



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität · gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

## HELIMET I

### Hubschraubergetragene Schleppflugsonde zum Einsatz bei Großbränden und störfallbedingten sichtbaren Emissionen.

#### Autoren:

Dr. Gerhard Zwick, Ansyco GmbH, Karlsruhe.

Dipl.-Ing. Peter Basmer, und

Dipl.-Ing. Dieter Brein, Forschungsstelle für Brandschutztechnik an der  
Universität Karlsruhe(TH)

Hans-Jörg Hinderer, Tübingen,

Dipl.-Chem. Mario König, Berufsfeuerwehr Mannheim

und Mitarbeiter der genannten Einrichtungen



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität · gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

#### Themen

1. Allgemeines zu HELIMET I
2. FT-IR Messmethode
3. Erprobung des Meßsystems - Pyrolysen  
verschiedener Materialien
4. Testfeuer im Realmaßstab
5. Testfeuer im Realmaßstab mit Flashover
6. Messung bei einem realem Brandereignis
7. Weitere Messtechnik

## 1. Allgemeines zu Helimet I

wenn nach Grossbränden oder störfallbedingten sichtbaren Emissionen in der Presse nahezu regelmäßig zu lesen war, dass zu keinem Zeitpunkt eine Gefahr für die Bevölkerung bestand, konnte diese Information den Verdacht eines schwer abschätzbaren Risikos für die Gesundheit nicht völlig entkräften.

Die Tatsache, dass Messungen luftgetragener Gefahrstoffe direkt in einer Emissionswolke weltweit bisher noch nicht möglich waren, macht deutlich, dass die üblichen Probenahmen am Boden keine ausreichende Information über das tatsächliche Gefährdungspotential und das Ausbreitungsverhalten in der Atmosphäre bereitstellen können.

Das direkte Durchfliegen einer Brandwolke mit einem von Piloten gesteuerten Fluggerät ist aus Sicherheitsgründen nicht möglich. Deshalb entstand nach dem folgenschweren Großbrand des Chemiewerkes Schweizerhalle der Firma SANDOZ bei Basel 1986 die Idee, eine Mess-Sonde am bis zu 100 m langen Seil aus einem sicheren Bereich vom Hubschrauber aus in den abgekühlten Bereich einer Brandwolke abzusenken.



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

Die hubschraubergetragene Schleppflugsonde HELIMET I wurde von Herrn Hinderer, Tübingen, nach nunmehr 22-jähriger Entwicklungsarbeit dem neuesten Stand der Meß- und Probenahmetechnik angepasst.

Die Ausstattung mit Meß- und Probenahmegeräten wurde durch die Feuerwehr Mannheim und die Firma ANSYCO in Karlsruhe durchgeführt.

Der Bau der Sonde sowie deren Erprobung erfolgte in Eigenleistung der beteiligten Partner auf der Grundlage langjähriger Zusammenarbeit bei der Forschungsstelle für Brandschutztechnik an der Universität Karlsruhe (TH).



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH



Erprobung der Strömungseigenschaften  
des Ansaugsystems bei Windeinfluss



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik

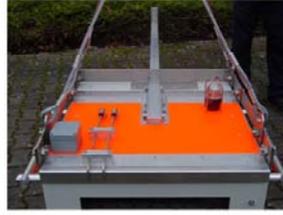


**ansyco**

analytische Systeme und  
Komponenten GmbH



HELIMET I auf dem Gelände der  
Universität Karlsruhe,  
Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



Oberseite von HELIMET I mit  
Rauchabsaugsonden, Blinkleuchte  
und Box zur Datenübertragung an  
den Helikopter



Bestückt mit FT-IR- Analysator.  
Autarke Stromversorgung mit  
Batteriepacks.  
Ausrüstung mit weiterer  
Messtechnik flexibel möglich.

