

Klaus Steinbach, Dr. Sabine Richter



Ergebnisse aus Messungen von Schadgasen, Einsatzkonzepte



Fachtagung „Schadstoffausbreitung bei Großbränden“, Dresden, 12. März 2008

1. Messtechnische Begleitung der Feuerwehren bei Großschadenslagen

1.1 Entwicklung und Konzepte (MOBLAB-Konzept, Task-Force-Konzept)

1.2 MOBLAB-Ausstattung

1.3 Ausgewählte Analysengeräte

2. Einsatzbeispiele

2.1 Übersicht MOBLAB-Einsätze





2.2 Allgemeine Vorgehensweise

2.3 Brände von Recycling-Lagern/Deponien

2.4 Gefahrstofffreisetzungen

2.5 Task-Force-Einsätze

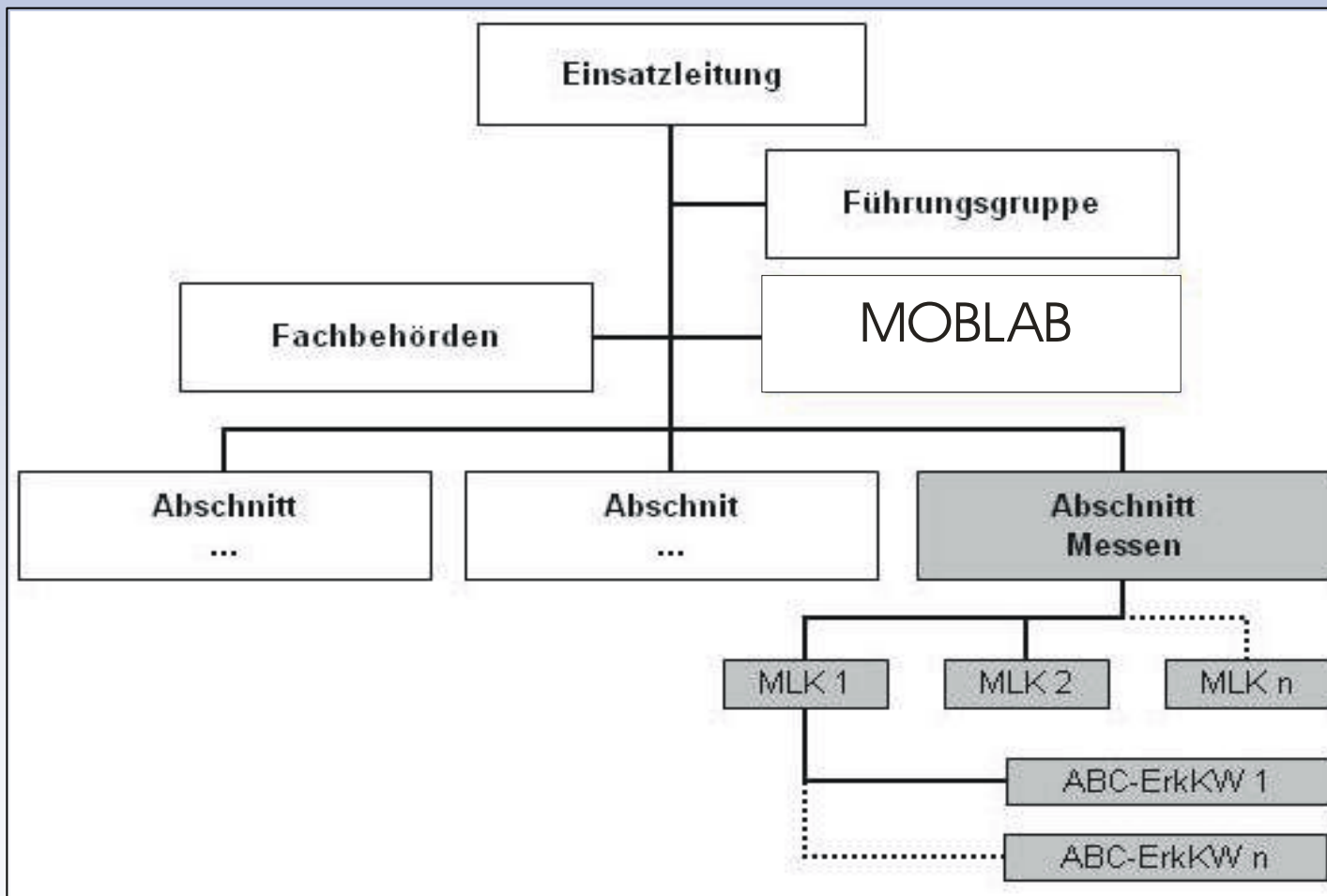
Einsatzformen MOBLAB

-  1. Telefonische Beratung
-  2. Experteneinsatz zur Beratung vor Ort
-  3. Experteneinsatz mit Messtechnik vor Ort (PKW-Verladung)
-  4. Experteneinsatz vor Ort mit dem MOBLAB

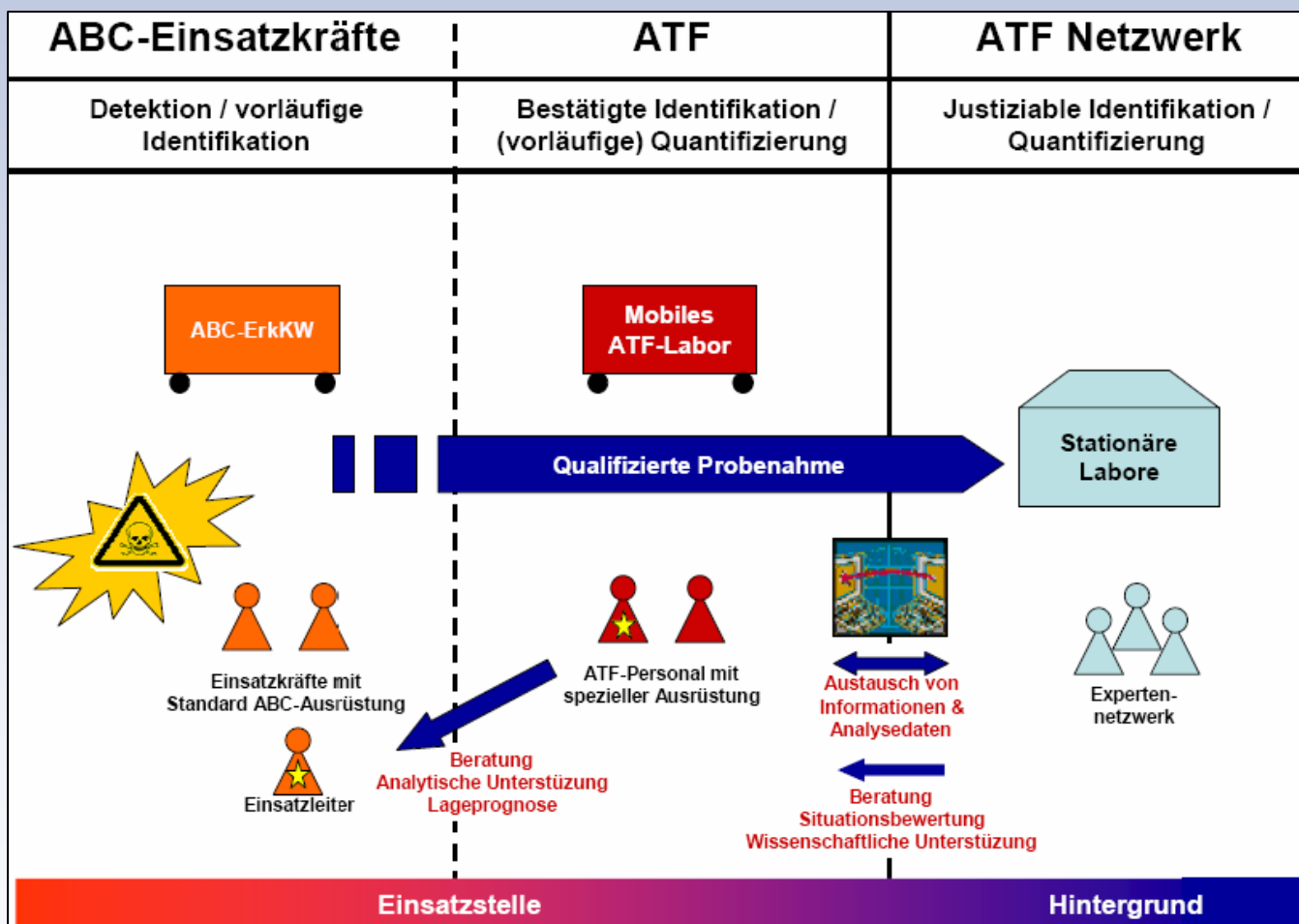
Einsatzformen Task Force

-  Stufe 1: Telefonische Beratung
-  Stufe 2: Entsendung einer Verbindungsperson/eines Erkundungsteams
-  Stufe 3: Entsendung der kompletten ATF

