

## **Erläuterung zu den Messberichten der Ergo Umweltinstitut GmbH, Dresden**

- Anlass und Hintergrund für die erste Messung waren Beschwerden von Anwohnern neben dem Firmengelände der FRIWEIKA eG über Geruchsbelästigungen durch die Abluft des Küchentraktes in Weidensdorf
- Dort werden täglich in den frühen Morgenstunden ca. 700 bis 800 Essensportionen zubereitet
- Im ersten Messprotokolls (Berichts-Nr. B 06/0329) wurden maximale Belastung der Küchenabluft mit 1636 Geruchseinheiten (GE)/m<sup>3</sup> festgestellt (Tabelle 4-2 auf Seite 8 des Protokolls B 06/0329 vom 15. März 2006)
- Die Ermittlung der Messwerte erfolgte in allen Fällen nach DIN EN 13725
- Nach Vorliegen und Auswertung des Messberichtes wurde die FRIWEIKA eG durch die zuständigen Behörden beauftragt, die Belastung der Küchenabluft auf unter 500 GE/m<sup>3</sup> zu senken
- Nach Durchführung eines Auswahlverfahrens erhielt die IMPro GmbH den Auftrag, in der Dunstabzugshaube eine FATEX-UV-C-Anlage zur Reduzierung der Küchengerüche zu installieren
- Die Montage der FATEX-Anlage mit 2 Modulen á 4 x 110 W erfolgte am 18. und 19. Juli 2006
- Nach Abschluss der Arbeiten wurde eine weitere Messung nach o. g. DIN durchgeführt und ausgewertet
- Im Messbericht Nr. B 06/1226 vom 17. August 2006 wurde dazu ausgeführt, dass bei Messungen unter gleichen Rahmenbedingungen wie im März 2006 die Geruchskonzentration nunmehr maximal 162 GE/m<sup>3</sup> beträgt (Tabelle 6-2 auf Seite 12 des Berichts-Nr. B 06/1226 vom 17. August 2006)
- Dies entspricht einer Reduzierung der Geruchsbelastung in der Abluft durch die FATEX-Anlage der IMPro GmbH um mindestens 91%

Neudietendorf, 5. September 2006



Robert Rauschelbach  
Geschäftsführender Gesellschafter

## Messprotokoll

über Ermittlung von Geruchsstoffkonzentration  
und Gesamt-C in der Abluft des Küchentraktes  
der Friweika eG, Weidensdorf/Glauchau

Betreiber: Friweika eG  
Lipprandiser Str. 27  
08373 Weidensdorf/Sachsen

Anlage: Großküche / Anlage zur Kartoffelveredlung

Art der Messung: Betriebliche Messung

Auftraggeber: Fa. Karsten Döring  
Unterer Gutsweg 8  
09471 Königswalde

Kundennummer: 2678

Auftragsnummer: AN: 06/0329

Tage der Messung: 09.03.2003

Berichtsumfang: 8 Seiten, 1 Anlage (3 Seiten)

Aufgabenstellung: Ermittlung der Geruchskonzentrationen und des  
Gesamtkohlenstoffgehaltes im Abluftstrom der  
Großküche

Nach DIN EN ISO/IEC 17025:2000 durch die  
DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH  
akkreditiertes Prüflaboratorium

Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde  
aufgeführten Prüfverfahren



Meßstelle nach §§ 26, 28 Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)

G:\APPLICAT\FuA\BERICHT4\2678\B06\_0329.DOC

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Formulierung der Messaufgabe .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Beschreibung der Probenahmestellen .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Mess- und Analysenverfahren, Geräte.....</b>	<b>4</b>
3.1	Abgasvolumenstrom.....	4
3.2	Abgastemperatur .....	4
3.3	Geruchskonzentration .....	4
3.4	Gesamt-C.....	7
<b>4</b>	<b>Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion .....</b>	<b>8</b>
4.1	Messergebnisse .....	8
4.2	Plausibilitätsprüfung .....	8

**Anlagenverzeichnis**

Anlage 1	Auswerteprotokolle der Olfaktometrie (3 Blatt)
----------	--

## 1 Formulierung der Messaufgabe

Im Abluftstrom des Küchentraktes der Friweika eG sind die mittlere Geruchsstoffkonzentration sowie der Gesamt-Kohlenstoffgehalt (Gesamt-C) durch Messung zu ermitteln. Dazu sind 3 Halbstundenmittelwerte während eines für die Anlage repräsentativen Betriebszustandes zu gewinnen. Weiterhin sind die Abgasrandbedingungen zu ermitteln. Die 3 Geruchsproben sind olfaktometrisch nach DIN EN 13725 auszuwerten.

### Messzeit

- 09.03.2006, 6:00 – 8:15 Uhr

### Messobjekte

- Geruchskonzentration
- Gesamt-C

### Versuchsteilnehmer:

- Herr Dipl.-Ing.(BA) A. Kiesevalter
- Herr K. Döring als Auftraggeber

## 2 Beschreibung der Probenahmestellen

Die Probenahmestelle wurde auf dem Spitzboden oberhalb des Küchentraktes eingerichtet. Sie befindet sich kurz hinter dem Saugzug des Abluftkanals auf der Druckseite, knapp unterhalb des Dachdurchtrittes. Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten war die Installation einer den Empfehlungen der VDI 4200 entsprechenden Messebene nicht möglich.

### Abmessung des Messquerschnittes:

- Kreisförmiger Querschnitt:  $d = 430 \text{ mm}$ ,  $A = 0,145 \text{ m}^2$
- Einlaufstrecke:  $0,1 \text{ m}$
- Auslaufstrecke:  $> 2 \text{ m}$

Die Probenahmen wurden auf einer Achse punktförmig durchgeführt. Für die Messkomponenten ist aufgrund der Anordnung nach Lüfter von einer guten Durchmischung und damit einer homogenen Verteilung der Konzentration auszugehen.

