

**Messtechnik und Messungen zur  
Bestimmung von Kohlenwasserstoffen auf  
Deponien und Biogasanlagen**

**DAS - IB GmbH  
LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

# **Messtechnik und Messungen zur Bestimmung von Kohlenwasserstoffen auf Deponien und Biogasanlagen**

**Internationale Bio- und Deponiegas Fachtagung  
in Weimar 28. / 29. IV. 2009**

**Rainer Hiemstra**

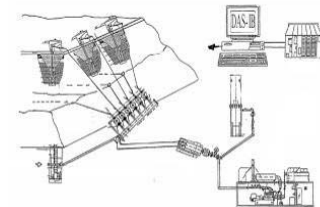
**DAS – IB GmbH, LFG- & Biogas - Technology, Kiel**

**DAS – IB GmbH  
LFG - & Biogas - Technology**

Biogas-, Klärgas- und Deponiegastechnologie:

- Beratung, Planung, Projektierung
- Schulung von Betriebspersonal
- Sachverständigentätigkeit u.a. nach § 29a BImSchG  
und öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger bei der IHK zu Kiel

Kaufm. Sitz:  
Flintbeker Str. 55  
D-24113 Kiel  
Techn. Sitz:  
Preetzer Str. 207  
D-24147 Kiel  
Tel.: # 49 / 431 / 534433 – 6  
u. - 8  
Fax.: # 49 / 431 / 534433 - 7  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)



## **1. Einleitung**

---

**Betrachtung auf CH<sub>4</sub> und mobile Messgeräte fokussiert**

### **Wesentliche Einsatzgebiete von CH<sub>4</sub> – Messgeräten:**

- **zum Personenschutz (bei Erstickungs- und Explosionsgefahr)**
- **Rohgasanalyse (Gasqualität zur Steuerung und Regelung von Verfahren oder Verfahrensschritten)**
  - stationär
  - mobil
- **Feststellung von Emissionen**
  - über Oberflächen
  - bei Leckagen

## **2. Messgerätetypen**

---

### **Stationäre Messgeräte:**

- **aus prozesstechnischen Gründen muss / sollte das Rohgas kontinuierlich oder zumindest in kurzen Abständen (diskontinuierlich) überwacht werden**
- **aus sicherheitstechnischen Gründen**

### **Mobile Messgeräte:**

- **Leckage Ortung**
- **Prozessbeurteilung (nur Momentaufnahme)**
- **Steuerung bzw. Regelung (nur Momentaufnahme)**
- **Sicherheit von u.a. Personen**

### 3. Messprinzipien

#### 1. Wärmeleitfähigkeit (WL)

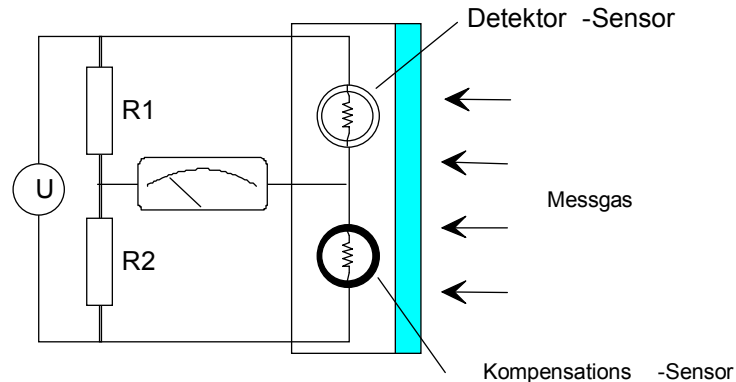


Abb. 1: Wärmeleitfähigkeit – Messprinzip [GfG, 1999]

Das Wärmeleitungsprinzip beruht auf der unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeit von Gasen und Dämpfen.