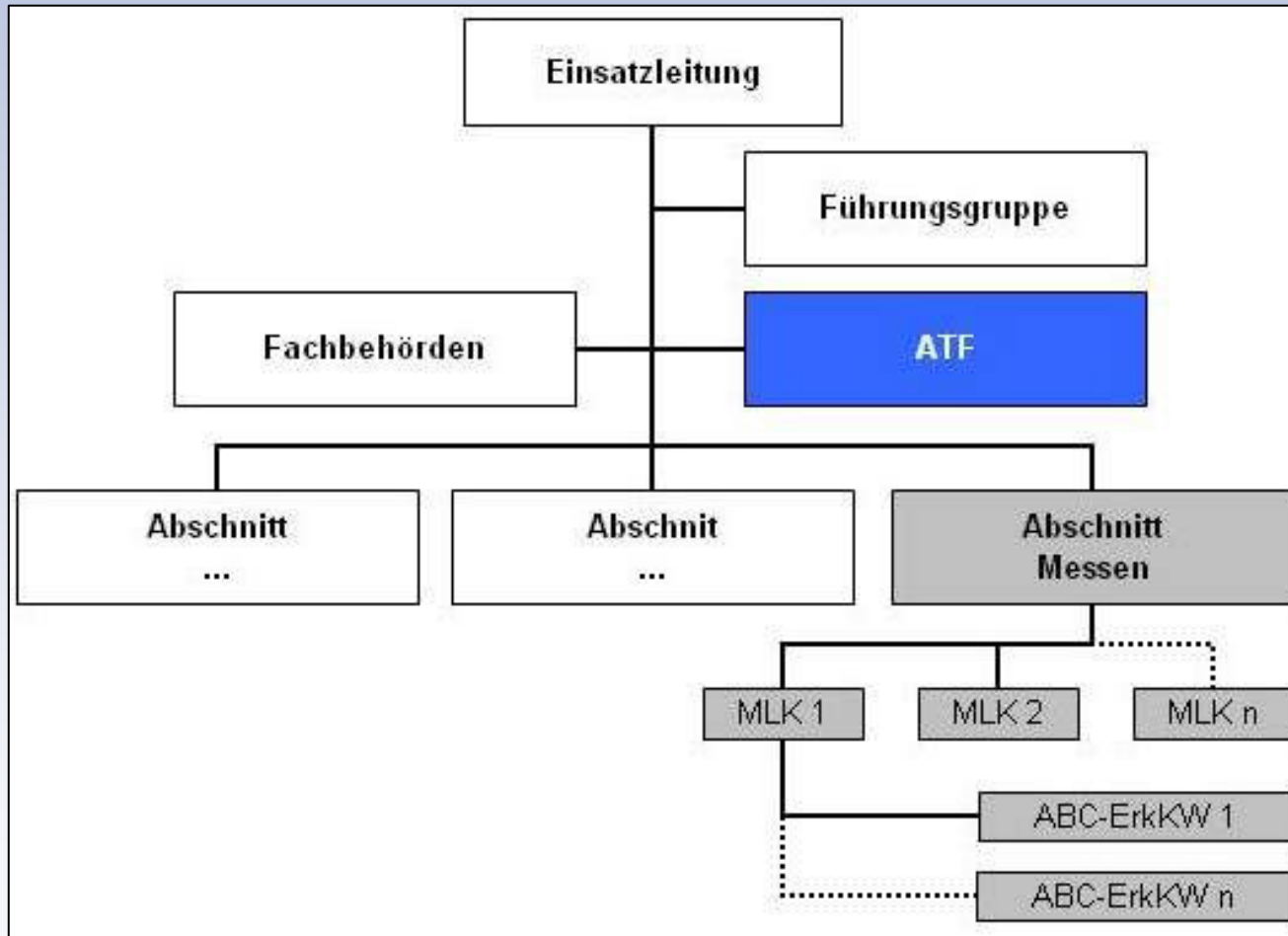
Einsatztaktische Einbindung des MOBLAB an der Einsatzstelle