### 3 Mess- und Analysenverfahren, Geräte

#### 3.1 Abgasvolumenstrom

Messgerät:	Prandtl'sches Staurohr ( $\varnothing$ 8 mm, l = 600 mm) in Verbindung mit elektronischem Mikromanometer MEDM 500, Airflow
Messbereich:	0 ... 50 Pa
Messgenauigkeit:	bei 50 Pa besser $\pm$ 3,5 %

#### 3.2 Abgastemperatur

Messgerät:	Multifunktionsgerät testo 445,
Sensor:	Thermoelement Typ K
Messbereich:	- 200 ... + 300 °C
Messgenauigkeit:	Klasse 2 (0,3 °C oder 0,5 % vom Messwert)
Auflösung:	0,1 °C

#### 3.3 Geruchskonzentration

##### 3.3.1 Grundlage

Die Probenahme und Auswertung der Geruchsproben erfolgt als statische Probenahme entsprechend der Richtlinie DIN EN 13725.

##### 3.3.2 Probenahme

###### Probenahmeverfahren

Statische Probenahme aus der Raumluft, Lungenprinzip

Die Proben wurden jeweils durch über die Messzeit aufgeteilte Probenahmeimpulse gewonnen. Jeweils zwei über einen ca. 15-Minuten-Zeitraum gewonnene Proben wurden als Mischprobe ausgewertet.

###### Messplatzaufbau

Probenahmeeinrichtung:	Unterdruckprobennehmer Mannebeck Probenbeutel aus Nalophan (ECOMA) mit PTFE-Ventil, Volumen: 8 l
Lagerung/Transport	Konditionierte Lagerung in einem Pappkarton zur Vermeidung von Taupunktunterschreitungen. Unverzögerlicher Transport zum ERGO Labor. Maximale Zeit zwischen Probenahme und Auswertung etwa 4 Stunden.

## 3.3.3 Probenauswertung

## 3.3.3.1 Olfaktometer

Baujahr:	1979
Verdünnungsprinzip:	Interne Vorverdünnung Integrierte Stufenverdünnung
Regelmechanismus der Volumenströme:	Manuell
Optische Kontrolle der Stufeneinstellung:	Ja: Messrohre
Überschussauslass für Probenluft:	Ja
Material der gasführenden Teile	PTFE, Glas, nichtrostender Stahl
Anzahl der Riechplätze	1
Gestaltung Olfaktometerausgang:	V4A Riechmaske mit Gesichtsanpassung
Datum der letzten Kalibrierung:	10/2005
Volumenstrom des Olfaktometerausganges:	>1,2 m <sup>3</sup> /h
Art und Aufbereitung der Verdünnungsluft	Synth. Luft, keine Aufbereitung
größte einstellbare Verdünnungszahl:	900 (mit Vorverdünnung bis 120000)
kleinste einstellbare Verdünnungszahl:	4
Standardabweichung beim Einstellen der Stufen:	15%
Stufensprung	max. 2
Befeuchtungseinrichtung für Neutral- luft/Riechprobe:	Nein
Ansprechzeit	< 1 s
Einstellzeit	< 1,5 s
Nachweisgrenze der olfaktometrischen Messein- richtung	10 GE/m <sup>3</sup>
Standardgeruchsstoff n-Butanol	Konzentration: 17,4 ppm ± 5% Hersteller: Linde AG Datum: 08.06.2005 Stabilität: 24 Monate
Häufigkeit der Überprüfung der Probanden mit Standardgeruchsstoff	Vor jeder Olfaktometrischen Auswertung
Eignung hinsichtlich Kriterien der DIN EN 13725	ja
Spezielle Maßnahmen zur Qualitätssicherung	Ringversuch OLFATEC 2003 und 2005 mit 4 Geruchsstoffen, davon jeweils 4 erfolgreich bestanden

## 3.3.3.2 Probandenkollektiv

Die Probanden sind mit Standardgeruchsstoff n-Butanol entsprechend DIN EN 13725 und Schwefelwasserstoff überprüft.

Tabelle: Ergebnisse des n-Butanol-Tests

Name des Probanden	Mittlere Geruchsschwelle n-Butanol (letzte 10 Prüfungen) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Geruchsschwelle n-Butanol am 09.03.06 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Standardabweichung letzte 10 Schwellenschätzungen ITE
1 (Va)	116	145	1,3
2 (Ri)	116	132	1,3
3 (Kö)	137	145	1,2
4 (Hen)	126	145	1,2

Die Prüfer 1 bis 4 erfüllen die nach DIN EN 13725 geforderten Kriterien:

- Kriterium I: Bezugswert n-Butanol:  $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (EROM)  $62 \mu\text{g}/\text{m}^3 \leq 10^{\text{ITE}} \leq 246 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Kriterium II: : Standardabweichung letzte 10 Schwellenschätzungen  $10^{\text{ITE}} \leq 2,3$  (messtechnischer Werdegang)

Tabelle: Ergebnisse des H<sub>2</sub>S-Tests

Name des Probanden	Geruchsschwelle H <sub>2</sub> S in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Datum
1 (Va)	1,9	27.01.2005
2 (Ri)	1,4	28.09.2005
3 (Kö)	1,6	23.09.2005
4 (He)	1,8	23.09.2005

Die Prüfer 1 bis 4 liegen innerhalb der für den Bezugswert H<sub>2</sub>S geforderten Kriterien:  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3 \leq 10^{\text{ITE}} \leq 2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Prüfung 2 x pro Jahr).