Das gesamte Mess-und Übertragungssystem wurde umfangreichen Erprobungen in der Versuchshalle der Forschungsstelle für Brandschutztechnik unterzogen, und soll künftig weiter im Freigelände der Feuerwehr Mannheim zum Einsatz kommen, bevor es zur „Feuertaufe“ der Feuerwehr Mannheim im Rahmen der Aktivitäten der ANALYTISCHEN TASK FORCE C zur Verfügung stehen wird.



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**

analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

## 2. FT-IR Analysenmethode

- Moleküle absorbieren Licht im IR Wellenlängenbereich.
- Jede Gassorte hat ein charakteristisches Muster der Signale.  
(Spektrum = Fingerabdruck)
- Ein FT-IR Spektrometer misst schnell IR-Spektren.
- Das Messspektrum enthält die Signale aller Gase gemischt.
- Nach dem Muster der Signale wird identifiziert.  
Nach der Höhe der Signale wird quantifiziert.
- Signalüberlagerungen müssen berücksichtigt werden.



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität · gegründet 1825

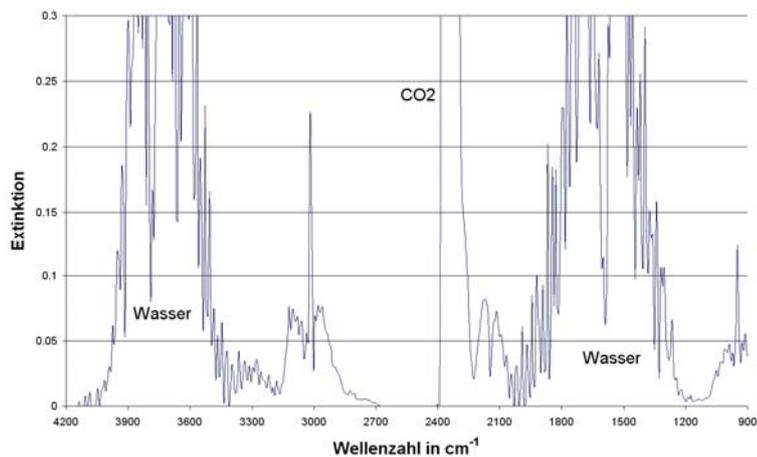
Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

## FT-IR Spektrum eines Brandgases

GASMET FT-IR DX4000 tragbar mit Calcmel Software;  
Signale von Wasser, CO<sub>2</sub> und allen anderen Gasen.



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität · gegründet 1825

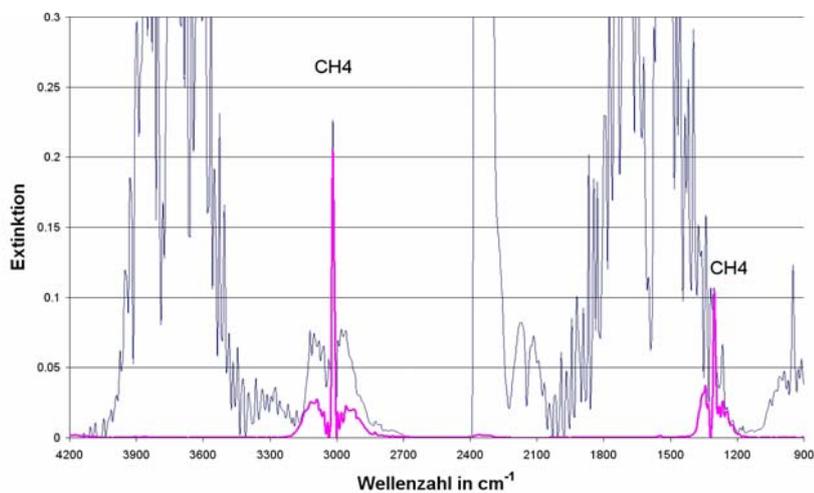
Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

## FT-IR Spektrum eines Brandgases (2)

Signale von Wasser, CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> (Methan).





Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität · gegründet 1825

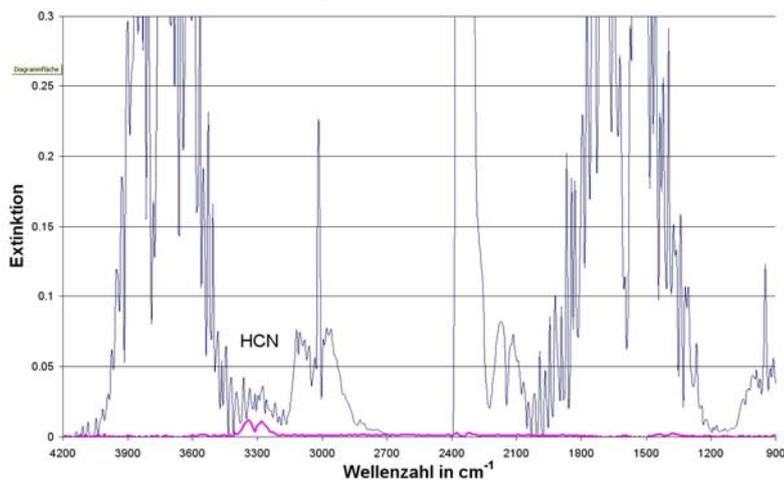
Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

### FT-IR Spektrum eines Brandgases (3)

Signale von Wasser, CO<sub>2</sub> und HCN (Blausäure).



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

#### Liste der mit FT-IR simultan gemessenen Gase

<b>Anorganisch, akut toxisch:</b>	CO, HCl, HCN, NH <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub>
<b>Organisch Gase, toxisch:</b>	Formaldehyd, Acrolein, Phosgen
<b>Organische Gase, brennbar:</b>	<b>C1-C2</b> (Methan, Ethan, Ethen, Acetylen)
<b>Organisch, toxisch, brennbar:</b>	<b>Aromatische Kohlenwasserstoffe</b> (Benzol, Toluol, o-, m-, p-Xylol, Ethylbenzol, Styrol, Phenol), <b>Organische Kohlenwasserstoffe</b> (Ethanol, Aceton, Essigsäure)
<b>Andere Gase:</b>	CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, N <sub>2</sub> O, COS, CS <sub>2</sub>



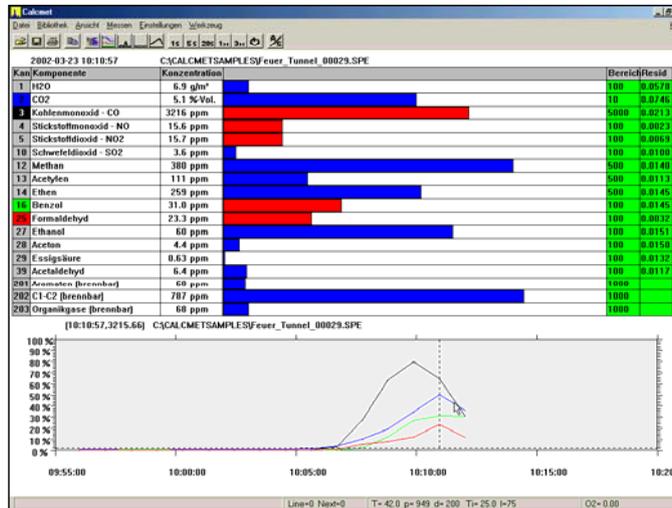
Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

## Anzeige der FT-IR Ergebnisse (GASMET DX4000)



- On-Line Anzeige aller Konzentrationen
- Anzeige des Verlaufs
- 20-60 Sek Messzyklus



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

## 3. Erprobung des Meßsystems - Pyrolysen



- Brandkammer  
1 m³ Volumen
- Heizplatte, bis 400 °C,  
Dauer 25 - 50 min
- 3 Materialien getestet:  
PVC Stäbe,  
Mohair Wolle,  
Elektronikboard