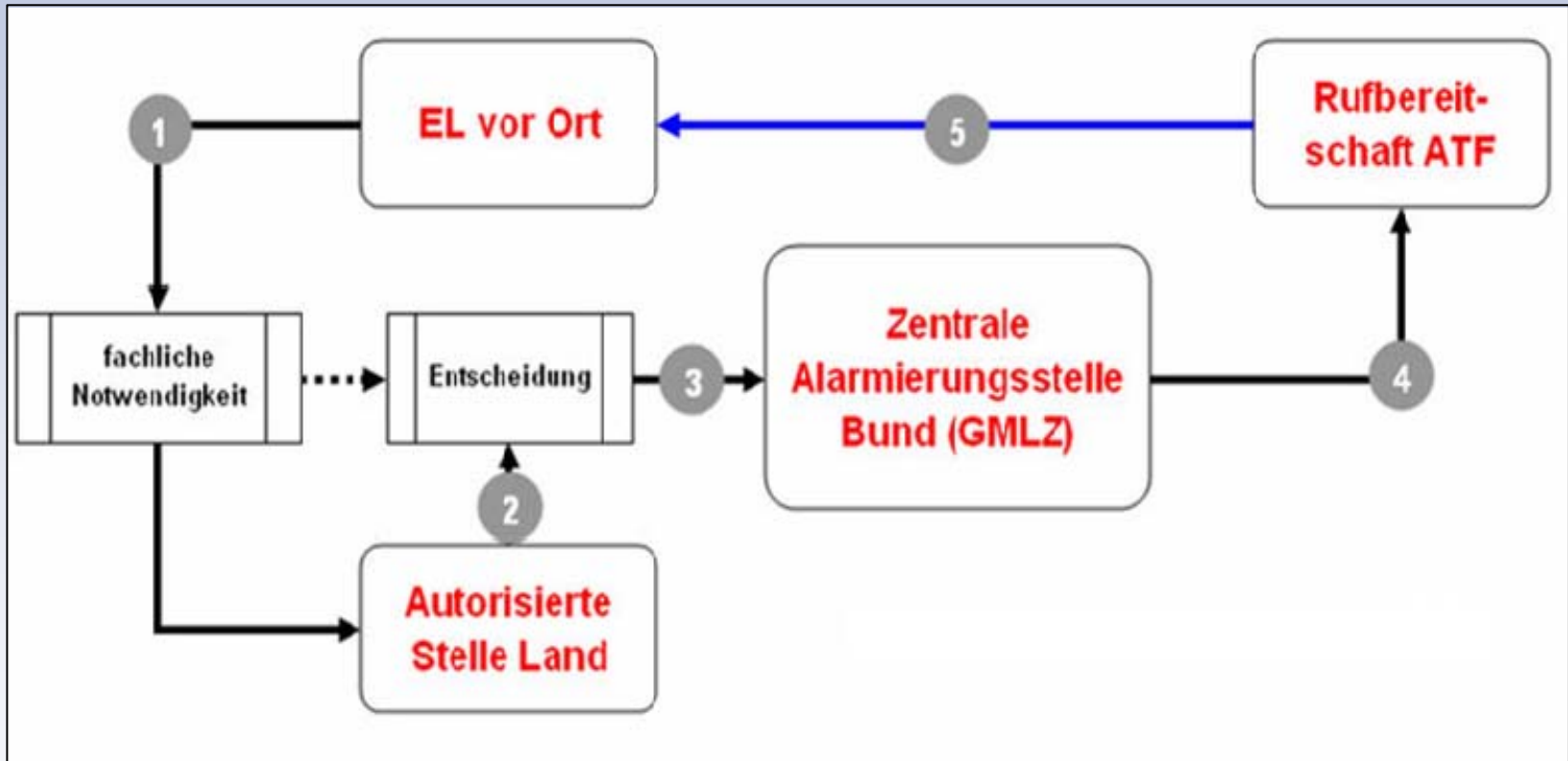
Grundkonzept Analytische Task Force (ATF) Quelle BBK