## 3.3.3.3 Auswerteverfahren

Versuchsleiter:	Frau Hentschel
Darbietung der Geruchsproben:	Limitverfahren
Methode:	„Ja/Nein-Verfahren“
Dauer des einzelnen Reizes:	max. 10 sec
Dauer der Pause zwischen den einzelnen Reizen:	Ca. 20 sec
Zahl der Darbietungen in einer Verdünnungsreihe:	2 – 5
Stufung der Verdünnungsreihe:	max. Stufensprung 2
Zahl der Nullproben in einer Verdünnungsreihe:	1-2
Zahl der Durchgänge pro Probe:	2
Dauer der Pause zwischen zwei Proben:	> 30 min

### 3.4 Gesamt-C

#### 3.4.1 Messverfahren:

Flammen-Ionisations-Detektor (FID) entsprechend DIN EN 12619

#### 3.4.2 Analysator:

Gesamtkohlenwasserstoff Analysator, Modell TESTA 123

Messbereich 0 – 100 ppm

Gerät eignungsgeprüft: ja

#### 3.4.3 Messplatzaufbau:

- Entnahmesonde:
  - unbeheizt/beheizt auf:
- Staubfilter: Metallgazefilter, unbeheizt
- Probegasleitung vor Gasaufbereitung:
  - unbeheizt/beheizt auf: 180 °C
  - Länge: 18 m
- Werkstoffe der gasführenden Teile: Edelstahl, PTFE
- Messgasaufbereitung: keine

#### 3.4.4 Überprüfen der Gerätekenlinie mit folgenden Prüfgasen:

- Nullgas: Umgebungsluft über Aktivkohlekartusche
- Prüfgas C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>: 90,8 + ± 2 % mg/m<sup>3</sup> Propan , Rest synth. Luft  
Hersteller: Linde Gas AG, Herstelldat.: 25.01.2006  
Stabilitätsgarantie: 12 Monate; Zertifiziert durch:  
Linde Gas AG (Analysezertifikat für Prüfgas Kl. 1)



## 4 Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion

### 4.1 Messergebnisse

Tabelle 4-1 Abgasrandbedingungen

Parameter	Lüfterstufe 1	Lüfterstufe 2
Luftdruck	975 mbar	
Ablufttemperatur	27,3	26,5
Abluftfeuchte	< 15 g/Nm <sup>3</sup>	< 15 g/Nm <sup>3</sup>
Abluftgeschwindigkeit	3,6 m/s	8,5 m/s
Abluftvolumenstrom	1.880 m <sup>3</sup> /h i.B.	4.440 m <sup>3</sup> /h i.B.

Tabelle 4-2 Ergebnisse der Geruchsmessungen am 09.03.2006

Probe	Probenahmezeit	Geruchsstoffkonzentration	Geruchsstoffstrom
1	6:05 – 6:38 Uhr	1.636 GE/m <sup>3</sup>	7,26 MGE/h
2	6:40 – 7:05 Uhr	136 GE/m <sup>3</sup>	0,60 MGE/h
3	7:10 – 7:30 Uhr 8:05 – 8:15 Uhr	196 GE/m <sup>3</sup>	0,87 MGE/h


Tabelle 4-3 Ergebnisse Gesamt-C am 09.03.2006

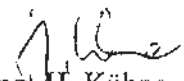
Probe	Probenahmezeit	Konzentration	Massenstrom
1	6:00 – 6:30 Uhr	2,4 mg/m <sup>3</sup>	0,009 kg/h
2	6:30 – 7:00 Uhr	1,7 mg/m <sup>3</sup>	0,007 kg/h
3	7:00 – 7:15 Uhr	1,3 mg/m <sup>3</sup>	0,005 kg/h
4	7:45 – 8:05 Uhr	2,3 mg/m <sup>3</sup>	0,009 kg/h

### 4.2 Plausibilitätsprüfung

Die Messergebnisse werden ausgehend von bestehenden Erfahrungen als plausibel eingeschätzt. Die Unterschiede zwischen der 1. sowie 2. und 3. Probe ergeben sich mit hoher Wahrscheinlichkeit aus den Arbeiten und Kochprozeduren in der Küche. Die offensichtlich emissionsintensiven Arbeitsgänge spiegeln sich in der ersten Probe wider. In der 3. Probe wurde ein Bratvorgang erfasst.

Die einzelnen Arbeitsschritte sind im Messwertverlauf erkennbar, die Gesamtkohlenstoffkonzentration kann aber als vergleichsweise gering eingeschätzt werden. Eine Korrelation zur Geruchskonzentration ist nicht erkennbar.

  
Dipl.-Ing. (BA) A. Kiesewalter  
Bearbeiter

  
Dipl.-Ing. H. Kühne  
Verantwortlicher der Messstelle

**Anlage 1**

Auswerteprotokolle Olfaktometrie





**Probenbezeichnung:** Probe 3  
**Datum / Uhrzeit Probenahme:** 09.03.06; 07:10 Uhr bis 07:30 Uhr / 08:05 Uhr - 08:15 Uhr  
**Datum / Uhrzeit Auswertung:** 09.03.06; 11:20 Uhr bis 11:45 Uhr  
**Raumtemperatur:** 24°C  
**rel. Luftfeuchte:** 34%  
**Bemerkungen:**

Laufindex & der Darbietung A1, 8 bar	Umschlagpunkt																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Volumenstrom Neutralluft $V_{N0}$ (m³/h)	1,300	1,500	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
<b>Skalenteile A1</b>	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
Volumenstrom Probenluft $V_{p0}$ (m³/h)	0,9020	0,9031	0,9044	0,9057	0,9070	0,9083	0,9106	0,9124	0,9142	0,9162	0,9184	0,9207	0,9230	0,9253	0,9276	0,9296	0,9316	0,9335	0,9355
Verdünnungszahl $Z_v = 1 + (V_{N0}/V_{p0})$	901	581,65	410,69	316,79	258,14	205,55	170,81	146,16	127,76	112,11	98,83	87,96	79,26	72,45	66,22	61,81	58,96	54,73	51,70
$\lg Z_v$	2,9547	2,7647	2,6129	2,5003	2,4119	2,333	2,263	2,165	2,106	2,050	1,995	1,944	1,898	1,858	1,821	1,791	1,763	1,738	1,714
$\text{Spf. } \lg Z_v + \lg Z_{01}$	2,9547	2,7647	2,6129	2,5000	2,4119	2,333	2,233	2,165	2,106	2,050	1,995	1,944	1,899	1,855	1,821	1,791	1,763	1,736	1,714
Umschlagpunkt ( $\lg Z_v + 0,5 \lg Z_v + \lg Z_{01}$ )	2,660	2,669	2,557	2,456	2,362	2,273	2,189	2,136	2,078	2,022	1,970	1,922	1,879	1,840	1,806	1,777	1,751	1,726	
Probend n=1 bis N Messreihe $W_{p1}$ bis $W_{pn}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<b>Durchgang 1</b>																			
Kö				0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ri							0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Va				0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Schr							0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Geometrisches Mittel der Werte $\lg Z_{ITE}$ und $Z_{ITE}$ Probanden 1. Durchgang																			
1. Auslese																			
$Z_{ITE} [\text{GE}/\text{m}^3]$																			
$\Delta Z$																			
2. Auslese																			
$Z_{ITE} [\text{GE}/\text{m}^3]$																			
$\Delta Z$																			
Geometrisches Mittel der Werte $\lg Z_{ITE}$ und $Z_{ITE}$ Probanden 2. Durchgang																			
1. Auslese																			
$Z_{ITE} [\text{GE}/\text{m}^3]$																			
$\Delta Z$																			
2. Auslese																			
$Z_{ITE} [\text{GE}/\text{m}^3]$																			
$\Delta Z$																			

