftmenge das Geruchsstoffemissionspotential als Kenngröße der betrachteten Flüssigkeit in  $GE_E/m^3_{Abwasser}$ . Die über die Geruchsproben der GEP-Messung analysierten Inhaltsstoffe, wie z. B. Schwefelwasserstoff, können über das Emissionspotential in  $mg H_2S/m^3_{Abwasser}$  angegeben werden.

### 16.3.2 Informationen zur GC-MS-Messmethodik

Hinweise zu den wesentlichen analytischen Randbedingungen bei der im Rahmen des Forschungsprojektes durchgeführten Gaschromatographie sind der Tab. 16.7 zu entnehmen.

Tab. 16.7: Analytische Randbedingungen bei der Gaschromatographie

<b>Komponenten</b>	<b>Substanz</b>	<b>Hinweise</b>
Trägergas	Helium	100 ml/min
Trennsäule	VB5	--
Beschichtung der Trennsäule	5% (Phenyl)-Methylpolysiloxan	--
Detektor	MSD (Massenselektiver Detektor)	--
Thermodesorber	GERSTEL - TDS	--

16.3.3 Informationen zum Chemosensorischen Messsystem

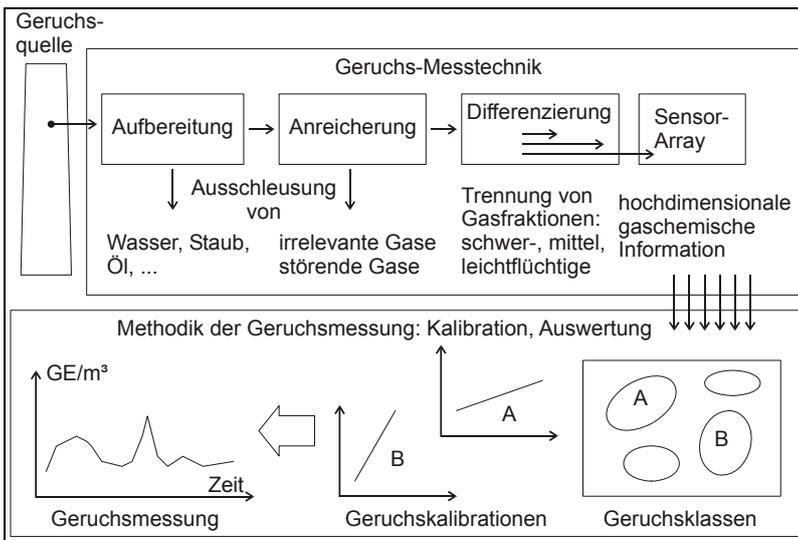


Abb. 16.4: Methodik der technisch-sensorischen Geruchsmessung mittels ODOURVECTOR™ der FA. ALTRASENS (BOEKER, 2004)

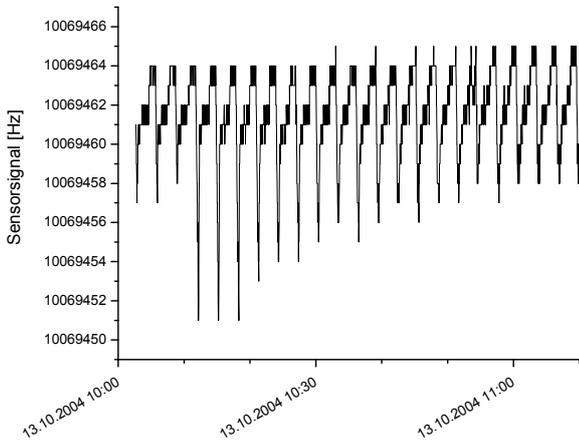


Abb. 16.5: Verlauf der Sensorsignale eines der Chemosensoren während einer GEP-Messung (BOEKER, 2004)

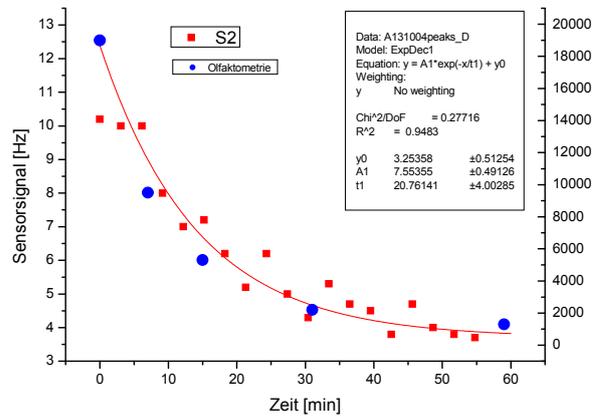


Abb. 16.6: Abklingkurven der Olfaktometrie / Sensoren vom 13.10.2004 – Messschacht 0632 (BOEKER, 2004)

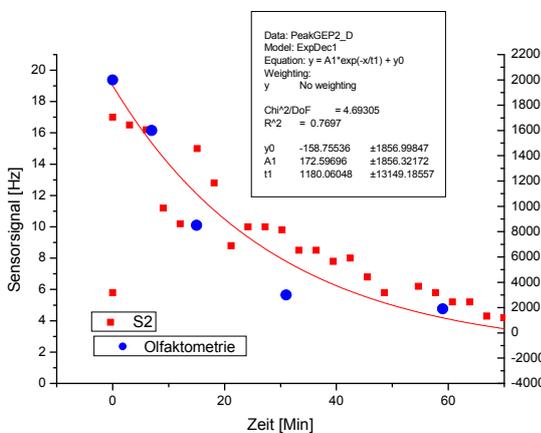


Abb. 16.7: Abklingkurven der Olfaktometrie / Sensoren vom 13.10.2004 – Messschacht 0557 (BOEKER, 2004)

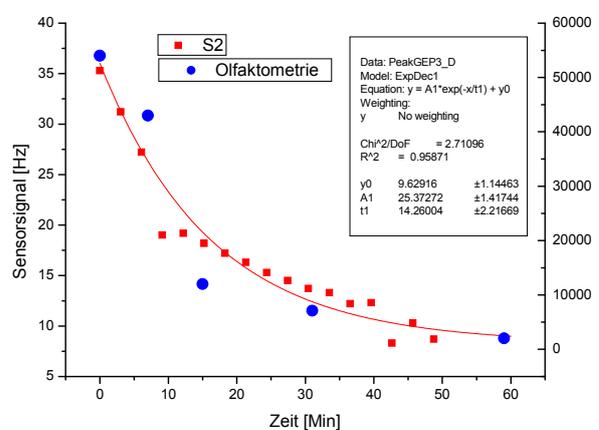


Abb. 16.8: Abklingkurven der Olfaktometrie / Sensoren vom 13.10.2004 – Messschacht 0149 (BOEKER, 2004)

## 16.3.4 Informationen zu Geruchsstoffen

Tab. 16.8: *Bedeutsame Geruchsstoffe im kommunalem Abwasser (nach HWANG ET AL., 1995; HVITVED-JACOBSEN UND VOLLERTSEN, 2001A; FALBE UND REGITZ, 1995; BRAUER, 1988; THISTLETHWAYTE UND GOLEB, 1972; THIBODEAUX, 1979; SANDER, 2000; VINCENT UND HOBSON, 1998; DAGUE, 1972; VINCENT, 2001; SUFFET ET AL., 2003; BGIA, 2005; BURLINGAME. ET AL., 2002; STUETZ ET AL., 2001)*

Substanz	Verbindungen	Geruchsschwellenwert		Grenzwert				Geruchsart
		ppm	Datenquelle:	mg/m <sup>3</sup>	ml/m <sup>3</sup>	Art, Bemerkung	Datenquelle:	
flüchtige Schwefelverbindungen	Methylmercaptan [CH <sub>3</sub> SH]	0,001	A	1	0,50	MAK	B	verfaultes Kraut, Knoblauch, fauler Kohl
	Ethylmercaptan [CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> SH]	0,001	A	1	0,50	MAK	B	verfaultes Kraut, fauler Kohl
	Allylmercaptan [CH <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> SH]	0,000	A					stark nach Müll, Kaffee
	Benzylmercaptan [C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> SH]	0,002	A					stark unangenehm
	n-Propylmercaptan [CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> SH]	0,001	A					unangenehm
	n-Propylmercaptan [CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> SH]	0,000	A					unangenehm
	t-Butylmercaptan [C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> S]	0,001	A					unangenehm
	Crotylmercaptan [CH <sub>3</sub> CHCHCH <sub>2</sub> SH]	0,000	A					stinkig (Skunk)
	Schwefeldioxid [O <sub>2</sub> -S]	0,708	A	5 (1,3)	2	MAK	B	stechend, sauer
	Dimethylsulfid [CH <sub>3</sub> -S-CH <sub>3</sub> ]	0,002	A					faules Gemüse
	Dimethyldisulfid [C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S <sub>2</sub> ]	0,012	A					faules Gemüse
	Diethylsulfid [C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> S]	0,004	A					charakteristisch
	Tetrahydrothiophen [C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> S]	0,001	A					stechend
	Thiophen [C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> S]	0,331	A					schwach benzolartig
	Amylmercaptan [CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> SH]	0,000	A					unangenehm faulig, knoblauchartig
	Diphenylsulfid [C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> SC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ]	0,001	A					unangenehm
	Thiophenol [C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> SH]	0,000	A	2,00		MAK	B	faulig nach Müll, unangenehm
	Dimethyltrisulfid	0,002	A					verfaulte Eier, nach Knoblauch, verfaultes Kraut
stickstoffhaltige Verbindungen	Methylamin [CH <sub>3</sub> -NH <sub>2</sub> ]	--		13	10	MAK	B	fischig, faulig, ammoniakartig
	Pyridin [C <sub>5</sub> -H <sub>5</sub> -N]	0,085	A	16	5	MAK, H	B	irritierend, widerlich
	Indol [C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> (CH) <sub>2</sub> -NH]	0,000	A					abstoßend, fäkal, widerlich, unangenehm
Säuren	Essigsäure [C <sub>2</sub> -H <sub>4</sub> -O <sub>2</sub> ]	0,145	A	25	10	MAK	B	Essig, stechend
	Buttersäure [CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH]	0,004	A	-	-	H	B	ranzig, unangenehm süßlich
	Valeriansäure [C <sub>5</sub> -H <sub>10</sub> -O <sub>2</sub> ]	0,005	A	-	-	-		süß
	Fettsäure	--						
	Propionsäure [C <sub>3</sub> -H <sub>6</sub> -O <sub>2</sub> ]	0,035	A	31		MAK		unangenehm
	Milchsäure [C <sub>3</sub> -H <sub>6</sub> -O <sub>3</sub> ]	--						fast geruchlos
Aldehyde und Ketone	Butyraldehyd [C <sub>4</sub> -H <sub>8</sub> -O]	0,009	A	64	20	MAK	B	ranzig, süßlich
	Butanon [C <sub>4</sub> -H <sub>8</sub> -O]	7,762	A	600	200	MAK	B	Grüner Apfel, acetonähnlich
	Formaldehyd [C <sub>1</sub> -H <sub>2</sub> -O]	0,871	A	0,62	0,50	MAK	B	beißend, erstickend
	Acetaldehyd [C <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> -O]	0,186	A	91	50	MAK	B	fruchtig, Apfel, stechend
	Isobutyraldehyd	0,041	A					fruchtig
	Valeraldehyd	0,006	A					fruchtig, Apfel
	Aceton [C <sub>3</sub> -H <sub>6</sub> -O]	14,454	A	1200	500	MAK	B	fruchtig, süß
	Methylisobutylketon [C <sub>6</sub> -H <sub>12</sub> -O]	0,537	A	83	20	MAK	B	Klebstoff, Mottenkugeln, angenehm
	Heptanal [C <sub>7</sub> -H <sub>14</sub> -O]	0,005	A					saure Milch, ranzig, süßlich, unangenehm
anorganische Gase	Hydrogensulfid / Schwefelwasserstoff [H-S]	0,018	A	14	10	MAK	B	verfaulte Eier
	Schwefelkohlenstoff [C <sub>1</sub> -S <sub>2</sub> ]	0,095	A	30 (16)	10	MAK, H	B	nach faulem Rettich
	Ammoniak [NH <sub>3</sub> ]	5,754	A	35 (14)	50	MAK, Y	B	stechend, scharf
	Chlor [Cl <sub>2</sub> ]	--		1,50	0,50	MAK	B	chlorartig, stechend
Kohlenwasserstoffe	Pentan [C <sub>5</sub> -H <sub>12</sub> ]	31,623	A	3000	1000	MAK	B	fast geruchlos
	Hexan [C <sub>6</sub> -H <sub>14</sub> ]	21,878	A	180	50	MAK, Y	B	schwach, benzinartig
	Heptan [C <sub>7</sub> -H <sub>16</sub> ]	9,772	A	2100	500	MAK	B	schwach, benzinartig
	Octan [C <sub>8</sub> -H <sub>18</sub> ]	5,754	A	2400	500	MAK	B	benzinartig
	Limonen [C <sub>10</sub> -H <sub>16</sub> ]	0,437	A					zitronenartig
	Cumol [C <sub>9</sub> -H <sub>12</sub> ]	0,024	A	250	50	MAK	B	Klebstoff, Mottenkugeln, scharf, aromatisch
absorbierbare organische Halogenverbindungen	Chlormethan [C-H <sub>3</sub> -Cl]	10,233	A	100	50	MAK	B	etherisch
	Chlorethan [C <sub>2</sub> -H <sub>5</sub> -Cl]	4,074	A	25	9	MAK	B	etherisch, stechend
	Bromchlormethan [C-H <sub>2</sub> -Br-Cl]	--		1100	200	MAK	B	chloroformartig, süßlich
	n-Hexane [C <sub>6</sub> -H <sub>14</sub> ]	21,878	A	180	50	MAK	B	schwach benzinartig
	Phenol [C <sub>6</sub> -H <sub>6</sub> -O]	0,110	A	19	5	MAK	B	durchdringend
	Toluol [C <sub>7</sub> -H <sub>8</sub> ]	1,549	A	190	50	MAK	B	teerig, gummiartig
	Propan [C <sub>3</sub> -H <sub>8</sub> ]	2,691,535	A	1800	1000	MAK	B	geruchlos
	Benzen/Benzol [C <sub>6</sub> -H <sub>6</sub> ]	3,631	A	3,25	1	MAK	B	
	Ethylbenzol [C <sub>8</sub> -H <sub>10</sub> ]	0,003	A	440	100	MAK	B	
Captan [C <sub>9</sub> -H <sub>8</sub> -Cl <sub>3</sub> -N-O <sub>2</sub> -S]	--		5		MAK	B	schwach mercaptanartig	

A = Devos et al. (1990)  
B = HVBG (2002)

## 16.4 Haushaltschemikalien

Tab. 16.9: Entwicklung der Wasch- und Reinigungsmittelgesetzgebung in Deutschland (nach GLATHE UND SCHERMER, 2003, ergänzt)

<b>Deutschland</b> <b>Jahr</b>	<b>Gesetzliche Regelung</b>
1961	Erstes Detergentiengesetz
1962	Verordnung: Min. 80%ige Abbaubarkeit der anionischen Tenside
1975	Gesetz über die Umweltverträglichkeit von Wasch- und Reinigungsmitteln (Waschmittelgesetz), novelliert 1987
1977	Verordnung über die Abbaubarkeit anionischer und nicht-ionischer grenzflächenaktiver Stoffe in Wasch- und Reinigungsmitteln (Tensidverordnung)
1980	Verordnung über Höchstmengen für Phosphate in Wasch- und Reinigungsmitteln (Phosphathöchstmengenverordnung) (BGBl. I S. 664)
1986	Verordnung über die Abbaubarkeit anionischer und nicht-ionischer grenzflächenaktiver Stoffe in Wasch- und Reinigungsmitteln (Tensidverordnung), Neufassung vom 4. Juni 1986
1987	Gesetz über die Umweltverträglichkeit von Wasch- und Reinigungsmitteln (WRMG), vom 5. März 1987 (BGBl. I S. 875)
1994	WRMG, Neufassung vom 27. Juni 1994
1997	WRMG, Neufassung Gesetz vom 27. Juni 1997 (BGBl. I S. 1440)
2000	WRMG, Neufassung vom 03. Mai 2000 (BGBl. I S. 632)
2000	Gesetz über die Umweltverträglichkeit von Wasch- und Reinigungsmitteln (Wasch- und Reinigungsmittelgesetz - WRMG), in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. März 1987, BGBl. I S. 875, zuletzt geändert am 03.05.2000, BGBl. I S. 632

Tab. 16.10: Entwicklung der Wasch- und Reinigungsmittelgesetzgebung in Deutschland und der Europäischen Union (Fortsetzung) (nach GLATHE UND SCHERMER, 2003, ergänzt)

<b>Deutschland</b> <b>Jahr</b>	<b>Gesetzliche Regelung</b>
2000	Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung – AbwV), in der Fassung der Bekanntmachung vom 9. Februar 1999, BGBl. I S. 86, geändert am 29.05.2000, BGBl. I S. 751
2000	Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung - ChemVerbotsV), in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. Juli 1996, BGBl. I S. 1151, zuletzt geändert am 26.06.2000, BGBl. I S. 932
<b>Europäische Union</b>	<b>Gesetzliche Regelung</b>
1973	Richtlinie über Detergentien (Rahmenrichtlinie vom 22. November 1973)
1973	Richtlinie über die Abbaubarkeit anionischer und nicht-ionischer grenzflächenaktiver Stoffe (EG-Richtlinie 73/404/EWG), novelliert 1982 (Directive 82/242/EEC: a-Tenside, Directive 82/243/EEC: a-Tensiden,)
1988	Richtlinie über gefährliche Zubereitungen vom 07.06.1988
1989	EG-Empfehlungen zur Kennzeichnung von Wasch- und Reinigungsmitteln
1999	Europäische Tensidrichtlinie



Tab. 16.12: Bedeutende gesetzliche Grenzwertgeber

<b>Jahr</b>	<b>Gesetz</b>	<b>Schutzziel Gewässer</b>	<b>Leitparameter</b>
1972	WHG	O <sub>2</sub> -Haushalt	Toxizität (aquatisch) BSB
1976	Abwasserabgabengesetz (Anhänge der Allg. Abwasserverwaltungsvorschrift)	Trinkwasser	Toxizität (aquatisch+human) CSB/TOC AOX
1988 1990	AbwasserVwV 3. Novelle Abwasserabgabengesetz	Eutrophierung	<u>zzgl.</u> N, P
1961 1977 1980 1987	Detergentiengesetz Tensidverordnung Phosphathöchstmengenverordnung Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG)		<u>zzgl.</u> Tenside Phosphate
1991	EG-Richtlinie „Kommunales Abwasser“ 91/271/EWG Chemikaliengesetz		<u>zzgl.</u> gefährliche Stoffe
1998	EG-Richtlinie 98/15/EG		
2000	EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) 2000/60/EG Anhang X der EU-WRRL		<u>zzgl.</u> prioritär gefährliche Stoffe (s. <a href="http://wasserblick.net">http://wasserblick.net</a> )

Tab. 16.13: Freiwillige Vereinbarungen des IKW (IKW, 2004, ergänzt)

<b>Lfd. Nr.</b>	<b>Gegenstand</b>	<b>Inkraft-treten</b>	<b>Nachhaltigkeitsbe-reich</b>
1	Kennzeichnung enzymhaltiger Waschmittel <sup>1</sup>	1971	Gesundheit
2	Dosierempfehlung für Waschmittel <sup>1</sup>	1973	Umwelt
3	Beschränkung des Phosphateinsatzes in Waschmitteln	1985	Umwelt
4	Weitergabe von Rahmenrezepturen an Gesundheitsstellen	1975/ 1993	Gesundheit
5	Warnhinweis auf Packungen von Maschinengeschirrspülmitteln	1980/ 1989	Gesundheit
6	Begrenzung des Einsatzes von NTA in Waschmitteln	1984	Umwelt
7	Verzicht auf den Einsatz von APEO in Waschmitteln	1986	Umwelt
8	Verzicht auf leichtflüchtige chlorierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (CKW)	1987	Umwelt
9	Freiwillige Meldung von Daten über die Umweltverträglichkeit	1987	Umwelt
10	Empfehlung zur umweltbezogenen Werbung für Waschmittel	1987	Umwelt
11	Inhaltsstoffkennzeichnung von Waschmitteln <sup>1</sup>	1990	Umwelt
12	Verzicht auf DSDMAC	1990	Umwelt
13	Verzicht auf EDTA	1991	Umwelt
14	Verzicht auf Moschus-Xylol	1993	Umwelt + Gesundheit
15	Code of Practice	1995	Gesundheit
16	Informationsweitergabe bezüglich gentechnisch hergestellter Enzyme	1996	Gesundheit
17	Angabe des Enzymtyps auf den Packungen	1996	Gesundheit
18	Einrichtung einer UBA-Datenbank für Waschmittelenzyme*	1997	Gesundheit
19	Reichweitenangaben auf Waschmittelpackungen	1997	Umwelt + Convenience
20	Empfehlung zur Ergiebigkeit/ Messbecherinhalt	2002	Umwelt + Convenience
21	Erhebung der wichtigsten Inhaltsstoffe	jährlich seit 1997	Umwelt + Gesundheit
22	Datenerhebung Waschmittelmenge/ Verpackungsmaterial/biologisch schwer abbaubare Inhaltsstoffe	jährlich	Umwelt + Gesundheit
23	IKW-Erklärung zum Umwelt- und Verbraucherschutz	1985/ 1995	Umwelt + Gesundheit
24	IKW-Erklärung zur Nachhaltigkeit	2004	

<sup>1</sup> Inzwischen gesetzlich geregelt

\* in Zusammenarbeit mit der Enzym herstellenden Industrie

Tab. 16.14: Rahmenrezepturen für Waschmittel unterschiedlicher Darreichungsformen  
(nach GLATHE UND SCHERMER, 2003)

Wirkstoffgruppe [%]	Beispiele	Waschmitteldarreichungsform							
		herkömmlich		kompakt		tabletten		flüssig	
		min	max	min	max	min	max	min	max
Anionische Tenside	Alkylbenzolsulfonat, Alkylsulfat, Seife, Alkoholethoxylat, Alkylpolyglucosid, Alkylglucamid	10	15	10	25	13	18	20	55
Nichtionische Tenside									
Gerüststoffe	Zeolith, Schichtsilikate, Natriumsilikat	25	50	25	40	11	35	1	4
Cobuilder	Polycarboxylate, Natriumcitrat	3	5	3	8	2	3	±	
Bleichmittel	Natriumpercarbonat	10	25	10	20	13	15	-	
Bleichaktivator	Tetraacetylenhendiämin	1	3	3	8	3	7	-	
Vergrauungsinhibitoren	Carboxymethylcellulose	0	1	0	1	0	1	±	
Korrosionsinhibitoren	Natriumsilikat	2	6	2	6	2	6	-	
Stabilisatoren	Phosphonate	0	1	0	1	0	1	±	
Schauminhibitoren	Seife, Siliconöl, Paraffine	0,1	4	0,1	2	0,1	2	-	
Enzyme	Amylasen, Cellulasen, Lipasen, Proteasen	0,3	0,8	0,5	2	2	4	0	3
Optische Aufheller	Stilben-Derivat, Biphenyl-Derivat	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,05	0,3
Alkohole	Ethanol, Glycerin	-		-		-		8	12
Stellmittel	Natriumsulfat	5	30	-		-		-	
Sprengmittel (Auflösehilfen)	Cellulose-Derivate	-		-		5	17	-	
Duftstoffe		+		±		+		+	
Wasser		Rest		Rest		Rest		30	50

+ in geringen Mengen enthalten

Tab. 16.15: Chemisch-physikalische Eigenschaften von Inhaltsstoffen aus Wasch- und Reinigungsmitteln und ihre mikrobiologische Abbaubarkeit (nach DORGELOH, 1994; BLFW, 2001; HAUTHAL UND WAGNER, 2003; BLFW, 1996; BEFORT ET AL., 2003)

Inhaltsstoff	Reinigungswirkung	Chemische / Physikalische Eigenschaften	Ökologie
			Abbaubarkeit
Tenside allgemein:	Erniedrigung der Grenzflächenspannung des Wassers. Das Wasser kann so den zu reinigenden Gegenstand optimal benetzen und schiebt sich unter die Schmutzschicht, die dadurch abgelöst wird.	Grenzflächenaktive Wirkung	Leicht biologisch abbaubar
Anionische Tenside	Oberflächenaktive Eigenschaften	Anionentenside dissoziieren in wässriger Lösung in ein Kation und ein amphiles Anion. Dieses Anion ist Träger der oberflächenaktiven Eigenschaften.	Aufgrund der sehr guten biologischen Abbaubarkeit kein Risiko für die aquatische Umwelt
Kationische Tenside	Weichmachen von textilem Gewebe und Hydrophierung von Metalloberflächen	Siehe Anionische Tenside. Allerdings ist das Kation Träger der oberflächenaktiven Eigenschaften. Fähigkeit zur Anlagerung an negativ geladene Oberflächen (Textilfaser, Metalle)	
Amphotere Tenside		Haben eine negative und eine positive Ladung im selben Molekül	
Nichtionische Tenside		Öl- und Wasserlöslichkeit durch polare, aber nicht dissoziierte Gruppen	Aufgrund der sehr guten biologischen Abbaubarkeit kein Risiko für die aquatische Umwelt
Lösungsvermittler	Löslichkeitsverbesserung		Leicht biologisch abbaubar
Lösemittel	Beseitigung von hartnäckig haftenden Schmutz wie Öl, Fett, Wachs, Teer, alte Pflegemittelschichten, Farben, Lacke und Klebstoffe.	Sie ermöglichen, dass die Waschmittelinhaltsstoffe in wässrigem Milieu stabil eingearbeitet werden können und vermeiden das Ausfällen und die Phasentrennung bei Temperaturschwankungen	
Säuren und Alkalien	Alkalien sorgen für die Entfernung von Ölen, Fetten und Lacken.		Leicht biologisch abbaubar
Komplexbildner und Dispergatoren	Wesentlicher Beitrag zum Reinigungserfolg, Enthärtung von Wasser, Verhinderung von Kalkablagerungen auf der Faser, hohes Schmutztragevermögen	Bindung von härtebildenden Calcium- und Magnesiumionen	Polycarboxylate und EDTA sind schlecht biologisch abbaubar.
Lösliche Silikate	Liefert die für den Reinigungsprozess wesentliche Alkalität der Reinigerlösung		Ökotoxologisch ohne Einfluss
Bleichmittel	Fleckenentfernung, Hygiene-relevanter Beitrag und Entfernung unangenehmer Gerüche	oxidative Zerstörung von Farbstoffen, Keimverminderung durch oxidative Prozesse	AOX ist biologisch abbaubar
Duftstoffe	Überdeckung des beim Waschvorganges auftretenden Laugengeruchs, angenehmer und frischer Duft der Wäsche		Schlechte Abbaubarkeit von Nitromoschusverbindungen und polycyclischen Moschusverbindungen
Wachse und Polymere	Nach Verdunstung des Wassers entstehen mechanisch widerstandsfähige, hochglänzende Schutzfilme		Nicht oder nur sehr langsam abbaubar
Antimikrobielle Wirkstoffe/Konservierungsstoffe	Abtötung oder Wachstumshemmung von Pilzen und Bakterien. Erhöhung der Lagerstabilität.		
Vergrauungsinhibitoren	Verhinderung der Wiederanlagerung des abgelösten Schmutzes auf die Textilfaser	Aufziehen sowohl auf die Faser, als auch auf die Schmutzteilchen und somit Verhinderung einer Anäherung von Schmutzteilchen an die Faser	
Optische Aufheller	Kompensation der Vergilbung der Textilien, optisch höherer Weißgrad der Wäsche	Umwandlung eines Teils des im Tageslicht enthaltenen unsichtbaren ultravioletten Lichts in langwelliges blaues Licht	Nicht oder zumindest nicht leicht abbaubar

Fortsetzung s. n. Seite

Fortsetzung der Tab. 16.15

Inhaltsstoff	Ökologie		Beispiel
	Toxizität	Sonstiges	
Tenside allgemein:	Akute Toxizität von 0,25-150mg/l (Fische). Bei den meisten Tensiden reichen unter Berücksichtigung des mengenmäßigen Anteils die Werte von 1-10 mg/l (LC50 Fische). Ethoxylate weisen je nach Länge des Polyethylenglykol-Restes eine Toxizität gegenüber Bakterien auf.		
Anionische Tenside	Akute aquatische Toxizität gegenüber Fischen, Daphnien und Algen liegt überwiegend zwischen 1 und 10 mg/l (LC/EC 50). I.d.R. keine Toxizität gegenüber Bakterien.		Laurylalkylsulfonat (LAS)
Kationische Tenside			quaternäres Ammoniumsalz
Amphotere Tenside			Betain, Ampholyte
Nichtionische Tenside	Akute aquatische Toxizität gegenüber Fischen, Daphnien und Algen liegt überwiegend zwischen 1 und 10 mg/l (LC/EC 50). I.d.R. keine Toxizität gegenüber Bakterien.		Alkylpolyglykoether
Lösungsvermittler	Mäßig bis geringe aquatische Toxizität		Xylol- und Cumolsulfonat
Lösemittel	Nicht sehr ausgeprägte Aquatoxizität >100mg/l bzw. oberhalb der Löslichkeitsgrenze (LC/EC 50)	Weitgehende Entfernung im Abwasserreinigungsprozess	aromatische Kohlenwasserstoffe, niedermolekulare Alkohole, Aceton
Säuren und Alkalien	Sehr geringe Aquatoxizität, >100mg/l (LC/EC 50)	pH-Beeinflussung des Abwassers, Beitrag zur Salzfracht	Natriumhydrogensulfat, Essigsäure, Ameisensäure, Ammoniak, Natriumcarbonat
Komplexbildner und Dispergatoren	Sehr geringe Aquatoxizität bei Phosphaten und Polycarboxylaten	Kein Risiko durch Polycarboxylate für Gewässerorganismen aufgrund des hohen Eliminationsgrades in der Kläranlage (≥90%), Phosphat trägt zur Eutrophierung bei. Mögliche Schwermetallremobilisierung durch EDTA aus Gewässersedimenten.	Phosphate, Polycarboxylate, Natrium-Aluminium Salze, EDTA
Lösliche Silikate	ökotoxologisch ohne Einfluss		Natriumsilikat
Bleichmittel	Sehr geringe Aquatoxizität von Natriumperborat und -percarbonat.	Mögliche Entstehung von längerlebigen und eventuell toxischen Reaktionsprodukten mit Aktivchlor. Bildung von AOX aus etwa 1% des Aktivchlors	Aktivsauerstoff (Natriumperborat und -percarbonat)- oder Aktivchlorverbindungen
Duftstoffe		Signifikantes Bioakkumulationspotenzial, hohe Substantivität und Persistenz von Nitromoschusverbindungen und polycyclischen Moschusverbindungen	Nitromoschusverbindungen und polycyclische Moschusverbindungen
Wachse und Polymere	Geringe Ökotoxizität	Werden in der Kläranlage im erheblichen Umfang zusammen mit dem Klärschlamm eliminiert. Keine Gefahrenaspekte für die aquatische Umwelt.	Bienenwachs, Harze, synthetische Polymere
Antimikrobielle Wirkstoffe/Konservierungsstoffe	Hohe Aquatoxizität	Bei starker Verdünnung keine Hemmwirkung mehr aufweisbar	Aldehyde, Säuren, Benzalkoniumchlorid
Vergrauungsinhibitoren			Carboxymethylcellulosen
Optische Aufheller		Kein biologischer Abbau in der Kläranlage	Stilbenderivate, Pyrazolinderivate

## 16.5 Hinweise zum Kapitel „Wassersparmaßnahmen“

Tab. 16.16: Errechnete Reduktionsraten des Trinkwasserverbrauchs unter Berücksichtigung von Wassersparmaßnahmen in den letzten Jahrzehnten

<b>Betrachtungszeitraum</b>	<b>errechnete Reduktionsrate gesamt (inkl. Wassersparm.) [%]</b>	<b>tatsächliche Reduktionsrate gesamt [%]</b>	<b>tatsächliche Reduktionsrate pro Jahr [%]</b>
Deutschland (1983-2001)	18	15	0,83
Köln (1983-2001)	13	5	0,25
(1986-2001)	17	10	0,5
Kassel (1983-2001)	18	14	0,78

## **16.6 Hinweise zum Kapitel „Abwassertemperatur“**

Die für die Auswertungen genutzten Niederschlagshöhen wurden durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) an folgenden Wetterstationen erfasst:

Stadt Köln: Flughafen, Kennedystrasse

Höhe (NN): 100 m

7.17° Länge

50.87° Breite

Stadt Kassel: Heinrich-Schütz-Allee / Hunsrückstrasse

09.26° Länge

51.17° Breite

## 16.7 Ablagerungsverhalten und Zusammensetzung von Fest- und Schwebstoffen

Tab. 16.17: Einflussfaktoren auf die Ablagerungsentstehung (nach SCHÖNHERR, 2003 ergänzt und geändert)

<b>Hydraulische Einflussfaktoren</b>	<b>Konstruktive Einflussfaktoren</b>	<b>Sedimente</b>	<b>Sonstige</b>
Strömungsgeschwindigkeit, insbesondere stark wechselnde Bedingungen	Sohlgefälle	Mengenanteil	Abwasserzusammensetzung/-herkunft, -eigenschaften
Füllstand/Wasserstand	Rohrdurchmesser	Korngröße	Witterungsänderungen: Trockenwetter, Starkregen
Turbulenz-, Auftriebs-, Magnuskraft	Rohrprofil	Kornform	Fremdwasseranteil
Rauhigkeit	Rohrversatz	Schmutzstoffanteil	Einzugsgebiet, z. B. Größe und damit einhergehende Fließlänge
Dichte	Sohlbündige Erweiterungen	Organischer Sedimentanteil	
Viskosität	Unterbogen		
	Richtungsänderung		
	Vereinigungen, Anschlüsse		
	Typ und Verteilung der Inputs		
	Beschädigungen der Kanalsole		
	Bauwerke (z. B. Entlastungsanlagen)		

Tab. 16.18: Klassifizierung von Ablagerungen (aus SCHÖNHERR, 2003; CRABTREE, 1989)

<b>Typ</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Vorkommen</b>	<b>Herkunft</b>	<b>Verschmutzungspotential</b>
<b>A</b>	Grobes, lockeres Kies-Sand-Schlamm-Gemisch	bleibende Ablagerungen auf der Kanalsole	Oberflächenabfluss	<b>Mittel</b>  Bedeutend bei Starkregen, wenn anaerobe Ausspülungen enthalten sind
<b>B</b>	Typ A mit Fett und Biomasse verfestigt			
<b>C</b>	Feinkörniger, mobiler, leicht ausschwemmbarer Schluff, oft kohäsiv	Meist nur in Beriechen mit geringen Fließgeschwindigkeiten. Liegt isoliert entweder räumlich unter oder über dem Material von Typ A bzw. Typ B.	Trockenwetterabfluss	<b>Hoch</b>  Hauptursache der Feststoffabspülung bei Mischwasserabfluss
<b>D</b>	Gelartisierte, fädige Sielhäute	Wasserwechselzone und Zonen mit hohen Fließgeschwindigkeiten	Biologisches Wachstum	<b>Sehr hoch</b>  Quelle für H <sub>2</sub> S-Bildung, biologische Aktivität, geringer Feststoffbeitrag, Schwermetallbindung
<b>E</b>	Feinkörnige Ablagerungen	Regenbecken	Mischwasserabfluss	

Tab. 16.19: Physikalische und chemische Eigenschaften unterschiedlicher Ablagerungstypen (aus SCHÖNHERR 2003, ergänzt)

Eigenschaften		Ablagerungstypen					
		A/B	C	D	E <sub>A/B</sub>	E <sub>C</sub>	
Feststoffgehalt	g/kg	740 <sup>1)</sup> 715 <sup>2)</sup>	270 <sup>1)</sup> 715 <sup>2)</sup>	258 <sup>1)</sup> 385 <sup>2)</sup>	480 <sup>1)</sup>	480 <sup>1)</sup>	
Dichte	kg/m <sup>3</sup>	1720 <sup>1)</sup> 1510...2095 <sup>3)</sup> 1325 <sup>2)</sup> 1060...2600 <sup>9)</sup>	1170 <sup>1)</sup> 972...1448 <sup>3)</sup> 1325 <sup>2)</sup> 1060...2600 <sup>9)</sup>	1210 <sup>1)</sup> 381 <sup>2)</sup>	1460 <sup>1)</sup>	1460 <sup>8)</sup>	
Glühverlust	%	10 <sup>1)</sup>	56 <sup>1)</sup>	61 <sup>1)</sup> 40...44 <sup>10)</sup> 30...60 <sup>11)</sup>	3,13 <sup>8)</sup> 22 <sup>1)</sup>	41,2 <sup>8)</sup> 22 <sup>1)</sup>	
Wasserverlust	%	20...47 <sup>3)</sup> 28,5 <sup>2)</sup>	50...96 <sup>3)</sup> 28,5 <sup>2)</sup>	61,5 <sup>2)</sup>	23,1 <sup>8)</sup>	82,2 <sup>8)</sup>	
Korngröße (Mittelwert)	%	<0,063 mm	6 <sup>13)</sup>	45 <sup>13)</sup>	32 <sup>13)</sup>	22 <sup>13)</sup>	22 <sup>13)</sup>
0,063-2,0 mm		6 <sup>13)</sup>	55 <sup>13)</sup>	62 <sup>13)</sup>	69 <sup>13)</sup>	69 <sup>13)</sup>	
2,0-50 mm		33 <sup>13)</sup>	0 <sup>13)</sup>	6 <sup>13)</sup>	9 <sup>13)</sup>	9 <sup>13)</sup>	
d <sub>50</sub>	mm	0,4...15 <sup>4)</sup> 0,2...0,5 <sup>5)</sup> 0,78 <sup>2)</sup> 0,34...2,94 <sup>7)</sup> 0,8...1,8 <sup>8)</sup> 0,357 <sup>12)</sup>	0,78 <sup>2)</sup> 0,34...2,94 <sup>7)</sup> 0,8...1,8 <sup>8)</sup> 0,357 <sup>12)</sup>	0,02 <sup>10)</sup>	1,2 <sup>8)</sup>	10 <sup>8)</sup>	
CSB	g/kg TS	162 <sup>2)</sup>	162 <sup>2)</sup>	297 <sup>2)</sup>			
	kg/m <sup>3</sup> NS	29,1 <sup>1)</sup> 0,1...108 <sup>3)</sup> 142 <sup>2)</sup>	24 <sup>1)</sup> 55...340 <sup>3)</sup> 142 <sup>2)</sup>	100 <sup>2)</sup>	33,6 <sup>1)</sup>	33,6 <sup>1)</sup>	
BSB <sub>5</sub>	kg/m <sup>3</sup> NS	5,3 <sup>1)</sup>	6,3 <sup>1)</sup>	32,2 <sup>1)</sup>	9,1 <sup>1)</sup>	9,1 <sup>1)</sup>	
NH <sub>4</sub> -N	kg/m <sup>3</sup> Ns	0,01...1,9 <sup>3)</sup> 370 <sup>2)</sup>	40...59,4 <sup>3)</sup> 370 <sup>2)</sup>	80 <sup>2)</sup>			
org N	g/kg TS	0,2...1,5 <sup>1)</sup> 1,98 <sup>2)</sup>	1,98 <sup>2)</sup>	13,5 <sup>2)</sup>			

1) CRABTREE (1988) zitiert bei SCHMITT (1992); 2) KÜHN/GEBHARD (1998); 3) CRABTREE (1995); 4) LAPLACE (1992)

5) VERBANCK (1992) alle zitiert bei GEBHARD (2000); 6) KRAUTH/VETTER (2001); 7) URČIKAN (1984)