### **3. Messprinzipien**

---

#### **1. Wärmeleitfähigkeit (WL)**

**Anwendungsgebiet:**

**Rohgasanalyse zur Prozessüberwachung und - Steuerung**

**Vorteile:**

- **großer Messbereich (0 – 100 Vol.-%)**
- **Langlebigkeit (mind. > 5 Jahre)**
- **Kondensatunempfindlichkeit**
- **geringer Preis**

**Nachteile:**

- **geringe Selektivität**
- **hohe Querempfindlichkeit**

### 3. Messprinzipien

#### 2. Wärmetönung (WT)

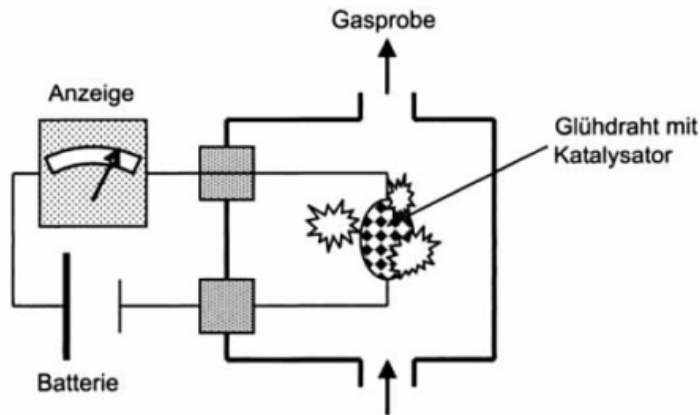


Abb. 2: Wärmetönung – Messprinzip [Jänchen et al, 2008]

Bei der Verbrennung des Gases mit Umgebungs-sauerstoff entsteht eine Wärmemenge, die zu einer Temperaturerhöhung des Sensors und damit zur Widerstandsänderung in einer Wheatstonesche Brücke führt. Es wird eine Spannung zwischen den Brückenzweigen messbar, die proportional der bei der Verbrennung freigesetzten Wärmemenge ist.

### **3. Messprinzipien**

---

#### **2. Wärmetönung (WT)**

**Anwendungsgebiet:**

**Sicherheit / Personen- und Explosionsschutz; z.B. Überwachung der unteren Explosionsgrenze CH<sub>4</sub> (100 % UEG entspricht 4,4 Vol.-% CH<sub>4</sub>)**

**Vorteile:**

- **Wirkprinzip ist sehr funktionssicher**

**Nachteile:**

- **Funktion nur möglich bei Anwesenheit von Sauerstoff (>15 Vol.-% O<sub>2</sub>)**
- **Große Empfindlichkeit des Katalysators gegenüber Katalysatorgifte (z.B. H<sub>2</sub>S, Silikone)**

### 3. Messprinzipien

#### 3. Infrarotabsorption (IR)

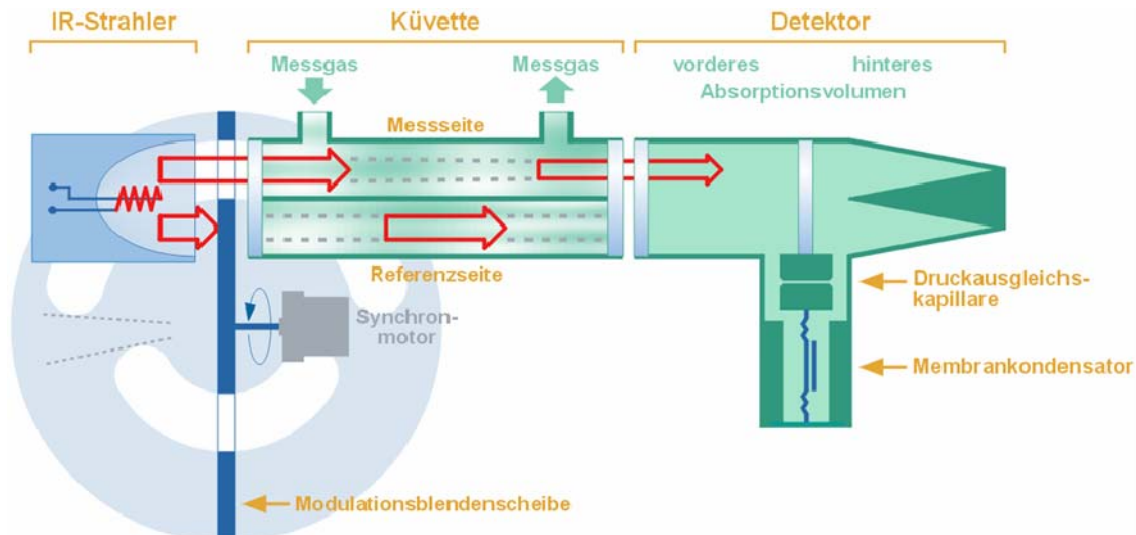


Abb. 3 Infrarotmessung – Messprinzip [SICK – MAIHAK, 2007 ]

Die Wirkweise basiert auf die Eigenschaft von hetero –atomigen Gasen (wie z.B: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub> etc.), Licht mit spezifischen Wellenlängen zu absorbieren. Hierdurch wird die Bestimmung eines Gases ermöglicht.