Auslesekriterium:  $-5 \leq \Delta Z \leq 5$

Korrekturfaktor Olfaktometer 1,1 x 180 GE/m³ = 198 GE/m³

Probend n=1 bis N Messreihe $W_{p1}$ bis $W_{pn}$	Umschlagpunkt																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<b>Durchgang 2</b>																			
Kö				0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ri						0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Va				0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Schr							0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Geometrisches Mittel der Werte $\lg Z_{ITE}$ und $Z_{ITE}$ Probanden 2. Durchgang																			
1. Auslese																			
$Z_{ITE} [\text{GE}/\text{m}^3]$																			
$\Delta Z$																			
2. Auslese																			
$Z_{ITE} [\text{GE}/\text{m}^3]$																			
$\Delta Z$																			

Auslesekriterium:  $-5 \leq \Delta Z \leq 5$

Korrekturfaktor Olfaktometer 1,1 x 178 GE/m³ = 196 GE/m³

Versuchsleiter 

## Messbericht

### über die Ermittlung von Geruchsstoffkonzentration und Gesamt-C in der Abluft des Küchentraktes der Friweika eG, Weidendorf/Glauchau nach Umbau

Betreiber:	Friweika eG Lipprandiser Str. 27 08373 Weidendorf/Sachsen
Anlage:	Großküche / Anlage zur Kartoffelveredlung
Art der Messung:	Messung nach Einbau einer Ozonierungsanlage zur Geruchsminderung
Auftraggeber:	Fa. Karsten Döring Unterer Gutsweg 8; 09471 Königswalde
Kundennummer:	2678
Auftragsnummer:	AN: 06/1226
Tage der Messung:	02.08.2006
Berichtsumfang:	12 Seiten, 1 Anlage (3 Seiten)
Aufgabenstellung:	Ermittlung der Geruchskonzentrationen und des Gesamtkohlenstoffgehaltes im Abluftstrom der Großküche

Nach DIN EN ISO/IEC 17025:2000 durch die  
DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH  
akkreditiertes Prüflaboratorium

Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde  
aufgeführten Prüfverfahren



Meßstelle nach §§ 26, 28 Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)

G:\APPLICAT\FGA\BERICHT4\2678\B06\_1226.DOC

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Formulierung der Messaufgabe .....</b>	<b>4</b>
1.1	Auftraggeber .....	4
1.2	Betreiber .....	4
1.3	Standort .....	4
1.4	Anlage .....	4
1.5	Messzeit .....	4
1.6	Anlass der Messung .....	4
1.7	Aufgabenstellung .....	4
1.8	Messobjekte .....	4
1.9	Abstimmung Messplan .....	4
1.10	Versuchsteilnehmer .....	5
1.11	Beteiligung weiterer Institute .....	5
1.12	Fachlich Verantwortlicher .....	5
<b>2</b>	<b>Beschreibung der Anlage, gehandhabte Stoffe.....</b>	<b>5</b>
2.1	Art der Anlage .....	5
2.2	Beschreibung der Anlage .....	5
2.3	Beschreibung der Emissionsquellen .....	5
2.3.1	Emissionsquelle Würzproduktion .....	5
2.4	Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe .....	5
2.5	Betriebszeiten .....	6
2.5.1	Gesamtbetriebszeit .....	6
2.5.2	Emissionszeit .....	6
2.6	Einrichtungen zur Erfassung und Minderung der Emissionen .....	6
2.6.1	Einrichtungen zur Erfassung der Emissionen .....	6
2.6.2	Einrichtungen zur Minderung der Emission .....	6
<b>3</b>	<b>Beschreibung der Probenahmestellen .....</b>	<b>6</b>
3.1	Lage des Messquerschnitts .....	6
3.2	Durchmesser und Abmessungen des Messquerschnitts .....	6
3.3	Anzahl der Messachsen und Lage der Messpunkte im Messquerschnitt .....	7
<b>4</b>	<b>Mess- und Analysenverfahren, Geräte.....</b>	<b>7</b>
4.1	Ermittlung der Abgasrandbedingungen .....	7
4.1.1	Strömungsgeschwindigkeit .....	7
4.1.2	Statischer Druck .....	7
4.1.3	Luftdruck .....	7
4.1.4	Abgastemperatur .....	7
4.1.5	Wasserdampf im Abgas .....	7
4.1.6	Abgasdichte .....	7
4.2	Kontinuierliche Messverfahren .....	8
4.2.1	Messkomponente: Gesamt-C .....	8
4.3	Diskontinuierliche Messverfahren .....	8
4.3.1	Geruchsemissionen .....	8
<b>5</b>	<b>Betriebszustand der Anlage während der Messungen .....</b>	<b>11</b>

<b>6</b>	<b>Zusammenstellung der Messergebnisse .....</b>	<b>11</b>
6.1	Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen .....	11
6.2	Messergebnisse .....	12
6.3	Plausibilitätsprüfung .....	12

### **Anlagenverzeichnis**

Anlage 1      Auswerteprotokolle der Olfaktometrie (8 Blatt)



## 1 Formulierung der Messaufgabe

### 1.1 Auftraggeber

Friweika eG  
Lipprandiser Str. 27  
08373 Weidendorf/Sachsen

### 1.2 Betreiber

siehe 1.1

### 1.3 Standort

Die Anlage befindet sich auf dem Werksgelände der Friweika eG. Es handelt sich um den Küchentrakt im Verwaltungsgebäude; siehe 1.1

### 1.4 Anlage

Einordnung nach 4. BImSchV nicht bekannt.