8) SIGORIN (o.A.); 9) BRÖKER (1984) alle zitiert bei IOSSIFIDIS (1985); 10) GUTEKUNST (1988); 11) GUTEKUNST (1995)

12) MACKE (1982); 13) CRABTREE (1989) zitiert bei ASHLEY et al (2004)

Tab. 16.20: Gemessene Konzentrationen an abfiltrierbaren Stoffen (AFS) (BROMBACH UND FUCHS, 2003)

		Anzahl der Datensätze	Bandbreite		Arith. Mittel	Stdabw	Unteres Quantil	Median	Oberes Quantil
		n	Min	Max					
Welt	Trennkanalisation, RW	178	2,0	3.093,0	281,6	427,8	74,0	141,0	279,7
	Mischkanalisation, TW	49	15,0	757,0	201,6	139,2	108,5	164,0	269,6
	Mischkanalisation, MW	70	54,3	1.440,0	346,8	240,4	197,0	285,5	439,3
	Mischkanalisation, Überlaufw.	56	35,3	661,0	226,7	168,2	105,0	174,5	288,3
Zentral-europa	Trennkanalisation, TW	51	29,0	1.535,0	318,8	402,5	77,5	153,0	284,0
	Mischkanalisation, TW	28	108,0	757,0	249,0	135,5	135,5	154,5	300,5
	Mischkanalisation, MW	42	54,3	986,0	315,9	185,6	177,5	264,0	423,3
	Mischkanalisation, Überlaufw.	38	35,3	661,0	228,7	169,5	114,2	175,0	278,0

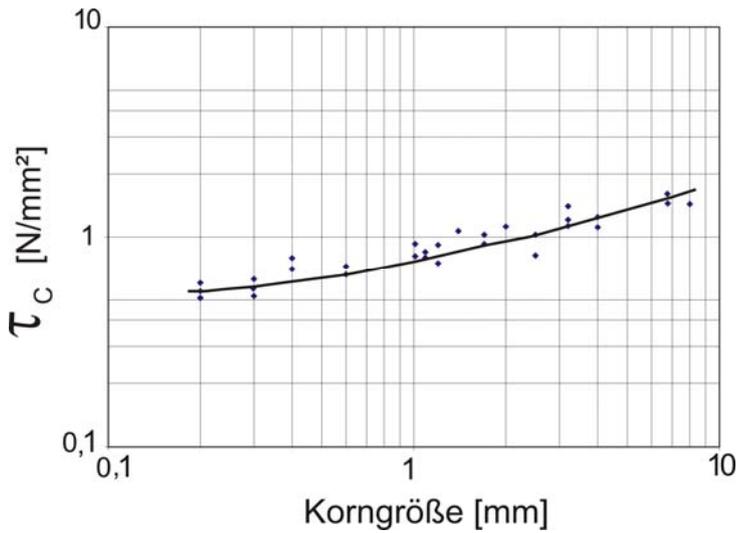


Abb. 16.9:  
Kritische Sohlschubspannung  $\tau_c$  für  
verschiedene Korngrößen  
(nach MACKE, 1982)

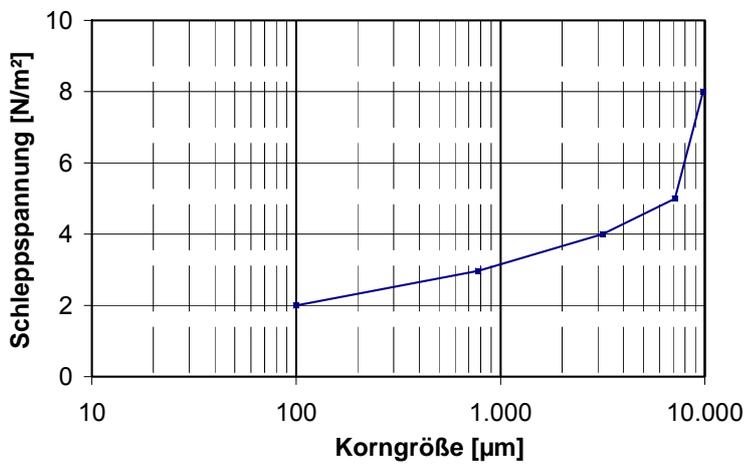


Abb. 16.10:  
Erforderliche Schleppspannung zur  
Ausspülung von Sand  
(nach KRAUTH UND VETTER, 2001)

Tab. 16.21: Angaben zum kritischen Strömungszustand (verschiedene Quellen, aus SCHÖNHERR, 2003)

$2 \text{ N/m}^2 < \tau_c < 3 \text{ N/m}^2$	SCHULTZ (1960), zitiert bei MACKE (1982)
$1,4 \text{ N/m}^2 < \tau_c < 2,1 \text{ N/m}^2$	GUSTASSON (1964), zitiert bei MACKE (1982)
$\tau_c = 4 \text{ N/m}^2$	LYSNE (1969), PAINTAIL (1972), YAO (1974), zitiert bei MACKE (1982)
$0,2 \text{ m/s} < v_{ca} < 0,4 \text{ m/s}$ $0,24 \text{ m/s} < v_{ce} < 0,46 \text{ m/s}$	NOVAK (1984)
$v_{ca} \geq 0,5 \text{ m/s}$	ATV-Arbeitsblatt A118 (ATV, 1999 A)
$\tau_{ca} \geq 5 \text{ N/m}^2$ , für eine vollst. Ausschwemmung	KRAUTH UND VETTER (2001)
$v_{ca} \geq 0,4 \text{ m/s}$ , Schmutzwasser bei Teilfüllung $v_{ca} \geq 0,6 \text{ m/s}$ , Regenwasser bei Vollfüllung	BÖHM (2001)
$\tau_{ca} \geq 4,1 \cdot Q^{1/3}$ , für Regen- und Mischwasser $\tau_{ca} \geq 3,4 \cdot Q^{1/3}$ , für Schmutzwasser	ATV-DVWK (2001)

Tab. 16.22. Zusammensetzung ausgewählter über Sedimentfallen gesammelten Feststoffproben aus der Kanal-Teststrecke Köln-Ensen, Versuchsphase NUTRIOX

<b>Yara</b>							
<b>Probenahmestelle 0632</b>							
Eigenschaften	Ablagerungstyp C						
	Anzahl	Min	Max	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	
AOX mg/kg mT	6,00	49,00	130,00	76,00	71,00	26,32	
Trockenrückstand %	7,00	26,80	58,00	43,67	43,90	11,18	
Glühverlust %	7,00	12,70	62,30	29,96	30,30	16,90	
pH-Wert -	7,00	5,90	7,00	6,43	6,30	0,35	
Sulfid mg/kg OS	7,00	4,30	410,00	232,90	320,00	150,14	
NH4-N mg/kg OS	7,00	180,00	440,00	285,71	280,00	72,08	
Norg. mg/kg OS	7,00	3.520,00	8.360,00	4.911,43	4.200,00	1.511,31	
Nges. mg/kg OS	7,00	3.700,00	8.800,00	5.200,00	4.500,00	1.577,52	
Calcium mg/kg mT	7,00	18.000,00	27.000,00	23.714,29	24.000,00	2.962,35	
Eisen mg/kg mT							
Mangan mg/kg mT							
Pges. %							
<b>Probenahmestelle 0557</b>							
Eigenschaften	Ablagerungstyp C						
	Anzahl	Min	Max	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	
AOX mg/kg mT	4,00	40,00	250,00	108,25	71,50	82,86	
Trockenrückstand %	7,00	14,50	33,50	23,74	25,20	6,67	
Glühverlust %	7,00	35,40	75,70	53,60	48,40	14,79	
pH-Wert -	7,00	5,70	6,40	5,96	6,00	0,26	
Sulfid mg/kg OS	7,00	25,00	350,00	153,00	120,00	105,64	
NH4-N mg/kg OS	7,00	190,00	680,00	402,86	410,00	143,40	
Norg. mg/kg OS	7,00	3.320,00	5.290,00	4.140,00	3.870,00	637,72	
Nges. mg/kg OS	7,00	4.000,00	5.700,00	4.542,86	4.200,00	618,42	
Calcium mg/kg mT	6,00	18.000,00	25.000,00	20.166,67	19.500,00	2.409,47	
Eisen mg/kg mT							
Mangan mg/kg mT							
Pges. %							
<b>Probenahmestelle 0109</b>							
Eigenschaften	Ablagerungstyp C						
	Anzahl	Min	Max	Mittelwert	Median	Standard-abweichung	
AOX mg/kg mT	4,00	110,00	1.800,00	537,50	120,00	728,92	
Trockenrückstand %	7,00	10,70	30,70	21,29	23,60	6,99	
Glühverlust %	7,00	38,10	62,60	48,19	45,40	7,71	
pH-Wert -	7,00	5,40	6,50	6,19	6,30	0,37	
Sulfid mg/kg OS	5,00	110,00	240,00	158,00	120,00	55,64	
NH4-N mg/kg OS	5,00	170,00	460,00	352,00	380,00	100,68	
Norg. mg/kg OS	5,00	2.930,00	6.080,00	4.008,00	3.520,00	1.195,82	
Nges. mg/kg OS	5,00	3.100,00	6.500,00	4.360,00	3.900,00	1.232,23	
Calcium mg/kg mT	5,00	20.000,00	28.000,00	23.000,00	21.000,00	3.033,15	
Eisen mg/kg mT							
Mangan mg/kg mT							
Pges. %							

Tab. 16.23: Zusammensetzung ausgewählter über Sedimentfallen gesammelten Feststoffproben aus der Kanal-Teststrecke Köln-Ensen, Versuchsphase KRONOFLOC

<b>Kronos</b>							
<b>Probenahmestelle 0632</b>							
<b>Eigenschaften</b>	<b>Ablagerungstyp C</b>						
	<b>Anzahl</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Median</b>	<b>Standard- abweichung</b>	
AOX mg/kg mT	5,00	55,00	120,00	93,60	100,00	22,84	
Trockenrückstand %	5,00	28,40	51,70	41,78	46,20	9,93	
Glühverlust %	5,00	11,40	34,10	20,22	15,20	8,75	
pH-Wert -	5,00	6,30	10,00	7,20	6,50	1,41	
Sulfid mg/kg OS	5,00	340,00	560,00	496,00	540,00	80,40	
NH4-N mg/kg OS	1,00	190,00	190,00	190,00	190,00	0,00	
Norg. mg/kg OS	1,00	3.310,00	3.310,00	3.310,00	3.310,00	0,00	
Nges. mg/kg OS	1,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00	3.500,00	0,00	
Calcium mg/kg mT	1,00	21.000,00	21.000,00	21.000,00	21.000,00	0,00	
Eisen mg/kg mT	5,00	15.000,00	23.000,00	17.800,00	16.000,00	3.187,48	
Mangan mg/kg mT	5,00	190,00	220,00	202,00	200,00	11,66	
Pges. %	5,00	0,26	0,56	0,45	0,47	0,10	
<b>Probenahmestelle 0557</b>							
<b>Eigenschaften</b>	<b>Ablagerungstyp C</b>						
	<b>Anzahl</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Median</b>	<b>Standard- abweichung</b>	
AOX mg/kg mT	7,00	97,00	280,00	176,71	190,00	58,57	
Trockenrückstand %	7,00	2,20	23,80	15,11	15,10	6,33	
Glühverlust %	7,00	48,90	67,70	58,19	53,90	7,97	
pH-Wert -	7,00	3,80	6,50	5,76	6,00	0,83	
Sulfid mg/kg OS	2,00	81,00	84,00	82,50	82,50	1,50	
NH4-N mg/kg OS	2,00	160,00	170,00	165,00	165,00	5,00	
Norg. mg/kg OS	2,00	2.240,00	2.330,00	2.285,00	2.285,00	45,00	
Nges. mg/kg OS	2,00	2.400,00	2.500,00	2.450,00	2.450,00	50,00	
Calcium mg/kg mT	2,00	16.000,00	21.000,00	18.500,00	18.500,00	2.500,00	
Eisen mg/kg mT	7,00	9.200,00	24.000,00	15.171,43	14.000,00	4.666,51	
Mangan mg/kg mT	7,00	110,00	350,00	237,14	240,00	75,92	
Pges. %	7,00	0,39	0,73	0,49	0,45	0,11	
<b>Probenahmestelle 0109</b>							
<b>Eigenschaften</b>	<b>Ablagerungstyp C</b>						
	<b>Anzahl</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Median</b>	<b>Standard- abweichung</b>	
AOX mg/kg mT	7,00	87,00	220,00	162,43	160,00	40,33	
Trockenrückstand %	7,00	16,20	39,20	24,79	21,60	7,92	
Glühverlust %	7,00	21,60	63,20	44,06	43,80	14,23	
pH-Wert -	7,00	5,40	6,50	6,16	6,30	0,34	
Sulfid mg/kg OS	1,00	230,00	230,00	230,00	230,00	0,00	
NH4-N mg/kg OS	1,00	230,00	230,00	230,00	230,00	0,00	
Norg. mg/kg OS	1,00	4.370,00	4.370,00	4.370,00	4.370,00	0,00	
Nges. mg/kg OS	1,00	4.600,00	4.600,00	4.600,00	4.600,00	0,00	
Calcium mg/kg mT	1,00	19.000,00	19.000,00	19.000,00	19.000,00	0,00	
Eisen mg/kg mT	7,00	10.000,00	20.000,00	15.142,86	17.000,00	3.481,73	
Mangan mg/kg mT	7,00	130,00	400,00	221,43	210,00	79,36	
Pges. %	7,00	0,20	0,64	0,47	0,47	0,13	

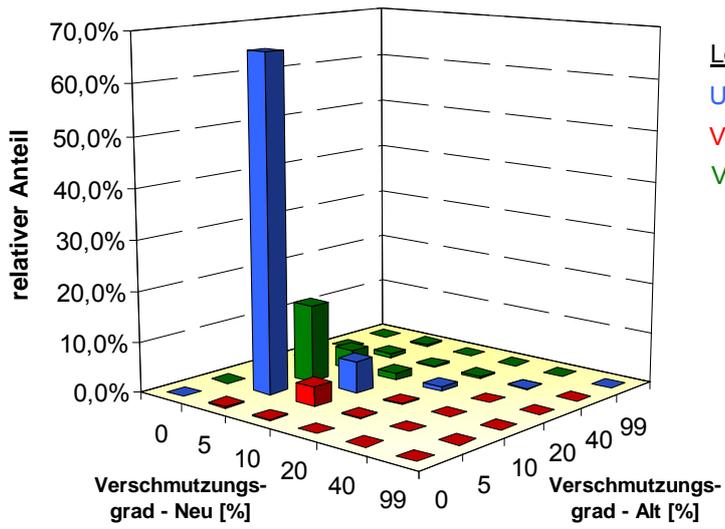


Abb. 16.11:  
Veränderung der Ablage-  
rungsmengen im Kanalnetz der  
Stadt Kassel in den Jahren  
2003 bis 2004

Legende:

Unverändert

Verschlechtert

Verbessert

## 16.8 Informationen und Messdaten zum Kapitel "Effizienz einer Wasserstoffperoxiddosierung"

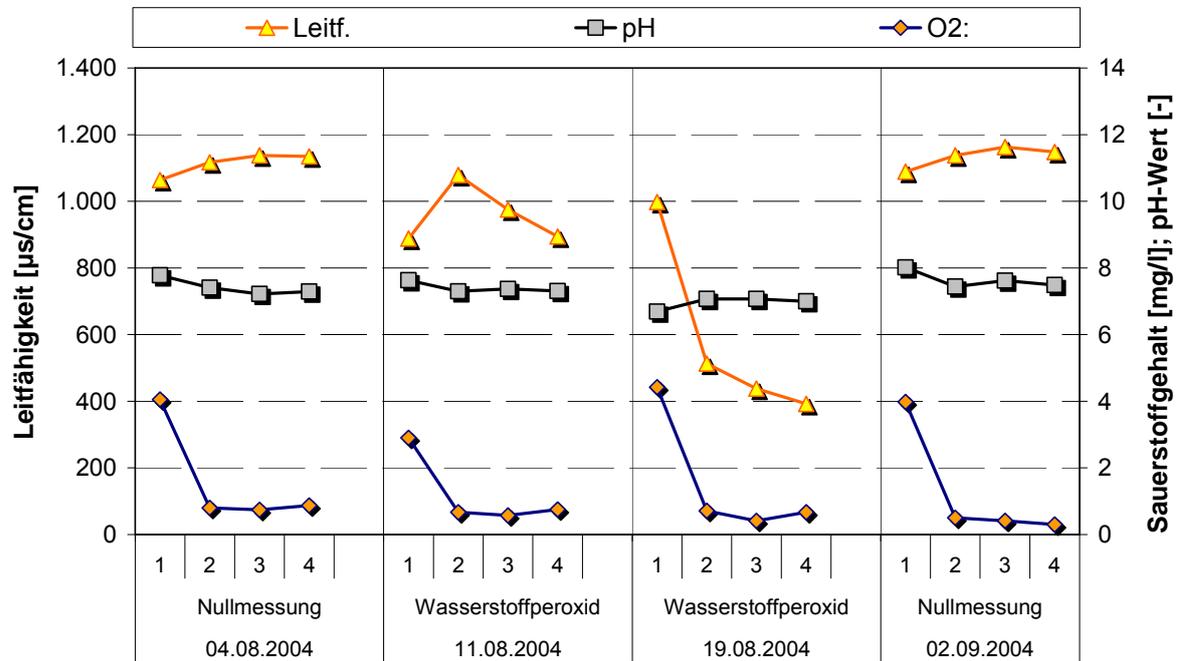


Abb. 16.12: Ergebnisse von stichprobenartig erfassten chemisch-physikalischen Abwasserparametern ausgewählter Messtage entlang der Teststrecke Mönchengladbach

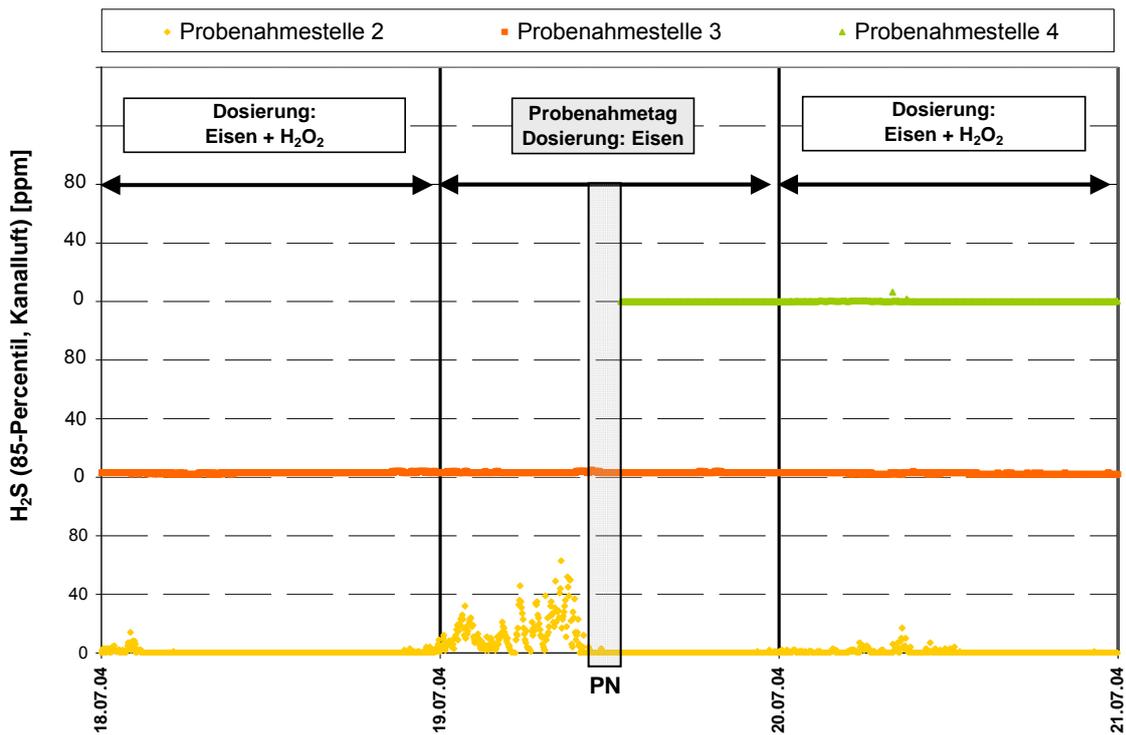


Abb. 16.13: Ergebnisse der kontinuierlichen  $H_2S$ -Messungen an der Teststrecke Mönchengladbach, Versuchsphase: Eisendosierung

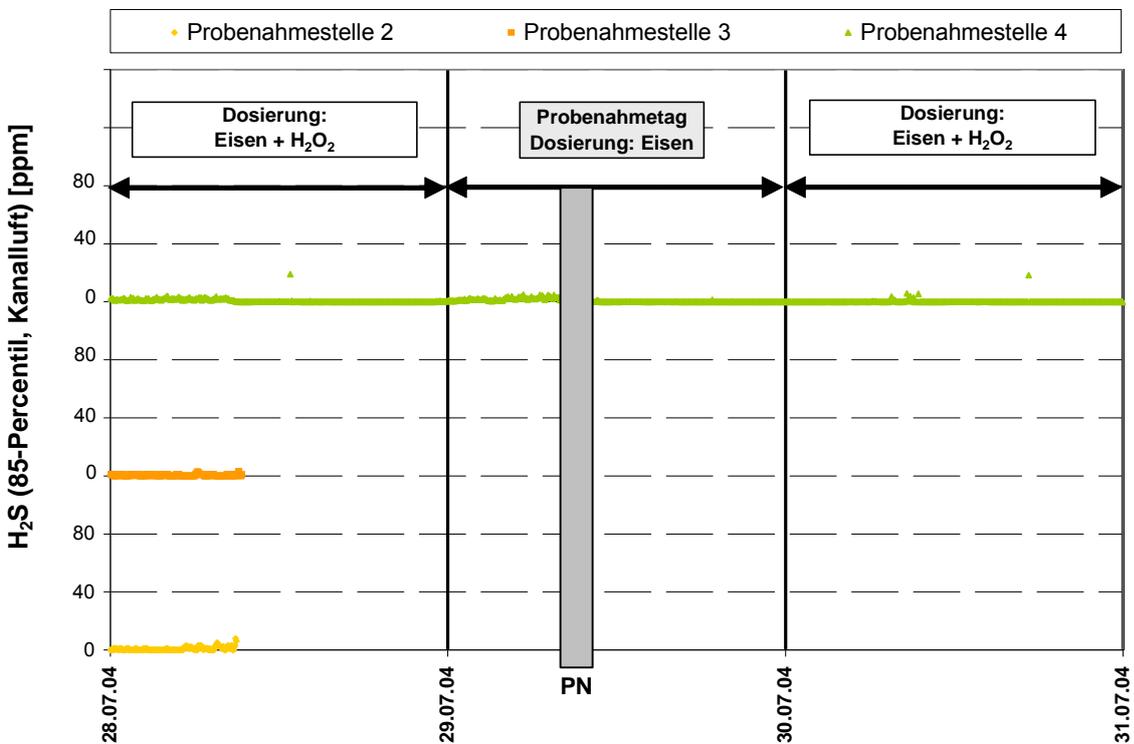


Abb. 16.14: Ergebnisse der kontinuierlichen  $H_2S$ -Messungen an der Teststrecke Mönchengladbach, Versuchsphase: Eisendosierung

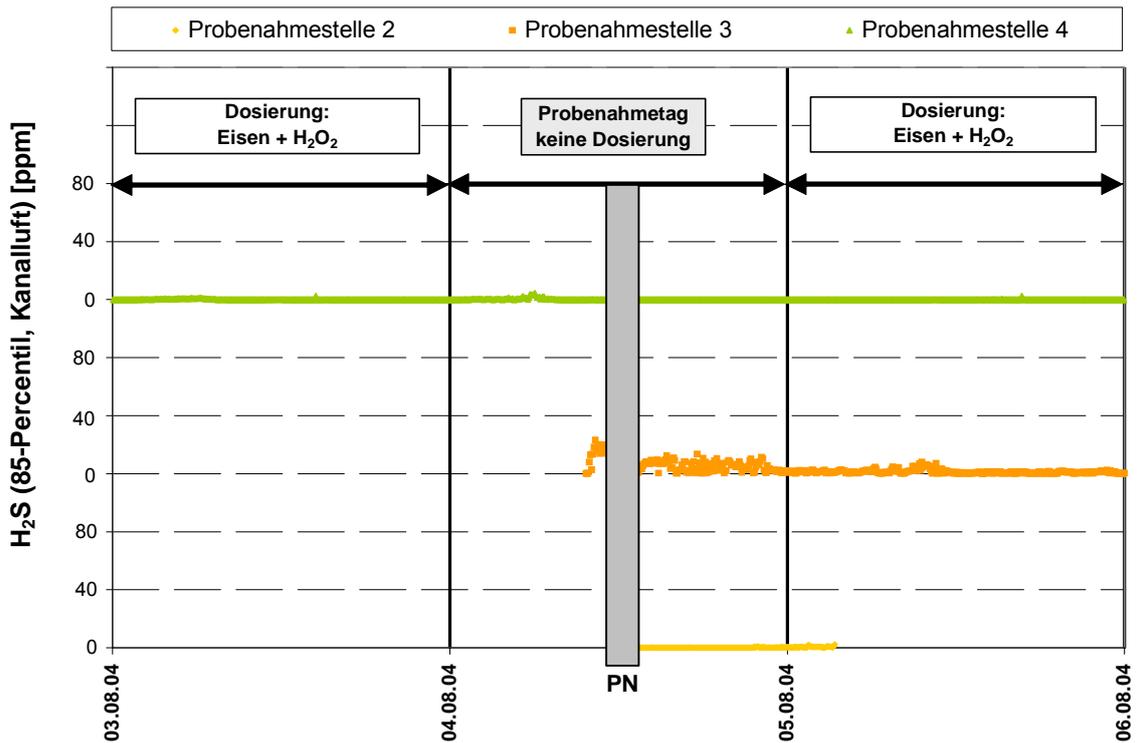


Abb. 16.15: Ergebnisse der kontinuierlichen  $H_2S$ -Messungen an der Teststrecke Mönchengladbach, Versuchsphase: keine Dosierung

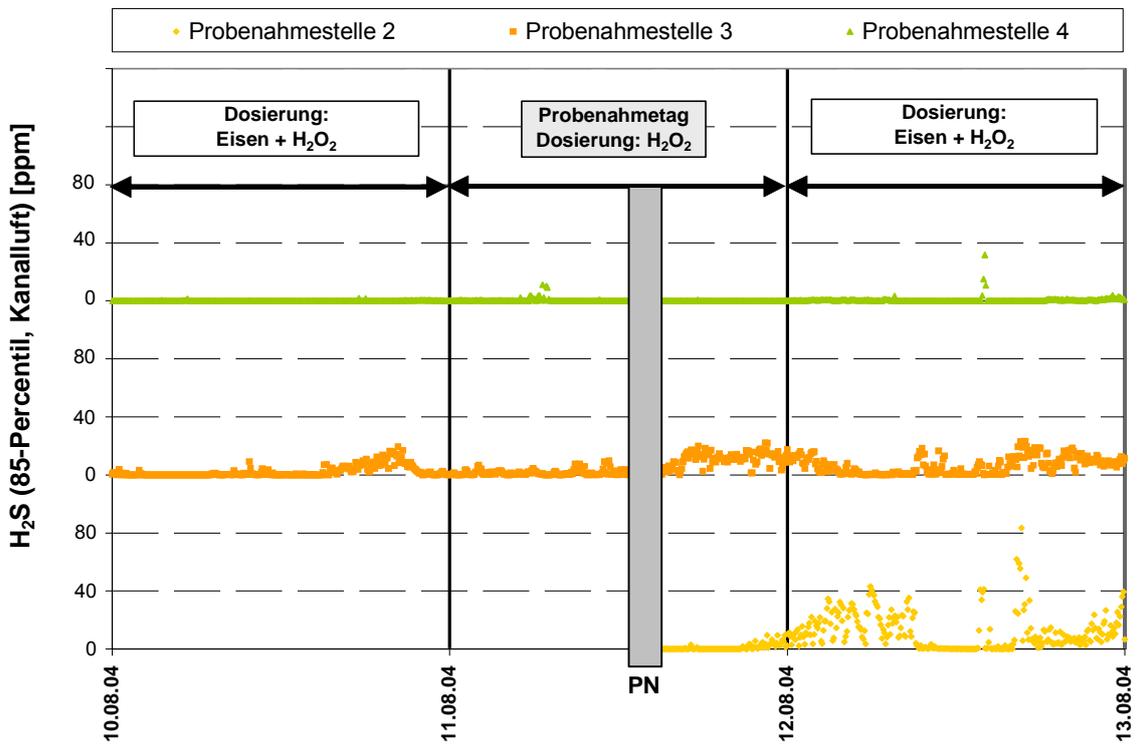


Abb. 16.16: Ergebnisse der kontinuierlichen  $H_2S$ -Messungen an der Teststrecke Mönchengladbach, Versuchsphase:  $H_2O_2$ -Dosierung

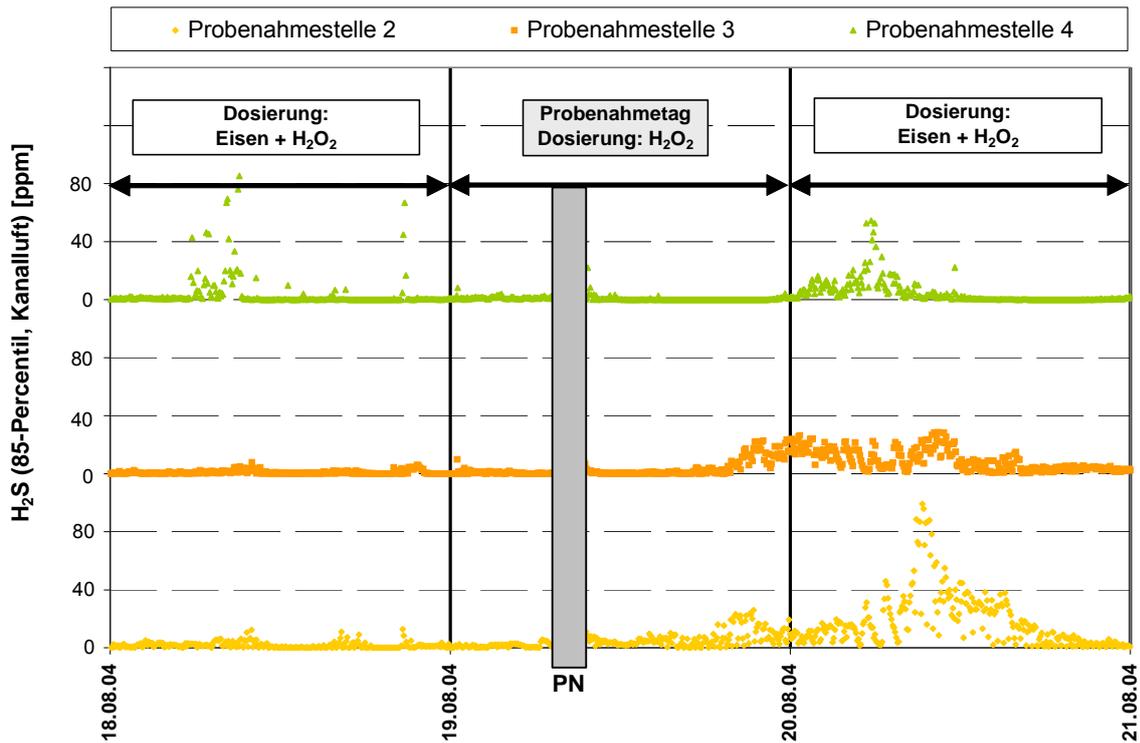


Abb. 16.17: Ergebnisse der kontinuierlichen  $H_2S$ -Messungen an der Teststrecke Mönchengladbach, Versuchsphase:  $H_2O_2$ -Dosierung

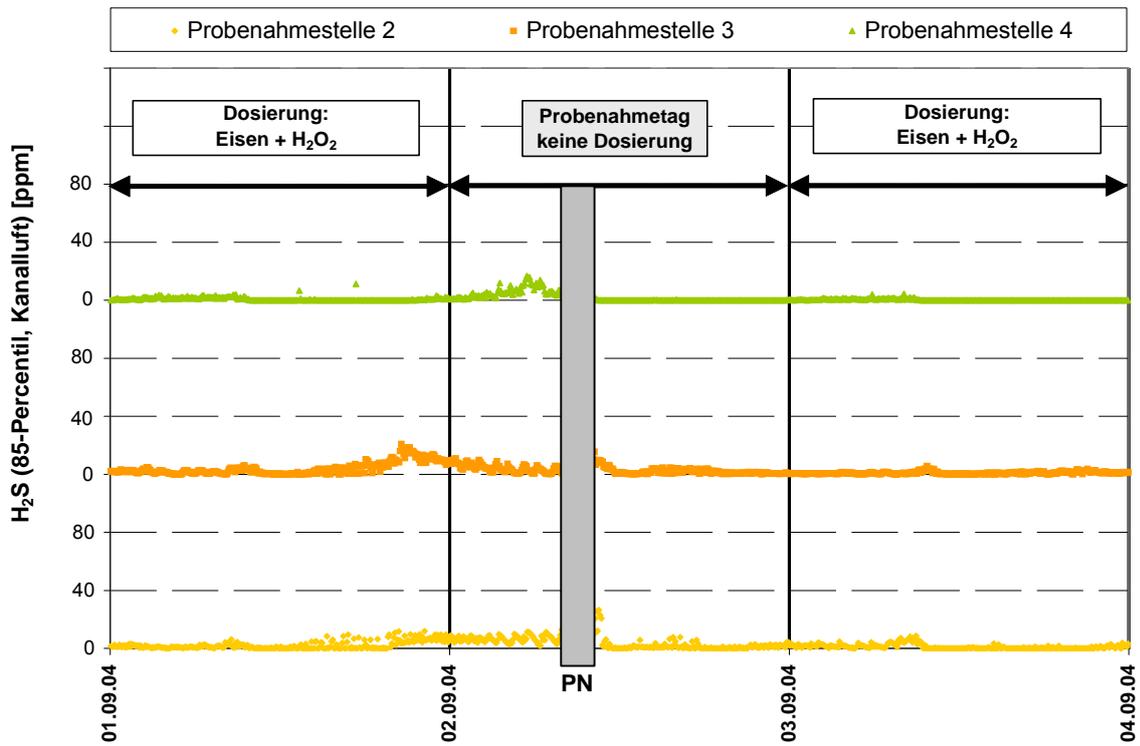


Abb. 16.18: Ergebnisse der kontinuierlichen  $H_2S$ -Messungen an der Teststrecke Mönchengladbach, Versuchsphase: keine Dosierung

## 16.9 Richtwerte für Indirekteinleiter

Tab. 16.24: Ausgewählte Richtwerte für Indirekteinleiter  
nach ATV A-115 (ATV, 1983 A), ATV A-115 (ATV, 1994) und DWA-M 115-2 (DWA, 2005)

Parameter	1983	1994	2005	Einheit
T <sub>Abwasser</sub> (Maximalwert)	35	35	35	°C
pH	6,5 ... 10	6,5 ... 10	6,5 ... 10	
absetzbare Stoffe	10	-	-	ml/l nach 30 min
Öle, Fette (schwerflüchtige, lipophile Stoffe)	250	250	<b>300</b>	mg/l
KW, gesamt	-	<b>100</b>	<b>100</b>	mg/l
AOX	-	<b>1</b>	1	mg/l
LHKW	-	<b>0,5</b>	0,5	mg/l
org. Lösemittel (halogenierte KW)	5*	<b>5</b>	<b>10</b>	mg/l* bzw. g/l
Antimon	-	<b>0,5</b>	0,5	mg/l
Aluminium	-	-	-	mg/l
Ammoniak/Ammonium (NH <sub>4</sub> -N + NH <sub>3</sub> -N)	-	<b>100</b>	<b>100</b>	mg/l (< 5.000 EW)
	-	<b>200</b>	<b>200</b>	mg/l (> 5.000 EW)
	200	-	-	mg/l
Arsen	1	<b>0,5</b>	0,5	mg/l
Barium	-	5	-	mg/l
Blei	2	1	1	mg/l
Cadmium	0,5	0,5	0,5	mg/l
Chrom	3	<b>1</b>	1	mg/l
Chrom-VI	0,5	<b>0,2</b>	0,2	mg/l
Cobalt	5	<b>2</b>	2	mg/l
Cyanid (leicht freisetzbar)	1	1	1	mg/l
Cyanid gesamt	20	20	-	mg/l
Eisen	-	-	-	mg/l
Fluorid	60	<b>50</b>	50	mg/l
Kupfer	2	<b>1</b>	1	mg/l
Nickel	3	<b>1</b>	1	mg/l
Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)	20	<b>10</b>	10	mg/l
Phenole	100	100	100	mg/l
Phosphatverbindungen	-	<b>50</b>	-	mg/l
Phosphor, gesamt	-	-	<b>50</b>	mg/l
Quecksilber	0,05	<b>0,1</b>	0,1	mg/l
Selen	1	<b>2</b>	-	mg/l
Silber	2	<b>1</b>	-	mg/l
Sulfat	600	600	600	mg/l
Sulfid	2	2	2	mg/l
Zink	5	5	5	mg/l
Zinn	5	5	5	mg/l

## 16.10 Informationen zum Einsatz von NUTRIOX im linksrheinischen Kanalnetz des GWK Stammheim

### 16.10.1 Abschätzung der Fließzeiten zwischen den Probenahmestellen L, F, N, M und GWK

Die Strecken zwischen den PN-Stellen L, F, N, M und dem GWK Stammheim gliedern sich wie folgt:

- Strecke von der jeweiligen PN-Stelle bis zum Dükeroberhaupt: Kanaldurchmesser, Neigungen und Entfernungen zum Dükerunterhaupt sind unterschiedlich.
- Dükeroberhaupt bis Dükerunterhaupt: Länge  $L = 460$  m; 2 Kreisrohre (DN 1250, DN 1850), bei Trockenwetter werden beide beschickt.
- Dükerunterhaupt bis Zulauf GWK (Schneckenpumpwerk): Länge  $L = 945$  m; davon  $L = 920$  m Sonderprofil  $H/B = 2,5/3,0$  m und  $L = 25$  m Sonderprofil  $H/B = 2,7/2,5$  m; Neigung  $I = 0,00014$ ; Annahme: betriebliche Rauheit  $k_b = 1,5$  mm.

Für die Kanalstrecken zwischen den PN-Stellen und dem Dükeroberhaupt werden unter der Annahme einer mittleren Geschwindigkeit von  $v = 0,7$  m/s folgende Fließzeiten abgeschätzt:

- L – Düker:  $L = 635$  m;  $t_f = 15$  min
- F – Düker:  $L = 460$  m;  $t_f = 11$  min
- N – Düker:  $L = 830$  m;  $t_f = 20$  min
- M – Düker:  $L = 220$  m;  $t_f = 5$  min

Beim einem  $Q_{t24} = 1,348$  m<sup>3</sup>/s beträgt die Geschwindigkeit im Düker  $v = 0,34$  m/s, die zugehörige Fließzeit für diese Strecke  $t_f = 22$  min. Die Geschwindigkeit in dem Sonderprofil des Kanals zwischen Dükerunterhaupt und Zulauf GWK wird unter Zugrundelegung eines Ersatz-Kreisprofils DN 2800 ermittelt zu  $v = 0,48$  m/s, die zugehörige Fließzeit für diese Strecke zu  $t_f = 33$  min.