## Konzentrationen bei Pyrolysen



Gasbildung (in °C)	PVC Stab 300 °C	Mohair Wolle 180 °C	PC-Board 250 °C
Max. Konzentration	ppm	ppm	ppm
CO	270	75	70
HCl	10000	0	0
HCN	5	63	5
NH3	3	250	1
SO2	7	3	1
NOx	10	16	7
COS	0	42	1
Organische KW	180	53	48
Formaldehyd	17	2	1
Aromatische KW	350	21	90
Benzol	200	4	16
Phenol	7	1	63
C1 - C2 Brennbar	400	90	50

## 4. Testfeuer im Realmaßstab (Feuer 1)

- Raumgröße 5 x 5 x 2,6 m.
- Brandmasse (730 kg)      40 % Material verbraucht





Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

## Konzentrationen bei Testfeuer im Realmaßstab



Max. Konzentrationen (in ppm)		
	Innen	oberhalb nach 11 min
CO	1600	5100
HCN	49	55
SO <sub>2</sub>	96	10
NO <sub>x</sub>	110	44
HCl	1	4
Formaldehyd	1	5
Benzol	15	43
C1-C2	180	800

**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

## 5. Testfeuer im Realmaßstab (Feuer 2)



- 1 Wand offen
- 500 kg Brandmasse
- 7 min: Feuer entwickelt sich
- Temperatur steigt 19 °C/ min
- Rauchbildung, Gase messbar



- 11 min: Feuer intensiv
- Temp. steigt 800° in 1 min, bis 1100 ° C
- Bildung der brennbaren Gase durch Pyrolyse (Methan, Ethen, Acetylen, KW)
- dicke Rauchschiicht unter der Decke

## Feuer im Realmaßstab (Feuer 2) - Flashover



- Alle Materialien werden durch Strahlung und durch heiße Gase erhitzt.
- Flashover:  
Die brennbaren Gase und die heißen Materialien entzünden sich.
- Dann brennen praktisch alle Oberflächen.



## Feuer im Realmaßstab (Feuer 2)

Max. Konzentrationen	
CO <sub>2</sub>	12 vol-%
CO	16.000 ppm
SO <sub>2</sub>	40 ppm
NO <sub>x</sub>	220 ppm
HCN	300 ppm
NH <sub>3</sub>	10 ppm
HCl	1 ppm
Formaldehyd	3 ppm
Benzol	200 ppm
Brennbar	2.200 ppm

## FT-IR Messung während eines Brandereignisses



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



## FT-IR Messung am Brandort



Messung im Gebäude  
12:30 Uhr



Messung hinter Gebäude  
13:30 Uhr



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

## FT-IR Messung am Brandort



14:30 Uhr: Messung 100 m neben dem Gebäude



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

## FT-IR Messung am Brandort

Max. Konzentrationen in ppm (Anorganische Gase)		
	im Gebäude	100 m daneben
CO <sub>2</sub>	710	540
CO	11,3	11,8
NO	16,6	n. n.
NO <sub>2</sub>	0,9	0,2
N <sub>2</sub> O	0,2	0,3
NH <sub>3</sub>	1,4	n. n.
HCN	n. n.	n. n.
SO <sub>2</sub>	3,9	n. n.
HCl	0,7	1,0
Phosgen	0,1	0,5



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

## FT-IR Messung am Brandort

Max. Konzentrationen in ppm (Organische Gase)		
	im Gebäude	100 m daneben
Methan	6,6	3,7
Acetylen	1,1	n. n.
<b>Benzol</b>	2,0	1,0
Toluol	0,7	0,1
Formaldehyd	n. n.	0,2
Acrolein	1,1	n. n.
Ethanol	1,2	0,7
Aceton	0,2	1,6
Vinylchlorid	n. n.	n. n.
n-Hexan	1,0	0,9
2-Butoxyethanol	2,6	1,4 (Schaum)