### 1.5 Messzeit

02.08.2006 ca. 6:20 Uhr - 9:10 Uhr (Probenahme)  
02.08.2005 ca. 12:00 Uhr - 13:30 Uhr (Auswertung)

### 1.6 Anlass der Messung

Messung nach Umbau an der Abluftanlage. Eine Messanordnung seitens der Behörde liegt dem Messinstitut nicht vor.

### 1.7 Aufgabenstellung

Im Abluftstrom des Küchentraktes der Friweika eG sind die mittlere Geruchsstoffkonzentration sowie der Gesamt-Kohlenstoffgehalt (Gesamt-C) durch Messung zu ermitteln. Dazu sind 3 Halbstundenmittelwerte während eines für die Anlage repräsentativen Betriebszustandes zu gewinnen. Weiterhin sind die Abgasrandbedingungen zu ermitteln. Die 3 Geruchsproben sind olfaktometrisch nach DIN EN 13725 auszuwerten.

Die Messungen finden als 2. Messkampagne nach Einbau einer Ozonierungsanlage im Bereich der Ablufthauben zur Minderung der Geruchsemissionen statt.

### 1.8 Messobjekte

- Geruchskonzentration
- Gesamtkohlenstoff
- Abgasrandbedingungen

### 1.9 Abstimmung Messplan

Der Messplan wurde der zuständigen Behörden (RP Chemnitz, Umweltfachbereich, Ref. 6.2.4) in Form einer Mitteilung über die Durchführung einer behördlich angeordneten Ermittlung am 20.07.2006 per Fax mitgeteilt.

### 1.10 Versuchsteilnehmer

#### Leiter des Messprogramms

Herr Kiesevalter

ERGO Umweltinstitut GmbH

#### Durchführung der Probenahme

Herr Kiesevalter

Herr Jastram (Praktikant Ergo Umweltinstitut GmbH)

#### Sonstige eingesetzte Mitarbeiter

Probandenkollektiv der Ergo Umweltinstitut GmbH

### 1.11 Beteiligung weiterer Institute

keine

### 1.12 Fachlich Verantwortlicher

Herr Dipl.-Ing. H. Kühne

Telefon:

0351 / 3 36 86-14

e-Mail-Adresse:

kuehne@ergo-dresden.de

## 2 Beschreibung der Anlage, gehandhabte Stoffe

### 2.1 Art der Anlage

Die Einstufung der Anlage nach 4. BImSchV liegt dem Messinstitut nicht vor.

### 2.2 Beschreibung der Anlage

Bei der vermessenen Anlage handelt es sich um eine Großküche. Details zur Küchenausstattung liegen dem Messinstitut nicht vor. Die beim Kochen und Braten anfallenden Wrasen werden durch Ansaughauben erfasst und über einen Abluftventilator und nachfolgenden Kamin ins Freie gefördert.

Seit der letzten Messung (B06/0329) im März 2006 wurden in die Ansaughauben UV-Lampen eingebaut. Diese dienen dem Zweck der Ozonierung des Abluftstromes und damit der Geruchsminderung über den Weg der Oxidation bis zur Emission ins Freie.

### 2.3 Beschreibung der Emissionsquellen

#### 2.3.1 Emissionsquelle Würzproduktion

- Höhe über Grund: ca. 12 m
- Austrittsfläche: 0,159 m<sup>2</sup>
- Rechtswert/Hochwert: nicht bekannt
- Bauausführung: Edelstahlschornstein

### 2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe

Rohstoffe entsprechend Rezeptur

## 2.5 Betriebszeiten

### 2.5.1 Gesamtbetriebszeit

Küchenbetriebszeit in der Regel täglich etwa zwischen 6.00 und 12.00 Uhr

### 2.5.2 Emissionszeit

Die Emissionszeit entspricht im Wesentlichen der Betriebszeit.

## 2.6 Einrichtungen zur Erfassung und Minderung der Emissionen

### 2.6.1 Einrichtungen zur Erfassung der Emissionen

#### 2.6.1.1 Anlage zur Emissionserfassung

Die geruchsbeladene Abluft wird mittels Absaughauben erfasst und mittels Gebläse über einen Schornstein in die freie Atmosphäre abgeleitet.

#### 2.6.1.2 Erfassungselement

Saugzugventilator

#### 2.6.1.3 Ventilatorkenndaten

nicht bekannt

### 2.6.2 Einrichtungen zur Minderung der Emission

Ozonierungsanlage des Typs FATEX, direkt in den Ansaughauben integriert.

Hersteller: Fa. IMPro GmbH, 99192 Neudietendorf-Kornhochheim

Typ: FATEX

techn. Daten: 8 UV-Röhren ( $\lambda=254$  nm) á 110 W

## 3 Beschreibung der Probenahmestellen

### 3.1 Lage des Messquerschnitts

Der Messquerschnitt befand sich im Schornstein über Dach, kurz vor Eintritt in den Diffusor. Eine derartige Anordnung wurde vom Auftraggeber zur Einhaltung der notwendigen Verweilzeiten vorgeschlagen.

### 3.2 Durchmesser und Abmessungen des Messquerschnitts

Durchmesser:  $\varnothing$  450 mm

Einlaufstrecke: > 4000 mm  $A=0,159$  m<sup>2</sup>

Auslaufstrecke: ca. 500 mm

Der Messort entspricht nicht den Vorgaben der VDI 4200. Der Messort ist trotz kurzer Auslaufstrecken als geeignet für die Messaufgabe anzusehen. Der kurz vor Austritt angeordnete Messquerschnitt repräsentiert die Abgaszusammensetzung unmittelbar vor der Emission und wird damit der Aufgabenstellung insbesondere hinsichtlich der Geruchsbeurteilung gerecht.