Damit ergeben sich folgende Fließzeiten zwischen den PN-Stellen und dem lrh. Zulauf zum GWK:

- L – GWK:  $L = 2.035$  m;  $t_f = 70$  min
- F – GWK:  $L = 1.860$  m;  $t_f = 66$  min
- N – GWK:  $L = 2.230$  m;  $t_f = 75$  min
- M – GWK:  $L = 1.620$  m;  $t_f = 60$  min

Demnach liegen die Fließzeiten zwischen den PN-Stellen L, F, N, M und dem GWK zwischen 1,0 und 1,25 h.

### 16.10.2 Abschätzung des BSB<sub>5</sub>-Bedarfs bei vollständiger Denitrifizierung des Nitrates aus NUTRIOX

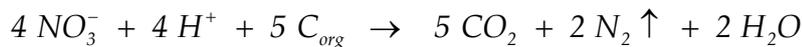
1 l NUTRIOX enthält:

110 g Nitrat-Stickstoff (NO<sub>3</sub>-N), 486,9 g Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) und 377,9 g Sauerstoff (O).

Die molaren Massen betragen:

M (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) = 62,008 g/mol; M (N) = 14,008 g/mol; M (O) = 16,000 g/mol; M (C<sub>org</sub>) = 12,011 g/mol.

Für die Denitrifikation gilt:



Zur Denitrifikation des in 1 l NUTRIOX enthaltenen Nitrates werden benötigt:

248,032 g NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ; 60,055 g C<sub>org</sub>

486,9 g NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ; 117,9 g C<sub>org</sub>

Für die Oxidation von 5 C<sub>org</sub> werden 12 O (= 4 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) benötigt.

60,055 g C<sub>org</sub> ; 192 g O

117,9 g C<sub>org</sub> ; 376,9 g O

Der Wert von 376,9 g O kann dem CSB gleich gesetzt werden, da es keine Rolle spielt, aus welcher Verbindung der Sauerstoff stammt. Da die Oxidation im Kanal durch Mikroorganismen vorgenommen wird, wird vereinfachend davon ausgegangen, dass dieser Wert dem BSB<sub>5</sub> entspricht.

Die Reduzierung des BSB<sub>5</sub> lässt sich auf Grundlage der Daten aus dem Jahr 2003 für den Irh. Zulauf des GWK Köln-Stammheim wie folgt abschätzen:

Im Jahr 2003 betrug der NUTRIOX-Jahresverbrauch 1.165.411 l/a. Daraus ergibt sich:

1 l NUTRIOX entspricht 376,9 g O (BSB<sub>5</sub>)

1.165.411 l NUTRIOX/a entsprechen 439.243 kg O/a (BSB<sub>5</sub>)

Bei einer typischen mittleren BSB<sub>5</sub>-Konzentration von kommunalem Abwasser von 300 mg BSB<sub>5</sub>/l, die auch in etwa der mittleren BSB<sub>5</sub>-Konzentration im Irh. Zulauf zum GWK Stammheim in den Zeiträumen mit NUTRIOX-Dosierung entspricht (vgl. Tab. 11.16), und einer Jahresabwassermenge von 45.336.794 m<sup>3</sup>/a beträgt die BSB<sub>5</sub>-Jahresfracht 13.601.038 kg O/a (BSB<sub>5</sub>).

Die Verringerung des BSB<sub>5</sub>-Gehaltes des Abwassers in der Kanalisation durch den Einsatz von NUTRIOX beträgt:

439.243 kg O/a : 13.601.038 kg O/a = **3,2 %**

## 16.11 Informationen zur Kanal-Teststrecke Köln-Ensen

### 16.11.1 Kanaldaten

Tab. 16.25: Daten der Kanal-Teststrecke Köln-Ensen

Schachtnr. [-]	Lage	Bemerkung	Schachtdaten				Haltungsdaten (unterhalb)				
			Station [m]	Deckelhöhe [m ü. NN]	Sohlhöhe [m ü. NN]	Schachthöhe [m]	Länge [m]	DN [mm]	$\Delta h_{\text{Sohle}}$ [m]	$I_{\text{So,unten}}$ [o/oo]	
0632		Schacht nach MID	37,77	48,41	44,06	4,35	13,54	1200	0,05	3,69	
0440	Gelände ehem. KA Ensen	Kaskade oben	51,31	48,21	44,01	4,20	5,80	1200	0,95	-	
0439		Kaskade unten	57,11	47,37	43,06	4,31	37,00	1200	0,05	1,35	
0651				94,11	48,24	43,01	5,23	163,07	1200	0,22	1,35
0290	unter DB-Gelände		257,18	52,67	42,79	9,88	58,20	1200	0,02	0,34	
0291			315,38	51,54	42,77	8,77	50,13	1200	0,00	0,00	
0292			365,51	51,62	42,77	8,85	92,22	1200	0,16	1,73	
0293	Hohenstaufenstr.		457,73	50,86	42,61	8,25	53,37	1200	0,03	0,56	
0295			511,10	51,24	42,58	8,66	61,07	1200	0,05	0,82	
0296			572,17	51,31	42,53	8,78	66,31	1200	0,12	1,81	
0298	Steinstr.		638,48	51,19	42,41	8,78	58,60	1200	0,05	0,85	
0299			697,08	50,46	42,36	8,10	60,23	1200	0,12	1,99	
0300			757,31	50,81	42,24	8,57	58,54	1200	0,02	0,34	
0301			815,85	50,39	42,22	8,17	62,43	1200	0,05	0,80	
0162			878,28	50,03	42,17	7,86	54,47	1200	0,03	0,55	
0163			932,75	51,89	42,14	9,75	73,54	1200	0,05	0,68	
0164			1.006,29	50,61	42,09	8,52	73,64	1200	0,06	0,81	
0165			1.079,93	50,94	42,03	8,91	75,08	1200	0,10	1,33	
0166			1.155,01	50,85	41,93	8,92	74,90	1200	0,12	1,60	
0555			1.229,91	51,21	41,81	9,40	79,00	1200	0,02	0,25	
0168			1.308,91	51,09	41,79	9,30	101,59	1200	0,15	1,48	
0556		Am Hochkreuz		1.410,50	49,62	41,64	7,98	82,98	1200	0,07	0,84
0557				1.493,48	49,13	41,57	7,56	85,08	1200	0,12	1,41
0559	Absturz oben		1.578,56	51,06	41,45	9,61	82,70	1600	0,29	3,51	
0558	Absturz unten	1.578,56	51,06	41,16	9,90	-	-	0,12	-		
0174			1.661,26	52,20	41,04	11,16	76,36	1600	0,08	1,05	
0175			1.737,62	51,75	40,96	10,79	89,64	1600	0,06	0,67	
0176			1.827,26	51,65	40,90	10,75	89,45	1600	0,10	1,12	
0100			1.916,71	51,74	40,80	10,94	51,13	1600	0,06	1,17	
0101			1.967,84	51,89	40,74	11,15	68,29	1600	0,04	0,59	
0102			2.036,13	51,87	40,70	11,17	71,12	1600	0,08	1,12	
0103			2.107,25	51,93	40,62	11,31	75,10	1600	0,06	0,80	
0104			2.182,35	51,93	40,56	11,37	74,20	1600	0,10	1,35	
0105			2.256,55	51,61	40,46	11,15	108,26	1600	0,06	0,55	
0106			2.364,81	52,21	40,40	11,81	22,38	1600	0,01	0,45	
0107			2.387,19	51,82	40,39	11,43	66,96	1600	0,13	1,94	
0109			2.454,15	51,66	40,26	11,40	71,62	1600	0,03	0,42	
0110			2.525,77	51,40	40,23	11,17	74,67	1600	0,08	1,07	
0111			2.600,44	51,74	40,15	11,59	77,03	1600	-0,01	-0,13	
0112			2.677,47	51,65	40,16	11,49	71,08	1600	0,05	0,70	
0113			2.748,55	51,15	40,11	11,04	41,67	1600	0,05	1,20	
0114			2.790,22	50,31	40,06	10,25	57,62	1600	0,09	1,56	
0115			2.847,84	50,50	39,97	10,53	72,22	1600	0,08	1,11	
0116			2.920,06	50,15	39,89	10,26	77,20	1600	0,11	1,42	
0001			2.997,26	50,00	39,78	10,22	74,25	1600	0,08	1,08	
0075			3.071,51	50,10	39,70	10,40	74,22	1600	0,08	1,08	
0076			3.145,73	50,00	39,62	10,38	67,12	1600	0,10	1,49	
0077			3.212,85	50,25	39,52	10,73	74,13	1600	0,10	1,35	
0078			3.286,98	49,75	39,42	10,33	74,84	1600	0,05	0,67	
0079			3.361,82	46,35	39,37	6,98	83,28	1600 *)	0,28	3,36	
0318	Gel. PW Ostheim	S. vor Pumpensumpf	3.445,10	49,97	39,09	10,88					

\*) korrigierter Wert! (gem. Bestandsplan: DN 1800)

## 16.11.2 Pumpwerke

### 16.11.2.1 PW Ostheim

Das Pumpwerk Ostheim fördert das Abwasser der tief liegenden Kanal-Teststrecke Köln-Ensen in den nachfolgenden, höher gelegenen Sammler (vgl. Abb. 16.27).

Installiert sind insgesamt fünf Pumpen. Zwei dieser Pumpen sind drehzahlgeregelte Grundlastpumpen mit einer Leistung von jeweils 100 bis 250 l/s; die zweite dieser beiden Pumpen wird nur bei Bedarf hinzugeschaltet. Die drei übrigen Pumpen sind nicht drehzahlgeregelte Spitzenlastpumpen und besitzen eine Leistungsfähigkeit von jeweils 565 l/s.

### 16.11.2.2 PW RRB Alter Deutzer Postweg

Das Pumpwerk Alter Deutzer Postweg (Abb. 16.26) dient der Entleerung eines Regenrückhaltebeckens (RRB). Es ist nur während bzw. nach Regenereignissen aktiv und fördert Niederschlagswasser aus dem RRB in die Teststrecke.

Das Pumpwerk verfügt über zwei, nicht drehzahlgeregelte Pumpen, die im Wechsel fördern. Die Leistung einer Pumpe beträgt 20 l/s.

## 16.12 Informationen zum Versuchsprogramm Abwasser an der Kanal-Teststrecke Köln-Ensen

### 16.12.1 Lage der Dosier-, Mess- und Probenahmestellen

Im Überblick sind die Dosier-, Mess- und Probenahmestellen schematisch in Abb. 12.7 dargestellt. Abb. 12.7 erläutert auch die in den nachfolgenden Abbildungen verwendeten Bezeichnungen.

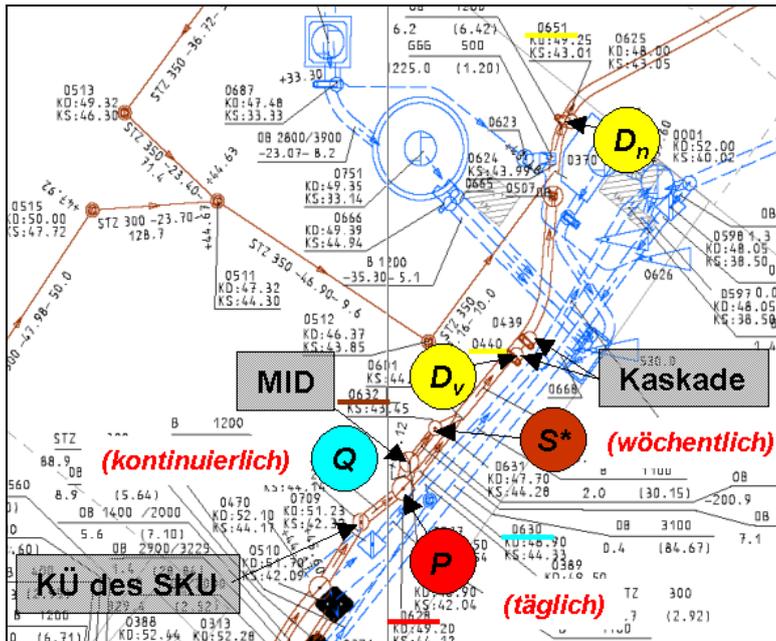


Abb. 16.19: Dosier-, Mess- und Probenahmestellen unterhalb der Drossel des SK Ensen (Quelle Kartenhintergrund: STADT KÖLN, AMT FÜR LIEGENSCHAFTEN, VERMESSUNG UND KATASTER)

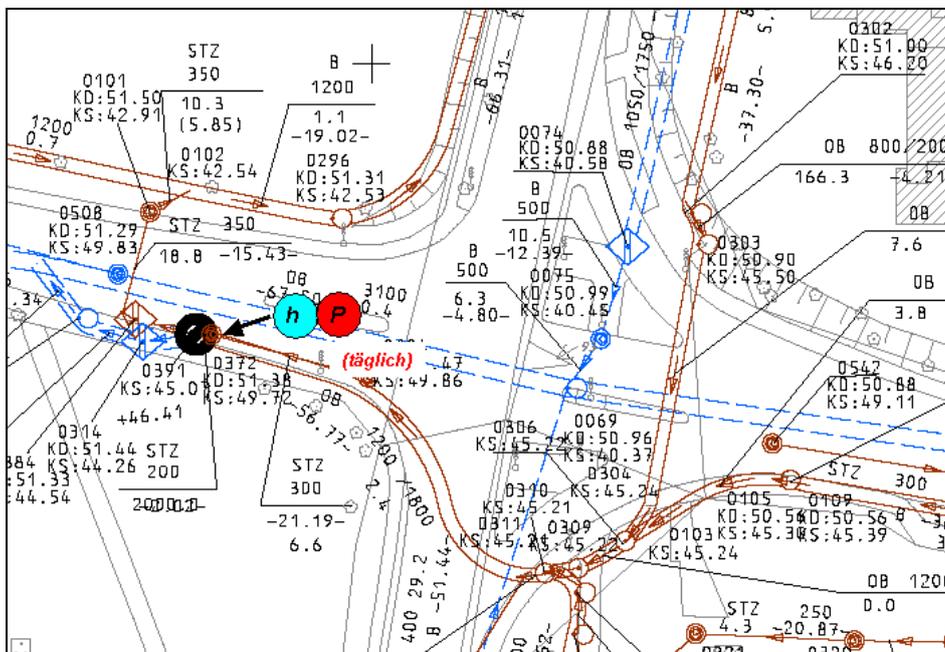


Abb. 16.20: Mess- und Probenahmestelle unterhalb der Drossel des SK Hohenstaufenstraße (Quelle Kartenhintergrund: STADT KÖLN, AMT FÜR LIEGENSCHAFTEN, VERMESSUNG UND KATASTER)

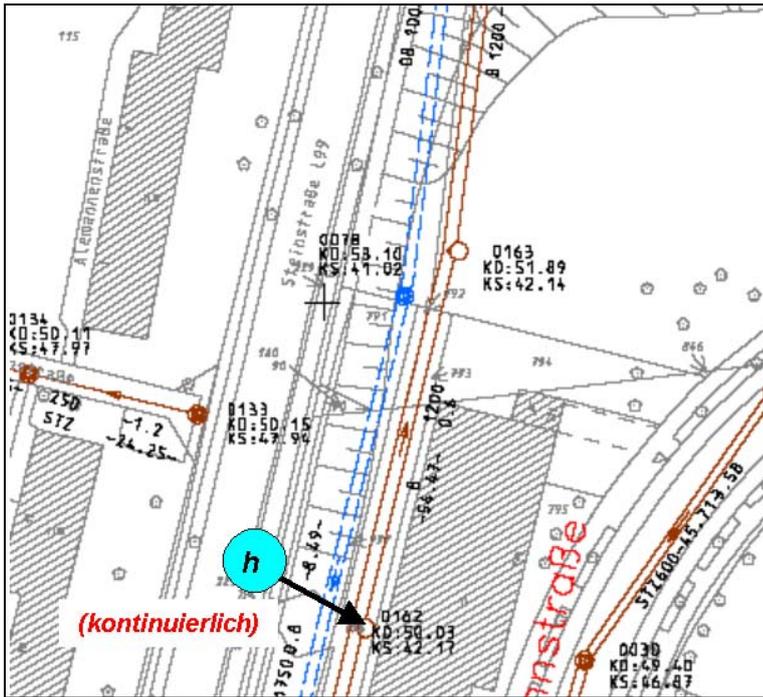


Abb. 16.21: Messstelle in der Steinstraße (unterhalb Zufluss Drossel SK Hohenstaufenstraße) (Quelle Kartenhintergrund: STADT KÖLN, AMT FÜR LIEGENSCHAFTEN, VERMESSUNG UND KATASTER)

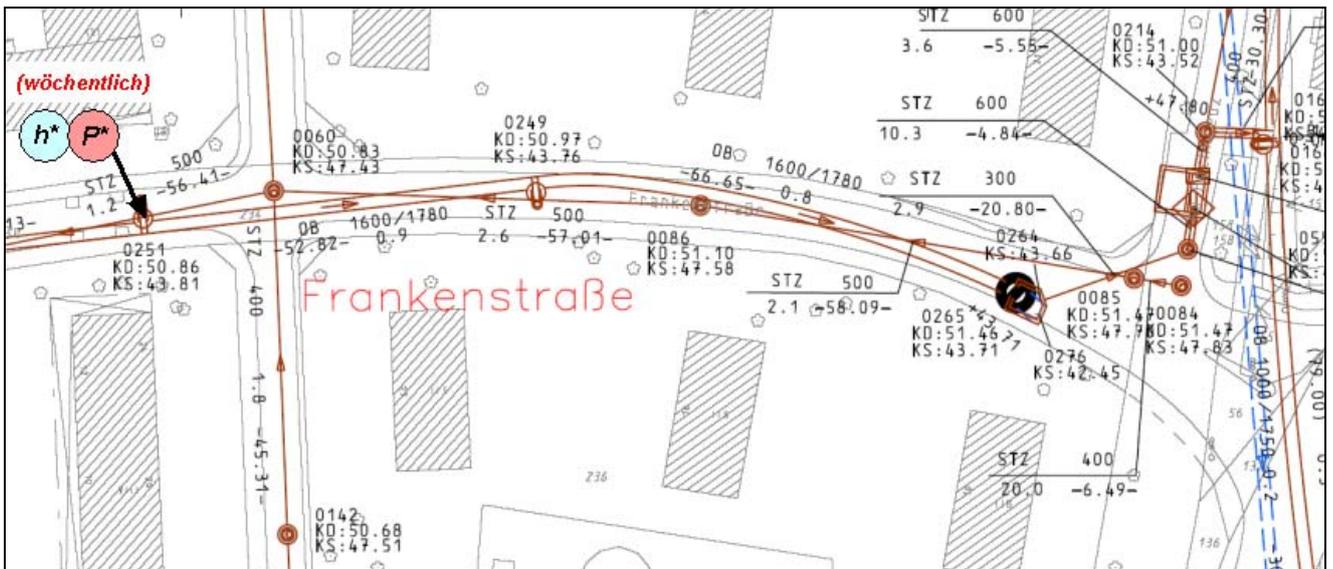


Abb. 16.22: Mess- und Probenahmestelle im SK Frankenstraße (Quelle Kartenhintergrund: STADT KÖLN, AMT FÜR LIEGENSCHAFTEN, VERMESSUNG UND KATASTER)

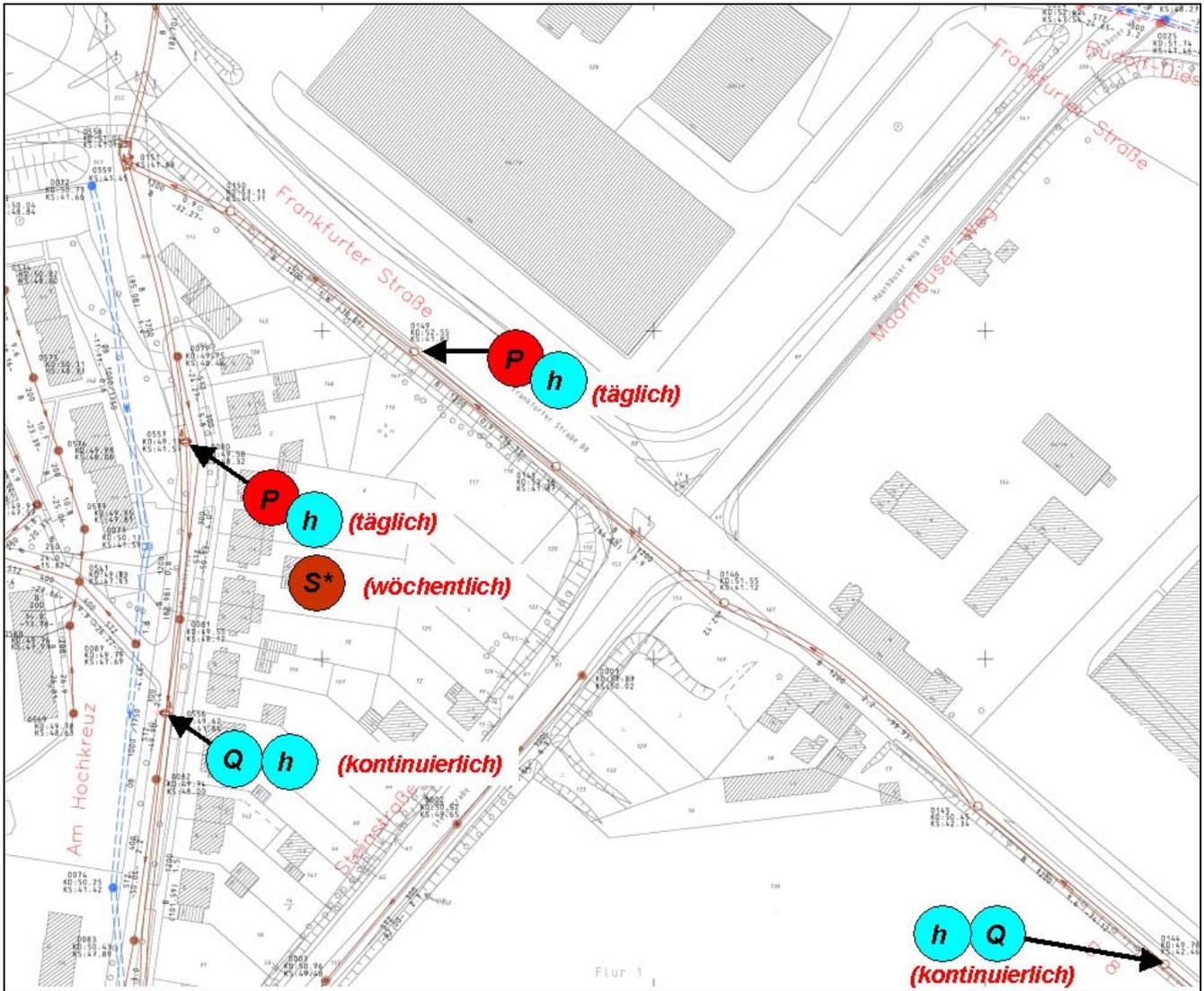


Abb. 16.23: Mess- und Probenahmestellen vor dem Zusammenfluss der Sammler „Am Hochkreuz“ und „Frankfurter Straße“ (Quelle Kartenhintergrund: STADT KÖLN, AMT FÜR LIEGENSCHAFTEN, VERMESSUNG UND KATASTER)

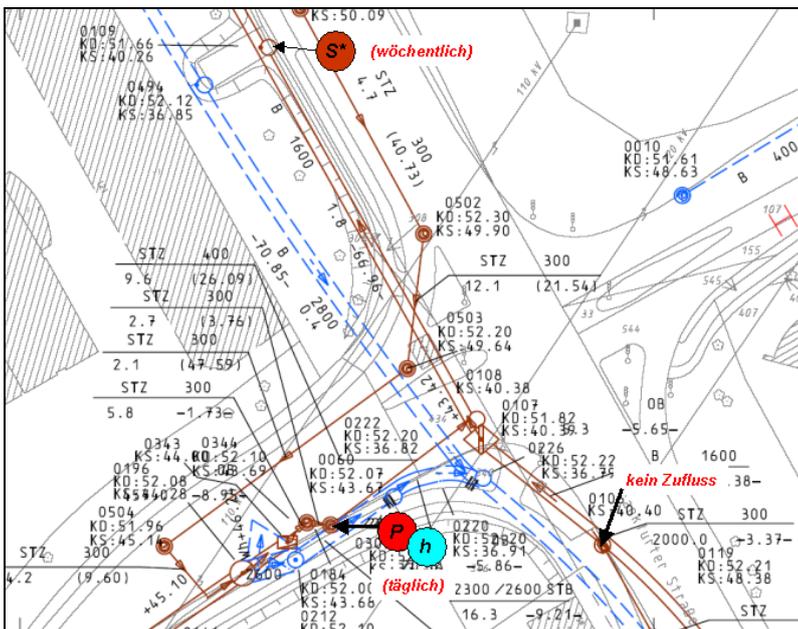


Abb. 16.24: Mess- und Probenahmestelle unterhalb der Drossel des SK Neuenhofstraße sowie unterhalb gelegene Sedimentfalle (Quelle Kartenhintergrund: STADT KÖLN, AMT FÜR LIEGENSCHAFTEN, VERMESSUNG UND KATASTER)

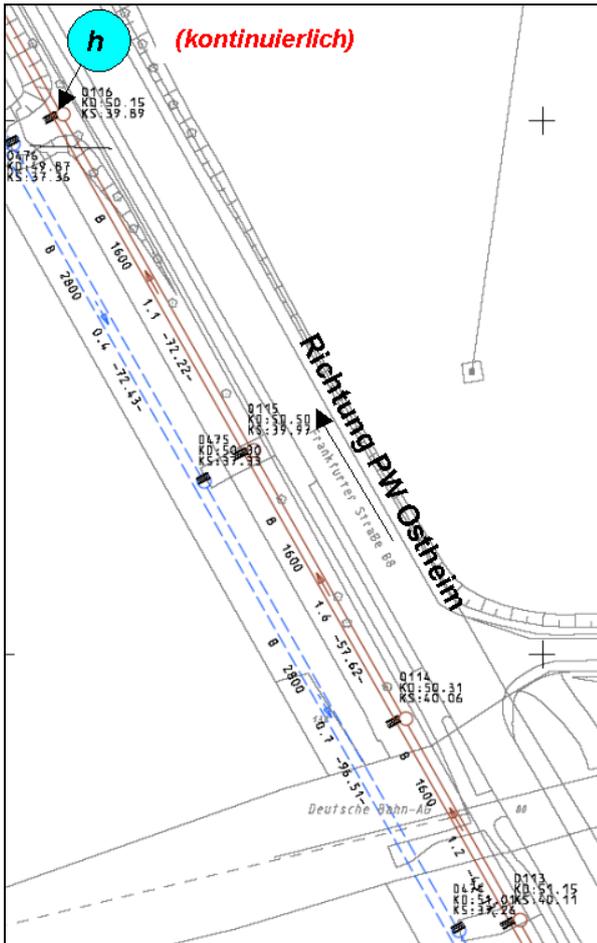


Abb. 16.25:  
Messstelle unterhalb Zufluss Neuenhofstraße  
(Quelle Kartenhintergrund: STADT KÖLN, AMT FÜR LIEGENSCHAFTEN, VERMESSUNG UND KATASTER)

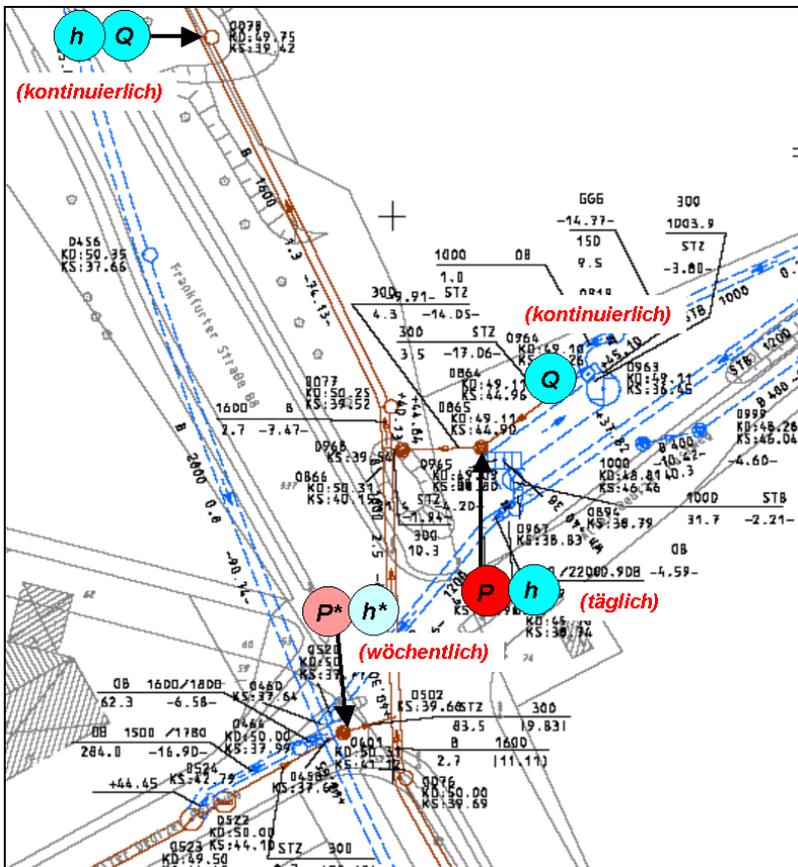


Abb. 16.26:  
Mess- und Probenahmestellen in den Zulaufen der Drossel des SK Alter Deutzer Postweg (von links) sowie des PW RRB Alter Deutzer Postweg (von rechts) und Messstelle im Zulauf zum PW Ostheim  
(Quelle Kartenhintergrund: STADT KÖLN, AMT FÜR LIEGENSCHAFTEN, VERMESSUNG UND KATASTER)

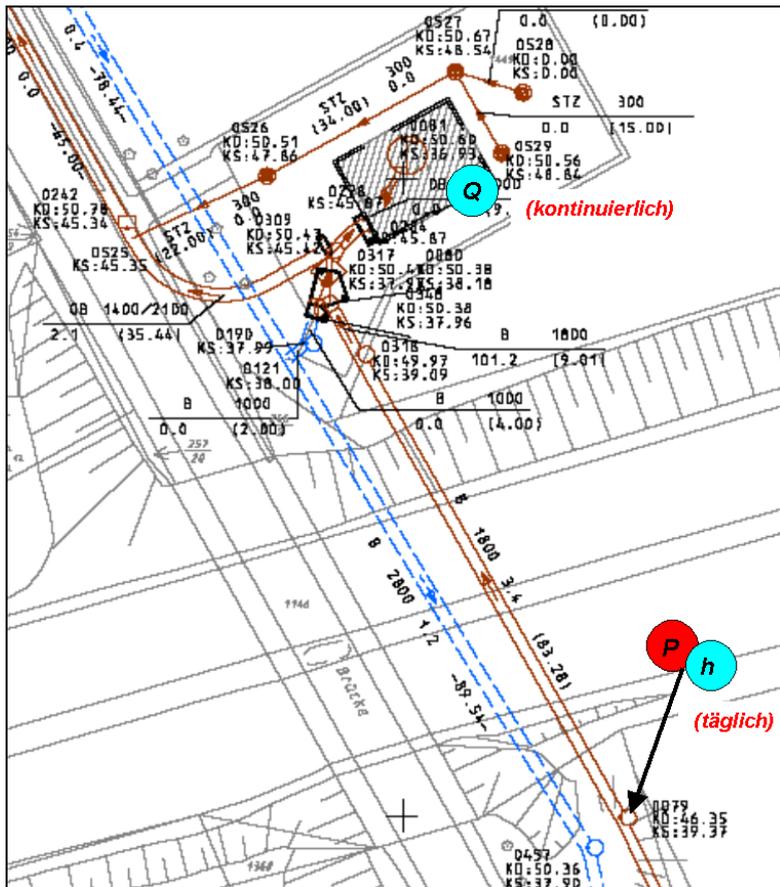


Abb. 16.27:  
Mess- und Probenahmestellen im Zulauf  
zum PW Ostheim  
(Quelle Kartenhintergrund: STADT KÖLN, AMT  
FÜR LIEGENSCHAFTEN, VERMESSUNG UND  
KATASTER)

## 16.12.2 Durchführung der Probenahme und Probenahmegeräte

### **Abwasserstichprobe**

Die Probenahme erfolgte gemäß DIN 38402-A 11 von 12/95. Als Probenahmegeräte wurden ein Eimer mit Seil und Schöpfbecher verwendet.

### **12 x 2h Mischprobe**

Die Probenahme erfolgte gemäß DIN 38402-A 11 von 12/95. Verwendet wurden automatische Probenahmegeräte der FA. BÜHLER (PRF-MOS und PP-MOS) zur Entnahme gekühlter, zeitproportionaler Proben.

### **Sedimentprobe**

Als Probenahmegerät diente eine sogenannte Sedimentfalle (Abb. 16.28). An einem festen Ort auf der Kanalsohle installiert, sammelt dieses Gerät bis zum nächsten Entleerungszeitpunkt Teile der an der Kanalsohle transportierten Feststofffracht. Eine nähere Beschreibung enthält POPPE (2001). Die Entleerung der Sedimentfallen erfolgte wöchentlich.

Abb. 16.28: Sedimentfalle



### 16.12.3 Messgeräte

Tab. 16.26: Messgeräte des Versuchsprogramms „Abwasser“

Parameter	Einheit	Gerät / Hersteller	Beschreibung
<b>Stichprobenmessungen</b>			
Temperatur T (Umgebungsluft / Kanalluft)	[°C]	Qtemp 200 FA. VWR	Temperaturmesser mit Temperaturfühler PT 1000 Messbereich: -70 ...+200°C Messgenauigkeit: +/- 0,2 K
pH	[-]	Multiline P3 pH/LF-Set FA. WTW und pH/Cond 340 i FA. WTW	Messbereich: pH 2...16 ; mV -1250...+1250 Messgenauigkeit: +/- 0,01 pH ; +/- 1mV
Temperatur T (Abwassertemperatur)	[°C]		k. A.
Leitfähigkeit	[mS/cm]		Messbereich: 1µS/cm...500mS/cm Messgenauigkeit: +/- 1% des Messwertes
Sauerstoffgehalt	[mg/l]	FA. WTW Oxi 197	Messbereich: 0 – 20 mg O <sub>2</sub> /l Messgenauigkeit: +/- 0,5 % Sonde: CellOx 325
Fließtiefe h	[cm]	Messlatte	Metalllatte; mm-Einteilung
<b>Kontinuierliche Messungen</b>			
Fließtiefe h	[cm]	Kanal-Agent FA. W.A.S.	Drucksensor und Datenspeicher Messbereich: 0 ... 3,5 m WS Messgenauigkeit: < 0,25 % des Messwertes
Durchfluss Q	[l/s]	W.A.S. Sigma 911 Ex, FA. W.A.S.	Kombisonde (Geschwindigkeit, Fließtiefe) und Datenspeicher <i>Geschwindigkeitsmessung:</i> Methode: Ultraschall-doppler Mindestwasserstand: > 4 cm Messbereich: -1,52 m/s ... 6,1 m/s Nullpunktstabilität: < 0,015 m/s Messgenauigkeit: +/- 2 % vom Messwert <i>Fließtiefenmessung (Drucksensor):</i> Messbereich: 0 ... 3,5 m WS Genauigkeit: +/- 0,2 % des Signals
Durchfluss Q	[l/s]	FA. TURBO	Gedükter magnetisch-induktiver Durchflussmesser Regelwert: 4 – 20 mA Messbereich: 0 ... 600 l/s Messgenauigkeit: +/- 5 % vom Messwert

## 16.12.4 Informationen zu Durchfluss- und Fließtiefen-Messstellen

Tab. 16.27: Basisdaten der Q- und h-Messstellen

Schacht-Nr.	Lagebeschreibung	Messgröße (h, Q)	Messzyklus (kont./tgl./wö.)	Anordnung Sonde (Zulauf/Ablauf Schacht)	DN <sub>oben</sub> [mm] <sup>2)</sup>	DN <sub>unten</sub> [mm] <sup>2)</sup>	I <sub>So,oben</sub> [%] <sup>2)</sup>	I <sub>So,unten</sub> [%] <sup>2)</sup>
0630	MID ehem. KA Ensen	Q	kont	-	-	-	-	-
0372	Drossel SK Hohenstaufenstr.	h	tgl	-	500 <sup>1)</sup>	300 <sup>1)</sup>	n. b.	n. b.
0162	Steinstraße	h	kont	Ablauf	1200	1200	0,80	0,55
0251	SK Frankenstraße	h	wö	-	1600/1780	1600/1780	0,80	0,95
0556	Am Hochkreuz	h, Q <sup>3)</sup>	kont	Q: Zulauf; h: Ablauf	1200	1200	1,48	0,84
0557	Am Hochkreuz	h	tgl	-	1200	1200	0,84	1,41
0144	Frankfurter Straße	h, Q <sup>3)</sup>	kont	Q: Zulauf; h: Ablauf	1200	1200	1,26	1,62
0149	Frankfurter Straße	h	tgl	-	1200	1200	0,88	1,57
0060	Drossel SK Neuenhofstr.	h	tgl	-	300	500 <sup>1)</sup>	n. b.	n. b.
0116	Frankfurter Straße	h	kont	Ablauf	1600	1600	1,11	1,43
0401	Drossel SK Alter Deutzer Postweg	h	wö	-	300	300	4)	83,5
-	PW RRB Alter Deutzer Postweg	Q <sub>PW</sub>	kont	-	-	-	-	-
0865	Ablauf PW RRB A. D. Postweg	h	tgl	-	300	300	3,52	n. b.
0078	Frankfurter Straße	h, Q	kont	Q: Zulauf; h: Ablauf	1600	1600	1,35	0,67
0079	Frankfurter Straße	h	tgl	-	1600	1600 <sup>1)</sup>	0,67	n. b.
-	PW Ostheim	Q <sub>PW</sub>	kont	-	-	-	-	-

1) gem. Nachmessung STEB am 27.05.04

2) gem. Bestandsplänen

3) kontinuierliche Messung von Q nur für einen Zeitraum von 1 Monat

4) innenliegender Untersturz

n. b. nicht bekannt

Tab. 16.28: Ergänzende Informationen zu den kontinuierlichen Messungen von Q und h

Ort	Param.	Sensor	Datum		Zeit-Offset zur Sommer-Zeit		Höhen-Offset zur Sohle		Sonstiges
			Einbau	Ausbau	seit	Größe [h]	seit	Größe [cm]	
0630 (ehem. KA)	Q	MID	vor 10.05.04	...	-	-	-	-	kont. Auslesung durch Yara
0162 (Steinstr.)	h	Kanal-Agent	17.05.04, 10.13 h	Dez. 04	-	-	17.05.04	8,3	Auslesung 1 x wö. durch StEB
0556 (Am Hochkreuz)	h	Kanal-Agent	03.05.04, 8.55 h	Dez. 04	03.05.04	-1,0	03.05.04	4,0	Auslesung 1 x wö. durch StEB
					13.05.04	-1,0			
					18.05.04	0,0			
	h, Q	Sigma 911	15.06.04	14.07.04	15.06.04	-1,0	15.06.04	5,0	Auslesung und Auswertung durch WAS
						25.06.04	7,0	Messung Offset durch StEB	
						01.07.04	3,0	Einbau neues System am 01.07.04	
0144 (Frankfurter Str.)	h	Kanal-Agent	03.05.04, 11.41 h	Dez. 04	03.05.04	0,0	03.05.04	2,5	Auslesung 1 x wö. durch StEB
					15.06.04	-1,0	15.06.04	0,0	
0116 (Frankfurter Str.)	h	Kanal-Agent	04.05.04, 11.27 h	Dez. 04	04.05.04	0,0	04.05.04	9,8	Auslesung 1 x wö. durch StEB
PW Alter Deutzer Postweg	Q	Pumpen-daten	vor 10.05.04	...			-	-	Auslesung durch StEB
0078 (Frankfurter Str.)	h	Kanal-Agent	18.05.04, 10.21 h	Dez. 04	18.05.04	0,0	18.05.04	7,0	Auslesung 1 x wö. durch StEB
							27.05.04	6,0	
	h, Q	Sigma 911	25.05.04, 14.55 h	Dez. 04	25.05.04	0,0	25.05.04	2 *)	Auslesung 1 x wö. durch StEB; Problem: hohe Schmutzfracht
							03.06.04	4 *)	
						25.06.04	10 **) ***)		
PW Ostheim	Q	Pumpen-daten	vor 10.05.04	...	-	-	-	-	kont. Auslesung durch Fa. Yara

\*) Offset in Geräte-Software NICHT berücksichtigt -&gt; nachträglich Einrechnung erforderlich

\*\*) Offset in Geräte-Software berücksichtigt -&gt; KEINE nachträgliche Einrechnung erforderlich

\*\*\*) wurde bei Auswertung durch die Fa. WAS nochmals mit Offset von weiteren 1 cm korrigiert

### 16.12.5 Schlüsselkurven zur Umrechnung gemessener Fließtiefen in Abflüsse

Die Reihenfolge der nachfolgend dargestellten Schlüsselkurven richtet sich nach Abb. 12.8. Für die Schächte 0251, 0401 und 0865 wurden keine Schlüsselkurve aufgestellt (Schächte 0251: Ablagerungen; Schacht 0401: sehr geringe Fließtiefen sowie Beeinflussung durch Untersturz; Schacht 0865: Abfluss nur bei Regenwetter).