### **3. Messprinzipien**

#### **3. Infrarotabsorption (IR)**

##### **Anwendungsgebiet:**

**Rohgasanalyse zur Prozessüberwachung und – Steuerung, aber auch zur UEG CH<sub>4</sub> – Überwachung geeignet**

##### **Vorteile:**

- **hohe Selektivität**
- **geringe Querempfindlichkeit**
- **große Messgenauigkeit in sowohl kleinen Konzentrations- als auch großen Konzentrationsbereichen**

##### **Nachteile:**

- **nur hetero-atomige Gase**
- **Verschmutzung durch feinste Stäube, aerosole Fette**
- **Empfindlich gegen Kondensat / Wasser**

### 3. Messprinzipien

#### 4. Chemosorption / Gassensitiver Halbleiter (HL)

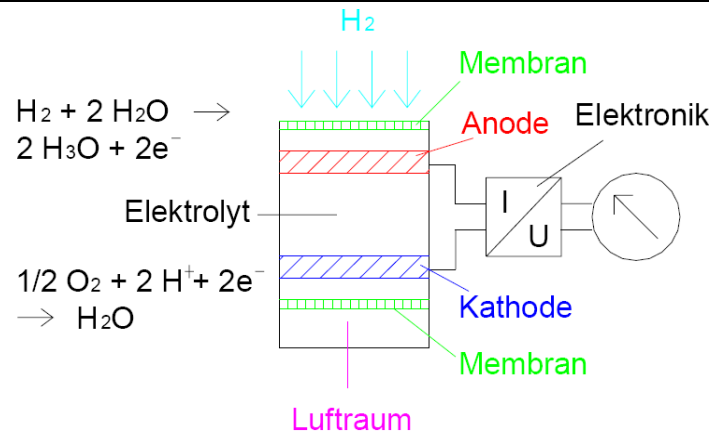


Abb. 4 Messprinzip für HL, hier Beispiel für H<sub>2</sub> Sensor [Kettinghaus, 2006]

Die Sensoren werden in einer Brückenschaltung integriert (kleines Element mit einer Wirkschicht aus z.B. dotiertem Zinnoxid). Die Wirkschicht wird erwärmt und Messgas wird aufgegeben. Befinden sich reduzierende Gase im Rohgas hat dieses zur Folge, dass der elektr. Widerstand der Schaltung sich ändert und daraufhin wird die entsprechende Konzentration des zu messenden Parameters ausgewertet.

### **3. Messprinzipien**

---

#### **4. Chemosorption / Gassensitiver Halbleiter (HL)**

**Anwendungsgebiet:**

**Sicherheit / Personen- und Explosionsschutz; z.B. Überwachung der unteren Explosionsgrenze CH<sub>4</sub> (100 % UEG entspricht 4,4 Vol.-% CH<sub>4</sub>).**

**Vorteile:**

- **kleine Bauweise mit geringem technischen Aufwand möglich**
- **auch mit anderen Messprinzipien kombinierbar**
- **preisgünstig**

**Nachteile:**

- **geringe Selektivität bzw. hohe Querempfindlichkeit**
- 4. nach Messungen von Gasen in hohen Konzentrationen, lange Rücklaufphase zum Nullpunkt**