### 3.3 Anzahl der Messachsen und Lage der Messpunkte im Messquerschnitt

Die Probenahmen erfolgten als Punktmessungen in der Mitte des Messquerschnittes, weil der Messquerschnitte  $< 0,2 \text{ m}^2$  ist.

## 4 Mess- und Analysenverfahren, Geräte

### 4.1 Ermittlung der Abgasrandbedingungen

#### 4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit

Klimamessgerät i. V. m Flügelradanemometer

Typ: 445  
Hersteller: Testo GmbH  
Messbereich: 0,3...20 m/s  
Genauigkeit:  $\pm 0,1 \text{ m/s}$

Die Geschwindigkeitsmessungen erfolgte abweichend von Pkt. 3.3 auf 4 Messpunkten auf der verfügbaren Messachse. Wahl der Netzpunkte nach VDI 4200.

Die Messungen erfolgten stichprobenartig 3-fach.

#### 4.1.2 Statischer Druck

Nicht gemessen

#### 4.1.3 Luftdruck

Dosenbarometer

Hersteller: Feingerätebau Fischer, Drebach/Erzgebirge  
Typ: 104

#### 4.1.4 Abgastemperatur

Thermoelement Ni-CrNi mit Anzeigegerät

Typ: GTH 1200  
Hersteller: Greisinger electronic  
Messbereiche: 0...700 °C  
Genauigkeit:  $\pm 0,5 \text{ °C}$

#### 4.1.5 Wasserdampf im Abgas

Klimamessgerät i. V. m kapazitivem Feuchtefühler

Typ: 445  
Hersteller: Testo GmbH  
Messbereich: 0...100 % rF  
Genauigkeit:  $\pm 0,1\% \text{ rF}$

#### 4.1.6 Abgasdichte

Nicht zutreffend

## 4.2 Kontinuierliche Messverfahren

### 4.2.1 Messkomponente: Gesamt-C

#### 4.2.1.1 Messverfahren:

Flammen-Ionisations-Detektor (FID) entsprechend DIN EN 12619

#### 4.2.1.2 Analysator:

Gesamtkohlenwasserstoff Analysator, Modell TESTA 123

Messbereich 0 – 100 ppm

Gerät eignungsgeprüft: ja

#### 4.2.1.3 Messplatzaufbau:

- Entnahmesonde:
  - unbeheizt/beheizt auf:
- Staubfilter: Metallgazefilter, unbeheizt
- Probegasleitung vor Gasaufbereitung:
  - unbeheizt/beheizt auf: 180 °C
  - Länge: 18 m
- Werkstoffe der gasführenden Teile: Edelstahl, PTFE
- Messgasaufbereitung: keine

#### 4.2.1.4 Überprüfen der Gerätekenlinie mit folgenden Prüfgasen:

- Nullgas: Umgebungsluft über Aktivkohlekartusche
- Prüfgas C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>: 90,8 ± ± 2 % mg/m<sup>3</sup> Propan, Rest synth. Luft  
Hersteller: Linde Gas AG; Herstelldat.: 25.01.2006  
Stabilitätsgarantie: 12 Monate; Zertifiziert durch:  
Linde Gas AG (Analysezertifikat für Prüfgas Kl. 1)

## 4.3 Diskontinuierliche Messverfahren

### 4.3.1 Geruchsemissionen

#### 4.3.1.1 Grundlage

Die Probenahme und Auswertung der Geruchsproben erfolgt als statische Probenahme entsprechend der Richtlinie DIN EN 13725.

## 4.3.1.2 Probenahme

Probenahmeverfahren

Statische Probenahme, Lungenprinzip. Dauer einer Messreihe ca. 30 Minuten. Es wurden jeweils 2 Geruchsbeutel mit einer Probenahmedauer von ca. 15 Minuten zu einer Mischprobe vereinigt.

Messplatzaufbau

Probenahmeeinrichtung: Unterdruckprobenehmer Eigenbau unter Verwendung einer externen, regelbaren Pumpe (DESAGA)

Entnahmesonde aus PTFE, ca. 250 mm lang

Probenbeutel aus Nalophan (ECOMA) mit PTFE-Ventil, Volumen: 8 l

## Lagerung/Transport

Konditionierte Lagerung in einem Pappkarton in der Produktionshalle zur Vermeidung von Taupunktunterschreitungen. Unverzögerlicher Transport zum ERGO Labor. Maximale Zeit zwischen Probenahme und Auswertung etwa 6 Stunden

## 4.3.1.3 Olfaktometer

## Olfaktometer

Baujahr:	1979
Verdünnungsprinzip:	Interne Vorverdünnung Integrierte Stufenverdünnung
Regelmechanismus der Volumenströme:	Manuell
Optische Kontrolle der Stufeneinstellung:	Ja: Messrohre
Überschussauslass für Probenluft:	Ja
Material der gasführenden Teile	PTFE, Glas, nichtrostender Stahl
Anzahl der Riechplätze	1
Gestaltung Olfaktometerausgang:	V4A Riechmaske mit Gesichtsanpassung
Datum der letzten Kalibrierung:	11/2005
Volumenstrom des Olfaktometerausganges:	>1,2 m <sup>3</sup> /h
Art und Aufbereitung der Verdünnungsluft	Synth. Luft, keine Aufbereitung
größte einstellbare Verdünnungszahl:	900 (mit Vorverdünnung bis 120000)
kleinste einstellbare Verdünnungszahl:	4
Standardabweichung beim Einstellen der Stufen:	15%
Stufensprünge	max. 2
Befeuchtungseinrichtung für Neutralluft/Riechprobe:	Nein
Ansprechzeit	< 1 s
Einstellzeit	< 1,5 s

Nachweisgrenze der olfaktometrischen Messeinrichtung	10 GE/m <sup>3</sup>
Standardgeruchsstoff n-Butanol	Konzentration: 17,4 ppm ± 5% Hersteller: Linde AG Datum: 08.06.2005 Stabilität: 24 Monate
Häufigkeit der Überprüfung der Probanden mit Standardgeruchsstoff	Vor jeder Olfaktometrischen Auswertung
Eignung hinsichtlich Kriterien der DIN EN 13725	ja
Spezielle Maßnahmen zur Qualitätssicherung	Ringversuche OLFATEC 2003 und 2005 mit je 4 Geruchsstoffen, davon jeweils 4 erfolgreich bestanden

Das Olfaktometer ist nach DIN EN 13725 hinsichtlich Genauigkeit  $A_{od}$  und Instabilität  $I_d$  geeignet.