Zur Kalibrierung der Schlüsselkurven wurden Stichprobenmessungen der Fließtiefe und Fließgeschwindigkeit durchgeführt (vgl. Kap. 16.12.6).

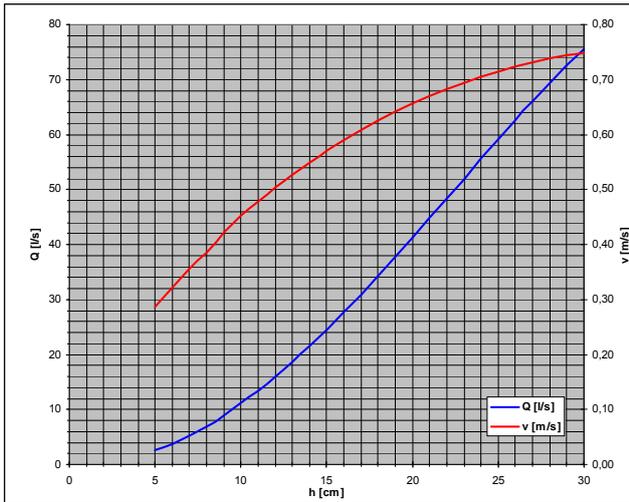


Abb. 16.29: Schlüsselkurve Schacht 0372

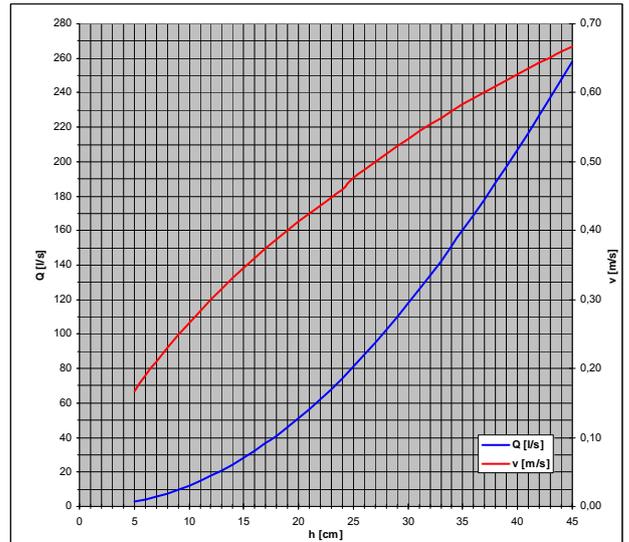


Abb. 16.30: Schlüsselkurve Schacht 0162

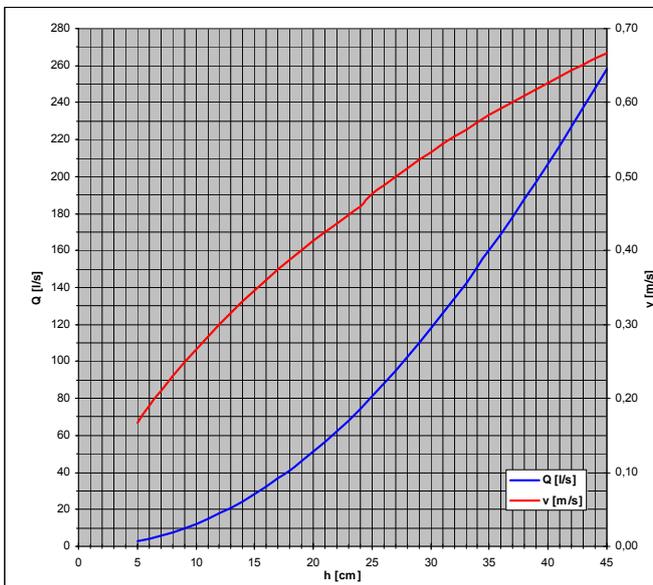


Abb. 16.31: Schlüsselkurve Schacht 0556

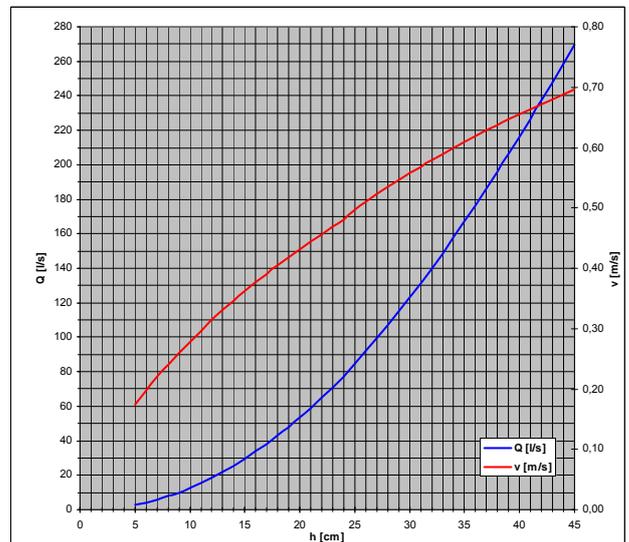


Abb. 16.32: Schlüsselkurve Schacht 0557

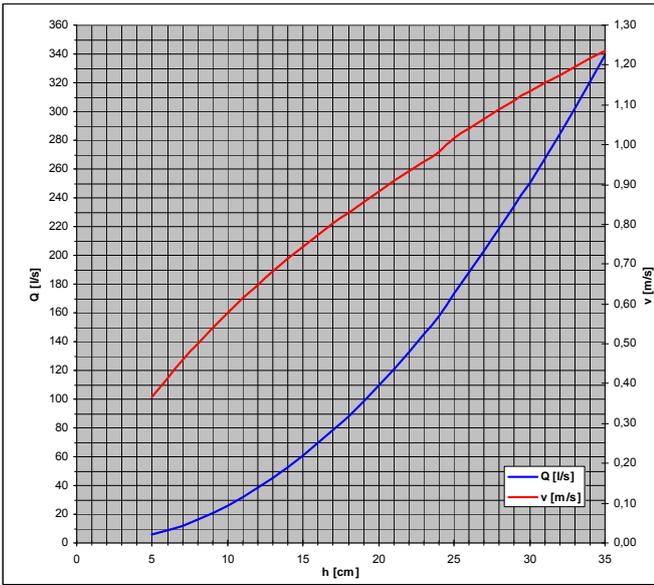


Abb. 16.33: Schlüsselkurve Schacht 0144

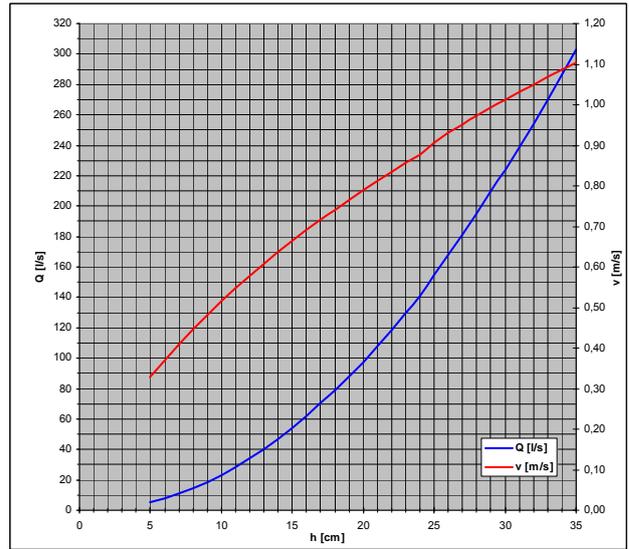


Abb. 16.34: Schlüsselkurve Schacht 0149

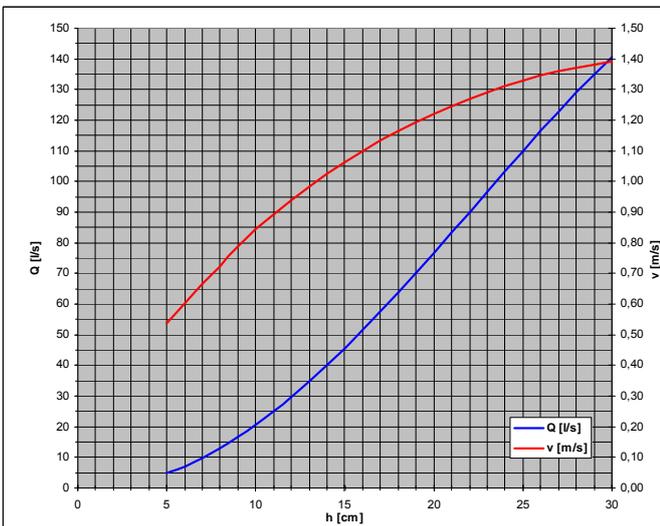


Abb. 16.35: Schlüsselkurve Schacht 0060

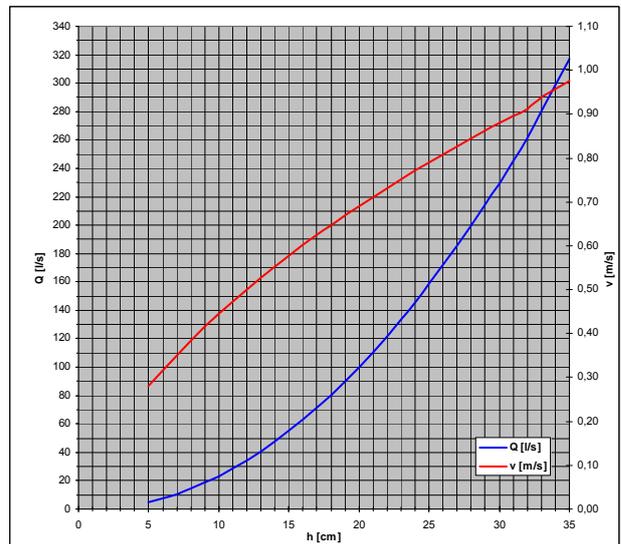


Abb. 16.36: Schlüsselkurve Schacht 0116

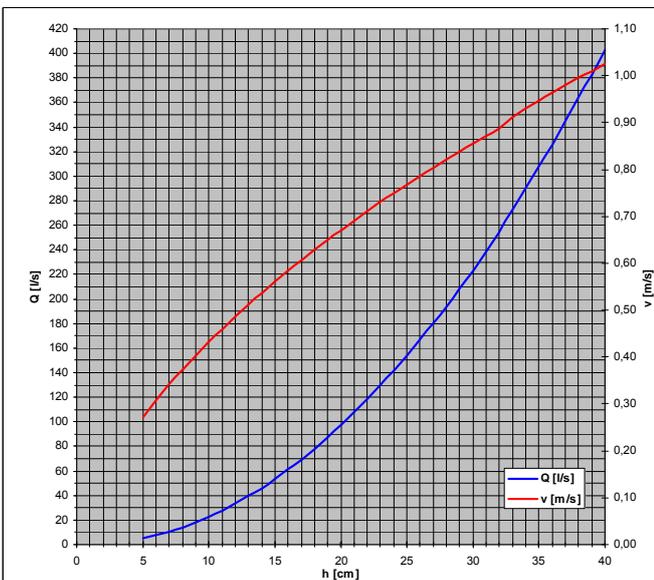


Abb. 16.37: Schlüsselkurve Schacht 0078

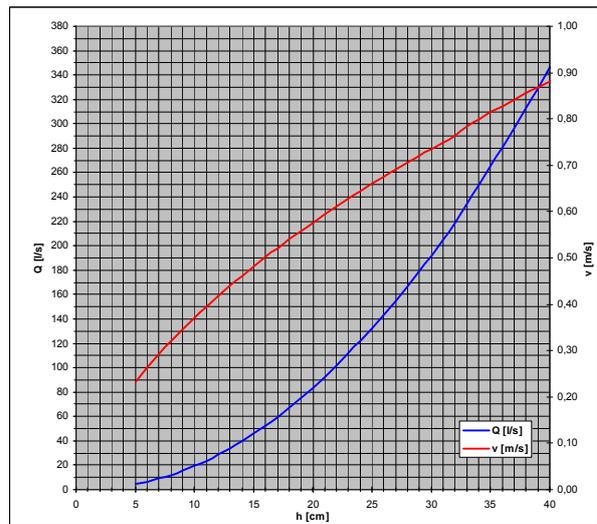


Abb. 16.38: Schlüsselkurve Schacht 0079

## 16.12.6 Fließtiefen- und Geschwindigkeitsmessung zur Kalibrierung der Schlüsselkurven

Tab. 16.29: Zusammenstellung der Ergebnisse der Stichprobenmessungen von  $h$  und  $v$ 

0372		0162		0251 <sup>1)</sup>		0556		0557		0144		0149		0060		0116		0401 <sup>2)</sup>		0865 <sup>3)</sup>		0078 <sup>4)</sup>		0079 <sup>4)</sup>		Datum
h [cm]	v [m/s]	h [cm]	v [m/s]	h [cm]	v [m/s]	h [cm]	v [m/s]	h [cm]	v [m/s]	h [cm]	v [m/s]	h [cm]	v [m/s]	h [cm]	v [m/s]	h [cm]	v [m/s]	h [cm]	v [m/s]	h [cm]	v [m/s]	h [cm]	v [m/s]	h [cm]	v [m/s]	
14,5	0,57	27,0	0,50	5,0	0,09	28,0	0,51	27,2	0,53	12,6	0,67	13,0	0,61	4,6	0,50	24,9	0,70					27,5	0,71			27.05.04
						24,0	0,64			12,8	0,70							24,5	0,90							15.06.04
14,0	0,55	26,1	0,51			26,0	0,61									25,0	0,77					22,9	0,89			16.06.04
																		27,0	0,88							18.06.04
																		37,0	1,04							23.06.04
										10,5	0,68															01.07.04
						25,0	0,63			11,0	0,73															14.07.04
14,5	0,53							5)	5)	13,5	0,69			5,8	0,44	21,0	0,76					18,0	0,75	30,0	1,05	29.07.04
15,8	0,59									15,0	0,77					25,0	0,75					27,0	0,86			17.11.04

Hinweise:

- 1) Messtelle mit Ablagerungen (27.05.04: 4 cm)
  - 2) Untersturz im Schacht, h-Messung möglich; v-Messung nicht mit genügender Genauigkeit möglich
  - 3) trocken, daher keine h-v-Messung möglich (Abfluss nur, wenn PW Alter Deutzer Postweg aktiv ist)
  - 4) Genauigkeit der h-v-Messung beeinträchtigt durch hohe Schmutzfracht
  - 5) verworfen, da starke Fließtiefenänderung während der Messung
- grau: nicht für Kalibrierung verwendet, da nicht zielführend

16.12.7 Fließzeitmessungen in der Kanal-Teststrecke Ensen

16.12.7.1 Fließzeitmessung vom 26.04.2004

Am 26.04.2004 erfolgte die erste Fließzeitmessung mit Hilfe von Schwimmkörpern. Tab. 16.30 gibt das Ergebnis wieder. Die Lage der genannten Schachtnummern ist Abb. 12.5 zu entnehmen.

Datum:	26.04.2004				
Wetterverhältnisse:	trocken				
Durchflussablesung MID Ensen:	87	l/s	Schacht 0630		
Uhrzeit:	10:52 Uhr				
Einbringen der Bälle in Schacht:	0651	Schacht nach Kaskade mit Dosierung			
Ankunft der Bälle:	Schacht	Uhrzeit	zurückgelegte Strecke	von Schacht... bis Schacht...	Fließzeit $t_f$ [min]
	0557	11:25	1.399 m	0651 - 0557	33
	0318	12:02	3.351 m	0651 - 0318	70
Bemerkungen:	Es wurden 3 Tennis- und 3 Tischtennisbälle eingebracht. Davon ist aufgrund von Turbulenzen nur 1 in Schacht 0318 gesichtet worden; im nachfolgenden Pumpensumpf wurden bei einer Kontrolle um 12:30 Uhr 5 der 6 Bälle angetroffen				
Durchfluss PW Ostheim gem. Auswertung PW-Daten für ca.	12:00	Uhr:	Q =	171	l/s
				(1/2-h-Mittelwert)	

Tab. 16.30:  
Protokoll der Fließzeitmessung vom 26.04.2004 in der Kanal-Teststrecke Köln-Ensen

16.12.7.2 Fließzeitmessung vom 18.06.2004

Am 18.06.2004 erfolgte die zweite Fließzeitmessung mit Hilfe von Schwimmkörpern. Tab. 16.31 gibt das Ergebnis wieder. Die Lage der genannten Schachtnummern ist Abb. 12.5 zu entnehmen.

Datum:	18.06.2004				
Wetterverhältnisse:	trocken - nach Regen				
Durchflussablesung MID Ensen:	72	l/s	Schacht 0630		
Uhrzeit:	09:37 Uhr				
Einbringen der Bälle in Schacht:	0651	Schacht nach Kaskade mit Dosierung			
Ankunft der Bälle:	Schacht	Uhrzeit	zurückgelegte Strecke	von Schacht... bis Schacht...	Fließzeit $t_f$ [min]
	0557	10:10	1.399 m	0651 - 0557	33 min
	0079	10:46	3267,71 m	0651 - 0079	69 min
Bemerkungen:	Es wurden 3 Tennis- und 3 Tischtennisbälle eingebracht. Diese sind auch alle in Schacht 0079 gesichtet worden.				
Durchfluss PW Ostheim gem. Auswertung PW-Daten für ca.	10:40 bis 11:05	Uhr:	Q =	174	l/s
				(1/2-h-Mittelwert)	

Tab. 16.31:  
Protokoll der Fließzeitmessung vom 18.06.2004 in der Kanal-Teststrecke Köln-Ensen

## 16.12.8 Fließzeitberechnung und Vergleich mit Messergebnissen

### 16.12.8.1 Nachrechnung des Fließzeitversuchs vom 26.04.2004

Tab. 16.32 zeigt das Ergebnis der Fließzeitberechnung für die Durchflussverhältnisse beim Fließzeitversuch vom 26.04.2004. Die angesetzten Abflüsse entstammen der Durchflussmessung am MID Ensen sowie der Auswertung der Pumpenlaufzeiten des Pumpwerks Ostheim. Die berechnete mittlere Fließzeit bis zum Schacht 0558 beträgt ca. 39 min, die mit Schwimmkörpern gemessene Fließzeit bis zum kurz oberhalb liegenden Schacht 0557 nur 33 min. Die berechnete mittlere Gesamtließzeit bis zum Schacht 0318 beträgt 79 min, die gemessene 70 min. Demnach ist die berechnete Gesamtließzeit um ca. 13 % länger als die gemessene. Grund dafür ist, dass der gemessenen Gesamtließzeit die Oberflächengeschwindigkeit zugrunde liegt (Verwendung von Schwimmkörpern) und die Oberflächengeschwindigkeit im Vergleich zur mittleren Strömungsgeschwindigkeit um 15 – 20 % höher ist. Die berechnete mittlere Fließgeschwindigkeit ist demnach plausibel.

Schachtnummer		0651		0558 (oben)	0558 (unten)		0318
Durchmesser DN	[mm]		1200				1600
betriebliche Rauheit $k_b$ *)	[mm]		1,70				1,50
Abfluss Q	[l/s]		87				171
Kanalsohlenhöhe	[m ü NN]	43,01		41,45	41,16		39,07
Stationierung	[m]	94,11		1.578,56	1.578,56		3.445,10
Länge	[m]		1.484,45				1.866,54
Höhenunterschied	[m]		1,56				2,09
Neigung I	[o/oo]		1,05				1,12
Geschwindigkeit v	[m/s]		0,63				0,77
berechnete Fließzeit $t_f$	[min]		39				40
gemessene Fließzeit $t_f$	[min]		33				37

Tab. 16.32:  
Nachrechnung der Fließzeit  
für die Bedingungen des  
Fließzeitversuchs vom  
26.04.2004

\*) aus Schlüsselkurve DN 1200 Schacht 0556 und DN 1600 Schacht 0116

### 16.12.8.2 Nachrechnung des Fließzeitversuchs vom 18.06.2004

Tab. 16.33 zeigt das Ergebnis der Fließzeitberechnung für die Durchflussverhältnisse beim Fließzeitversuch vom 18.06.2004. Die angesetzten Abflüsse entstammen der zeitgleich durchgeführten, kontinuierlichen Fließtiefen- bzw. Durchflussmessung.

Der Fließzeitberechnung ergibt für die Strecke bis zum Schacht 0557 eine mittlere Fließzeit von 38,4 min (Fließzeitmessung: 34,0 min), für die Strecke bis zum Schacht 0079 eine mittlere Fließzeit von 82,2 min (Fließzeitmessung: 70,0 min). Erwartungsgemäß ist auch bei dieser Nachrechnung die berechnete mittleren Fließzeit im Vergleich zu der mit Schwimmkörpern gemessenen Fließzeit länger, diesmal um ca. 15 %.

Tab. 16.33: Nachrechnung der Fließzeit für die Bedingungen des Fließzeitversuchs vom 18.06.2004

Schachtdaten				Haltungsdaten						Berechnungen				Messung 18.06.04
Nr.	Bemerkung	Station [m]	Sohlhöhe [mNN]	L [m]	DN [mm]	k <sub>b</sub> [mm]**)	Δh [m]	I [°/∞]	Q [l/s]	v [m/s]	t <sub>f</sub> [min]	Σt <sub>f</sub> [min]*)	Σt <sub>f</sub> [min]*)	
0651	nach Kaskade	94,11	43,01	459,06	1200	1,7	0,46	1,00	72	0,59	13,0	1,0	1,0	
19 m vor 0296	Zul. Hohenstaufenstaße	553,17	42,55	325,11	1200	1,7	0,38	1,17	102	0,69	7,9	14,0		
0162	Steinstraße	878,28	42,17	430,63	1200	1,7	0,38	0,88	102	0,62	11,6	21,8		
0168	Zulauf Frankenstraße	1.308,91	41,79	101,59	1200	1,7	0,15	1,48	112	0,61	2,8	33,4		
0556	Am Hochkreuz	1.410,50	41,64	82,98	1200	1,7	0,07	0,84	112	0,63	2,2	36,2		
0557	Am Hochkreuz	1.493,48	41,57	85,08	1200	1,7	0,12	1,41	112	0,75	1,9	38,4	34,0	
0558 (oben)	Zul. Frankfurter Str. (Absturz oben)	1.578,56	41,45	0,00	1200	1,7	0,29	-	142	0,75	0,0	40,3		
0558 (unten)	Zul. Frankfurter Str. (Absturz unten)	1.578,56	41,16	808,63	1600	1,5	0,77	0,95	142	0,69	19,5	40,3		
0107	Zul. Neuenhofstraße	2.387,19	40,39	66,96	1600	1,5	0,13	1,94	153	0,9	1,2	59,8		
0109	Frankfurter Straße	2.454,15	40,26	465,91	1600	1,5	0,37	0,79	153	0,7	11,1	61,0		
0116	Frankfurter Straße	2.920,06	39,89	236,67	1600	1,5	0,23	0,97	153	0,71	5,6	72,1		
11 m nach 0076	Zul. SK Alter Deutzer Postweg	3.156,73	39,66	49,12	1600	1,5	0,14	2,85	153	1,04	0,8	77,7		
7 m vor 0077	Zul. PW Alter Deutzer Postweg	3.205,85	39,52	81,13	1600	1,5	0,10	1,23	153	0,77	1,8	78,5		
0078	Frankfurter Straße	3.286,98	39,42	74,84	1600	1,5	0,05	0,67	167	0,63	2,0	80,2		
0079	Frankfurter Straße	3.361,82	39,37									82,2	70,0	
0144	Frankfurter Straße	0,00	42,46	294,88	1200	0,75	0,64	2,17	30	0,64	7,7	0,0		
0149	Frankfurter Straße	294,88	41,82	70,09	1200	0,75	0,11	1,57	30	0,57	2,0	7,7		
0150	Schacht vor Zulauf zum Hauptkanal	364,97	41,71	32,27	1200	0,75	0,03	0,93	30	0,48	1,1	9,7		
0151	Zulauf zum Hauptkanal (oben)	397,24	41,68									10,8		

\*) Fließzeitberechnung zw. Schacht 0628 und 0651 nicht möglich, da MID-Bauwerk und Kaskade; t<sub>f,geschätzt</sub> = 1 min

\*\*\*) k<sub>b</sub> = 1,7 aus Schlüsselkurve DN 1200 Schacht 0556  
 k<sub>b</sub> = 1,5 aus Schlüsselkurve DN 1600 Schacht 0116  
 k<sub>b</sub> = 0,75 aus Schlüsselkurve DN 1200 Schacht 0144

### 16.12.9 Berechnung der Sohlschubspannungen bei mittlerem Trockenwetterabfluss

Durch Auswertung der im Versuchszeitraum kontinuierlich erfassten Fließtiefen und Abflüsse wurden für verschiedene Punkte der mittlere Trockenwetterabfluss (Q<sub>t24</sub>) bzw. die Fließtiefe beim mittleren Trockenwetterabfluss (h<sub>t24</sub>) bestimmt. Auf Grundlage dieser Daten wurden die bei mittlerem Trockenwetterabfluss auftretenden Sohlschubspannungen berechnet (Tab. 16.34).

Tab. 16.34: Berechnung der Sohlschubspannungen entlang der Teststrecke bei mittlerem Trockenwetterabfluss; die zur Streckenabgrenzung angegebenen Schachtnummern sind Abb. 12.8 zu entnehmen

Berechnungsgrundlage: 
$$\tau = \rho \cdot g \cdot r_{hy} \cdot I_{so} = \rho \cdot g \cdot \frac{A}{L_u} \cdot I_{so}$$

Abwasserdichte: ρ = 1.000 kg/m<sup>3</sup>  
 Fallbeschleunigung: g = 9,81 m/s<sup>2</sup>

Messstelle	DN [mm]	maßgebend für Strecke	Durchfluss Q <sub>t24</sub> [l/s]	Fließtiefe h <sub>t24</sub> [m]	Fließfläche A [m <sup>2</sup> ]	benetzter Umfang L <sub>u</sub> [m]	Sohlneigung [-]	Sohlschubspannung τ [N/m <sup>2</sup> ]	Bemerkung
MID	1200	0630 - 0162	46,4	0,161	0,091	0,905	0,00108	1,07	
0162	1200	0162 - 0559	65,0	0,225	0,147	1,075	0,00103	1,38	
0556	1200	-	72,2	0,237	-	-	0,00055	-	nur relevant für Berechnung von Q im Schacht 0559
0144	1200	-	25,5	0,099	-	-	0,002	-	nur relevant für Berechnung von Q im Schacht 0559
0559	1600	0559 - 0116	97,7	0,218	0,165	1,21	0,00095	1,27	
0116	1600	0116 - 0078	103,4	0,203	0,148	1,17	0,00128	1,59	
0078	1600	0078 - PW	113,1	0,215	0,162	1,2	0,00209	2,77	

: aus Auswertung von Messdaten

### 16.12.10 Besonderheiten der Frachtberechnung

Die Frachtberechnung beruht auf der Annahme, dass der Stofftransport in der Kanalisation sich als unvermischte Pfropfenströmung vollzieht. Danach ergibt sich die Fracht eines Abwasserpfropfens (beprobtes Abwasservolumen) aus der durch Probenahme (PN) erfassten Konzentration eines Stoffes X, multipliziert mit dem zugehörigen Durchfluss. Hierzu war es erforderlich, die mit den Abwasserstichproben korrespondierenden Durchflüsse – erfasst durch kontinuierlich aufzeichnende Messgeräte - sowie den zugehörigen Dosierstrom zu ermitteln. Maßgebend war die Fließzeit, die allerdings mit dem Tagesgang des Trockenwetterabflusses variiert.

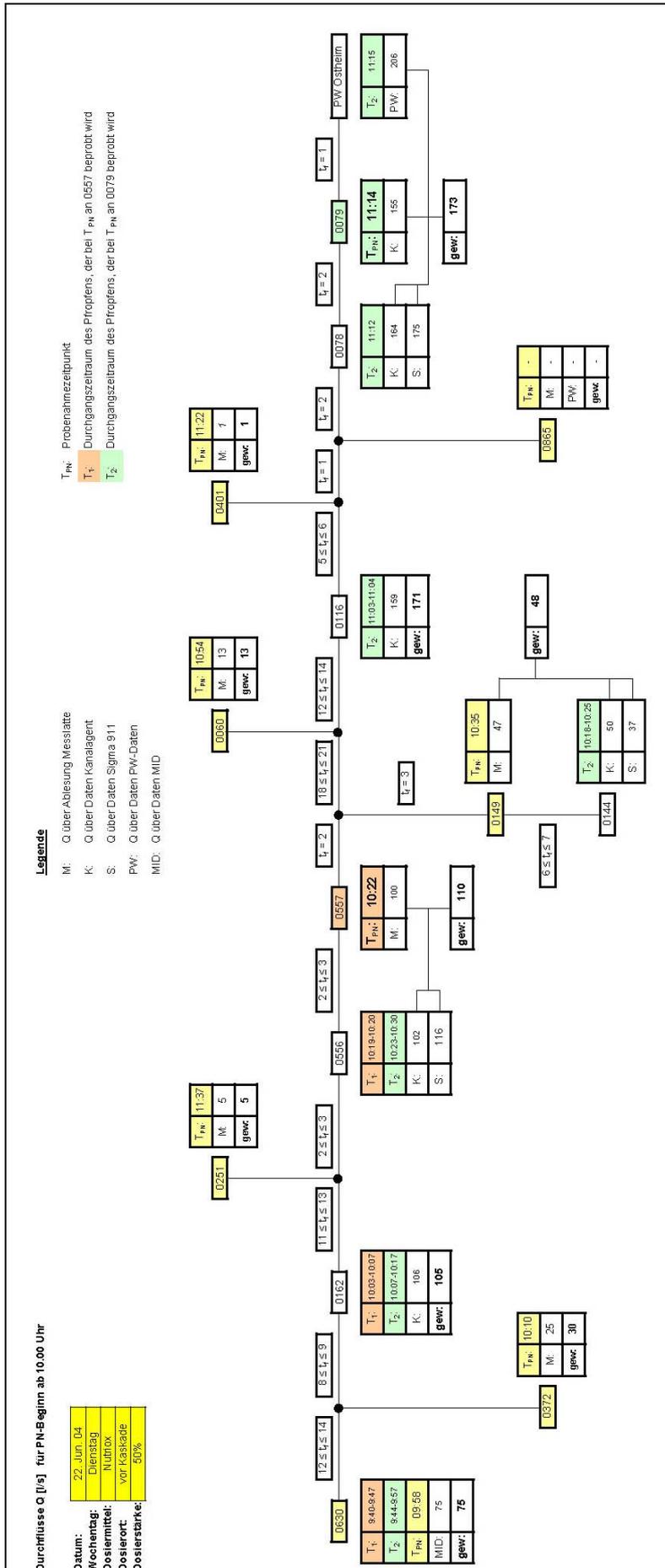
#### 16.12.10.1 Festlegung der mit den Probenahmen korrespondierenden Durchflüsse

Montags bis donnerstags sowie Samstags begann die PN ab 10.00 h am Schacht 0630 (Abb. 12.8), gefolgt von zeitlich versetzten PNn in den übrigen Schächten; freitags begann die PN gegen 5.30 h am Schacht 0630.

Die während der PN herrschenden Durchflussverhältnisse wurden in den Q- und h-Messstellen entlang der Kanal-Teststrecke (Abb. 12.8) ausgewertet. Die auf dieser Grundlage berechneten Fließzeit-Spektren sind in Tab. 16.35 zusammengestellt. Differenziert wird dabei nach dem PN-Beginn. Bei einem PN-Beginn ab 10.00 h schwankt die Gesamtließzeit für die Kanal-Teststrecke zwischen 77 und 90 min, wird gegen 5.30 h mit der PN begonnen, beträgt die Gesamtließzeit aufgrund der deutlich geringeren Durchflüsse zwischen 104 und 147 min.

maßgebende Strecke von Schacht ... bis Schacht	Fließzeiten bei Probenahmebeginn um 10.00 h		Fließzeiten bei Probenahmebeginn ab 5.30 h	
	min $t_f$	max $t_f$	min $t_f$	max $t_f$
	[min]	[min]	[min]	[min]
<b>0630</b> ... Zul. 0372	12	14	17	23
Zul. 0372 ... 0162	8	9	10	15
0162 ... Zul. 0251	11	13	15	21
Zul. 0251 ... 0556	2	3	3	4
0556 ... 0557	2	3	3	4
0557 ... Zul. 0149	2	2	2	4
Zul. 0149 ... Zul. 0060	18	21	25	35
Zul. 0060 ... 0116	12	14	17	23
0116 ... Zul. 0401	5	6	7	10
Zul. 0401 ... Zul. 0865	1	1	1	1
Zul. 0865 ... 0078	2	2	2	3
0078 ... <b>0079</b>	2	2	2	4
<b>Zulauf Frankfurter Straße</b>				
0144 ... 0149	6	7	10	11
0149 ... Zul. zur Teststrecke	3	3	4	5

Tab. 16.35:  
Fließzeitspektren entlang der  
Kanal-Teststrecke Ensen in  
Abhängigkeit vom Beginn der  
Probenahme  
(rot: Anfang bzw. Ende der Test-  
strecke)



Tab. 16.36:  
 Schema zur Bestimmung der zu den Abwasserstichproben zugehörigen Durchflüsse für einen PN-Beginn gegen 10.00 h (Mo.-Do.; Sa.) am Beispiel der Abwasserstichprobe vom Dienstag, 22.06.2004

Tab. 16.36 (PN-Beginn gegen 10.00 h) verdeutlicht das Schema, nach dem gemessene Durchflüsse den Abwasserstichproben zugeordnet wurden. Ausgangspunkt der Berechnung sind jeweils die tatsächlichen PN-Zeitpunkte  $T_{PN}$  an den Stellen, an denen eine Frachtbilanzierung stattfinden soll (Schächte 0557 und 0079). Beginnend mit diesen Zeitpunkten wird unter Verwendung der in Tab. 16.35 für die Fließzeiten bei PN-Beginn ab 10.00 h zusammengestellten Fließzeitspektren eine Rückrechnung durchgeführt. Ergebnis der Berechnung sind die zu den PN-Zeitpunkten  $T_{PN,0557}$  und  $T_{PN,0079}$  zugehörigen Messzeiträume der h- bzw. Q-Messstellen (Zeiträume in denen der in 0557 bzw. 0079 beprobte Abwasserpfropfen die h- bzw. Q-Messstellen passiert). Rote Felder in Tab. 16.36 sind die mit dem PN-Zeitpunkt  $T_{PN,0557}$  korrespondierenden Zeiträume (Hinweis: Aufgrund der Rückrechnung mit Fließzeitspektren ( $a < t_f < b$ ) erhält man für die Messstellen nicht Durchgangszeitpunkte sondern Durchgangszeiträume), grüne Felder korrespondieren mit dem PN-Zeitpunkt  $T_{PN,0079}$ . Oberhalb von Schacht 0557 ist zu beachten, dass sich aus der Rückrechnung aus 0079 und 0557 pro Messschacht zwei Zeiträume ( $T_1$  und  $T_2$ ) ergeben, die zu einem Betrachtungszeitraum zu verbinden sind. Auf die vorbeschriebene Weise erhält man für jede kontinuierlich messende h- bzw. Q-Messstelle entlang der Teststrecke Betrachtungszeiträume, über die die gemessenen Größen zu mitteln sind.

Tab. 16.37: Festlegung der mit den Probenahmen korrespondierenden Durchflüsse, exemplarisch für Montag, 21.06.2004

Datum: **21.06.2004** Tag: **Montag**

Schacht	Zeitpunkt PN	Betrachtungszeitraum		Ermittlung von Q							Q <sub>gew</sub> [l/s]	Schacht	
		von	bis	Messlatte		Kanal-Agent		Sigma 911	PW	MID			
				h <sub>gem</sub> [cm]	Q <sub>ber</sub> [l/s]	h <sub>gem</sub> [cm]	Q <sub>ber</sub> [l/s]	Q <sub>gem</sub> [l/s]	Q <sub>gem</sub> [l/s]	Q <sub>gem</sub> [l/s]			
0630	10:00	9:39	9:52								75	75	0630
0372	10:10	9:53	10:04	18,0	34							32	0372
0162		10:02	10:12			28,6	107					107	0162
0251	-	10:15	10:23	-	-							5	0251
0556		10:18	10:25			28,0	103	130				112	0556
0557	10:23	10:21	10:27	30,0	123							112	0557
0144		10:13	10:20			11,1	32	40				32	0144
0149	10:33	10:20	10:26	13,0	40							32	0149
0060	10:51	10:44	10:47	12,0	30							30	0060
0116		10:58	10:59			25,9	170					174	0116
0401	-	11:04	11:04	-	-							1	0401
0865	-	11:05	11:05	-	-							0	0865
0078		11:07	11:07					194					0078
0079	11:09	11:09	11:09	25,0	132							175	0079
PW Ostheim		11:10	11:10							171			PW Ostheim

Anhand von Tab. 16.37, die exemplarisch die Verhältnisse am Montag, 21.06.2004 wiedergibt, wird dieses erläutert. An diesem Tag wurde die PN um 10.00 h im Schacht 0630 begonnen und fand um 10:23 im Schacht 0557 sowie um 11:09 im Schacht 0079 statt. Durch Rückrechnung in der in Tab. 16.36 illustrierten Weise erhält man, ausgehend von  $T_{PN,0557}=10:23$  h und  $T_{PN,0079}=11:09$  h, die in den Spalten 3 und 4 aufgeführten Betrachtungszeiträume für die h- bzw. Q-Messstellen. Beispielsweise

ergibt sich für die Messstelle in Schacht 0162 ein Betrachtungszeitraum von 10:02 – 10:12 h, d. h., dass die an dieser Stelle durch das Messgerät („Kanal-Agent“, FA. W.A.S.) erfassten Fließtiefen über diesen 10-minütigen Zeitraum zu mitteln sind. Die mittlere gemessene Fließtiefe beträgt 28,6 cm und wird mit Hilfe der zugehörigen Schlüsselkurve (vgl. Kap. 16.12.5) in einen Durchfluss umgerechnet. Analog wird mit den übrigen Messstellen verfahren.