### 3. Messprinzipien

#### 5. Flammenionisationsdetektion (FID)

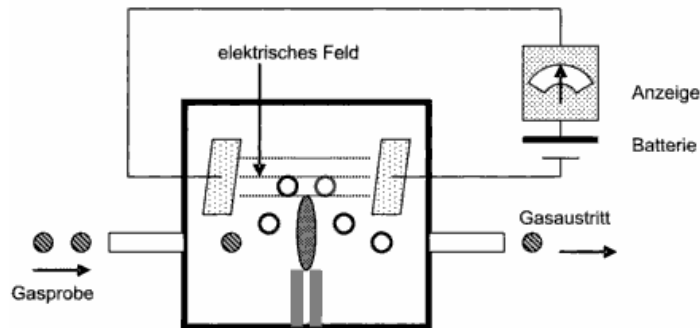


Abb. 5 FID – Messprinzip  
[Jänchen, 2008]

Im Verbrennungsofen des Messgerätes brennt eine Wasserstoffflamme in reiner, kohlenwasserstofffreier Luft, wenn kein Messgas zugeführt wird. Zwischen der Brennerdüse und einer in der Flamme hängenden Elektrode liegt dann eine Spannung an. So lange nur die reine Wasserstoffflamme brennt, bilden sich praktisch keine Ionen. Wird der Flamme Messgas zugeführt, entsteht infolge der Kohlenwasserstoffe im Messgas ein Ionenstrom. Dieser ist der Kohlenwasserstoff -Volumenkonzentration im Messgas proportional

### **3. Messprinzipien**

---

#### **5. Flammenionisationsdetektion (FID)**

##### **Anwendung:**

**fast ausschließlich zur Ermittlung der Kohlenwasserstoff – Emissionen über die Oberfläche von Deponien, Leckageortung bei Unterflur Gasleitungen und Gasfolienspeicher**

##### **Vorteile:**

- **geringe Querempfindlichkeiten auf CO und Feuchtigkeit**
- **kurze Freispülzeiten**
- **bewährte Technik (i. S. v. gesammelten Erfahrungen über Jahre)**

##### **Nachteile:**

- **großer techn. Aufwand mit rel. hohen Anschaffungskosten**
- **Einsatz nur bei „ausreichend“ hohen Temperaturen um Kondensatbildung in der Messzelle zu vermeiden**
- **Wasserstoff als Brenngas vorhalten**
- **nicht mit anderen Wirkprinzipien zu kombinieren**

# Messtechnik und Messungen zur Bestimmung von Kohlenwasserstoffen auf Deponien und Biogasanlagen

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

## 4. Kurzvergleich Messtechnik

### Überblick / Vergleich Messprinzipien

	Wärme- tönung	Wärme- leitung	Flammeni- onisation	Chemische Halbleiter Chemo- sorption	Infrarot
	WT	WL	FID	HL / CS	IR
Messgase	brennbare Gase	brennbare und toxische Gase	Kohlen- wass- erstoffe	brennbare und toxische Gase	Kohlendioxid / Methan
Mess- bereiche	bis 100% UEG	bis 100 Vol %	ppm bis Vol.-%	bis 100% UEG ppm	bis 1 Vol. % bis 100 Vol %
Selektivität	für brennbare Gase keine	sehr gering	Gering	sehr gering	sehr hoch
Lebensdauer (erwartet)	5 Jahre	5 Jahre	hoch	5 bis 10 Jahre	5 bis 10 Jahre
Wartung	max. 1 Jahr, die UVV Gase unterscheiden nicht nach den Messprinzipien! Aber: WT ca. alle 4 Monate, IR bis zu 12 Monaten (Herstellerangaben beachten)				
Ansprechzeit	10 - 30 Sekunden, stark von der Gerätekonstruktion abhängig.				

Tabelle 1: Überblick / Vergleich Messprinzipien [GfG, geändert DAS – IB GmbH, 2007]

# Messtechnik und Messungen zur Bestimmung von Kohlenwasserstoffen auf Deponien und Biogasanlagen

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**

[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

## 4. Kurzvergleich Messtechnik

### Vergleich Messprinzip und Anwendungsgebiet

Messprinzip	Anwendungsgebiet
WT	Sicherheit / Personen- und Explosionsschutz; z.B. Überwachung der unteren Explosionsgrenze CH <sub>4</sub> (100 % UEG $\wedge$ = 4,4 Vol.-% CH <sub>4</sub> ).
WL	Rohgasanalyse zur Prozessüberwachung und - Steuerung
FID	fast ausschließlich zur Ermittlung der Kohlenwasserstoff – Emissionen über die Oberfläche von Deponien, Leckageortung bei unterflur Gasleitungen und Gasfolienspeicher
HL / CS	Sicherheit / Personen- und Explosionsschutz; z.B. Überwachung der unteren Explosionsgrenze CH <sub>4</sub> (100 % UEG $\wedge$ = 4,4 Vol.-% CH <sub>4</sub> )
IR	Rohgasanalyse zur Prozessüberwachung und – Steuerung, aber auch zur UEG CH <sub>4</sub> – Überwachung geeignet