#### Ort der Probenauswertung

Lage und Beschreibung des Riechraums:	Heller und beheizter Raum, geruchsneutral
Klimatisierung:	Nein
Lüftung:	Freie Lüftung
Maximale Temperaturschwankung:	± 2 °C

#### 4.3.1.4 Probandenkollektiv

##### Ergebnisse des Langzeittests für n-Butanol am 02.08.06

Name des Probanden	Mittlere Geruchsschwelle n-Butanol in µg/m <sup>3</sup>	Geruchsschwelle n-Butanol am 27.01.05 in µg/m <sup>3</sup>	Standardabweichung letzte 10 – 20 Schwellenschätzungen ITE
1 (Mü)	148	120	1,2
2 (Va)	153	117	1,2
3 (Kie)	153	117	1,2
4 (Ste)	132	90	1,2

Die Prüfer 1 bis 4 erfüllen die nach DIN EN 13725 geforderten Kriterien:

- Kriterium I: Bezugswert n-Butanol: 123 µg/m<sup>3</sup> (EROM)  $62 \mu\text{g}/\text{m}^3 \leq 10^{\text{ITE}} \leq 246 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Kriterium II: : Standardabweichung letzte 10 Schwellenschätzungen  $10^{\text{SITF}} \leq 2,3$  (messtechnischer Werdegang)
- Probandenkollektiv: Je Einzelprobe ist entsprechend der DIN EN 13725 eine Doppelbestimmung (2 Durchgänge) durch 4 – 6 Prüfer nach Auslese (nachträgliche Prüfklassierung) ausgewertet worden.

**Ergebnisse des H<sub>2</sub>S-Tests**

Name des Probanden	Geruchsschwelle H <sub>2</sub> S in µg/m <sup>3</sup>	Datum
1 (Mü)	1,5	17.07.2006
2 (Va)	1,1	17.07.2006
3 (Kie)	1,0	28.07.2006
4 (Ste)	1,0	28.07.2006

Die Prüfer 1 bis 4 liegen innerhalb der für den Bezugswert H<sub>2</sub>S geforderten Kriterien:  
 $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3 \leq 10^{\text{VITE}} \leq 2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Prüfung 2 x pro Jahr)

**Auswerteverfahren**

Versuchsleiter:	Frau Hentschel
Darbietung der Geruchsproben:	Limitverfahren
Methode:	„Ja/Nein-Verfahren“
Dauer des einzelnen Reizes:	max. 10 sec
Dauer der Pause zwischen den einzelnen Reizen:	Ca. 20 sec
Zahl der Darbietungen in einer Verdünnungsreihe:	2 – 5
Stufung der Verdünnungsreihe:	max. Stufensprung 2
Zahl der Nullproben in einer Verdünnungsreihe:	1-2
Zahl der Durchgänge pro Probe:	2
Dauer der Pause zwischen zwei Proben:	> 30 min

**5 Betriebszustand der Anlage während der Messungen**

Der Küchenbetrieb wurde entsprechend des Messplanes realisiert. Die Arbeitsgänge sind wie folgt zu beschreiben.

- Gulasch anbraten
- Gulasch kochen
- Bratensoße zubereiten

Die Abluftreinigungsanlage war während der gesamten Zeit in Betrieb.

**6 Zusammenstellung der Messergebnisse****6.1 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen**

Die Betriebsbedingungen während der Messungen können als bestimmungsgemäß angesehen werden. Die Zielstellungen gemäß Aufgabenstellung bzw. Messplan wurden erfüllt. Die Vergleichbarkeit der Betriebszustände mit der Vormessung wird als gegeben angesehen, indem wiederum Brat- und Kochvorgänge betrachtet wurden.



## 6.2 Messergebnisse

Tabelle 6-1 Abgasrandbedingungen

Parameter	6:53 Uhr	8:12 <sup>1</sup>	9:10
Luftdruck	1002 mbar	1002	1002
Ablufttemperatur	28	28	28
Abluftfeuchte	50 % rF	50 %rF	50 %rF
Abluftgeschwindigkeit	11,1 m/s	9,3 m/s	9,2 m/s
Abluftvolumenstrom	6.360 m <sup>3</sup> /h i.B.	5.330 m <sup>3</sup> /h i.B.	5.270 m <sup>3</sup> /h i.B.

Tabelle 6-2 Ergebnisse der Geruchsmessungen am 02.08.2006

Probe	Probenahmezeit	Geruchsstoffkonzentration	Geruchsstoffstrom	Betriebszustand
1	6:23 – 6:52 Uhr	47 GE/m <sup>3</sup>	0,30 MGE/h	Gulasch anbraten
2	8:15 – 8:40 Uhr	98 GE/m <sup>3</sup>	0,52 MGE/h	Gulasch kochen
3	8:42 – 9:06 Uhr	162 GE/m <sup>3</sup>	0,85 MGE/h	Bratensoße zubereiten


Tabelle 6-3 Ergebnisse Gesamt-C am 02.08.2006

Probe	Probenahmezeit	Konzentration	Massenstrom
1	6:23 – 6:52 Uhr	3,0 mg/m <sup>3</sup>	0,017 kg/h
2	8:15 – 8:40 Uhr	2,2 mg/m <sup>3</sup>	0,011 kg/h
3	8:42 – 9:06 Uhr	2,5 mg/m <sup>3</sup>	0,012 kg/h

## 6.3 Plausibilitätsprüfung

Die Werte erscheinen in Anbetracht der geänderten Anlagenkonfiguration nach Einbau der Ozonierungsanlage plausibel. Die Geruchskonzentrationen sind geringer und die olfaktometrisch ermittelten Werte entsprechen auch dem vor Ort gewonnenen Eindruck einer etwas geringeren Geruchswirkung.