Sind alle gemessenen Durchflüsse auf diese Weise bestimmt, d. h. alle gelb unterlegten Felder im Tabellenbereich „Ermittlung von Q“ ausgefüllt, wird in der Spalte „Q<sub>gew</sub>“ für jede Messstelle ein Durchfluss gewählt. Die Wahl erfolgt unter Berücksichtigung ggf. an der gleichen Messstelle gewonnener Messdaten (z. B. Schacht 0144: Messgerät „Kanal-Agent“ Q=32 l/s, Messgerät „Sigma 911“ Q=40 l/s). Aber auch die in den übrigen Messstellen ermittelten Durchflüsse sind bei der Wahl zu berücksichtigen, da übergeordnet die Kontinuitätsbedingung erfüllt sein muss.

Wesentliches Ergebnis der Tab. 16.37 ist die ausgefüllte Spalte „Q<sub>gew</sub>“, in der die für die Frachtberechnung maßgebenden Durchflüsse festgesetzt sind.

Tab. 16.37 verdeutlicht auch, dass in den Schächten 0251 und 0401 nicht für jeden Tag Durchflussmessdaten vorliegen, da sie nur geringe Abflussmengen zuführen und demnach nur 1x wöchentlich beprobt werden. Die für diese Messstellen angesetzten Werte orientieren sich an den mittleren Messwerten dieser Stellen unter Berücksichtigung der Kontinuitätsbedingung.

Für Schacht 0865 liegen nur dann Durchflüsse vor, wenn das PW RRB Alter Deutzer Postweg das Regenrückhaltebecken im Nachlauf eines Regenereignisses entleert.

#### 16.12.10.2 Festlegung der mit den Probenahmen korrespondierenden Dosierung

Die Zugabe des Dosiermittels NUTRIOX wird in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern geregelt und variiert daher zeitlich. Nachfolgend wird anhand von Abb. 16.39 beschrieben, wie die mit den Probenahmen in den Schächten 0557 und 0079 korrespondierende Dosierung ermittelt wurde.

Wurde z. B. um 11:14 h einem den Schacht 0079 durchlaufenden Abwasserpfropfen (vgl. Kap. 16.12.10) eine Probe entnommen, so kann diese – aufgrund der möglichen Fließzeiten von 77 bis 90 min – durch eine Dosierung im Zeitraum 9:44 h bis 09:57 h beeinflusst worden sein. Analog ergibt sich für einen um 10:22 h im Schacht 0557 beprobten Abwasserpfropfen, dass er eine Fließzeit von 35 bis 42 min zuvor, d. h. im Zeitraum 9:40 h bis 9:47 h dotiert wurde. Demnach ergibt sich für die Dosierstelle ein maßgebender Betrachtungszeitraum von 9:40 h bis 09:57 h. Da die Dosierströme in 5 min-Intervallen aufgezeichnet sind, ist der Betrachtungszeitraum entsprechend auf- bzw. abzurunden und läuft von 9:40 h bis 10:00 h. Über dieses 20-minütige Intervall wird die Dosiermittelzugabe gemittelt.

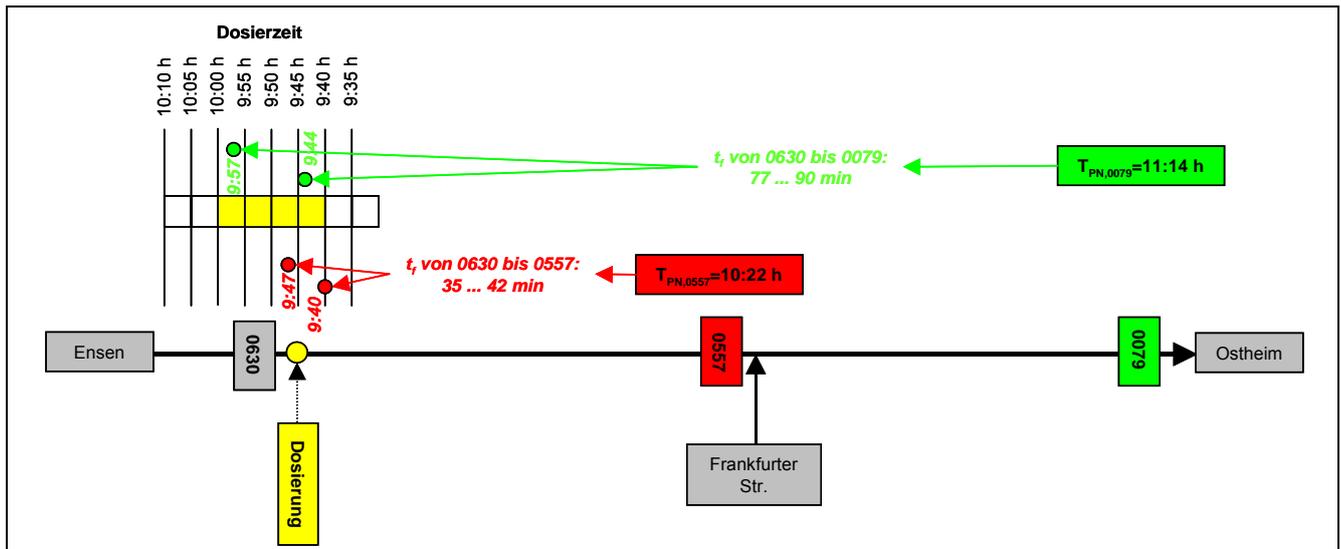


Abb. 16.39: Bestimmung der maßgebenden Dosierzeiträume, exemplarisch für die Fließzeitverhältnisse bei einem PN-Beginn gegen 10:00 h

Analog wurde vorgegangen, wenn der PN-Beginn gegen 5:30 h erfolgte; allerdings sind die anzusetzenden Fließzeiten in diesem Fall länger.

#### 16.12.11 Vorüberlegungen zur Erhöhung der Schwermetallkonzentration im Abwasser infolge Dosiermittelzugabe

Um die mögliche Erhöhung der Schwermetallkonzentration infolge Dosiermittelzugabe abzuschätzen, wurden für den Trockenwetterabfluss in der Kanal-Teststrecke Köln-Ensen Modellrechnungen durchgeführt.

Für den dotierten Abwasserstrom wurden zugrunde gelegt:

- Der mit geruchsreduzierenden Mitteln zu behandelnde mittlere Abwasserstrom (Durchfluss am PW Ostheim):  $Q = 170 \text{ l/s}$
- Das Dosiermittel mit den höheren Schwermetallgehalten (KRONOFLOC)
- Der größte zugeführte Dosierstrom:  $Q_{\text{DOS}} = 0,014 \text{ l KRONOFLOC/s}$  (200 %-Dosierphase)

Als Referenz für einen undotierten Abwasserstrom wurden verwendet:

- Mittlere Schwermetallkonzentrationen im häuslichen Abwasser gem. Literaturangaben (KOPPE UND STOZEK, 1999; ATV, 1999)
- Im Irh. Zulauf des GWK Köln-Stammheim gemessene Schwermetallkonzentrationen (Mediane), wobei keine Differenzierung zwischen Trocken- und Regenwetterabflüssen möglich ist.

Die Ergebnisse der Gegenüberstellung sind Tab. 16.38 zu entnehmen. Bezogen auf die mittleren Schwermetallkonzentrationen im häuslichen Abwasser liegen die Konzentrationserhöhungen für das betrachtete Szenario je nach Parameter zwischen 0 und 1,4 %, bezogen auf die im Irh. Zulauf zum GWK Stammheim gemessenen, deutlich niedrigeren Schwermetallgehalte zwischen 0,1 und 10,1 %.

Tab. 16.38: Modellrechnungen für die Erhöhung der Schwermetallkonzentrationen infolge Dosiermittelzugabe (Bsp.: KRONOFLOC, 200 %-Dosierung)

<b>Daten Dosiermittel:</b>								
Dichte: 1,365 g/ml KRONOFLOC								
<b>Im Dosiermittel KRONOFLOC</b>								
Stoff X		Massenanteil		C <sub>x</sub> [µg/l]				
Pb		9	ppm	12.285,00				
Cd	<	0,1	ppm	136,50				
Cr		3	ppm	4.095,00				
Cu		0,3	ppm	409,50				
Ni		5	ppm	6.825,00				
Hg	<	0,01	ppm	13,65				
Zn		11	ppm	15.015,00				
<b>Daten Abwasserstrom:</b>								
Dosierstrom: 0,014 l/s (maximaler Dosierstrom)								
Durchfluss: 170 l/s (PW Ostheim)								
<b>a) Konzentrationserhöhung (fiktiv) bezogen auf die Mediane der Schwermetallkonzentrationen im lrh. Zulauf zum GWK Stammheim</b>								
		<b>Pb</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>Hg</b>	<b>Zn</b>
<b>Median der Konzentration im lrh. Zulauf zum GWK Stammheim</b>	[µg/l]	10	0,50	5,0	50	6,0	0,20	200
<b>Konzentration infolge KRONOFLOC-Dosierung</b>	[µg/l]	1	0,01	0,3	0,03	0,6	0,001	1
<b>Gesamtkonzentration nach KRONOFLOC-Dosierung</b>	[µg/l]	11	0,51	5,3	50	6,6	0,20	201
<b>Konzentrationserhöhung infolge KRONOFLOC-Dosierung</b>	[%]	10,1	2,2	6,7	0,1	9,4	0,6	0,6
<b>b) Konzentrationserhöhung (fiktiv) bezogen auf die Mittelwerte der Schwermetallkonzentrationen im häuslichen Schmutzwasser</b>								
		<b>Pb</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>Hg</b>	<b>Zn</b>
<b>mittlere Schwermetallkonzentration im häuslichen Schmutzwasser (Koppe und Stozek, 1999; ATV, 1999)</b>	[µg/l]	100	3,00	30,0	150	40,0	1,00	500
<b>Konzentrationserhöhung infolge KRONOFLOC-Dosierung</b>	[%]	1,0	0,4	1,1	0,0	1,4	0,1	0,2

Tab. 16.39 stellt die in Tab. 16.38a ermittelte, potenzielle Erhöhung der Schwermetallgehalte infolge KRONOFLOC-Dosierung der sogenannten „geschätzten erweiterten Messunsicherheit“ nach den Ergebnissen des 12. länderübergreifenden Abwasserringversuchs 2004 (aus: HAUSMITTEILUNG DER STEB KÖLN AÖR) gegenüber. Danach ist die potenziell mögliche Konzentrationserhöhung geringer als die Messunsicherheit.

<b>Schwermetall</b>	<b>Konzentrationserhöhung gem. Tab. 16.38a [%]</b>	<b>Geschätzte erweiterte Messunsicherheit [%]</b>
<b>Pb</b>	10,1	13,9
<b>Cd</b>	2,2	16,0
<b>Cr</b>	6,7	13,6
<b>Cu</b>	0,1	11,8
<b>Ni</b>	9,4	11,8
<b>Hg</b>	0,6	23,2
<b>Zn</b>	0,6	11,8

*Tab. 16.39:  
Vergleich der potenziellen Erhöhung  
der Schwermetallgehalte infolge  
KRONOFLOC-Dosierung im Vergleich  
zu geschätzten erweiterten Messunsi-  
cherheiten gem. Ergebnis des 12. län-  
derübergreifenden Abwasserringver-  
suchs 2004*

16.12.12 Trinkwasseranalyse für das Einzugsgebiet der Kanal-Teststrecke Köln-Ensen**Trinkwasseranalyse**

Ausgabe 2004



nach Trinkwasserverordnung

für Köln, rechtsrheinisch

Wasserwerke Westhoven, Höhenhaus und Urbach

**GEW RheinEnergie AG**  
 Wassergewinnung / Labor  
 Parkgürtel 24 - 50823 Köln  
 Telefon (02 21) 178 - 33 77  
 Telefax (02 21) 178 - 22 37  
 www.rheinenergie.com

<u>TrinkwV. Chemische Parameter, Teil I</u>				<u>TrinkwV. Indikatorparameter</u>					
		von	bis	Grenzwert		von	bis	Grenzwert	
Benzol	mg/l	<0,0002		0,001	Aluminium (Al)	mg/l	<0,04	0,2	
Bor (B)	mg/l	0,02	- 0,39	1	Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/l	<0,05	0,5	
Bromat	mg/l	<0,004		0,01	Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	30,5	- 56,5	250
Chrom (Cr)	mg/l	0,0014	- 0,0031	0,05	Eisen gesamt (Fe)	mg/l	<0,02	- 0,11	0,2
Cyanid gesamt (CN <sup>-</sup> )	mg/l	<0,02		0,05	Färbung	m <sup>-1</sup>	<0,01	- 0,07	0,5
1,2-Dichlorethan	mg/l	<0,0002		0,003	Geruchsschwellenwert		1		2 bei 12 °C 3 bei 25 °C
Fluorid (F <sup>-</sup> )	mg/l	<0,05	- 0,10	1,5	Leitfähigkeit (bei 20 °C)	µS/cm	568	- 665	2500
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	15,5	- 28,3	50	Mangan (Mn)	mg/l	<0,001		0,05
Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte:					Natrium (Na <sup>+</sup> )	mg/l	25,6	- 36,7	200
- Einzelsubstanz	mg/l	<0,0001		0,0001	Organisch gebundener				ohne anionale Veränderung
- Summe	mg/l	<0,0005		0,0005	Kohlenstoff (TOC)	mg/l	<0,40	- 0,55	
Quecksilber (Hg)	mg/l	<0,0001		0,001	Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	58,7	- 120,5	240
Selen (Se)	mg/l	<0,0005	- 0,0017	0,01	Trübung	NTU	0,03	- 0,29	1
Tetrachlorethen und Trichlorethen	mg/l	0,00037	- 0,00110	0,01	pH-Wert (bei 13,1 - 19,8 °C)		7,25	- 7,51	6,5 - 9,5
<u>TrinkwV. Chemische Parameter, Teil II</u>				<u>Weitere Parameter</u>					
		von	bis	Grenzwert		von	bis		
Antimon (Sb)	mg/l	<0,0005		0,005	Temperatur	°C	11,1	- 12,6	
Arsen (As)	mg/l	<0,0005		0,01	Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	mg/l	4,1	- 11,9	
Benzo-(a)-pyren	mg/l	<0,00001		0,00001	Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	mg/l	81,9	- 93,9	
Blei (Pb)	mg/l	<0,0005		0,025	Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	mg/l	11,5	- 22,0	
Cadmium (Cd)	mg/l	<0,0001		0,005	Kalium (K <sup>+</sup> )	mg/l	3,40	- 4,30	
Kupfer (Cu)	mg/l	<0,02		2	Säurekapazität				
Nickel (Ni)	mg/l	<0,0010	- 0,0015	0,02	bis pH 4,3 (K <sub>S4,3</sub> )	mol/m <sup>3</sup>	3,54	- 4,08	
Nitrit (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	<0,01	- 0,01	0,5	Basenkapazität				
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK):					bis pH 8,2 (K <sub>B8,2</sub> )	mol/m <sup>3</sup>	0,24	- 0,52	
- Summe	mg/l	<0,00008		0,0001	Hydrogencarbonat (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	215,9	- 248,9	
Trihalogenmethane:									
- Summe	mg/l	<0,0002		0,05					
<u>TrinkwV. Mikrobiologische Parameter, Teil I und Teil II</u>				<u>Grenzwert</u>					
	Koloniezahl bei 20 °C	/ml	0	100					
	Koloniezahl bei 36 °C	/ml	0	20					
	E. coli TTC	/100 ml	0	0					
	Coliforme Bakterien TTC	/100 ml	0	0					

Dem Trinkwasser wird vor der Verteilung im Netz 1,5 mg/l Phosphat zugesetzt.

Summe Erdalkalien (Gesamthärte) 2,61 bis 3,22 mol/m<sup>3</sup> entspricht 14,6 bis 18,0 °dH (Härtebereich 3)  
 Karbonathärte 9,9 bis 11,4 °dH

## 16.13 Konzeption des Versuchsprogramms „Geruch“ an der Teststrecke Ensen

### 16.13.1 Hinweise zur Probenahme

Zur Probenahme wurden gemäß DIN EN 13725 (2003) für alle mit der Probenluft in Berührung kommenden Teile geruchsneutrale Materialien, wie z. B. Edelstahl, Nalophan, PTFE, verwendet. Die Probenahme erfolgte mit Hilfe eines Unterdruckbehälters der FA. ECOMA.

### 16.13.2 Messgeräte

Tab. 16.40: Übersicht über die eingesetzten Messgeräte für die Geruchsuntersuchungen

Parameter	Einheit	Gerät / Hersteller	Beschreibung
<b>Stichprobenmessungen</b>			
Geruchsstoffkonzentration	[GE <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> ]	FA. ECOMA GMBH Honigsee	TO7 Vier-Platz-Olfaktometer Letzte Wartung: April 2004
H <sub>2</sub> S (Kanalluft, GEP-Messung)	[ppm]	FA. DRÄGER	Röhrchen 0,2/a; 1/d Messbereich: 0,2 ppm...+5 ppm; 10 ppm...200 ppm / 1 ppm...20 ppm Messgenauigkeit: +/- 5%...10%; +/- 15%
Ammoniak (Kanalluft, GEP-Messung)	[ppm]	FA. DRÄGER	Röhrchen 0,25/a; 5/a Messbereich: 0,25 ppm...+3 ppm; 5 ppm...+70 ppm Messgenauigkeit: +/- 10%...15%
Dimethylsulfid (Kanalluft, GEP-Messung)	[ppm]	FA. DRÄGER	Röhrchen 1/a Messbereich: 1 ppm...+15 ppm Messgenauigkeit: +/- 15%...20%
Mercaptan (Kanalluft, GEP-Messung)	[ppm]	FA. DRÄGER	Röhrchen 0,1/a Messbereich: 0,1 ppm...+2,5 ppm / 3 ppm...15 ppm Messgenauigkeit: +/- 10%...15%
Temperatur T (Umgebungsluft)	[°C]	GTH 175/MO FA. GREISINGER	NTC-Temperatursonde Messbereich: -199,9 ...+199,9 °C Messgenauigkeit: +/- 0,1°C
pH	[-]	ProfiLine 197i pH/LF-Set FA. WTW	pH: SenTix 41- Sonde Messbereich: pH 2...16 ; mV -1250...+1250 Messgenauigkeit: +/- 0.01 pH ; +/- 1mV
Temperatur T (Abwassertemperatur)	[°C]		T: Temperaturfühler (integriert) Messbereich: -5°C...+105,0°C Messgenauigkeit: +/-0,1 K
<b>Kontinuierliche Messungen</b>			
H <sub>2</sub> S (Kanalluft)	[ppm]	Odalog FA. APP-TEK	Sensor: Elektrochemisch Messbereich: 0...200 ppm Messgenauigkeit: +/- 1 ppm
Temperatur T (Kanalluft)	[°C]	Odalog FA. APP-TEK	T: Temperaturfühler (integriert) Messbereich: -10°C...+40°C
H <sub>2</sub> S (Kanalluft)	[ppm]	70 FA. STX	Messbereich: 0 - 999 ppm H <sub>2</sub> S Messgenauigkeit: +/- 5%...+/-10%

### 16.13.3 Kontinuierliche Messung des Schwefelwasserstoffs in den Messschächten

Im Rahmen der Messungen an der Teststrecke Köln-Ensen wurden über den gesamten Versuchszeitraum zur Überwachung der Schwefelwasserstoffkonzentration in der Kanalatmosphäre Online Messgeräte fest installiert. Weitere Angaben zu den eingesetzten Messgeräten gibt Tab. 16.40.

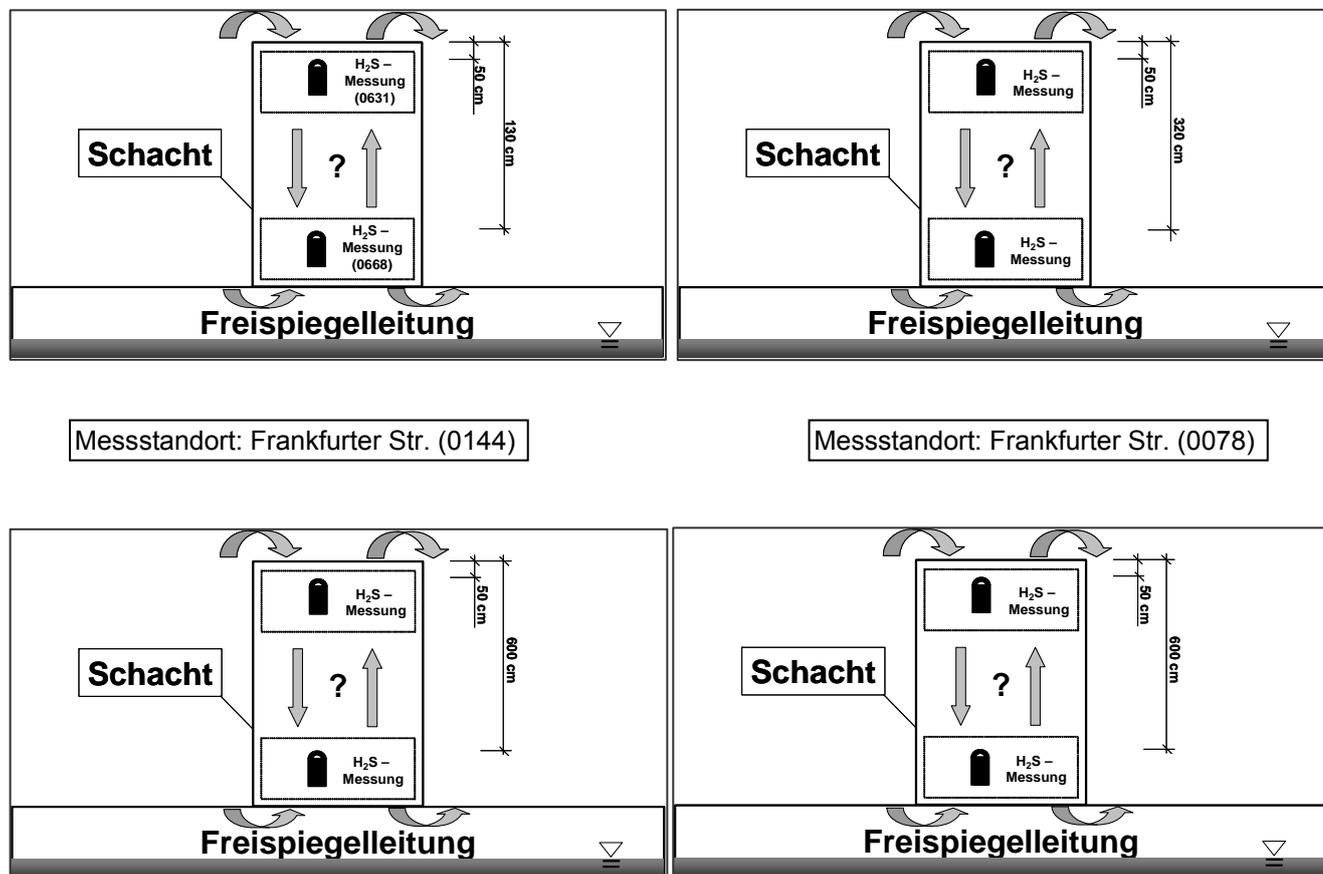


Abb. 16.40: Höhenangabe der in den Messschächten eingesetzten Messgeräte zur Erfassung des Schwefelwasserstoffgehaltes in der Kanalatmosphäre

Die Messgeräte wurden zur Dokumentation der H<sub>2</sub>S-Konzentration in den Messschächten in unterschiedlichen Höhen installiert (s. Abb. 16.40). Durch Vergleich der in unterschiedlichen Höhen gemessenen H<sub>2</sub>S-Konzentration können Rückschlüsse auf die im betreffenden Kanalschacht vorherrschende Richtung der Luftvolumenströme gezogen werden (s. hierzu Abb. 16.41 bis Abb. 16.44). Die von den STEB KÖLN AÖR eingesetzten Messgeräte wurden jeweils nah unter dem Schachtdeckel installiert und dokumentierten die aus den Messschächten austretende H<sub>2</sub>S-Emission. Von der Universität Kassel wurden die Messgeräte unterhalb der Messgeräte der STEB KÖLN AÖR angebracht.

Die Geräte wurden turnusmäßig alle drei Wochen inspiziert und kalibriert. Zeitweise anhand der gemessenen Werte kann auf einen aus den Messschächten austretenden Luftvolumenstrom geschlossen werden, da die nah unter dem Schachtdeckel installierten Geräte insgesamt etwas höhere Werte aufzeigten als die weiter unten im Schacht installierten.

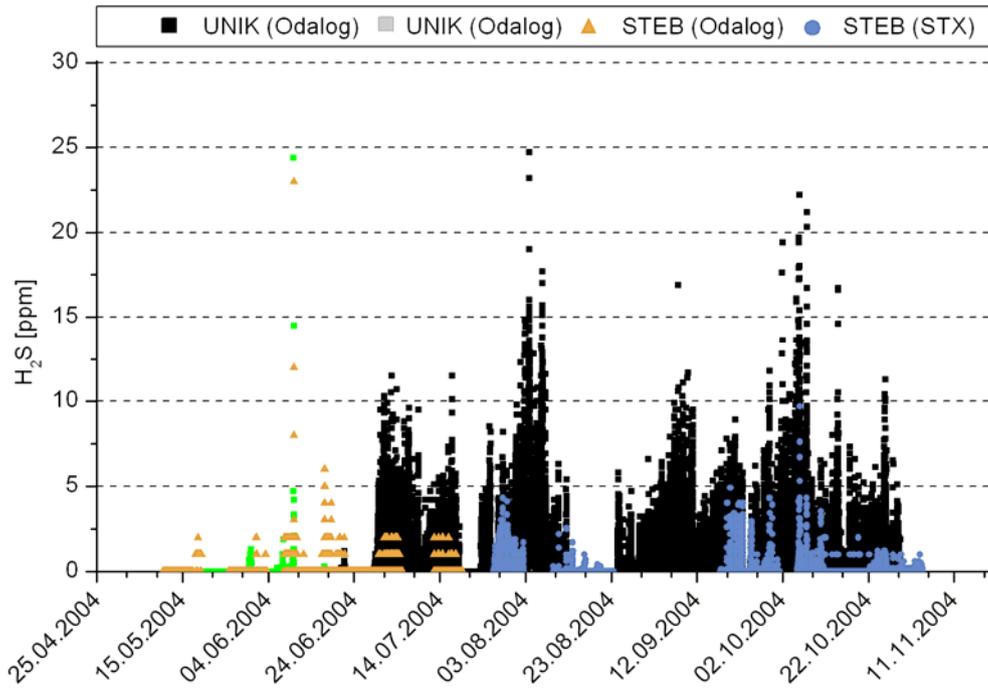


Abb. 16.41: Dokumentation der vorherrschenden Luftvolumenstromverhältnisse mit Hilfe von Online-Messungen des Schwefelwasserstoffs in der Kanalatmosphäre, Messstelle „Ensen“ (STEB KÖLN AÖR (STEB): Messschacht 0631; UNIVERSITÄT KASSEL (UNIK): Messschacht 0631 sowie Schachtwechsel am 18.06.2004 zum Messschacht 0668)

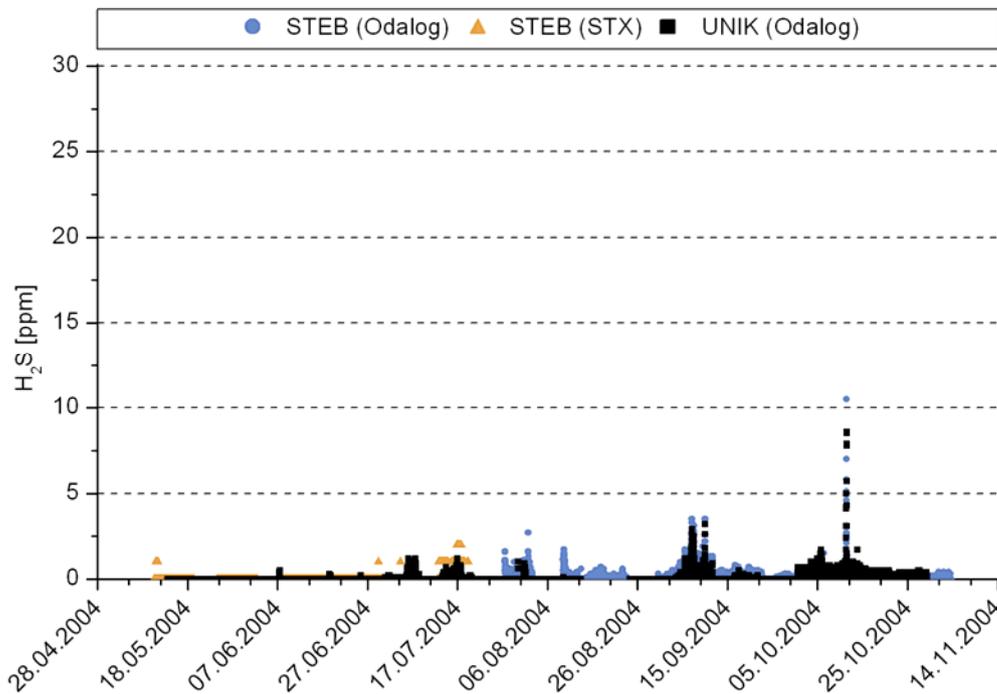


Abb. 16.42: Dokumentation der vorherrschenden Luftvolumenstromverhältnisse mit Hilfe von Online-Messungen des Schwefelwasserstoffs in der Kanalatmosphäre, Messstelle „Am Hochkreuz“ (Messschacht 0556)

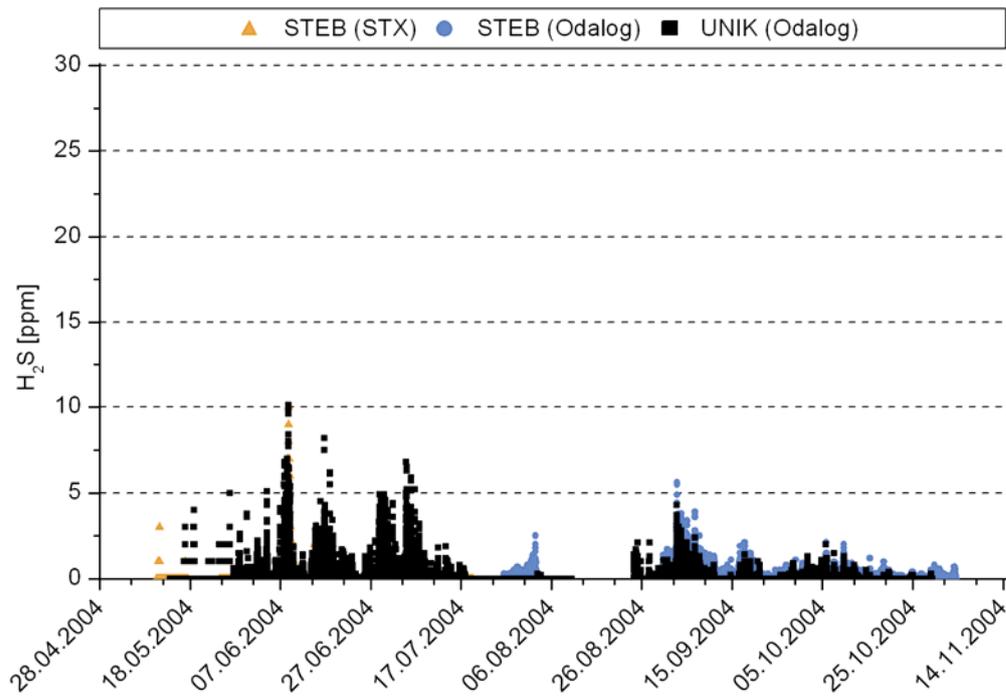


Abb. 16.43: Dokumentation der vorherrschenden Luftvolumenstromverhältnisse mit Hilfe von Online-Messungen des Schwefelwasserstoffs in der Kanalatmosphäre, Messstelle „Frankfurter Strasse“ (Messschacht 0144)

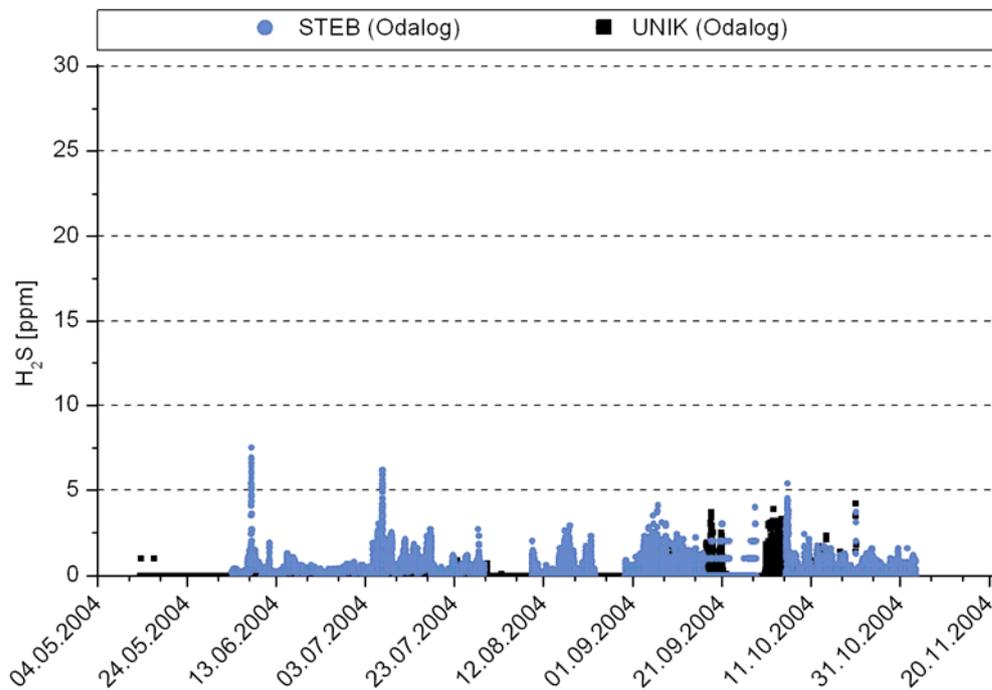


Abb. 16.44: Dokumentation der vorherrschenden Luftvolumenstromverhältnisse mit Hilfe von Online-Messungen des Schwefelwasserstoffs in der Kanalatmosphäre, Messstelle „Frankfurter Strasse“ (Messschacht: 0078)

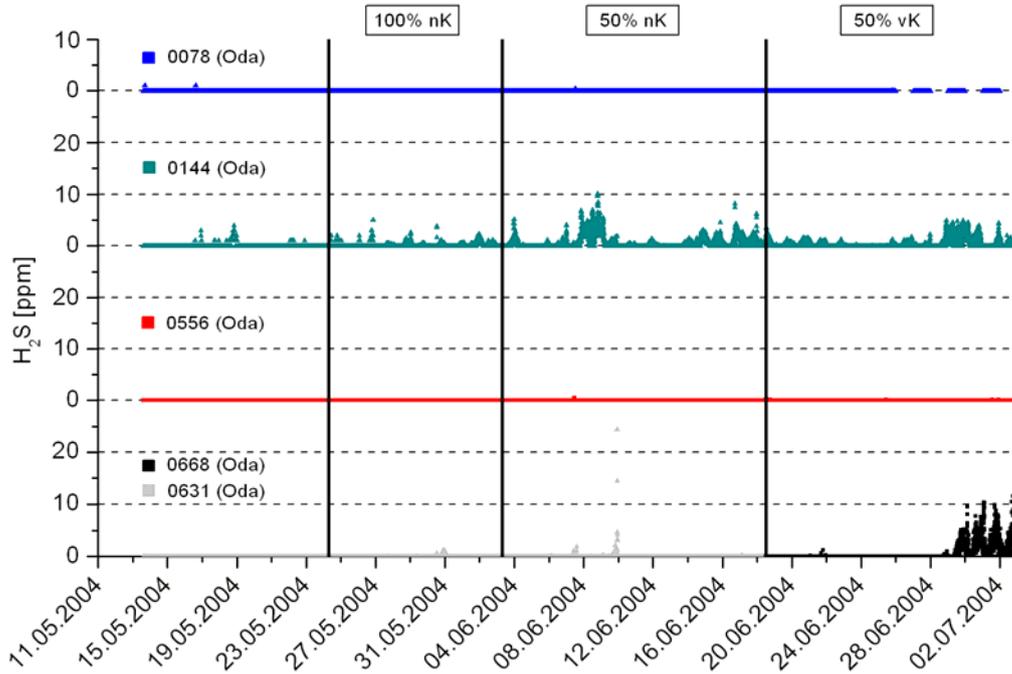


Abb. 16.45: Ergebnisse der kontinuierlichen H<sub>2</sub>S-Messungen an der Teststrecke Köln-Ensen, Versuchsphase NUTRIOX, Datenquelle: UNIVERSITÄT KASSEL (Schachtwechsel am 18.06.2004 vom Messschacht 0631 zum Messschacht 0668)

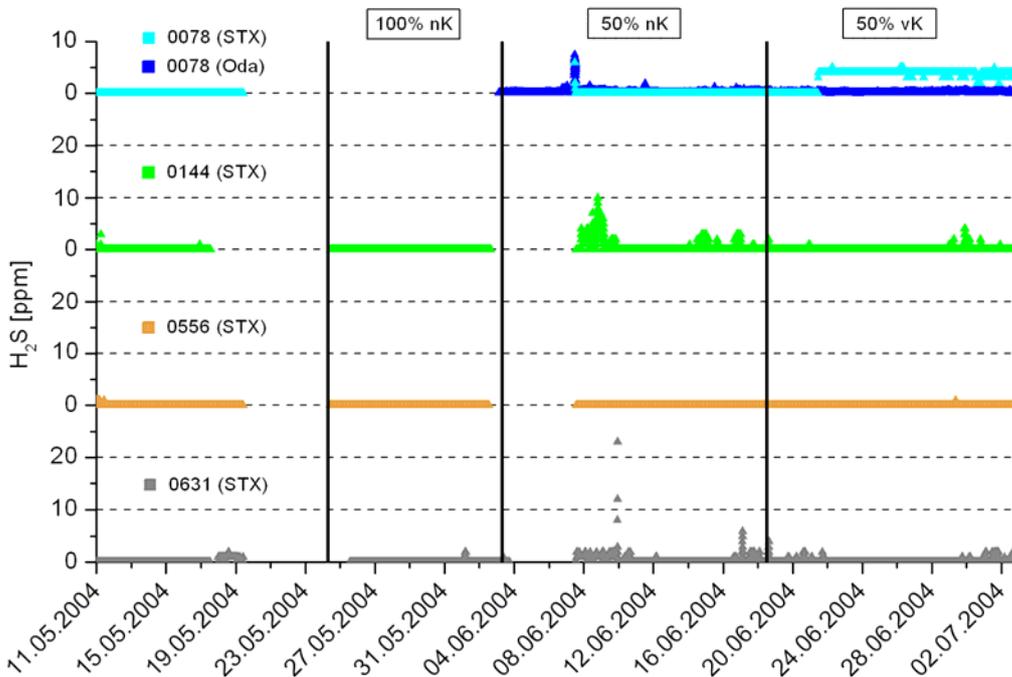
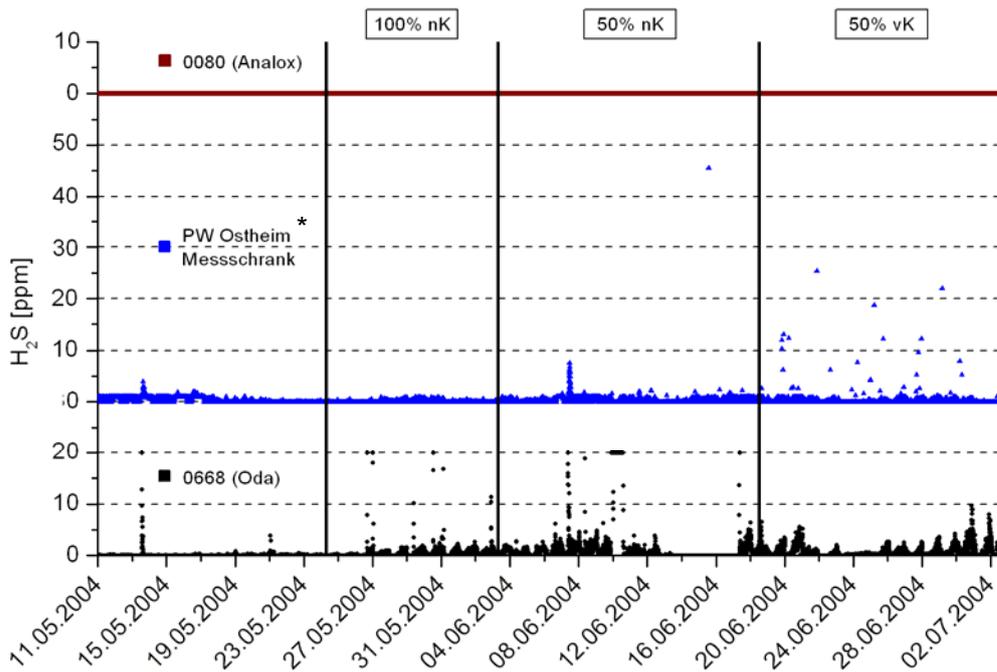