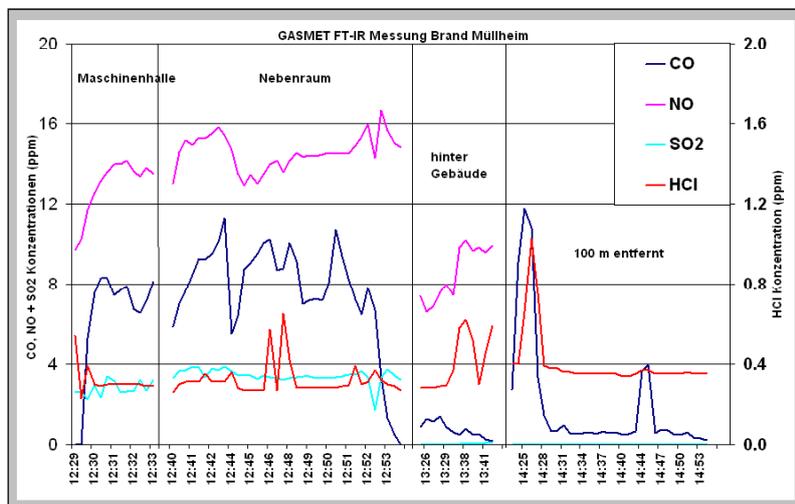
Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

## Konzentrationsverläufe (Anorganische Gase)





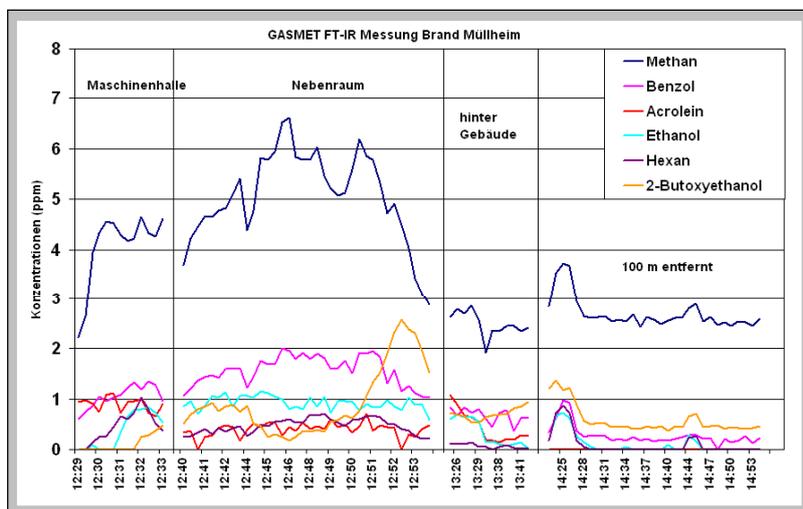
Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

## Konzentrationsverläufe (Organische Gase)



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

## Gefährliche Brandgase

AEGL 10-min Grenzwerte in ppm			
	AEGL-1 Effekt	AEGL-2 Gefahr	AEGL-3 Tod
CO	kein	420	1700
NH <sub>3</sub>	30	220	2700
HCl	2	100	620
NO <sub>2</sub>	0.5	20	34
HCN	2.5	17	27
SO <sub>2</sub>	0.2	0.75	30
Benzol	130	2000	9700 (Ex!)
Formaldehyd	0.9	14	100

(AEGL= Acute Exposure Guideline Levels, 2007), AGW= Arbeitsplatzgrenzwert)



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

## GASMET Mobile FT-IR Gasanalysatoren



DX4000  
DX4000 mit Trolley und Batterie



DX4030 mit internem Akku



Universität Karlsruhe (TH)  
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik



**ansyco**  
analytische Systeme und  
Komponenten GmbH

### 7. Weitere Meßtechnik

HELIMET I ist zur Aufnahme weiterer Meßtechnik vorbereitet.

Zur Zeit können im Bereich der Feuerwehr Mannheim vorhandene Geräte in einem angepaßten Einschub eingesetzt werden. Es handelt sich hierbei um Analysegeräte Polytecor G750.

Polytecor® II G 750



Es ist vorgesehen, weitere Meßgeräte zur Bestimmung meteorologischer Daten zu integrieren sowie die Datenfernübertragung von HELIMET I zum Hubschrauber und von dort weiter zur Bodenstelle auszubauen.