Die Gesamt-C-Konzentration entspricht dem Niveau der Vormessung, was angesichts der Wirkungsweise der UV-Lampe ebenfalls plausibel erscheint.

  
Dipl.-Ing. (BA) A. Kiesewalter  
Bearbeiter

  
Dipl.-Ing. H. Kühne  
Verantwortlicher der Messstelle

<sup>1</sup> Nach der ersten Geschwindigkeitsmessung wurde die Lüfterleistung etwas reduziert, um den Abluftvolumenstrom dem der Vormessung anzupassen.

**Anlagen – Protokolle Olfaktometrie**



**Probenbezeichnung: Probe 2.1**

Datum / Uhrzeit Probenahme: 02.08.2006; 8:15 Uhr bis 8:40 Uhr  
 Datum / Uhrzeit Auswertung: 02.08.2006; 12:30 Uhr bis 13:00 Uhr

Raumtemperatur: 24 °C  
 rel. Luftfeuchte: 34%

Bemerkungen:

-aufindex k der Darbietung v1, 6 bar	Nullproben																			Umschlagpunkt lg Z <sub>TE</sub>				
	A	B	C	D	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5		4	3	2	1
Volumenstrom Neutralluft V <sub>NL</sub> (m³/h)	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	1,375	
<b>Skalenteile A1</b>	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0					
Volumenstrom Probenluft V <sub>PL</sub> (m³/h)	0,0020	0,0031	0,0044	0,0057	0,0070	0,0088	0,0106	0,0124	0,0142	0,0162	0,0184	0,0207	0,0230	0,0253	0,0276	0,0296	0,0316	0,0335	0,0355					
Verdünnungszeit Z <sub>TE</sub> = 1 + (V <sub>NL</sub> /V <sub>PL</sub> )	588,5	448,55	313,5	242,23	197,43	157,25	130,72	111,89	97,83	85,88	75,73	67,43	60,78	55,35	50,92	47,45	44,51	42,04	39,73					
g Z <sub>TE</sub>	2,838	2,648	2,495	2,384	2,295	2,197	2,115	2,049	1,990	1,934	1,879	1,829	1,784	1,743	1,706	1,676	1,648	1,624	1,599					
30f. lg Z <sub>TE</sub> + lg Z <sub>TE</sub>	2,838	2,648	2,496	2,384	2,295	2,197	2,115	2,049	1,990	1,934	1,879	1,829	1,784	1,743	1,706	1,676	1,648	1,624	1,599					
Umschlagpunkt lg Z <sub>TE</sub> + 0,5 (lg Z <sub>TE</sub> + lg Z <sub>TE</sub> )	2,743	2,572	2,440	2,340	2,246	2,156	2,083	2,020	1,962	1,907	1,854	1,806	1,763	1,725	1,691	1,652	1,636	1,611						
Probend n=1 bis N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19					
<b>Durchgang 1</b>																								
MÜ	1						0	0	1	1	1		1				1							
VA	1									0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Kle	1						0	0	1	1	1	1		1										
Ste	1						0	0	1	1	1	1		1										
Geometrisches Mittel der Werte lg Z <sub>TE</sub> und Z <sub>TE</sub> Probanden 1. Durchgang																								
<b>Korrekturfaktor Offfaktor 90 GE/m³ x 1,1 = 99 GE/m³</b>																								
1. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	105																						
2. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	105																						
Δ Z		1,2																						
Umschlagpunkt		2,020																						
1. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	58																						
2. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	58																						
Δ Z		-1,6																						
Umschlagpunkt		1,763																						
1. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	105																						
2. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	105																						
Δ Z		1,2																						
Umschlagpunkt		2,02																						
1. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	105																						
2. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	105																						
Δ Z		1,2																						
Umschlagpunkt		2,02																						
1. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	90																						
2. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	90																						
Δ Z																								
Umschlagpunkt		1,952																						

Geometrisches Mittel der Werte lg Z<sub>TE</sub> und Z<sub>TE</sub> Probanden 1. Durchgang

Korrekturfaktor Offfaktor 90 GE/m³ x 1,1 = 99 GE/m³

Auslesekriterium: - 5 ≤ ΔZ ≤ 5

Probend n=1 bis N	Nullproben																			Umschlagpunkt lg Z <sub>TE</sub>				
	A	B	C	D	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5		4	3	2	1
<b>Durchgang 2</b>																								
MÜ	2						0	0	1	1	1													
VA	2									0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Kle	2						0	0	0	1	1	1												
Ste	2						0	0	1	1	1	1												
Geometrisches Mittel der Werte lg Z <sub>TE</sub> und Z <sub>TE</sub> Probanden 2. Durchgang																								
<b>Korrekturfaktor Offfaktor 87 GE/m³ x 1,1 = 96 GE/m³</b>																								
1. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	105																						
2. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	105																						
Δ Z		1,2																						
Umschlagpunkt		2,020																						
1. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	58																						
2. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	58																						
Δ Z		-1,5																						
Umschlagpunkt		1,763																						
1. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	92																						
2. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	92																						
Δ Z		1,0																						
Umschlagpunkt		1,962																						
1. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	105																						
2. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	105																						
Δ Z		1,2																						
Umschlagpunkt		2,02																						
1. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	87																						
2. Auslese	Z <sub>TE</sub> [GE/m³]	87																						
Δ Z																								
Umschlagpunkt		1,938																						

Geometrisches Mittel der Werte lg Z<sub>TE</sub> und Z<sub>TE</sub> Probanden 2. Durchgang

Korrekturfaktor Offfaktor 87 GE/m³ x 1,1 = 96 GE/m³

Auslesekriterium: - 5 ≤ ΔZ ≤ 5

Versuchsleiter