Abb. 16.46: Ergebnisse der kontinuierlichen H<sub>2</sub>S-Messungen an der Teststrecke Köln-Ensen, Versuchsphase NUTRIOX, Datenquelle: STEB KÖLN AÖR



\* = Messtechnik der FA. YARA zur Online-Erfassung von Sulfid in der Wasserphase

Abb. 16.47: Ergebnisse der kontinuierlichen  $H_2S$ -Messungen an der Teststrecke Köln-Ensen, Versuchsphase NUTRIOX, Datenquelle: FA. YARA

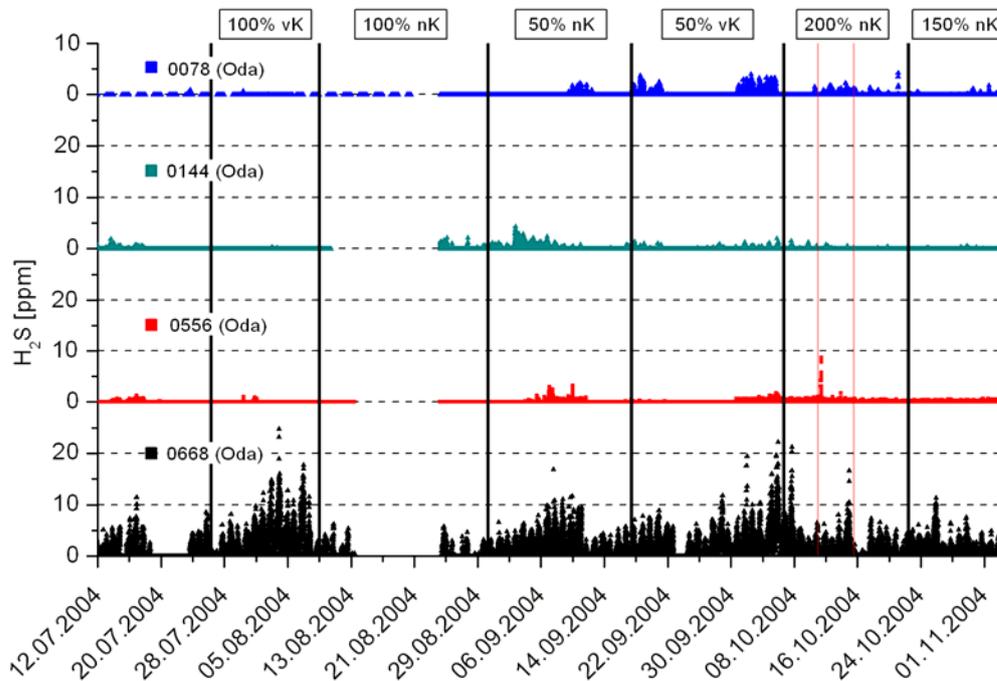


Abb. 16.48: Ergebnisse der kontinuierlichen  $H_2S$ -Messungen an der Teststrecke Köln-Ensen, Versuchsphase KRONOFLOC, Datenquelle: UNIVERSITÄT KASSEL (rote Linienmarkierung: Dosierprobleme)

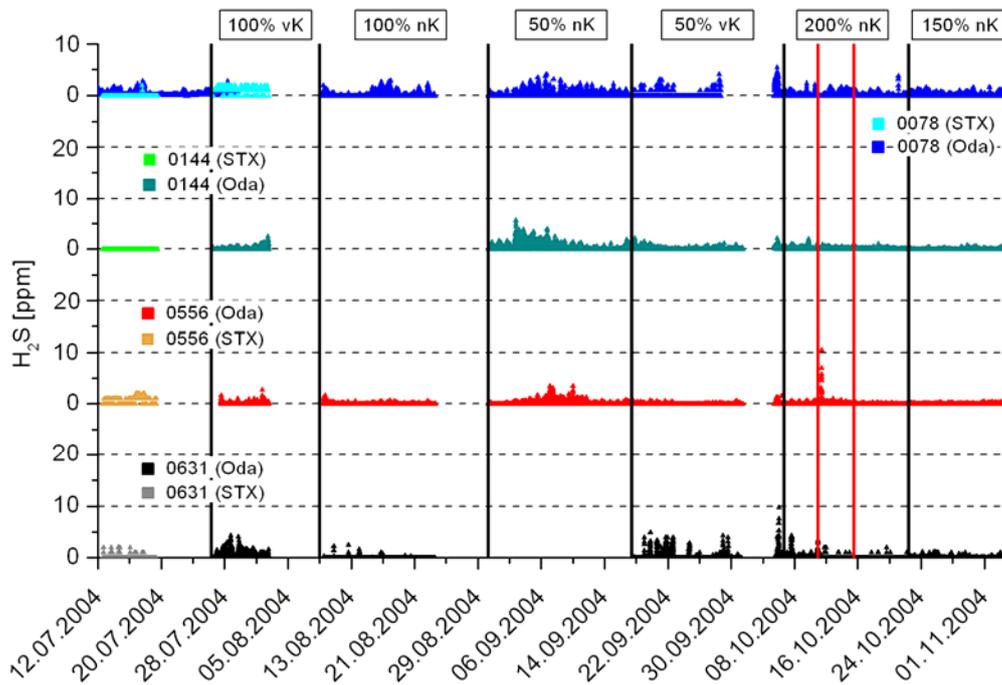


Abb. 16.49: Ergebnisse der kontinuierlichen H<sub>2</sub>S-Messungen an der Teststrecke Köln-Ensen, Versuchsphase KRONOFLOC, Datenquelle: STEB KÖLN AÖR (rote Linienmarkierung: Dosierprobleme)

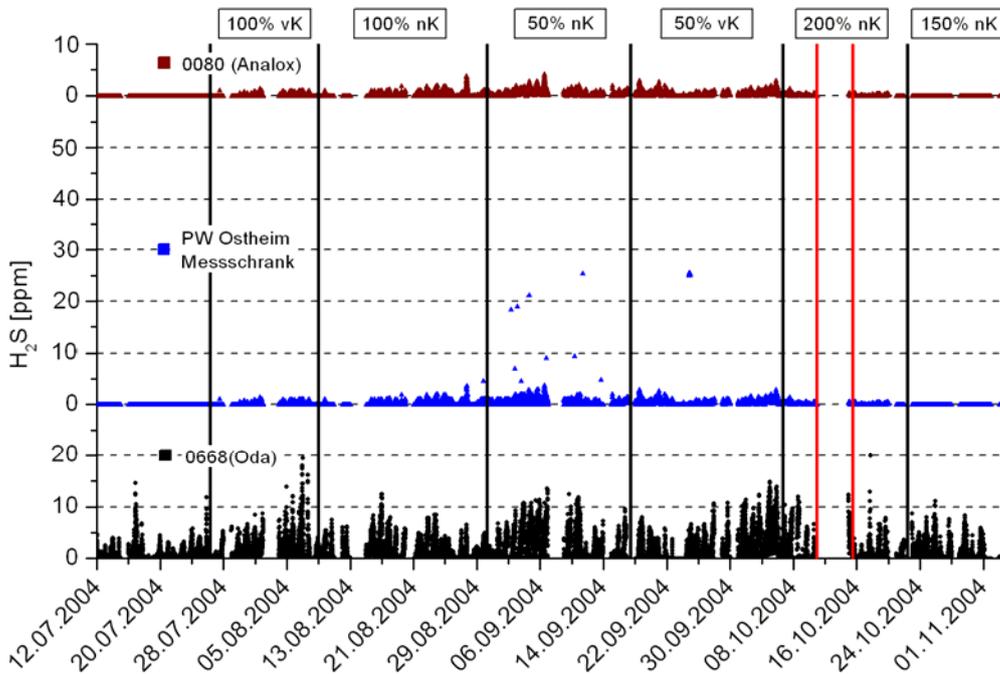


Abb. 16.50: Ergebnisse der kontinuierlichen H<sub>2</sub>S-Messungen an der Teststrecke Köln-Ensen, Versuchsphase KRONOFLOC, Datenquelle: FA. YARA (rote Linienmarkierung: Dosierprobleme)

Kontinuierliche H <sub>2</sub> S-Messungen (Kanalluft)																
DM	DS	DO	Messgerät	85-Perc.	Anzahl	Mittel	Min	Max	STABW	85-Perc.	Anzahl	Mittel	Min	Max	STABW	
NUTRIOX	OPTI	nK	Odalog	0,00*	1.812*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00	1.810	0,00	0,00	0,00	0,00	
NUTRIOX	100	nK	Odalog	0,00*	2.392*	0,01*	0,00*	1,30*	0,07*	0,00	2.393	0,00	0,00	0,00	0,00	
NUTRIOX	50	nK	Odalog	0,00*	3.221*	0,02*	0,00*	24,40*	0,52*	0,00	3.218	0,00	0,00	0,20	0,01	
NUTRIOX	50	VK	Odalog	1,30	3.312	0,58	0,00	10,30	1,46	0,00	3.311	0,00	0,00	0,30	0,02	
KRONOFLOC	Opti	VK	Odalog	1,40	2.090	0,53	0,00	8,50	1,09	0,00	2.100	0,00	0,00	0,20	0,02	
KRONOFLOC	100	VK	Odalog	3,70	1.643	1,50	0,00	12,30	1,94	0,00	1.640	0,02	0,00	1,00	0,10	
KRONOFLOC	100	nK	Odalog	1,70	864	0,65	0,00	6,30	1,03	0,00	864	0,00	0,00	0,10	0,00	
KRONOFLOC	50	nK	Odalog	2,90	4.030	1,26	0,00	11,70	1,87	0,00	4.031	0,05	0,00	3,20	0,16	
KRONOFLOC	50	VK	Odalog	2,90	3.168	1,21	0,00	8,90	1,57	0,00	3.168	0,00	0,00	0,30	0,01	
KRONOFLOC	200	nK	Odalog	2,30	2.460	1,11	0,00	21,20	1,82	0,30	2.460	0,19	0,00	0,90	0,15	
KRONOFLOC	150	nK	Odalog	2,30	2.604	1,20	0,00	11,30	1,36	0,30	2.604	0,17	0,00	0,60	0,09	
<b>DM</b>	<b>DS</b>	<b>DO</b>		<b>Schacht 0144</b>									<b>Schacht 0078</b>			
NUTRIOX	OPTI	nK	Odalog	0,00	1.812	0,10	0,00	4,00	0,40	0,00	1812	0,00	0,00	0,00	0,00	
NUTRIOX	100	nK	Odalog	0,20	2.393	0,11	0,00	5,00	0,33	0,00	2394	0,00	0,00	0,00	0,00	
NUTRIOX	50	nK	Odalog	1,50	3.222	0,66	0,00	10,10	1,19	0,00	3221	0,00	0,00	0,00	0,00	
NUTRIOX	50	VK	Odalog	1,10	3.312	0,46	0,00	4,90	0,87	0,00	3321	0,00	0,00	0,00	0,00	
KRONOFLOC	Opti	VK	Odalog	0,00	2.100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2099	0,00	0,00	0,90	0,02	
KRONOFLOC	100	VK	Odalog	0,00	1.644	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1646	0,00	0,00	0,70	0,02	
KRONOFLOC	100	nK	Odalog	0,00	419	0,00	0,00	0,00	0,00	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	
KRONOFLOC	50	nK	Odalog	0,50	4.031	0,19	0,00	4,30	0,44	0,00	4031	0,05	0,00	2,30	0,24	
KRONOFLOC	50	VK	Odalog	0,00	3.168	0,01	0,00	1,00	0,06	0,10	3168	0,16	0,00	3,70	0,44	
KRONOFLOC	200	nK	Odalog	0,00	2.460	0,01	0,00	1,50	0,08	0,00	2460	0,03	0,00	4,20	0,17	
KRONOFLOC	150	nK	Odalog	0,00	2.605	0,00	0,00	0,50	0,02	0,00	2603	0,01	0,00	1,80	0,08	

Tab. 16.41:  
Ergebnisse der kontinuierlichen H<sub>2</sub>S-Messungen in der Kanalatmosphäre,  
Datenquelle: UNIVERSITÄT KASSEL

Kontinuierliche H <sub>2</sub> S-Messungen (Kanalluft)															
DM	DS	DO	Messgerät	85-Perc.	Anzahl	Mittel	Min	Max	STABW	85-Perc.	Anzahl	Mittel	Min	Max	STABW
				Schacht 0556											
NUTRIOX	100	nK	STX	0,00	2.238	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.178	0,00	0,00	0,00	0,00
NUTRIOX	50	nK	STX	1,00	2.576	0,28	0,00	23,00	0,75	0,00	2.448	0,00	0,00	0,00	0,00
NUTRIOX	50	vK	STX	0,00	3.314	0,05	0,00	4,00	0,27	0,00	3.310	0,00	0,00	1,00	0,02
KRONOFLOC	100	vK	Odalog	1,00	1.571	0,44	0,00	4,10	0,53	0,30	1.282	0,13	0,00	2,70	0,20
KRONOFLOC	100	nK	Odalog	0,00	3.196	0,00	0,00	2,50	0,07	0,20	3.189	0,08	0,00	1,70	0,19
KRONOFLOC	50	nK	Odalog	0,00	3.165	0,10	0,00	4,30	0,32	0,60	4.032	0,21	0,00	3,50	0,32
KRONOFLOC	50	vK	Odalog	0,00	3.168	0,16	0,00	4,90	0,55	0,00	3.168	0,01	0,00	0,70	0,06
KRONOFLOC	200	nK	Odalog	0,20	2.461	0,10	0,00	4,30	0,32	0,00	2.484	0,03	0,00	0,70	0,10
KRONOFLOC	150	nK	Odalog	0,10	2.604	0,05	0,00	1,20	0,13	0,00	2.604	0,02	0,00	0,40	0,05
				Schacht 0144											
				Schacht 0078											
				Schacht 0078											
NUTRIOX	100	nK	STX	0,00	2.209	0,00	0,00	0,00	0,00	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.
NUTRIOX	50	nK	STX	1,00	2.448	0,50	0,00	10,00	1,25	0,5*	3222*	0,33*	0,00*	1,50*	0,18*
NUTRIOX	50	vK	STX	0,00	3.311	0,04	0,00	4,00	0,29	0,4*	3312*	0,30*	0,00*	0,80*	0,11*
KRONOFLOC	100	vK	Odalog	0,30	1.576	0,14	0,00	1,40	0,25	0,50	712	0,32	0,10	0,70	0,13
KRONOFLOC	100	nK	Odalog	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	k.M.	0,50	3.207	0,20	0,00	2,90	0,41
KRONOFLOC	50	nK	Odalog	1,30	4.019	0,47	0,00	5,60	0,73	0,50	4.032	0,20	0,00	4,10	0,41
KRONOFLOC	50	vK	Odalog	0,10	3.168	0,04	0,00	1,50	0,14	1,00	2.880	0,23	0,00	3,00	0,50
KRONOFLOC	200	nK	Odalog	0,20	2.454	0,11	0,00	2,00	0,16	0,30	2.478	0,12	0,00	3,70	0,27
KRONOFLOC	150	nK	Odalog	0,00	2.604	0,01	0,00	0,80	0,05	0,60	2.604	0,22	0,00	1,60	0,31

\* = Odalog

Tab. 16.42:  
Ergebnisse der kontinuierlichen H<sub>2</sub>S-Messungen  
in der Kanalatmosphäre, Datenquelle: STEB  
KÖLN AÖR

Kontinuierliche H <sub>2</sub> S-Messungen (Kanalluft)															
DM	DS	DO	Messgerät	85-Perc.	Anzahl	Mittel	Min	Max	STABW	85-Perc.	Anzahl	Mittel	Min	Max	STABW
				Schacht 0668				PW Ostheim Messschrank							
NUTRIOX	OPTI	nK	Analox	0,10	1.812	0,02	0,00	0,80	0,06	0,10	1.812	0,07	0,00	1,30	0,22
NUTRIOX	100	nK	Analox	0,90	2.394	0,44	0,00	20,00	1,13	0,10	2.394	0,05	0,00	1,00	0,14
NUTRIOX	50	nK	Analox	1,90	3.222	1,80	0,00	20,00	4,73	0,90	3.222	0,25	0,00	2,40	0,38
NUTRIOX	50	vK	Analox	1,80	3.312	0,80	0,00	9,70	1,11	0,10	3.312	0,26	0,00	124,60	3,70
KRONOFLOC	Opti	vK	Analox	1,70	2.100	0,82	0,00	11,80	1,02	0,00	2.100	0,00	0,00	0,00	0,00
KRONOFLOC	100	vK	Analox	2,80	1.644	1,26	0,00	8,70	1,39	0,00	1.644	0,03	0,00	1,40	0,17
KRONOFLOC	100	nK	Analox	4,10	3.168	1,71	0,00	12,50	2,02	0,50	3.168	0,16	0,00	2,00	0,35
KRONOFLOC	50	nK	Analox	5,60	4.032	2,28	0,00	13,50	2,73	1,00	4.032	0,41	0,00	25,30	0,89
KRONOFLOC	50	vK	Analox	3,00	3.168	1,16	0,00	10,70	1,71	0,70	3.168	0,47	0,00	25,50	2,01
KRONOFLOC	200	nK	Analox	2,00	2.459	0,89	0,00	20,00	1,67	0,30	2.459	0,12	0,00	1,40	0,16
KRONOFLOC	150	nK	Analox	2,40	2.593	1,02	0,00	11,10	1,56	0,00	2.593	0,00	0,00	0,00	0,00

Tab. 16.43:

Ergebnisse der kontinuierlichen H<sub>2</sub>S-Messungen in der Kanalatmosphäre, Datenquelle: FA. YARA

16.13.4 Ergebnisse zur Geruchsart

Tab. 16.44: Ergebnisse zur Geruchsart in der Versuchsphase „NUTRIOX“ in der nach 1,5 Minuten nach GEP-Betriebsbeginn entnommen Abluft sowie in der entnommenen Abluft der Kanalatmosphäre

<b>Dossierphase "NUTRIOX"</b>					
<b>Datum</b>	<b>DP</b>	<b>Messstelle</b>	<b>1,5 min</b>	<b>Kanal</b>	
Mo. 07.06.2004	--	0628	schwach fäkal	fäkal, leicht nach Röststoffen, angebrannt	
	--	0557	extrem fäkal, faulig	fäkal, nach Röststoffen	
	--	0149	fäkal, chemisch	fäkal, faulig	
	--	0079	--	--	
Do. 27.05.2004	100,nk	0628	fäkal	muffig	
	100,nk	0557	fäkal, gegoren	kaum Geruch wahrnehmbar	
	100,nk	0149	faulig, fäkal	säuerlich	
	100,nk	0079	faulig, fäkal	schwach fäkal muffig	
Fr. 28.05.2004	100,nk	0628	fäkal	schwach fäkal, muffig	
	100,nk	0557	fäkal, gegoren	muffig, feucht, Beton	
	100,nk	0149	schwach faulig, kohlantig, nach Wirsing	fäkal, kohlantig	
	100,nk	0079	fäkal, kohlantig, gegoren	muffig, leicht säuerlich	
Mi. 09.06.2004	50,nk	0628	fäkal	säuerlich, muffig	
	50,nk	0557	fäkal	fäkal	
	50,nk	0149	fäkal, säuerlich, muffig, angegammelt	muffig, nach Algen	
	50,nk	0079	fäkal, muffig	fäkal, faulig	
Fr. 18.06.2004	50,nk	0628	muffig, fäkal, Kanal	fäkal	
	50,nk	0557	fäkal	fäkal	
	50,nk	0149	fäkal, streng	fäkal, muffig	
	50,nk	0079	fäkal	fäkal, Urin	
Fr. 25.06.2004	50,vk	0628	fäkal, faulige Note	muffig, rauchig	
	50,vk	0557	fäkal, chemisch, stechend	muffig, leicht säuerlich	
	50,vk	0149	fäkal, kohlantig	fäkal, schwach faulig	
	50,vk	0079	fäkal	fäkal	
Do. 01.07.2004	50,vk	0628	fäkal	muffig, nach Beton	
	50,vk	0557	muffig, leicht säuerlich	fäkal, säuerlich	
	50,vk	0149	faulig, fäkal	fäkal	
	50,vk	0079	stark faulig, fäkal	fäkal	
Fr. 02.07.2004	50,vk	0628	fäkal	kohlig, krautig	
	50,vk	0557	muffig, fäkal	muffig, nach Kanal	
	50,vk	0149	fäkal	kohlig	
	50,vk	0079	fäkal	kohlig, fäkal	

Tab. 16.45: Ergebnisse zur Geruchsart in der Versuchsphase „KRONOFLOC“ in der nach 1,5 Minuten nach GEP-Betriebsbeginn entnommen Abluft sowie in der entnommenen Abluft der Kanalatmosphäre

<b>Dosierphase "KRONOFLOC"</b>				
<b>Datum</b>	<b>DP</b>	<b>Messstelle</b>	<b>1,5 min</b>	<b>Kanal</b>
Fr. 16.07.04	--	0628	kohlig, bitter	kohlig
	--	0557	kohlartig, fäkal	süßlich, nach Zwiebeln
	--	0149	kohlartig, gegoren, fäkal	vergammelte Lebensmittel, nach Beton
	--	0079	fäkal, kohlig	kohlig, fäkal
Fr. 30.07.04	100,vk	0628	faulig, kohlig, etwas scharf	Grasschnitt, feuchtes Mauerwerk
	100,vk	0557	schwach fäkal, gegoren	feuchtes Mauerwerk, muffig
	100,vk	0149	faulig, fäkal	faulig, fäkal
	100,vk	0079	fäkal, scharf, kratzt im Hals	schwach fäkal, muffig
Mo. 02.08.04	--	0628	fäkal	muffig
	--	0557	fäkal	schwach fäkal, muffig
	--	0149	fäkal, faulig, gegoren, säuerlich	muffig, feuchter Beton
	--	0079	fäkal, faulig	muffig, schwach faulig
Di. 03.08.04	100,vk	0628	fäkal, faulige Note, muffig	muffig
	100,vk	0557	fäkal	muffig, feuchter Beton
	100,vk	0149	fäkal, faulig, sauer	kaum Geruch, schwach muffig
	100,vk	0079	--	--
Do. 12.08.04	100,nk	0628	säuerlich, schwach faulig	schwach muffig
	100,nk	0557	muffig, leicht süßlich	muffig, zwiebelig
	100,nk	0149	schwach fäkal, gegoren, säuerlich	schwach muffig
	100,nk	0079	säuerlich, faulig	erdig, muffig
Di. 17.08.04	100,nk	0628	kohlig, sauerkrautartig	beißend
	100,nk	0557	fäkal, gegoren, etw. stechend	fäkal, faulig
	100,nk	0149	säuerlich, fäkal	faulig
	100,nk	0079	faulig, fäkal	faulig, fäkal
Mi. 18.08.04	100,nk	0628	säuerlich	muffig
	100,nk	0557	muffig	leicht fäkal, muffig
	100,nk	0149	schwach fäkal, muffig	schwach muffig, kaum Geruch
	100,nk	0079	fäkal, schwach faulig	leicht fäkal, muffig
Mo. 23.08.04	100,nk	0628	fäkal	feuchter Beton
	100,nk	0557	muffig, leicht stechend	muffig, schwach fäkal
	100,nk	0149	fäkal	süßlich
	100,nk	0079	fäkal	muffig
Di. 31.08.04	50,nk	0628	säuerlich, fäkal	fäkal
	50,nk	0557	fäkal, kohlig	muffig, fäkal, faulige Note
	50,nk	0149	fäkal	fäkal, säuerlich, faulig
	50,nk	0079	faulig	fäkal, faulig

Fortsetzung s. n. Seite

Fortsetzung der Tab. 16.45				
Dosierphase "KRONOFLOC"				
Datum	DP	Messstelle	1,5 min	Kanal
Fr. 03.09.04	50,nk	0628	fäkal, gegoren, säuerlich	muffig, erdig
	50,nk	0557	fäkal, säuerlich	muffig, säuerlich
	50,nk	0149	fäkal	schwach fäkal
	50,nk	0079	fäkal	muffig, erdig
Do. 09.09.04	50,nk	0628	fäkal, faulig	leicht muffig
	50,nk	0557	fäkal	kaum Geruch wahrnehmbar
	50,nk	0149	fäkal	muffig
	50,nk	0079	fäkal, faulig	fäkal
Do. 16.09.04	50,nk	0628	säuerlich, fäkal	erdig, muffig
	50,nk	0557	fäkal, säuerlich	muffig, leicht säuerlich
	50,nk	0149	fäkal	muffig, leicht säuerlich
	50,nk	0079	fäkal, faulig	schwach fäkal
Mi. 22.09.04	50,vk	0628	fäkal, faulig	schwach fäkal
	50,vk	0557	fäkal	muffig, schwach fäkal
	50,vk	0149	fäkal, säuerlich, faulig	leicht fäkal
	50,vk	0079	fäkal, faulig	fäkal
Mi. 29.09.04	50,vk	0628	fäkal, säuerlich	fäkal, säuerlich
	50,vk	0557	fäkal	muffig
	50,vk	0149	fäkal	muffig
	50,vk	0079	fäkal, faulig	leicht fäkal, säuerlich
Fr. 01.10.04	50,vk	0628	fäkal	muffig
	50,vk	0557	fäkal, süßlich	schwach fäkal
	50,vk	0149	fäkal, muffig, gegoren	schwach fäkal, säuerlich
	50,vk	0079	fäkal, säuerlich	muffig, leicht erdig
Fr. 15.10.04	200,nk	0628	leich fäkal, Heizöl, Diesel	muffig
	200,nk	0557	fäkal, erdig, muffig	muffig, modrig
	200,nk	0149	fäkal, faulig	schwach fäkal, muffig
	200,nk	0079	fäkal, muffig	erdig, leicht muffig
Di. 19.10.04	200,nk	0628	fäka, faulig, muffig	leicht muffig, erdig
	200,nk	0557	fäkal, säuerlich	säuerlich, muffig
	200,nk	0149	säuerlich, faulig	leicht fäkal
	200,nk	0079	fäkal, faulig	muffig, schwach fäkal
Mi. 27.10.04	150,nk	0628	fäkal, muffig	muffig, leicht fäkal
	150,nk	0557	fäkal, säuerlich, muffig	muffig, leicht erdig
	150,nk	0149	fäkal, schwach faulig	leicht fäkal, säuerlich
	150,nk	0079	fäkal, leicht faulig	muffig, feuchter Beton
Fr. 29.10.04	150,nk	0628	fäkal, chemisch	süßlich, kompostartig
	150,nk	0557	fäkal, chemisch	süßlich, fäkal
	150,nk	0149	faulig, fäkal	süßlich, fäkal, faulig
	150,nk	0079	fäkal, kohlig	schwach muffig
Mi. 03.11.04	150,nk	0628	fäkal, säuerlich	schwach fäkal, muffi
	150,nk	0557	fäkal, leicht säuerlich	schwach fäkal
	150,nk	0149	fäkal, säuerlich	fäkal, säuerlich
	150,nk	0079	fäkal, faulig	schwach fäkal, muffig

16.13.5 Messdaten zur Erfassung des Ist-Zustandes

Tab. 16.46: Ergebnisse der sensorischen sowie gasanalytischen GEP-Messungen im Kanalnetz der Teststrecke Köln-Ensen zur Erfassung des Ist-Zustandes (Gasanalytische GEP-Messung: 1,5 Minuten nach Betriebsbeginn)

Messtage ohne Dosierung		Sensorische Messungen Stichproben			Analytische Messungen					
Datum	Messstelle	Q [l/s]	Stichproben		Stichproben			Kontinuierliche Messungen		
			Kanalluft	GEP	H <sub>2</sub> S	Mercaptan	Ammoniak	Kanalluft		
			[GE <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> Luft]	[GE <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	Messstelle	H <sub>2</sub> S (MW <sup>-2</sup> , PN) [ppm]	H <sub>2</sub> S (85-Perz.) [ppm]
Do., 13.05.2004	(0628)	74 <sup>*1</sup>	150	31.100	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00*	0,00*
	(0557)	106	n.g.	19.100	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,00*	0,00*
	(0149)	54	n.g.	25.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,00*	0,00*
	(0557)+(0149)	160	--	21.091	--	--	--	--	--	--
	(0079)	168	180	37.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,00*	0,00*
Fr., 14.05.2004	(0628)	11 <sup>*1</sup>	840	143.000	n.g.	n.g.	<0,25	(0631)	0,00*	0,00*
	(0557)	20	32	27.100	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,00*	0,00*
	(0149)	5	300	43.900	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,00*	0,00*
	(0557)+(0149)	25	--	30.460	--	--	--	--	--	--
	(0079)	28	210	64.500	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,00*	0,00*
Mo., 07.06.2004	(0628)	85 <sup>*1</sup>	160	19.400	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	k.M*	1,00*
	(0557)	118	180	204.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	k.M*	0,00*
	(0149)	41	74	64.900	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	k.M*	3,00*
	(0557)+(0149)	159	--	168.131	--	--	--	--	--	--
	(0079)	180	1.000	--	1,50	0,25	n.g.	(0078)	5,62	1,20
Fr., 16.07.2004	(0628)	19 <sup>*1</sup>	340	111.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00*	0,00*
	(0557)	30	57	30.900	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,8*	1,00*
	(0149)	6	350	126.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,00*	0,00*
	(0557)+(0149)	36	--	46.750	--	--	--	--	--	--
	(0079)	40	890	82.600	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,42	1,10
Mo., 02.08.2004	(0628)	76 <sup>*1</sup>	300	73.800	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,14	0,50
	(0557)	110	890	254.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,18	0,30
	(0149)	44	590	153.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,28	0,80
	(0557)+(0149)	154	--	225.143	--	--	--	--	--	--
	(0079)	163	470	348.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	1,00*	1,00*
Datenquelle:		FHK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK		UNIK	UNIK
Messtage ohne Dosierung		Analytische Messungen Stichproben								
Datum	Messstelle	Q [l/s]	GEP							
			H <sub>2</sub> S		Ammoniak		Mercaptan		Dimethylsulfid	
			[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]
Do., 13.05.2004	(0628)	74 <sup>*1</sup>	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
	(0557)	106	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	0,25	1,43	<1	0,00
	(0149)	54	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	0,50	2,87	n.g.	n.g.
	(0557)+(0149)	160	--	--	--	--	--	--	--	0,00
	(0079)	168	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	0,25	1,43	n.g.	n.g.
Fr., 14.05.2004	(0628)	11 <sup>*1</sup>	0,50	1,78	0,70	1,24	0,25	1,43	1,00	6,45
	(0557)	20	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
	(0149)	5	<0,20	<0,71	0,70	1,24	<0,25	<1,43	<1,00	<6,45
	(0557)+(0149)	25	--	--	--	--	--	--	--	--
	(0079)	28	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
Mo., 07.06.2004	(0628)	85 <sup>*1</sup>	2,50	8,88	3,00	5,33	0,35	2,01	6,00	38,70
	(0557)	118	50,00	177,50	0,50	0,89	3,00	17,21	75,00	483,75
	(0149)	41	1,20	4,26	n.g.	n.g.	0,25	1,43	4,00	25,80
	(0557)+(0149)	159	--	132,75	--	--	--	13,14	--	365,47
	(0079)	180	Störfall	Störfall	Störfall	Störfall	Störfall	Störfall	Störfall	Störfall
Fr., 16.07.2004	(0628)	19 <sup>*1</sup>	<0,20	<0,71	1,10	1,95	0,25	1,43	1,00	6,45
	(0557)	30	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
	(0149)	6	<0,20	<0,71	0,00	0,00	<0,10	<0,57	<1,00	<6,45
	(0557)+(0149)	36	--	--	--	--	--	--	--	--
	(0079)	40	0,20	0,28	0,70	1,24	0,25	1,43	<1,00	<6,45
Mo., 02.08.2004	(0628)	76 <sup>*1</sup>	0,50	1,78	4,00	7,10	0,10	0,57	0,90	5,81
	(0557)	110	2,00	7,10	4,00	7,10	0,50	2,87	2,50	16,13
	(0149)	44	4,00	14,20	3,20	5,68	0,25	1,43	8,50	54,83
	(0557)+(0149)	154	--	9,12	--	6,70	--	2,46	--	27,16
	(0079)	163	14,00	49,70	2,50	4,44	0,75	4,30	19,00	122,55
Datenquelle:		FHK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK

\* = SIEB STX; \*1 = Schacht-Nr. 0630; \*2 = Mittelwert

16.13.6 Daten zur Geruchsbelastungssituation in den Versuchsphasen

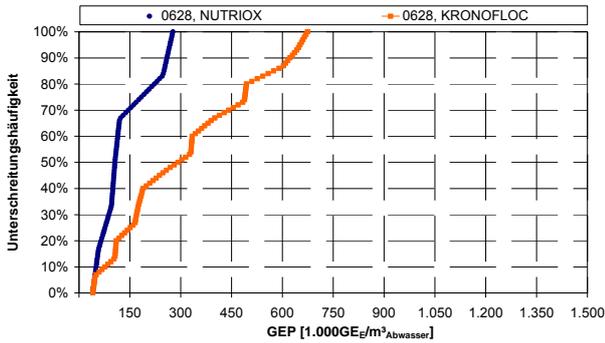


Abb. 16.51: Unterschreitungshäufigkeit der GEP in den Versuchsphasen NUTRIOX und KRONOFLOC, Messschacht: 0628

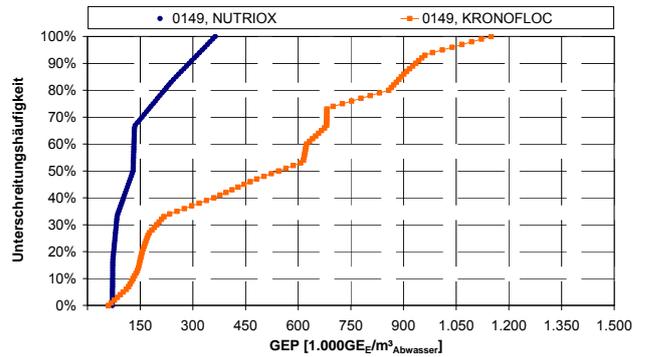


Abb. 16.52: Unterschreitungshäufigkeit der GEP in den Versuchsphasen NUTRIOX und KRONOFLOC, Messschacht: 0149

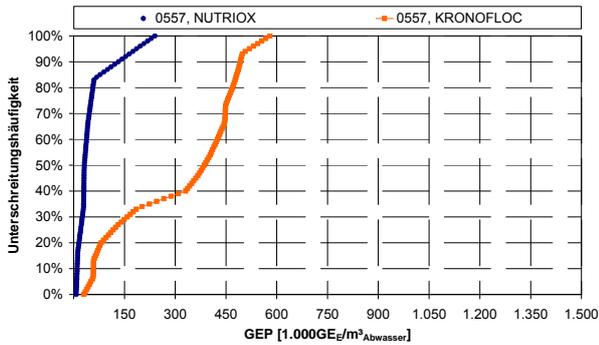


Abb. 16.53: Unterschreitungshäufigkeit der GEP in den Versuchsphasen NUTRIOX und KRONOFLOC, Messschacht: 0557

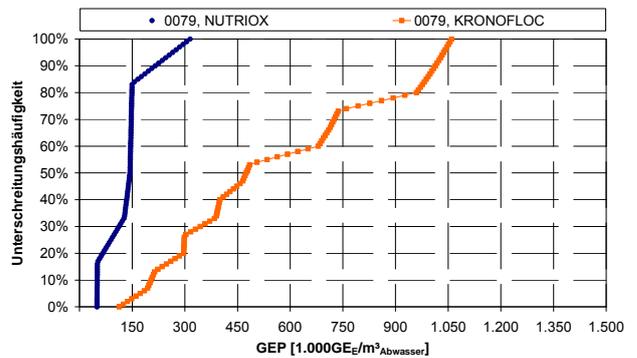


Abb. 16.54: Unterschreitungshäufigkeit der GEP in den Versuchsphasen NUTRIOX und KRONOFLOC, Messschacht: 0079

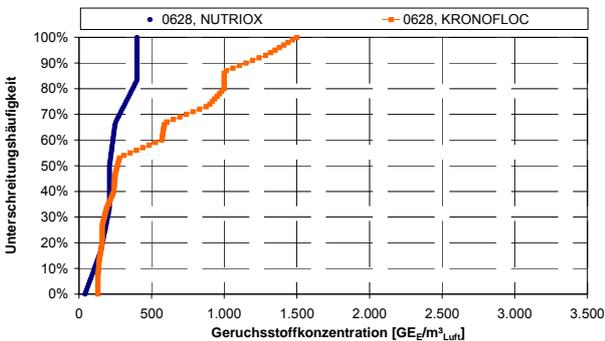


Abb. 16.55: Unterschreitungshäufigkeit der Geruchsstoffkonzentration in den Versuchsphasen NUTRIOX und KRONOFLOC, Messschacht: 0628

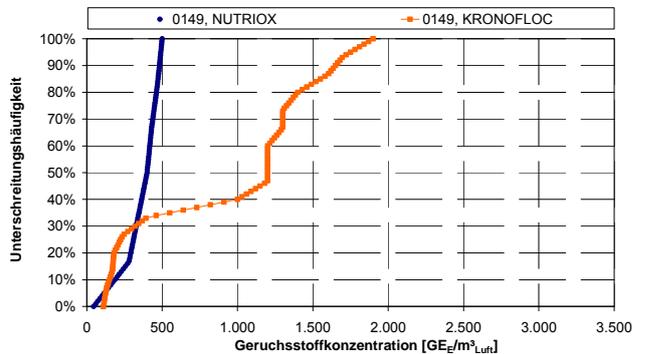


Abb. 16.56: Unterschreitungshäufigkeit der Geruchsstoffkonzentration in den Versuchsphasen NUTRIOX und KRONOFLOC, Messschacht: 0149