Tab.2: Vergleich Messprinzip und Anwendungsgebiet Vergleich Messprinzip und Anwendungsgebiet [DAS – IB GmbH, 2009]

## **5. Anwendungsgebiete von Messgeräte bei Biogasanlagen und Deponien**

---

### **Allgemein Deponie**

- **mobile Messgeräte zur (zusätzlichen) Rohgasanalyse (0 – 100 Vol.-% CH<sub>4</sub>) bei der Optimierung und Kontrolle von Gasfassungsanlagen und Gasmotorenbetrieb eingesetzt.**
- **Mobile Personenschutz – Messgeräte (z.B. 4 - Kanal – Messgeräte zur Überwachung auf CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>S), zur Warnung vor gefährlichen Atmosphären (z.B. Erstickung, explosionsfähige Atmosphäre).**
  - **beim Befahren von Schächten**
  - **Arbeiten am Gassystem**
  - **beim Betreten von geschlossenen Räumen**



## **5. Anwendungsgebiete von Messgeräte bei Biogasanlagen und Deponien**

---

### **Allgemein Biogas**

- **Rohgasanalyse (1 – 100 Vol.-%)**
- **beim Betreten von nicht (ausreichend) gelüfteten Räumen (UEG Messbereich)**
- **Begehung von Schächten (UEG Messbereich)**
- **beim Arbeiten an geöffneten Leitungen (UEG Messbereich)**
- **Dichtheitsprüfung / Leckagesuche allg. (z.B. Durchführungen in den Fermenter, Gasspeicher) (0- 10.000 ppm / UEG Messbereich / 1 – 100 Vol.-%)**
- **Messungen im Zwischen bei Tragluftdächern (0- 10.000 ppm/ UEG Messbereich / 1 – 100 Vol.-%)**
- **Überwachung des Nachgärers (0- 10.000 ppm/ UEG Messbereich / 1 – 100 Vol.-%)**
- **Befüllung / Entnahme von Vorgruben / Entnahmegruben (0- 10.000 ppm/ UEG Messbereich / 1 – 100 Vol.-%)**

# Messtechnik und Messungen zur Bestimmung von Kohlenwasserstoffen auf Deponien und Biogasanlagen

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**

[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

## 5. Anwendungsgebiete von Messgeräte bei Biogasanlagen und Deponien

### Beispiele Anwendung BGA



Abb.6 Seildurchführung Fermenter [DAS-IB GmbH, 2008]



Abb.7 Abblasöffnung Tragluftdach vom  
Fermenter [DAS-IB GmbH, 2008]

## **5. Anwendungsgebiete von Messgeräte bei Biogasanlagen und Deponien**

---

### **Spezielle Anwendung – Ermittlung von Kohlenwasserstoffen auf Deponien**

**Auf Deponien wird nicht nur das gefasste Rohgas (hier Deponiegas) gemessen und analysiert, sondern es muss darüber hinaus auch noch das Gas, insbesondere CH<sub>4</sub>, erfasst werden, welches diffus über die Oberfläche austritt. Diese Messungen dienen z.B. zur:**

- **Wirkungskontrolle Abdichtung**
- **Nachweis Schadstofffreisetzung und –verbringungsregister (Abk.: PRTR).**

**Hierfür werden in der Regel Messungen mit sogenannten Flammenionisationsdetektoren (FID – Geräte) durchgeführt**

## **5. Anwendungsgebiete von Messgeräte bei Biogasanlagen und Deponien**

---

### **Spezielle Anwendung – Ermittlung von Kohlenwasserstoffen auf Deponien**

**Weitere Möglichkeit zur Bestimmung diffuser Methan – Emissionen:**

**Kombination zweier Messprinzipien, für jeweils ein unteren und ein oberen Messbereich in einem Gerät. Diese müssen entsprechend den Anforderungen eine ausreichende Genauigkeit für den jeweiligen Messbereich haben.**