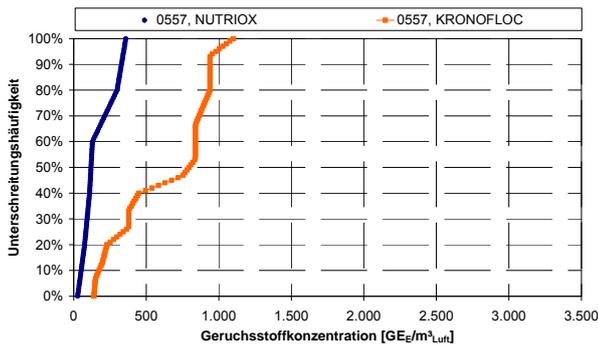


Abb. 16.57: Unterschreitungshäufigkeit der Geruchsstoffkonzentration in den Versuchsphasen NUTRIOX und KRONOFLOC, Messschacht: 0557

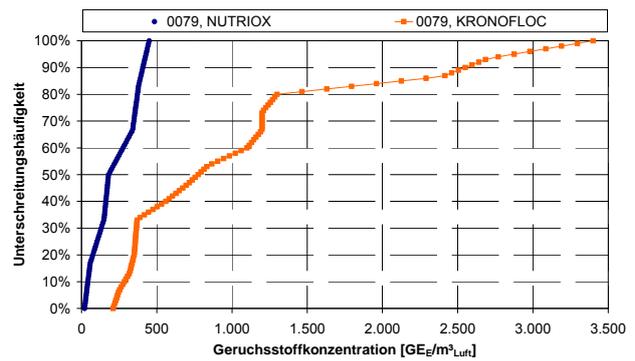


Abb. 16.58: Unterschreitungshäufigkeit der Geruchsstoffkonzentration in den Versuchsphasen NUTRIOX und KRONOFLOC, Messschacht: 0079

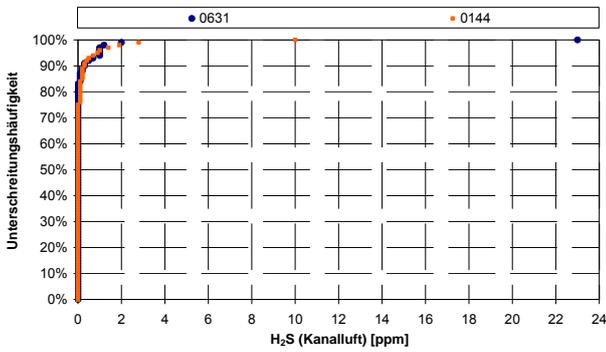


Abb. 16.59: Unterschreitungshäufigkeit der kontinuierlich gemessenen H<sub>2</sub>S-Konzentrationen über den gesamten Versuchszeitraum, Messschächte: 0631 und 0144

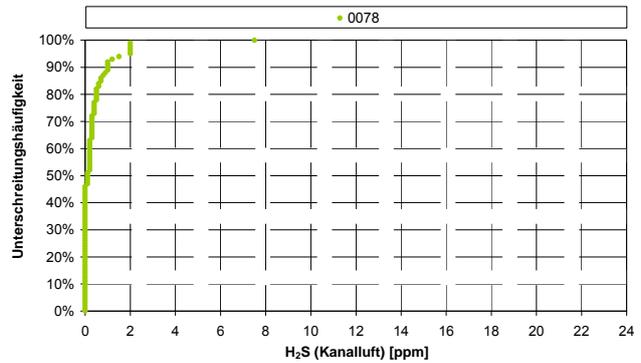


Abb. 16.60: Unterschreitungshäufigkeit der kontinuierlich gemessenen H<sub>2</sub>S-Konzentrationen über den gesamten Versuchszeitraum, Messschächte: 0078

## 16.13.7 Messdaten zur Versuchsphase NUTRIOX

Tab. 16.47: Ergebnisse der sensorischen sowie gasanalytischen GEP-Messungen im Kanalnetz der Teststrecke Köln-Ensen während der Dosierung von NUTRIOX unterhalb des Kaskadenbauwerks (Gasanalytische GEP-Messung: 1,5 Minuten nach Betriebsbeginn)

Dosiermittel "NUTRIOX" Dosierphase 100% nK und 50% nK			Sensorische Messungen Stichproben			Analytische Messungen					
Datum	DP	Messstelle	Q [l/s]	Stichproben		Stichproben			Kontinuierliche Messungen		
				Kanalluft [GE <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> Luft]	GEP [GE <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> Abwasser]	H <sub>2</sub> S [ppm]	Kanalluft Mercaptan [ppm]	Ammoniak [ppm]	Messstelle	Kanalluft H <sub>2</sub> S (MW <sup>-3</sup> , PN) [ppm]	H <sub>2</sub> S (85-Perc.) [ppm]
Do., 27.05.2004	100, nK (0628)	(0628)	66 <sup>*1</sup>	42	40.400	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00*	0,00*
	100, nK (0557)	(0557)	100	<NWG	7.700	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,00*	0,00*
	100, nK (0149)	(0149)	47	280	72.200	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,00*	0,00*
	100, nK (0557)+(0149)	(0557)+(0149)	147	--	28.322	--	--	--	--	--	--
	100, nK (0079)	(0079)	158	57	51.200	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,00 <sup>*2</sup>	0,00 <sup>*2</sup>
Fr., 28.05.2004	100, nK (0628)	(0628)	16 <sup>*1</sup>	150	106.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00*	0,00*
	100, nK (0557)	(0557)	26	28	12.500	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,00*	0,00*
	100, nK (0149)	(0149)	4	500	70.900	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,00*	0,00*
	100, nK (0557)+(0149)	(0557)+(0149)	30	--	20.287	--	--	--	--	--	--
	100, nK (0079)	(0079)	32	21	49.900	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,00 <sup>*2</sup>	0,00 <sup>*2</sup>
Mi., 09.06.2004	50, nK (0628)	(0628)	73 <sup>*1</sup>	250	57.600	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00*	1,00*
	50, nK (0557)	(0557)	103	130	31.700	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,00*	0,00*
	50, nK (0149)	(0149)	50	45	130.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,00*	2,00*
	50, nK (0557)+(0149)	(0557)+(0149)	153	--	63.824	--	--	--	--	--	--
	50, nK (0079)	(0079)	158	150	144.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,38	0,60
Fr., 18.06.2004	50, nK (0628)	(0628)	15 <sup>*1</sup>	210	95.900	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00*	0,00*
	50, nK (0557)	(0557)	23	300	42.700	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,00*	0,00*
	50, nK (0149)	(0149)	5	400	240.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,00*	0,00*
	50, nK (0557)+(0149)	(0557)+(0149)	28	--	77.932	--	--	--	--	--	--
	50, nK (0079)	(0079)	30	340	150.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,32	0,50
Datenquelle:			FHK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK		StEB	StEB
Dosiermittel "NUTRIOX" Dosierphase 100% nK und 50% nK			Analytische Messungen Stichproben								
Datum	DP	Messstelle	Q [l/s]	H <sub>2</sub> S		Ammoniak		Mercaptan		Dimethylsulfid	
				[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]
Do., 27.05.2004	100, nK (0628)	(0628)	66 <sup>*1</sup>	<0,2	<0,71	4	7,10	n.g.	n.g.	<1	<6,45
	100, nK (0557)	(0557)	100	<0,2	<0,71	3,5	6,21	<0,5	<2,87	<1	<6,45
	100, nK (0149)	(0149)	47	1	4	3	5,33	0,25	1,43	1,00	6,45
	100, nK (0557)+(0149)	(0557)+(0149)	147	--	2	--	5,93	--	2,41	--	6,45
	100, nK (0079)	(0079)	158	1	2	n.g.	n.g.	0,25	1,43	0,50	3,23
Fr., 28.05.2004	100, nK (0628)	(0628)	16 <sup>*1</sup>	<0,2	<0,71	1	1,78	<0,25	<1,43	<1	<6,45
	100, nK (0557)	(0557)	26	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
	100, nK (0149)	(0149)	4	<0,2	<0,71	0,8	1,42	<0,25	<1,43	<1	<6,45
	100, nK (0557)+(0149)	(0557)+(0149)	30	--	0	--	0	--	0,46	--	2,06
	100, nK (0079)	(0079)	32	<0,2	<0,71	0	0	<0,25	<1,43	<1	<6,45
Mi., 09.06.2004	50, nK (0628)	(0628)	73 <sup>*1</sup>	<0,2	<0,71	3	5,33	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
	50, nK (0557)	(0557)	103	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
	50, nK (0149)	(0149)	50	1	4	1,8	3,20	0,25	1,43	1,70	10,97
	50, nK (0557)+(0149)	(0557)+(0149)	153	--	1	--	1	--	0,46	--	3,51
	50, nK (0079)	(0079)	158	1	2	4	7,1	n.g.	n.g.	n.g.	0,00
Fr., 18.06.2004	50, nK (0628)	(0628)	15 <sup>*1</sup>	0	0	0,5	0,89	0	0	0,00	0,00
	50, nK (0557)	(0557)	23	0	0	1	1,78	0	0	n.g.	n.g.
	50, nK (0149)	(0149)	5	0	0	1	1,78	<0,5	<2,87	<1	<6,45
	50, nK (0557)+(0149)	(0557)+(0149)	28	--	0	--	2	--	0,92	--	2,06
	50, nK (0079)	(0079)	30	1	2	2	3,55	0,3	1,72	1,00	6,45
Datenquelle:			FHK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK

\* = StEB STX; \*<sup>1</sup> = Schacht Nr. 0630; \*<sup>2</sup> = UNIK Odalog; \*<sup>3</sup> = Mittelwert

Tab. 16.48: Ergebnisse der sensorischen sowie gasanalytischen GEP-Messungen im Kanalnetz der Teststrecke Köln-Ensen während der Dosierung von NUTRIOX oberhalb des Kaskadenbauwerks (Gasanalytische GEP-Messung: 1,5 Minuten nach Betriebsbeginn)

Dosiermittel "NUTRIOX" Dosierphase 50% vK			Sensorische Messungen Stichproben			Analytische Messungen					
Datum	DP	Messstelle	Q [l/s]	Stichproben		Stichproben			Kontinuierliche Messungen		
				Kanalluft [GE <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> Luft]	GEP [GE <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> Abwasser]	H <sub>2</sub> S [ppm]	Kanalluft Mercaptan [ppm]	Ammoniak [ppm]	Messstelle	Kanalluft H <sub>2</sub> S (MW <sup>2</sup> , PN) [ppm]	H <sub>2</sub> S (85-Perc.) [ppm]
Fr. 25.06.2004	50, vK	(0628)	29 <sup>1</sup>	210	120.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00	0,00*
	50, vK	(0557)	44	76	29.300	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,00 <sup>1</sup>	0,00*
	50, vK	(0149)	29	478	134.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,00 <sup>1</sup>	0,00*
	50, vK	(0557)+(0149)	73	--	70.893	--	--	--	--	--	--
	50, vK	(0079)	78	450	128.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,20	0,30
Do. 01.07.2004	50, vK	(0628)	75 <sup>1</sup>	400	248.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00 <sup>1</sup>	1,00*
	50, vK	(0557)	111	110	60.700	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,00 <sup>1</sup>	0,00*
	50, vK	(0149)	46	340	84.500	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,00 <sup>1</sup>	0,00*
	50, vK	(0557)+(0149)	157	--	67.673	--	--	--	--	--	--
	50, vK	(0079)	162	180	147.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,20	0,40
Fr. 02.07.2004	50, vK	(0628)	18 <sup>1</sup>	400	277.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00 <sup>1</sup>	0,00*
	50, vK	(0557)	30	360	240.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,00 <sup>1</sup>	0,00*
	50, vK	(0149)	5	430	364.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,00 <sup>1</sup>	0,00*
	50, vK	(0557)+(0149)	35	--	257.714	--	--	--	--	--	--
	50, vK	(0079)	37	380	315.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,20	0,40
Datenquelle:			FHK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK		StEB	StEB
Dosiermittel "NUTRIOX" Dosierphase 50% vK			Analytische Messungen Stichproben								
Datum	DP	Messstelle	Q [l/s]	GEP							
				H <sub>2</sub> S		Ammoniak		Mercaptan		Dimethylsulfid	
				[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]
Fr. 25.06.2004	50, vK	(0628)	29 <sup>1</sup>	0,30	1,07	n.g.	n.g.	0,25	1,43	0,50	3,23
	50, vK	(0557)	44	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
	50, vK	(0149)	29	0,25	0,89	n.g.	n.g.	<0,1	<0,57	<1	<6,45
	50, vK	(0557)+(0149)	73	--	0,28	--	0,00	--	0,18	--	2,06
	50, vK	(0079)	78	0,20	0,71	0,00	0,00	0,25	1,43	1,00	6,45
Do. 01.07.2004	50, vK	(0628)	75 <sup>1</sup>	0,70	2,49	4,00	7,10	0,25	1,43	n.g.	n.g.
	50, vK	(0557)	111	n.g.	n.g.	4,00	7,10	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
	50, vK	(0149)	46	0,00	0,00	5,00	8,88	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
	50, vK	(0557)+(0149)	157	--	0,00	--	7,67	--	0,00	--	0,00
	50, vK	(0079)	162	1,00	3,55	5,00	8,88	0,50	2,87	n.g.	0,00
Fr. 02.07.2004	50, vK	(0628)	18 <sup>1</sup>	0,00	0,00	1,50	2,66	0,10	0,57	n.g.	n.g.
	50, vK	(0557)	30	0,00	0,00	1,10	1,95	0,00	0,00	n.g.	n.g.
	50, vK	(0149)	5	0,00	0,00	0,90	1,60	<0,25	<1,43	n.g.	n.g.
	50, vK	(0557)+(0149)	35	--	0,00	--	1,84	--	0,46	--	0,00
	50, vK	(0079)	37	1,00	3,55	2,00	3,55	0,25	1,43	n.g.	n.g.
Datenquelle:			FHK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK

<sup>1</sup> = SIEB STX; <sup>2</sup> = Schacht Nr. 0630; <sup>3</sup> = Mittelwert

16.13.8 Messdaten zur Versuchsphase KRONOFLOC

Tab. 16.49: Ergebnisse der sensorischen sowie gasanalytischen GEP-Messungen im Kanalnetz der Teststrecke Köln-Ensen während der Dosierung von KRONOFLOC unterhalb des Kaskadenbauwerks (Gasanalytische GEP-Messung: 1,5 Minuten nach Betriebsbeginn)

Dosiermittel "KRONOFLOC"			Q	Sensorische Messungen		Analytische Messungen					
Dosierphase 100% nK und 50% nK				Stichproben		Stichproben			Kontinuierliche Messungen		
Datum	DP	Messstelle		[l/s]	Kanalluft [GE <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> <sub>Luft</sub> ]	GEP [GE <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> <sub>Abwasser</sub> ]	H <sub>2</sub> S [ppm]	Kanalluft Mercaptan [ppm]	Ammoniak [ppm]	Messstelle	Kanalluft H <sub>2</sub> S (MW <sup>2</sup> , PN) [ppm]
Do., 12.08.2004	100, nK	(0628)	90 <sup>-1</sup>	250	106.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00	0,00
	100, nK	(0557)	121	380	81.400	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,02	0,10
	100, nK	(0149)	32	170	116.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	k.M.	k.M.
	100, nK	(0557)+(0149)	153	--	88.637	--	--	--	--	--	--
	100, nK	(0079)	164	210	215.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,04	0,00
Di., 17.08.2004	100, nK	(0628)	70 <sup>-1</sup>	130	41.100	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00	0,00
	100, nK	(0557)	97	150	59.100	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,00	0,20
	100, nK	(0149)	39	180	156.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	k.M.	k.M.
	100, nK	(0557)+(0149)	136	--	86.888	--	--	--	--	--	--
	100, nK	(0079)	142	360	297.000	< 0,20	< 0,10	n.g.	(0078)	0,16	1,40
Mi., 18.08.2004	100, nK	(0628)	80 <sup>-1</sup>	160	110.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00	0,00
	100, nK	(0557)	113	940	58.400	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,00	0,10
	100, nK	(0149)	46	130	59.900	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	k.M.	k.M.
	100, nK	(0557)+(0149)	159	--	58.834	--	--	--	--	--	--
	100, nK	(0079)	172	1.300	113.000	< 0,20	0,00	0,00	(0078)	0,16	0,60
Mo., 23.08.2004	100, nK	(0628)	86 <sup>-1</sup>	190	165.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00	0,00
	100, nK	(0557)	117	840	129.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,00	0,00
	100, nK	(0149)	41	240	360.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	k.M.	k.M.
	100, nK	(0557)+(0149)	158	--	188.943	--	--	--	--	--	--
	100, nK	(0079)	164	350	193.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,26	0,10
Di., 31.08.2004	50, nK	(0628)	92 <sup>-1</sup>	160	47.900	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	k.M.	k.M.
	50, nK	(0557)	121	230	30.200	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,00	0,00
	50, nK	(0149)	48	1.700	144.000	<0,20	<0,10	n.g.	(0144)	0,02	0,40
	50, nK	(0557)+(0149)	169	--	62.522	--	--	--	--	--	--
	50, nK	(0079)	176	1.100	299.000	<0,20	<0,10	n.g.	(0078)	0,23	0,20
Fr., 03.09.2004	50, nK	(0628)	16 <sup>-1</sup>	130	189.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	k.M.	k.M.
	50, nK	(0557)	26	200	188.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,02	0,40
	50, nK	(0149)	10	1.900	614.000	0	0	n.g.	(0144)	1,36	2,70
	50, nK	(0557)+(0149)	36	--	306.333	--	--	--	--	--	--
	50, nK	(0079)	38	370	389.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,00	0,70
Do., 09.09.2004	50, nK	(0628)	72 <sup>-1</sup>	140	601.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	k.M.	k.M.
	50, nK	(0557)	100	140	486.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,96	0,90
	50, nK	(0149)	45	110	475.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,12	0,31
	50, nK	(0557)+(0149)	145	--	482.586	--	--	--	--	--	--
	50, nK	(0079)	153	2.400	1.060.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,10	0,00
Do., 16.09.2004	50, nK	(0628)	72 <sup>-1</sup>	240	175.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	k.M.	k.M.
	50, nK	(0557)	100	380	401.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,22	0,30
	50, nK	(0149)	50	400	220.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,10	0,70
	50, nK	(0557)+(0149)	150	--	340.667	--	--	--	--	--	--
	50, nK	(0079)	164	1.200	738.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,04	0,10
<b>Datenquelle:</b>			<b>FHK</b>	<b>UNIK</b>	<b>UNIK</b>	<b>UNIK</b>	<b>UNIK</b>	<b>UNIK</b>		<b>StEB</b>	<b>StEB</b>

= StEB STX; \*1 = Schacht Nr. 0630; \*2 = Mittelwert

Fortsetzung s. n. Seite

Fortsetzung der Tab. 16.49											
Dosiermittel "KRONOFLOC"			Analytische Messungen								
Dosierphase 100% nK und 50% nK			Stichproben								
Datum	DP	Messstelle	Q	GEP							
				H <sub>2</sub> S		Ammoniak		Mercaptan		Dimethylsulfid	
			[l/s]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]
Do., 12.08.2004	100, nK	(0628)	90 <sup>1</sup>	0,90	3,20	2,70	4,79	0,10	0,57	1,00	6,45
	100, nK	(0557)	121	0,00	0,00	1,50	2,66	<0,10	<0,57	<1,00	<6,45
	100, nK	(0149)	32	<0,20	<0,71	4,00	7,10	0,10	0,57	<1,00	<6,45
	100, nK	(0557)+(0149)	153	--	0,23	--	4,08	--	0,57	--	6,45
	100, nK	(0079)	164	0,40	1,42	2,00	3,55	0,25	1,43	1,00	6,45
Di., 17.08.2004	100, nK	(0628)	70 <sup>1</sup>	<0,20	<0,71	4,00	7,10	<0,10	<0,57	<1,00	<6,45
	100, nK	(0557)	97	<0,20	<0,71	n.g.	n.g.	<0,10	<0,57	<1,00	<6,45
	100, nK	(0149)	39	0,50	1,78	n.g.	n.g.	0,25	1,43	2,00	12,90
	100, nK	(0557)+(0149)	136	--	1,05	--	0,00	--	0,85	--	8,51
	100, nK	(0079)	142	1,70	6,04	4,00	7,10	0,40	2,30	1,80	11,61
Mi., 18.08.2004	100, nK	(0628)	80 <sup>1</sup>	0,50	1,78	1,80	3,20	<0,25	<1,43	0,80	5,16
	100, nK	(0557)	113	<0,20	<0,71	0,40	0,71	0,00	0,00	0,30	1,94
	100, nK	(0149)	46	0,20	0,71	8,00	14,20	0,00	0,00	0,50	3,23
	100, nK	(0557)+(0149)	159	--	0,71	--	5,02	--	0,00	--	2,35
	100, nK	(0079)	172	0,60	2,13	2,60	4,62	0,25	1,43	2,00	12,90
Mo., 23.08.2004	100, nK	(0628)	86 <sup>1</sup>	0,20	0,71	1,20	2,13	0,25	1,43	0,30	1,94
	100, nK	(0557)	117	<0,20	<0,71	1,20	2,13	<0,10	<0,57	<1,00	<6,45
	100, nK	(0149)	41	0,50	1,78	4,00	7,10	0,25	1,43	0,80	5,16
	100, nK	(0557)+(0149)	158	--	1,05	--	3,72	--	0,85	--	6,04
	100, nK	(0079)	164	<0,20	<0,71	2,00	3,55	0,30	1,72	0,60	3,87
Di., 31.08.2004	50, nK	(0628)	92 <sup>1</sup>	<0,20	<0,71	n.g.	n.g.	0,10	0,57	<1,00	<6,45
	50, nK	(0557)	121	<0,20	<0,71	n.g.	n.g.	<0,10	<0,57	n.g.	0,00
	50, nK	(0149)	48	0,50	1,78	0,00	0,00	<0,25	<1,43	1,00	6,45
	50, nK	(0557)+(0149)	169	--	1,05	--	0,00	--	0,85	--	2,06
	50, nK	(0079)	176	3,80	13,49	n.g.	n.g.	0,30	1,72	8,00	51,60
Fr., 03.09.2004	50, nK	(0628)	16 <sup>1</sup>	0,00	0,00	2,00	3,55	0,10	0,57	0,00	0,00
	50, nK	(0557)	26	0,00	0,00	2,00	3,55	0,10	0,57	0,00	0,00
	50, nK	(0149)	10	16,00	56,80	0,00	0,00	0,80	4,59	15,00	96,75
	50, nK	(0557)+(0149)	36	--	18,16	--	2,41	--	1,86	--	30,93
	50, nK	(0079)	38	0,60	2,13	<1,00	<1,78	0,60	3,44	1,10	7,10
Do., 09.09.2004	50, nK	(0628)	72 <sup>1</sup>	9,00	31,95	4,00	7,10	0,50	2,87	10,00	64,50
	50, nK	(0557)	100	8,00	28,40	15,00	26,63	0,75	4,30	10,00	64,50
	50, nK	(0149)	45	0,60	2,13	25,00	44,38	0,40	2,30	2,00	12,90
	50, nK	(0557)+(0149)	145	--	20,00	--	32,30	--	3,66	--	48,00
	50, nK	(0079)	153	6,00	21,30	21,00	37,28	0,70	4,02	8,00	51,60
Do., 16.09.2004	50, nK	(0628)	72 <sup>1</sup>	0,50	1,78	3,00	5,33	<0,25	<1,43	0,80	5,16
	50, nK	(0557)	100	0,80	2,84	3,20	5,68	0,30	1,72	0,90	5,81
	50, nK	(0149)	50	<0,20	<0,71	5,00	8,88	0,10	0,57	0,00	0,00
	50, nK	(0557)+(0149)	150	--	2,16	--	6,70	--	1,35	--	3,95
	50, nK	(0079)	164	5,00	17,75	10,00	17,75	<0,25	<1,43	4,00	25,80
Datenquelle:			FHK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK

<sup>1</sup> = SIEB STX; <sup>2</sup> = Schacht Nr. 0630; <sup>3</sup> = Mittelwert

Tab. 16.50: Ergebnisse der sensorischen sowie gasanalytischen GEP-Messungen im Kanalnetz der Teststrecke Köln-Ensen während der Dosierung von KRONOFLOC unterhalb des Kaskadenbauwerks (Gasanalytische GEP-Messung: 1,5 Minuten nach Betriebsbeginn) (Fortsetzung)

Dosiermittel "KRONOFLOC"			Sensorische Messungen			Analytische Messungen					
Dosierphase 200% nK und 150% nK			Stichproben			Stichproben			Kontinuierliche Messungen		
Datum	DP	Messstelle	Q [l/s]	Kanalluft	GEP	H <sub>2</sub> S [ppm]	Kanalluft Mercaptan [ppm]	Ammoniak [ppm]	Messstelle	Kanalluft	
				[GE <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> Luft]	[GE <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> Abwasser]					H <sub>2</sub> S (MW <sup>-2</sup> , PN) [ppm]	H <sub>2</sub> S (85-Per.) [ppm]
Fr., 15.10.2004	200, nK	(0628)	14* <sup>1</sup>	1.300	396.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00	0,00
	200, nK	(0557)	23	840	447.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,10	0,10
	200, nK	(0149)	9	1.200	1.150.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,08	0,10
	200, nK	(0557)+(0149)	32	--	644.719	--	--	--	--	--	--
	200, nK	(0079)	34	710	464.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,04	0,50
Di., 19.10.2004	200, nK	(0628)	72 <sup>-1</sup>	590	674.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00	0,00
	200, nK	(0557)	103	940	449.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,10	0,00
	200, nK	(0149)	50	1.400	681.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,16	0,20
	200, nK	(0557)+(0149)	153	--	524.817	--	--	--	--	--	--
	200, nK	(0079)	158	560	680.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,00	0,00
Mi., 27.10.2004	150, nK	(0628)	69 <sup>-1</sup>	1.000	334.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,02	0,10
	150, nK	(0557)	100	940	425.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,16	0,10
	150, nK	(0149)	53	1.300	906.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,02	0,00
	150, nK	(0557)+(0149)	153	--	591.621	--	--	--	--	--	--
	150, nK	(0079)	159	1.200	940.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,06	0,10
Fr., 29.10.2004	150, nK	(0628)	16 <sup>-1</sup>	280	488.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00	0,10
	150, nK	(0557)	26	450	470.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,02	0,10
	150, nK	(0149)	7	1.200	738.000	<0,2	<0,1	n.g.	(0144)	0,00	0,00
	150, nK	(0557)+(0149)	33	--	526.848	--	--	--	--	--	--
	150, nK	(0079)	35	320	400.000	n.g.	n.g.	--	(0078)	0,00	0,40
Mi., 03.11.2005	150, nK	(0628)	74 <sup>-1</sup>	1.000	330.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,02	0,10
	150, nK	(0557)	102	750	331.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,10	0,00
	150, nK	(0149)	59	1.600	174.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,02	0,10
	150, nK	(0557)+(0149)	161	--	273.466	--	--	--	--	--	--
	150, nK	(0079)	168	840	486.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	0,00	0,20
Datenquelle:			FKH	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK		StEB	StEB
Dosiermittel "KRONOFLOC"			Analytische Messungen								
Ergebnis 200% nK und 150% nK			Stichproben								
Datum	DP	Messstelle	Q [l/s]	H <sub>2</sub> S		Ammoniak		Mercaptan		Dimethylsulfid	
				[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]
Fr., 15.10.2004	200, nK	(0628)	14* <sup>1</sup>	<0,20	<0,71	<0,25	<0,36	<0,50	<2,87	n.g.	n.g.
	200, nK	(0557)	23	<0,20	<0,71	<0,50	<0,36	<0,50	<2,87	n.g.	n.g.
	200, nK	(0149)	9	1,00	3,55	0,50	1,78	<0,50	<2,87	n.g.	n.g.
	200, nK	(0557)+(0149)	32	--	1,62	--	0,81	--	2,87	--	--
	200, nK	(0079)	34	<0,50	<1,78	<0,25	<0,89	<0,50	<2,87	n.g.	n.g.
Di., 19.10.2004	200, nK	(0628)	72 <sup>-1</sup>	3,50	12,43	3,00	6,21	<0,50	<2,87	<0,50	<3,23
	200, nK	(0557)	103	0,00	0,00	5,00	0,00	<0,50	<2,87	0,50	3,23
	200, nK	(0149)	50	1,80	6,39	8,00	3,20	0,50	2,87	0,90	5,81
	200, nK	(0557)+(0149)	153	--	2,04	--	1,02	--	2,87	--	4,05
	200, nK	(0079)	158	1,50	5,33	3,00	2,66	0,50	2,87	1,00	6,45
Mi., 27.10.2004	150, nK	(0628)	69 <sup>-1</sup>	1,00	3,55	1,50	2,66	<0,25	<1,43	<1,00	<6,45
	150, nK	(0557)	100	0,50	1,78	2,50	4,44	<0,25	<1,43	2,00	12,90
	150, nK	(0149)	53	2,00	7,10	2,00	3,55	<0,25	<1,43	5,00	32,25
	150, nK	(0557)+(0149)	153	--	3,48	--	4,15	--	1,43	--	19,09
	150, nK	(0079)	159	3,00	10,65	8,00	14,20	0,50	2,87	1,00	6,45
Fr., 29.10.2004	150, nK	(0628)	16 <sup>-1</sup>	0,50	1,78	n.g.	n.g.	0,20	1,15	2,50	16,13
	150, nK	(0557)	26	<0,20	<0,71	n.g.	n.g.	<0,10	<0,57	<1,00	<6,45
	150, nK	(0149)	7	0,20	0,71	n.g.	n.g.	0,30	1,72	1,00	6,45
	150, nK	(0557)+(0149)	33	--	0,71	--	0,00	--	0,94	--	6,45
	150, nK	(0079)	35	<0,20	<0,71	n.g.	0,00	<0,1	<0,57	0,20	1,29
Mi., 03.11.2005	150, nK	(0628)	74 <sup>-1</sup>	0,50	1,78	2,50	4,44	<0,25	<1,43	<1,00	<6,45
	150, nK	(0557)	102	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	1,43	1,00	6,45
	150, nK	(0149)	59	0,00	0,00	2,50	4,44	<0,25	<1,43	0,00	0,00
	150, nK	(0557)+(0149)	161	--	0,00	--	1,42	--	1,43	--	4,39
	150, nK	(0079)	168	0,00	0,00	2,00	3,55	<0,25	<1,43	0,00	0,00
Datenquelle:			FKH	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK

= SIEB STX; \*<sup>1</sup> = Schacht Nr. 0630; \*\* = Mittelwert

Tab. 16.51: Ergebnisse der sensorischen sowie gasanalytischen GEP-Messungen im Kanalnetz der Teststrecke Köln-Ensen während der Dosierung von KRONOFLOC oberhalb des Kaskadenbauwerks (Gasanalytische GEP-Messung: 1,5 Minuten nach Betriebsbeginn)

Dosiermittel "KRONOFLOC"			Sensorische Messungen			Analytische Messungen					
Dosierphase 50% vK			Stichproben			Stichproben			Kontinuierliche Messungen		
Datum	DP	Messstelle	Q	Kanalluft	GEP	H <sub>2</sub> S	Kanalluft Mercaptan	Ammoniak	Messstelle	Kanalluft H <sub>2</sub> S (MW <sup>2</sup> , PN)	H <sub>2</sub> S (85-Per.)
			[l/s]	[GE <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> Luft]	[GE <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[ppm]	[ppm]		[ppm]	[ppm]
Mi., 22.09.2004	50, vK	(0628)	72 <sup>-1</sup>	1.500	494.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	1,14	1,60
	50, vK	(0557)	100	840	580.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,02	0,00
	50, vK	(0149)	60	1.000	964.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,00	0,00
	50, vK	(0557)+(0149)	160	--	724.000	--	--	--	--	--	--
	50, vK	(0079)	166	2.700	997.000	0,50	<0,10	0,25	(0078)	0,80	1,00
Mi., 29.09.2004	50, vK	(0628)	82 <sup>-1</sup>	890	254.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00	0,00
	50, vK	(0557)	108	890	371.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,00	0,00
	50, vK	(0149)	44	1.200	624.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,00	0,10
	50, vK	(0557)+(0149)	152	--	444.237	--	--	--	--	--	--
	50, vK	(0079)	158	3.400	1.030.000	0,50	0,50	n.g.	(0078)	k.M.	k.M.
Fr., 01.10.2004	50, vK	(0628)	16 <sup>-1</sup>	570	645.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0631)	0,00	0,00
	50, vK	(0557)	25	1.100	499.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0556)	0,00	0,00
	50, vK	(0149)	6	1.300	682.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0144)	0,00	0,00
	50, vK	(0557)+(0149)	31	--	534.419	--	--	--	--	--	--
	50, vK	(0079)	32	250	713.000	n.g.	n.g.	n.g.	(0078)	k.M.	k.M.
Datenquelle:			FHK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK		StEB	StEB
Dosiermittel "KRONOFLOC"			Analytische Messungen								
Dosierphase 50% vK			Stichproben								
Datum	DP	Messstelle	Q	H <sub>2</sub> S		Ammoniak		Mercaptan		Dimethylsulfid	
			[l/s]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> Abwasser]
Mi., 22.09.2004	50, vK	(0628)	72 <sup>-1</sup>	1,50	5,33	3,00	5,33	0,20	1,15	4,50	29,03
	50, vK	(0557)	100	1,00	3,55	2,80	4,97	0,50	2,87	4,70	30,32
	50, vK	(0149)	60	1,40	4,97	2,80	4,97	0,60	3,44	3,00	19,35
	50, vK	(0557)+(0149)	160	--	4,00	--	4,97	--	3,05	--	26,81
	50, vK	(0079)	166	6,00	21,30	2,80	4,97	1,10	6,31	18,00	116,10
Mi., 29.09.2004	50, vK	(0628)	82 <sup>-1</sup>	0,20	0,71	3,00	5,33	<0,25	<1,43	0,00	0,00
	50, vK	(0557)	108	0,50	1,78	4,00	7,10	<0,25	<1,43	2,00	12,90
	50, vK	(0149)	44	1,00	3,55	7,00	12,43	0,25	1,43	3,00	19,35
	50, vK	(0557)+(0149)	152	--	2,34	--	8,80	--	1,43	--	14,96
	50, vK	(0079)	158	5,00	17,75	4,00	7,10	0,70	4,02	14,00	90,30
Fr., 01.10.2004	50, vK	(0628)	16 <sup>-1</sup>	<0,2	<0,71	1,00	1,78	<0,25	<1,43	<1	<6,45
	50, vK	(0557)	25	<0,2	<0,71	1,20	2,13	<0,25	<1,43	<0,5	<3,23
	50, vK	(0149)	6	0,00	0,00	2,80	4,97	0,25	1,43	<0,5	<3,23
	50, vK	(0557)+(0149)	31	--	0,48	--	3,04	--	1,43	--	3,23
	50, vK	(0079)	32	0,00	0,00	1,00	1,78	<0,25	<1,43	0,00	0,00
Datenquelle:			FHK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK	UNIK

<sup>1</sup>= StEB STX; <sup>-1</sup>= Schacht Nr. 0630; <sup>-2</sup>= Mittelwert

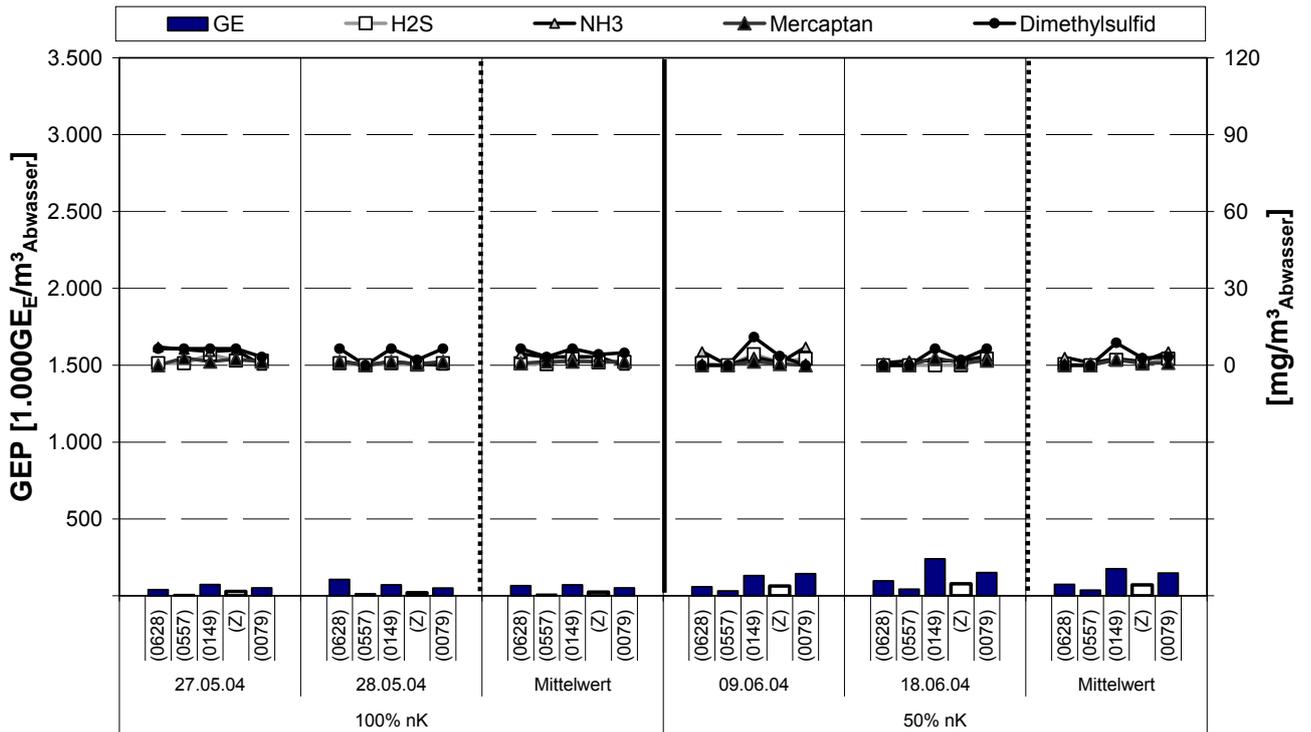


Abb. 16.61: Ergebnisse der GEP-Analytik – Versuchsphase NUTRIOX unterhalb der Kaskade (Gasanalytische GEP-Messung: 1,5 Minuten nach Betriebsbeginn)

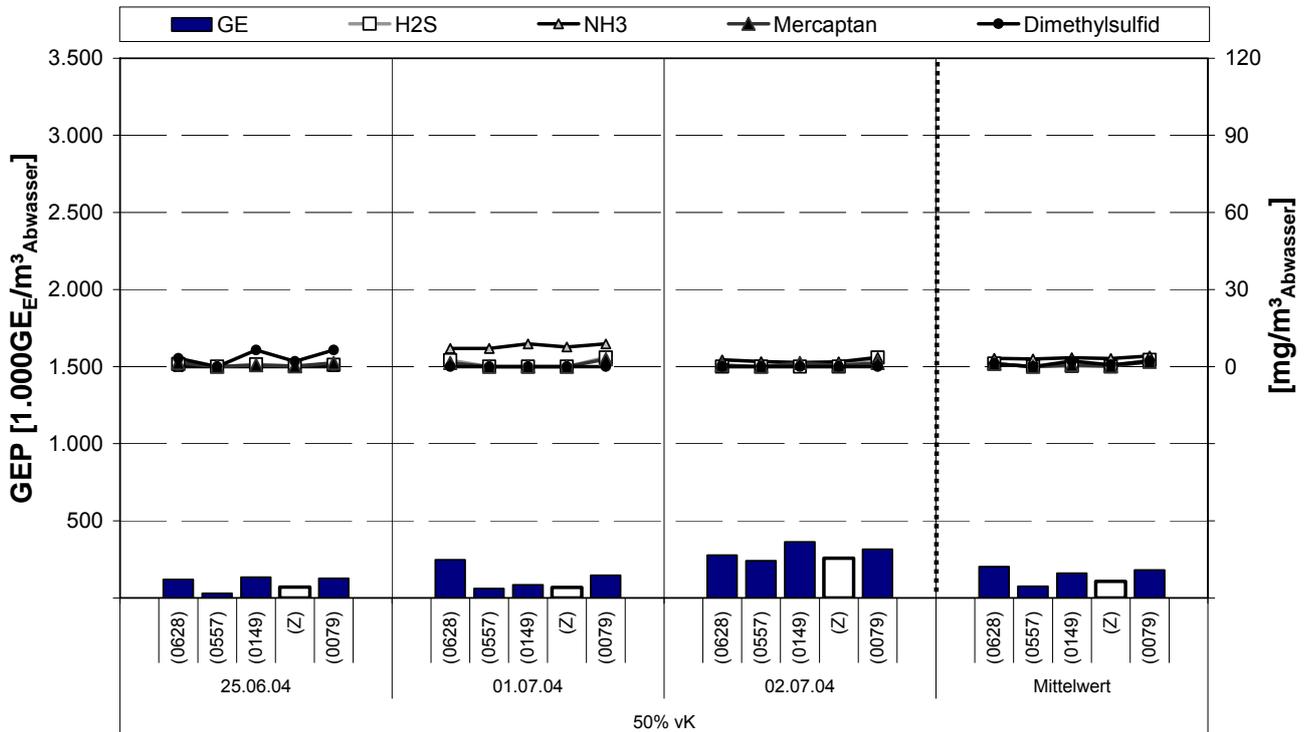


Abb. 16.62: Ergebnisse der GEP-Analytik – Versuchsphase NUTRIOX oberhalb der Kaskade (Gasanalytische GEP-Messung: 1,5 Minuten nach Betriebsbeginn)

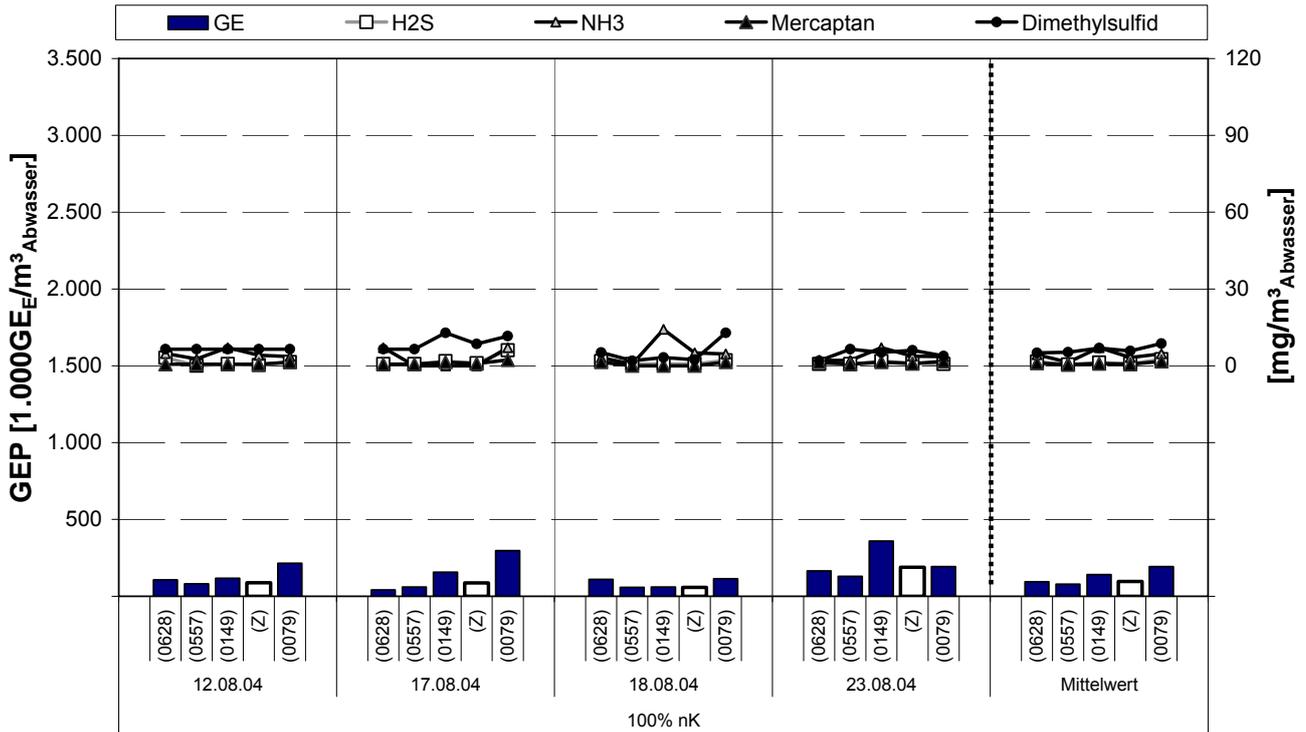


Abb. 16.63: Ergebnisse der GEP-Analytik – Versuchphase KRONOFLOC unterhalb der Kaskade (Gasanalytische GEP-Messung: 1,5 Minuten nach Betriebsbeginn)

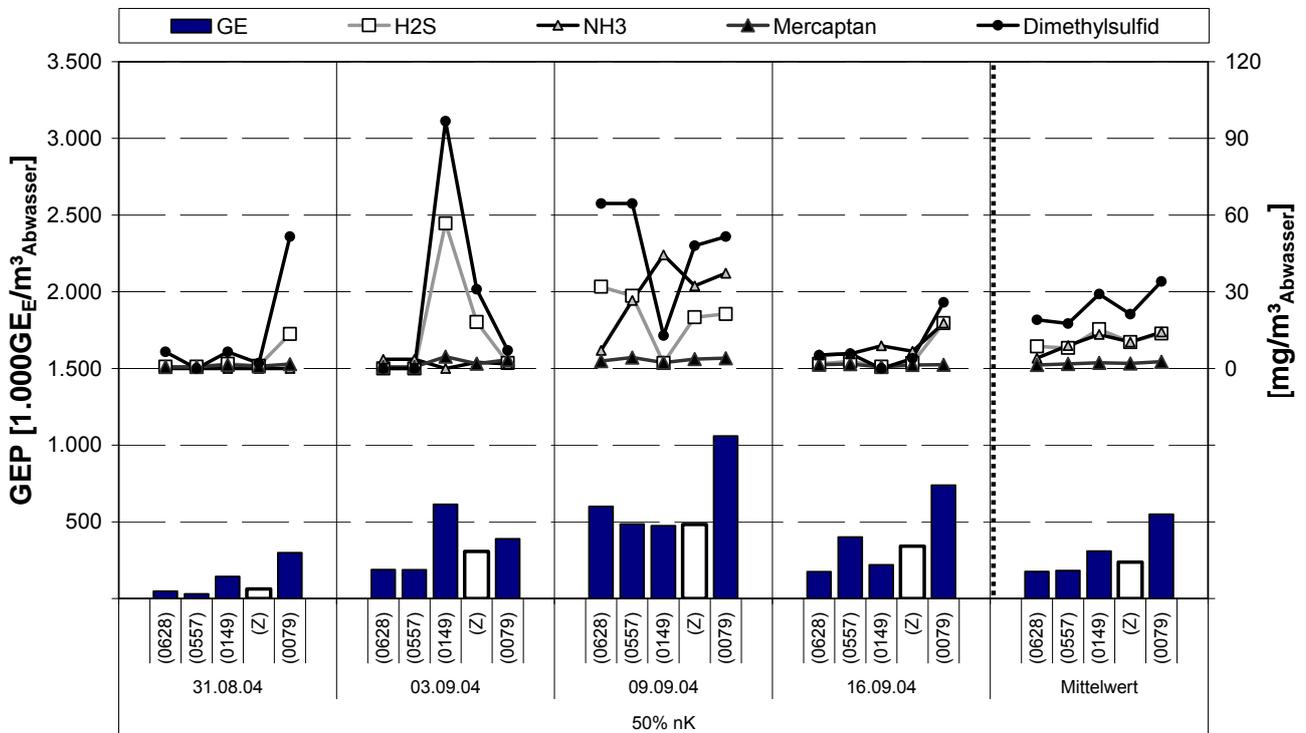


Abb. 16.64: Ergebnisse der GEP-Analytik – Versuchphase KRONOFLOC unterhalb der Kaskade (Gasanalytische GEP-Messung: 1,5 Minuten nach Betriebsbeginn)

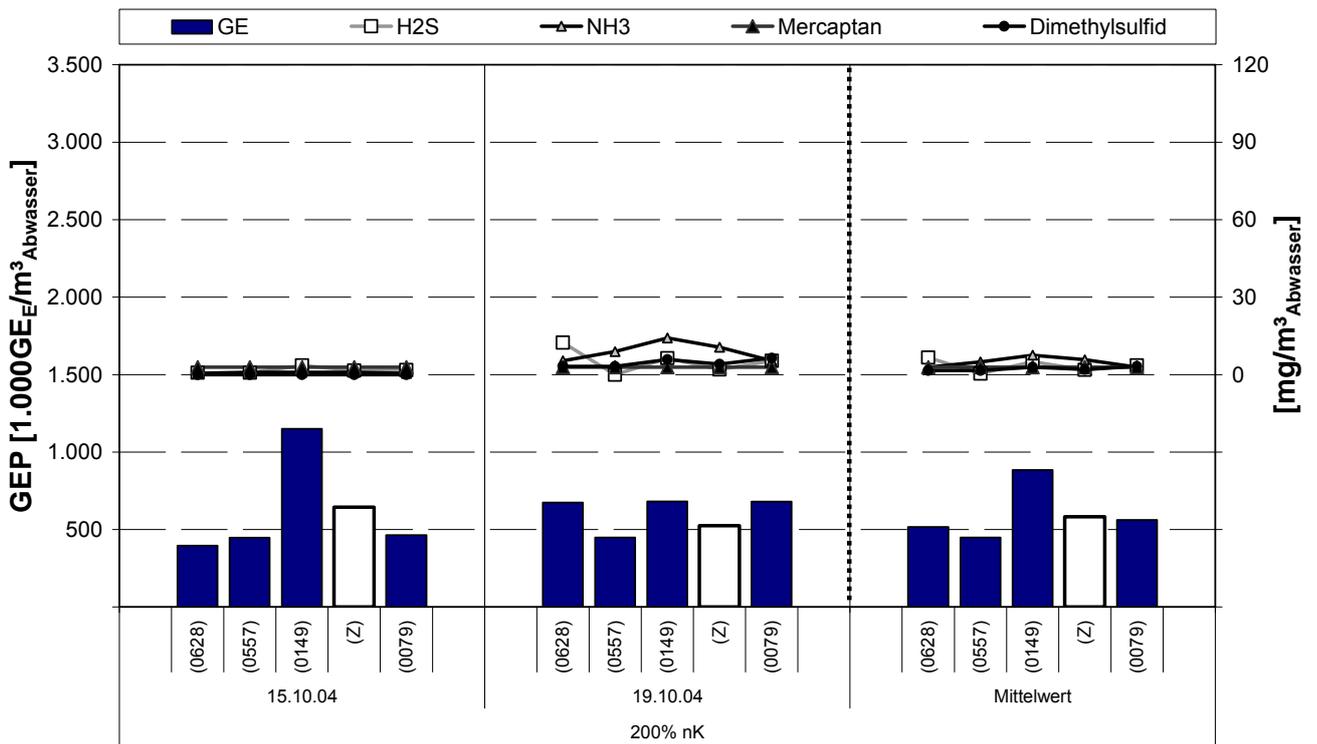


Abb. 16.65: Ergebnisse der GEP-Analytik – Versuchsphase KRONOFLOC unterhalb der Kaskade (Gasanalytische GEP-Messung: 1,5 Minuten nach Betriebsbeginn)

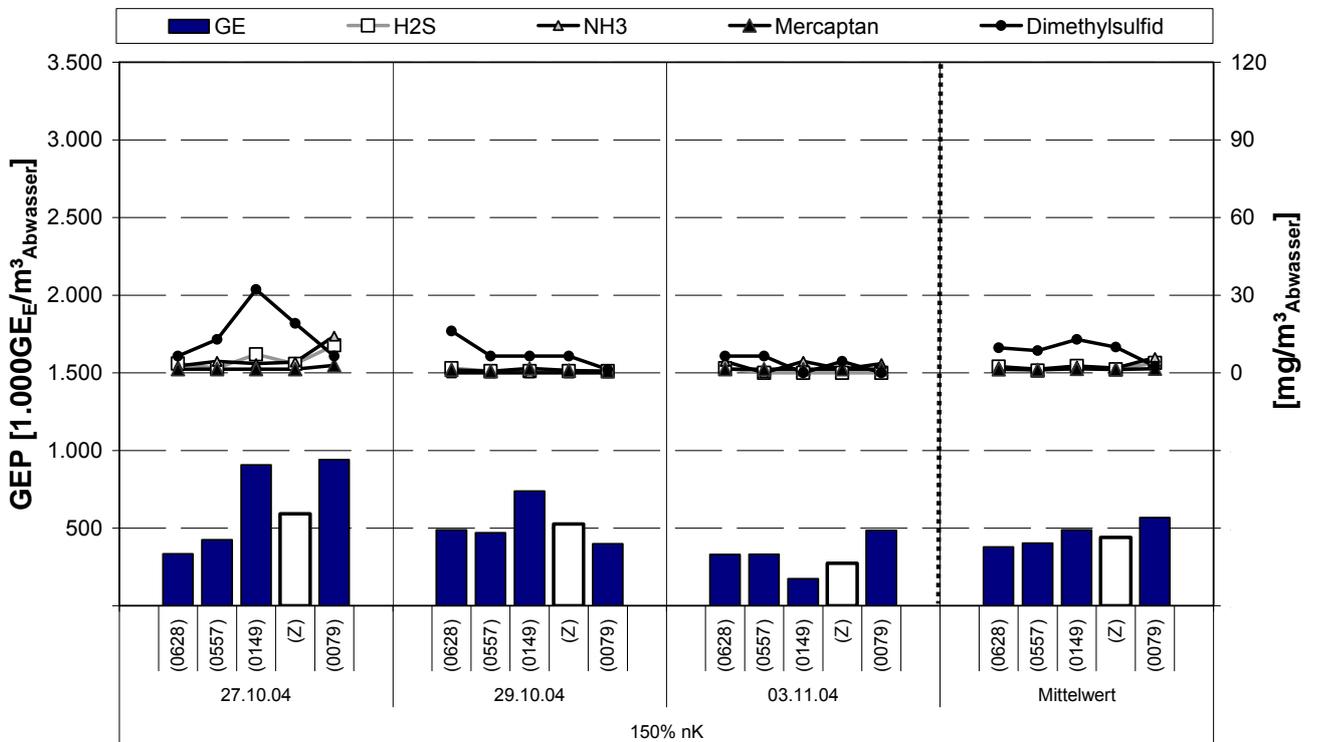


Abb. 16.66: Ergebnisse der GEP-Analytik – Versuchsphase KRONOFLOC unterhalb der Kaskade (Gasanalytische GEP-Messung: 1,5 Minuten nach Betriebsbeginn)

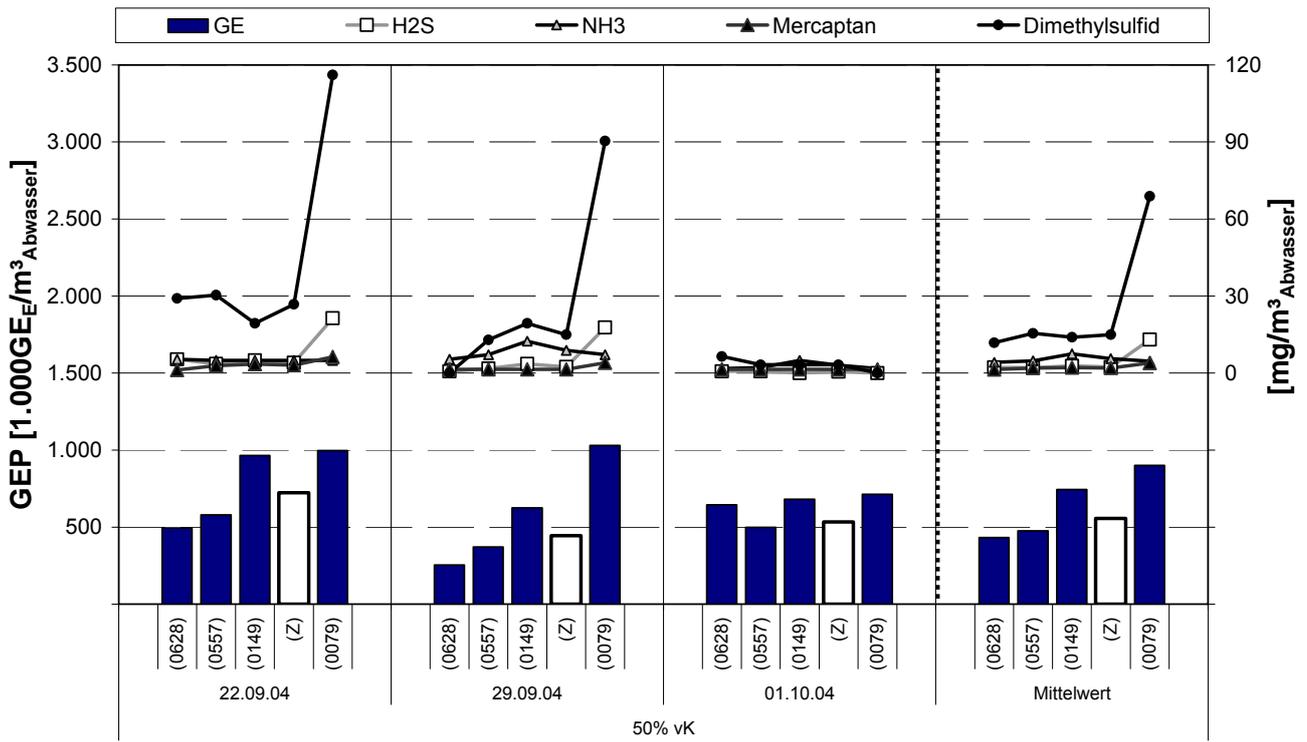


Abb. 16.67: Ergebnisse der GEP-Analytik – Versuchsphase KRONOFLOC oberhalb der Kaskade (Gasanalytische GEP-Messung: 1,5 Minuten nach Betriebsbeginn)

16.13.9 Sonstige Messungen

Tab. 16.52: Abwasser- und Lufttemperatur zur Probenahmezeit

Datum	Abwassertemperatur [°C]				Lufttemperatur [°C]			
	0628	0557	0149	0079	0628	0557	0149	0079
10.05.2004	15,7	16,3	17,2	16,2	11,6	12,2	12,2	14,4
11.05.2004	16,4	16,3	17,6	16,5	15,7	12,0	12,7	13,1
12.05.2004	16,3	16,0	16,9	16,3	11,5	10,0	11,0	11,7
13.05.2004	15,7	16,1	16,9	16,3	11,0	11,5	11,8	13,6
14.05.2004	15,1	15,2	15,0	15,3	9,5	10,2	11,3	10,6
17.05.2004	17,1	17,3	18,1	17,6	16,6	15,9	17,3	21,7
24.05.2004	17,1	17,0	18,0	16,8	12,5	12,4	14,7	11,5
25.05.2004	17,1	17,0	18,2	17,0	16,1	16,5	17,0	16,8
26.05.2004	17,2	14,7	18,6	17,8	12,8	14,0	16,3	15,5
27.05.2004	16,6	16,6	18,1	17,1	12,7	15,4	15,0	15,5
28.05.2004	14,8	15,7	15,1	14,8	5,2	5,4	6,5	6,7
29.05.2004	18,6	--	20,0	20,0	23,0	--	25,7	25,8
01.06.2004	17,6	20,1	18,8	18,2	18,0	19,2	22,3	21,4
02.06.2004	18,2	18,3	20,1	18,7	20,0	22,4	21,9	22,0
04.06.2004	16,4	16,2	16,2	16,4	15,3	15,1	14,4	14,0
07.06.2004	18,2	18,3	19,9	--	19,7	21,7	23,0	--
08.06.2004	19,1	19,2	20,9	19,5	23,1	25,4	27,5	28,2
09.06.2004	19,6	20,0	21,9	20,2	25,4	27,4	30,0	30,6
11.06.2004	17,5	17,7	16,6	16,8	16,2	15,1	16,5	16,0
14.06.2004	17,7	18,0	19,4	18,5	15,1	17,7	21,0	20,8
15.06.2004	19,4	19,3	20,4	19,2	26,2	22,8	25,0	25,4
16.06.2004	18,4	18,0	19,6	18,5	15,1	15,6	17,8	17,9
17.06.2004	18,8	18,8	20,4	19,4	20,9	21,0	23,8	24,4
18.06.2004	17,4	17,0	16,9	17,1	15,2	15,2	14,7	14,6
21.06.2004	17,5	17,5	17,9	17,0	14,7	14,2	14,5	14,1
22.06.2004	17,7	18,0	18,8	17,6	16,3	16,7	16,8	16,4
24.06.2004	17,9	17,9	18,7	17,9	15,9	17,0	16,7	18,6
25.06.2004	17,6	17,2	16,2	16,4	13,2	14,5	14,5	13,7
28.06.2004	18,6	18,4	19,3	18,7	16,8	17,4	17,8	20,4
29.06.2004	--	18,6	19,2	18,5	--	19,5	23,3	22,4
30.06.2004	18,9	19,0	20,1	19,1	19,0	19,4	20,5	21,1
01.07.2004	19,0	18,9	19,4	18,9	18,6	18,3	18,4	20,4
02.07.2004	16,9	17,1	17,6	17,5	14,8	15,3	15,4	16,2
03.07.2004	19,7	19,2	19,3	19,5	20,7	18,2	19,8	17,6
12.07.2004	18,1	18,2	19,3	18,0	14,8	14,8	14,7	15,1
13.07.2004	18,1	17,8	18,7	18,0	13,7	13,6	14,2	15,1
14.07.2004	18,6	18,5	18,8	18,9	17,0	17,7	20,1	20,5
16.07.2004	18,1	17,8	17,6	17,7	17,7	17,4	17,3	18,1
26.07.2004	19,5	19,4	19,6	19,1	17,1	16,7	18,0	17,6
27.07.2004	18,9	19,0	19,7	19,2	16,0	17,0	20,0	20,3
29.07.2004	21,1	20,1	21,2	20,5	26,2	25,0	25,8	26,4
30.07.2004	16,8	17,4	18,6	17,7	--	--	--	--
02.08.2004	20,3	22,5	23,2	22,3	25,2	24,4	25,0	25,3
03.08.2004	19,5	18,0	18,8	--	20,7	25,8	26,8	--

Fortsetzung s. n. Seite

Fortsetzung der Tab. 16.52								
Datum	Abwassertemperatur [°C]				Lufttemperatur [°C]			
	0628	0557	0149	0079	0628	0557	0149	0079
09.08.2004	21,6	21,5	21,7	20,7	29,5	30,0	30,5	28,4
10.08.2004	20,7	21,4	22,6	20,6	28,0	29,4	29,0	28,6
12.08.2004	21,2	20,9	21,8	21,4	24,9	28,8	27,7	27,7
16.08.2004	20,6	20,4	20,7	20,3	19,6	21,8	21,0	21,4
17.08.2004	20,7	20,5	21,4	20,5	21,3	21,2	22,4	23,1
18.08.2004	21,0	20,9	21,8	20,9	23,0	23,0	25,8	27,0
19.08.2004	20,4	20,3	21,3	20,3	21,2	22,4	22,7	23,0
20.08.2004	18,0	17,9	18,1	17,9	18,0	16,0	16,0	16,5
23.08.2004	18,7	18,7	20,7	19,7	16,9	17,0	20,2	19,1
30.08.2004	20,0	20,2	21,3	20,0	17,7	19,0	19,7	19,6
31.08.2004	18,7	19,1	21,0	19,3	16,1	17,1	17,7	16,7
01.09.2004	18,4	18,5	20,0	19,0	13,2	14,5	14,7	15,8
02.09.2004	19,2	19,6	20,5	19,9	16,3	17,2	18,6	20,1
03.09.2004	18,0	19,2	19,3	19,1	13,4	13,2	13,3	13,2
04.09.2004	21,1	21,2	21,3	--	24,3	26,8	27,2	--
06.09.2004	20,5	20,6	21,1	--	20,3	21,7	22,6	--
08.09.2004	20,3	20,4	21,6	--	18,2	18,7	20,2	--
09.09.2004	20,2	19,3	20,6	20,3	18,7	19,6	21,0	21,3
10.09.2004	18,0	18,4	18,6	18,4	13,1	12,6	12,7	12,1
13.09.2004	20,0	19,7	19,9	19,8	18,2	17,9	18,5	19,3
14.09.2004	19,7	19,8	20,5	19,8	15,4	18,5	18,7	19,4
15.09.2004	19,1	19,3	20,1	18,2	16,3	16,3	17,5	18,7
16.09.2004	18,6	19,0	19,9	19,3	12,8	14,0	14,0	15,7
17.09.2004	19,0	17,8	17,3	17,3	8,3	7,6	7,6	7,2
18.09.2004	20,9	20,6	21,5	21,4	22,5	22,3	23,0	25,0
20.09.2004	19,3	19,4	20,3	19,6	14,8	15,6	15,7	16,1
21.09.2004	19,2	18,7	20,4	19,2	14,9	15,6	15,6	15,6
22.09.2004	18,3	18,7	19,7	18,8	14,4	14,5	14,5	14,9
27.09.2004	18,8	18,8	19,8	19,2	14,7	15,2	15,2	15,6
28.09.2004	19,1	19,0	20,4	--	16,5	16,9	16,9	--
29.09.2004	19,3	19,1	19,0	19,1	15,4	15,8	16,2	17,0
01.10.2004	17,5	17,8	17,9	17,4	12,0	13,2	13,0	12,8
04.10.2004	19,1	18,9	20,2	19,4	15,5	15,9	17,0	19,0
07.10.2004	18,2	18,7	20,1	19,0	12,6	14,1	14,8	16,2
13.10.2004	16,8	17,0	18,1	16,9	10,0	10,3	10,9	11,8
14.10.2004	17,2	17,9	17,9	17,5	12,8	12,1	11,6	12,8
15.10.2004	17,6	16,9	16,1	16,1	10,7	10,3	10,2	10,3
18.10.2004	16,6	17,2	18,2	17,4	10,8	11,9	12,6	12,8
19.10.2004	16,7	17,1	17,4	16,8	9,9	10,0	11,3	13,0
22.10.2004	--	--	--	--	--	--	--	--
23.10.2004	18,6	19,0	19,0	18,6	16,4	16,7	15,7	16,3
25.10.2004	17,9	18,5	19,9	18,5	16,2	17,2	17,8	15,5
26.10.2004	17,6	17,9	17,7	17,2	10,1	10,5	10,9	11,0
27.10.2004	16,2	16,8	17,4	17,0	8,4	8,5	9,8	10,4
02.11.2004	17,1	17,8	18,3	17,1	13,2	13,0	12,2	11,9

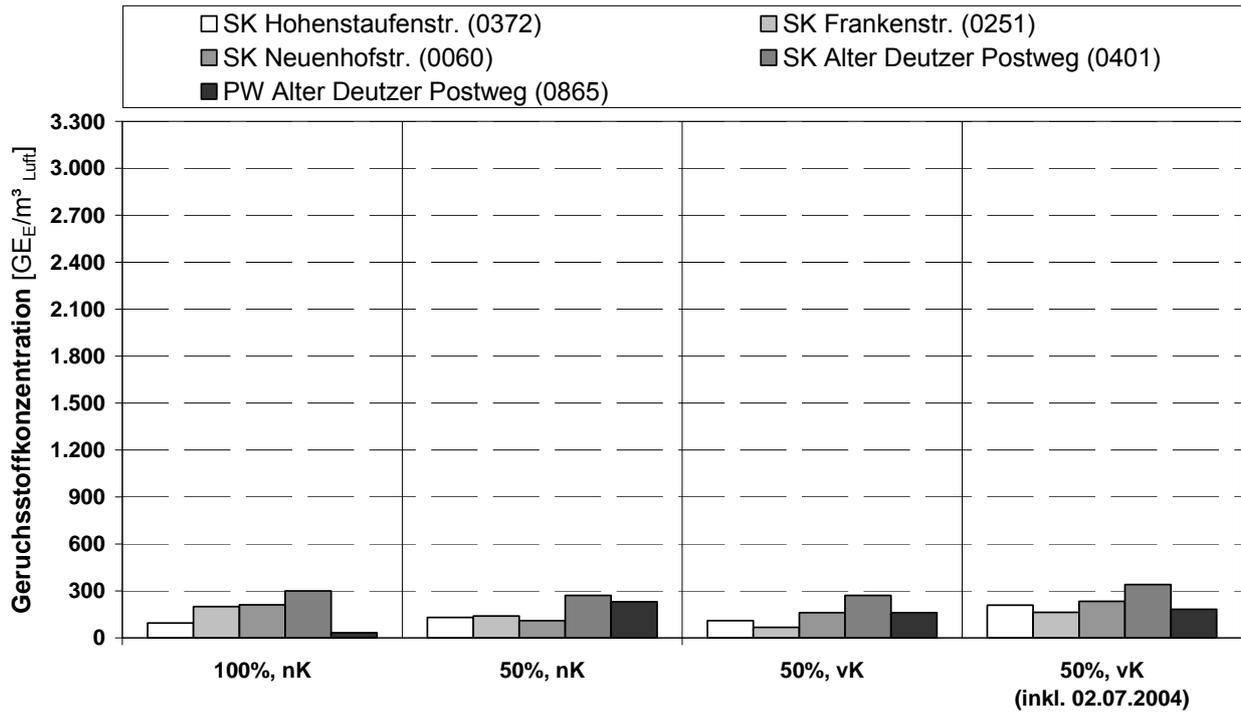


Abb. 16.68: Ergebnisse der olfaktometrischen Messungen in der Kanalluft der Zuläufe der Frankfurter Strasse – Versuchsphase NUTRIOX

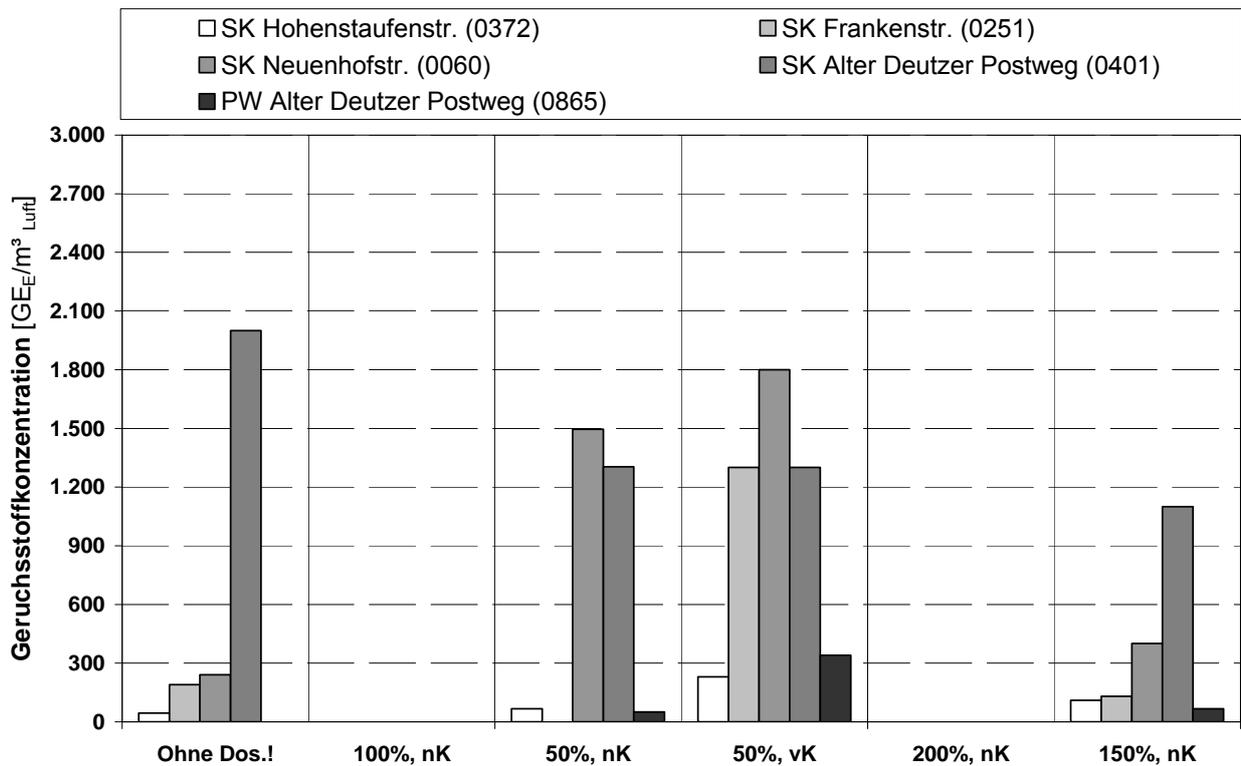


Abb. 16.69: Ergebnisse der olfaktometrischen Messungen in der Kanalluft der Zuläufe der Frankfurter Strasse – Versuchsphase KRONOFLOC

### 16.13.10 Informationen zur Bestimmung der optimalen Dosiermenge pro m<sup>3</sup> Abwasser

Bei der Ermittlung der pro m<sup>3</sup> Abwasser dosierten Mengen an NUTRIOX bzw. KRONOFLOC wurden die in der Tab. 16.53 sowie Tab. 16.54 aufgeführten Messdaten zu Grunde gelegt.

Tab. 16.53: *Mittlere Tages-Dosiermengen pro m<sup>3</sup> Abwasser in der NUTRIOX-Phase*

Dosierort	Dosierstärke	Wo-tag	Datum	Schacht 0079	Dosierstrom	Dosierstrom bezogen auf den zu behandelnden Abwasserstrom	Dosierstrom innerhalb der Dosierphase		
				Q [m <sup>3</sup> /d]			Q <sub>Dos</sub> [l/d]	Q <sub>Dos</sub> /Q <sub>0079</sub> [l/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert Q <sub>Dos</sub> /Q <sub>0079</sub> [l/m <sup>3</sup> ]
nach Kaskade	100%	Mo	24.05.2004	9.175	437	0,048			
nach Kaskade	100%	Di	25.05.2004	7.175	401	0,056			
nach Kaskade	100%	Mi	26.05.2004	9.280	308	0,033			
nach Kaskade	100%	Do	27.05.2004	8.914	415	0,047	<b>0,0478</b>	<b>0,0332</b>	<b>0,0559</b>
nach Kaskade	100%	Fr	28.05.2004	9.192	451	0,049			
nach Kaskade	100%	Sa	29.05.2004	8.623	417	0,048			
nach Kaskade	100%	Di	01.06.2004	9.309	483	0,052			
nach Kaskade	100%	Mi	02.06.2004	10.051	504	0,050			
nach Kaskade	50%	Do	03.06.2004	12.139	293	0,024			
nach Kaskade	50%	Sa	05.06.2004	12.746	258	0,020			
nach Kaskade	50%	Di	08.06.2004	10.729	267	0,025	<b>0,0225</b>	<b>0,0171</b>	<b>0,0249</b>
nach Kaskade	50%	Mi	09.06.2004	13.679	234	0,017			
nach Kaskade	50%	Mo	14.06.2004	10.640	248	0,023			
nach Kaskade	50%	Mi	16.06.2004	10.490	245	0,023			
nach Kaskade	50%	Do	17.06.2004	10.735	262	0,024			
vor Kaskade	50%	Sa	19.06.2004	12.699	314	0,025			
vor Kaskade	50%	Do	24.06.2004	13.420	247	0,018			
vor Kaskade	50%	Fr	25.06.2004	11.921	247	0,021	<b>0,0214</b>	<b>0,0184</b>	<b>0,0247</b>
vor Kaskade	50%	Sa	26.06.2004	11.506	254	0,022			
vor Kaskade	50%	Mi	30.06.2004	13.600	287	0,021			
vor Kaskade	50%	Mi	30.06.2004	13.600	287	0,021			

Tab. 16.54: Mittlere Tages-Dosiermengen pro m<sup>3</sup> Abwasser in der KRONOFLOC-Phase

Dosierort	Dosierstärke	Wo.-tag	Datum	Schacht 0079	Dosierstrom	Dosierstrom bezogen auf den zu behandelnden Abwasserstrom	Dosierstrom innerhalb der Dosierphase		
				Q [m <sup>3</sup> /d]			Q <sub>Dos</sub> [l/d]	Q <sub>Dos</sub> /Q <sub>0079</sub> [l/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert Q <sub>Dos</sub> /Q <sub>0079</sub> [l/m <sup>3</sup> ]
nach Kaskade	100%	Mo	09.08.2004	9.300	496	0,053	<b>0,0560</b>	<b>0,0489</b>	<b>0,0656</b>
nach Kaskade	100%	Fr	15.08.2004	7.836	496	0,063			
nach Kaskade	100%	Mo	16.08.2004	9.112	496	0,054			
nach Kaskade	100%	Di	17.08.2004	10.153	496	0,049			
nach Kaskade	100%	Sa	21.08.2004	7.560	496	0,066			
nach Kaskade	100%	Mo	23.08.2004	9.769	496	0,051			
nach Kaskade	50%	Di	31.08.2004	13.013	260	0,020	<b>0,0244</b>	<b>0,0200</b>	<b>0,0265</b>
nach Kaskade	50%	Mi	01.09.2004	11.331	260	0,023			
nach Kaskade	50%	Do	02.09.2004	10.211	260	0,025			
nach Kaskade	50%	Fr	03.09.2004	10.331	260	0,025			
nach Kaskade	50%	Sa	04.09.2004	9.827	260	0,026			
nach Kaskade	50%	Mo	06.09.2004	10.557	260	0,025			
nach Kaskade	50%	Mi	08.09.2004	10.505	260	0,025			
nach Kaskade	50%	Do	09.09.2004	10.321	260	0,025			
nach Kaskade	50%	Fr	10.09.2004	10.343	260	0,025			
vor Kaskade	50%	Di	28.09.2004	9.199	260	0,028	<b>0,0276</b>	<b>0,0220</b>	<b>0,0301</b>
vor Kaskade	50%	Mi	29.09.2004	11.817	260	0,022			
vor Kaskade	50%	Do	30.09.2004	9.050	260	0,029			
vor Kaskade	50%	Fr	01.10.2004	8.961	260	0,029			
vor Kaskade	50%	Sa	02.10.2004	8.651	260	0,030			
nach Kaskade	200%	Do	07.10.2004	8.927	1004	0,112	<b>0,1038</b>	<b>0,0834</b>	<b>0,1163</b>
nach Kaskade	200%	Fr	08.10.2004	9.751	1004	0,103			
nach Kaskade	200%	Sa	09.10.2004	8.634	1004	0,116			
nach Kaskade	200%	Do	21.10.2004	12.037	1004	0,083			
nach Kaskade	150%	Sa	23.10.2004	8.463	732	0,086	<b>0,0766</b>	<b>0,0653</b>	<b>0,0896</b>
nach Kaskade	150%	Mo	25.10.2004	11.213	732	0,065			
nach Kaskade	150%	Di	26.10.2004	10.469	732	0,070			
nach Kaskade	150%	Mi	27.10.2004	10.420	732	0,070			
nach Kaskade	150%	Fr	29.10.2004	10.392	732	0,070			
nach Kaskade	150%	Sa	30.10.2004	9.584	732	0,076			
nach Kaskade	150%	Mo	01.11.2004	8.167	732	0,090			
nach Kaskade	150%	Di	02.11.2004	8.712	732	0,084			
nach Kaskade	150%	Mi	03.11.2004	k.A.	732	--			