**Die weiteren Rahmenbedingungen einer solchen Messung entsprechen denen der „FID – Begehung“ (Messgasaufnahme über Saugglocke etc.).**

## 5. Anwendungsgebiete von Messgeräten bei Biogasanlagen und Deponien

### Spezielle Anwendung – Ermittlung von Kohlenwasserstoffen auf Deponien

#### Vergleichsmessungen herkömmliches FID Gerät u. Kombi-Gerät

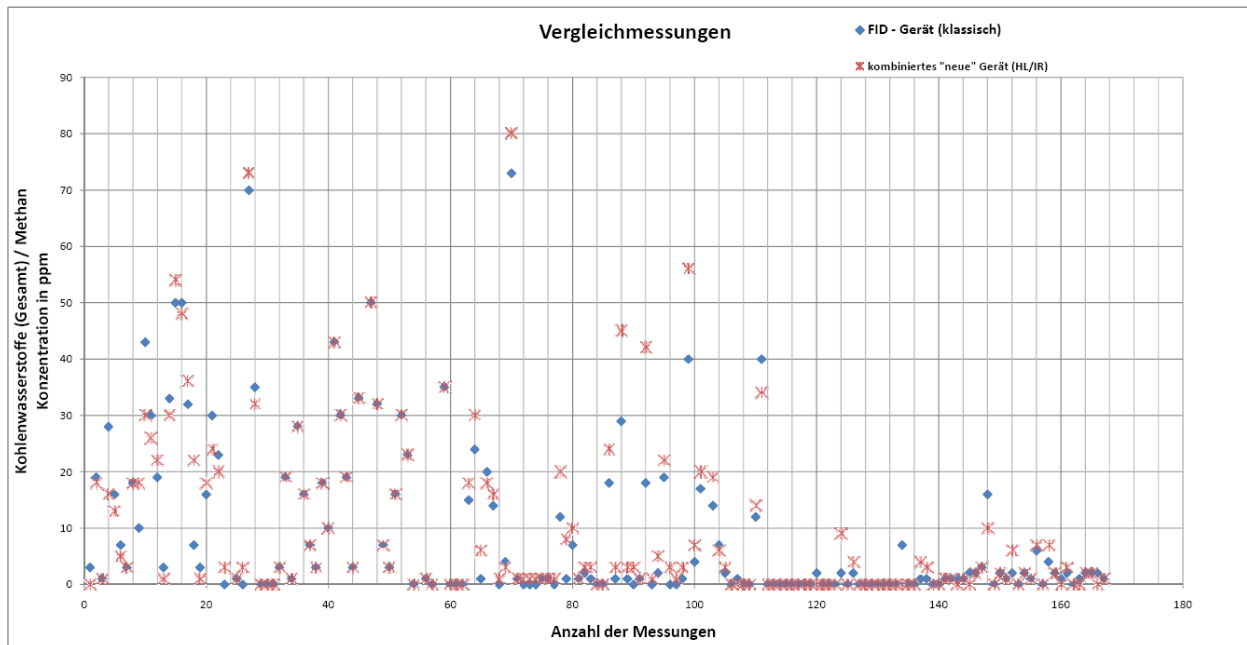


Abb. 8 Vergleichsmessungen [DAS – IB GmbH, 2009]

# Messtechnik und Messungen zur Bestimmung von Kohlenwasserstoffen auf Deponien und Biogasanlagen

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

## Spezielle Anwendung – Ermittlung von Kohlenwasserstoffen auf Deponien



Abb.9 Begehung zur Ermittlung von Kohlenwasserstoffen auf einem Abfallzwischenlager mit einem Kombi-gerät [DAS-IB GmbH, 2008]



Abb.10 Messwert, Begehung zur Ermittlung von Kohlenwasserstoffen auf einem Abfallzwischenlager mit einem Kombi-gerät [DAS-IB GmbH, 2008]

**Messtechnik und Messungen zur  
Bestimmung von Kohlenwasserstoffen auf  
Deponien und Biogasanlagen**

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**  
[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)



# Noch Fragen?

**Wissen ist, wenn man weiß, wo es steht:**  
**[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)**