Einsatztaktische Einbindung einer ATF an der Einsatzstelle Quelle BBK



Alarmierungsschema einer ATF Quelle BBK



MOBLAB - Historie und Konzept

Beschaffung: 1994/95; offizielle Indienststellung: 1996

Ausschreibungsvolumen: 1,3 Mio. DM (derzeitiger Stand: ca. 1 Mio €)

Zielssetzung

➔ **Unterstützung der Feuerwehren innerhalb Sachsen-Anhalts bei der operativen Gefahrenabwehr („markante“ Brände/Gefahrstofffreisetzungen, Spezialeinsätze), außerhalb Sachsen-Anhalts nach Anforderung und Absprache**

➔ **Bewegliche Arbeitsplattform für Forschungsaufgaben**

- a) auf dem Gelände des IdF LSA
- b) extern (z. B. diverse Tunnelversuche)

ab 2004:

➔ **IdF - Pilotstandort der Analytischen Task Force**

ab 2008:

➔ **Organisation einer Analytischen Task Force am Standort Heyrothsberge**

Tätigwerden in Verbindung mit dem MOBLAB I

Grundlage: Dienstverordnung IdF LSA vom 1.10.2000

siehe auch Informationsblatt unter www.idf.uni-magdeburg.de

- ➔ **Anforderung (ohne Rechtsanspruch):**
 - in der Regel über Lagezentrum des MI LSA bzw. in begründeten Fällen über Einsatzleiter-Feuerwehr (unentgeltliche Amtshilfe)
 - außerhalb Sachsen-Anhalts: entgeltliche Amtshilfe - NEO
 - im Rahmen der Task Force über das GMLZ, Lagezentren Bund/Länder

- ➔ **Verfügbarkeit:**
 - im Rahmen der üblichen Dienstzeit – aber keine Bereitschaft
 - Alarmierung jedoch jederzeit möglich (Handyalarmierung über Einsatzleiter-IdF – Beamter im höheren fwt. Dienst)
 - Zusammenstellung des Teams stets in Abhängigkeit von den dienstlichen Möglichkeiten

- ➔ **Einordnung:**
 - Einsatzleiter-IdF untersteht dem Einsatzleiter-Feuerwehr
 - bei Großschadenslagen Mitwirkung im Stab
 - Mitarbeiter MOBLAB unterstehen Einsatzleiter-IdF





Tätigwerden in Verbindung mit dem MOBLAB II

- ➔ **Standardbesatzung (1-2-1):**
- Ein Einsatzleiter-IdF (Beamter im höheren fwt. Dienst)
 - Ein wissenschaftlicher Mitarbeiter chemische Komponente – evtl. zwei
 - Ein wissenschaftlicher Mitarbeiter physikalische Komponente – evtl. ohne
 - Ein Kraftfahrer/Maschinist

- ➔ **Besonderheiten am IdF Sachsen-Anhalt:**
- keine übliche Bereitschaft, deshalb notwendige Abstimmung zu anderen dienstlichen Erfordernissen, eingeschränkte Ersetzbarkeit zu speziellen Geräten
 - eingeschränkte Atemschutztauglichkeit, nur im Ausnahmefall G 26/3
 - bis auf Ausnahmen keine direkte fwt. Ausbildung
 - hoher Altersdurchschnitt – zeitnahe Wegfall von Erfahrungsträgern
 - Notwendigkeit konkreter Neuorganisation am Standort

Tätigwerden in Verbindung mit dem MOBLAB III

Hauptarbeitsgebiete beim MOBLAB-Einsatz:

-  - Qualitative Bewertung der Schadstofffreisetzungen, Brandrauch, ggf. von Löschwasserverunreinigungen bei Chemikalienunfällen und bei Bränden (Hinweis: Oft erwünschte quantitative Bewertungen von freiwerdenden Stoffmengen sind nicht nur nicht leistbar, sondern teilweise auch nur bedingt zielführend)
 - Abschätzungen einer Schadstoffausbreitung auf der Grundlage durchgeführter Messungen im Umfeld zum Ereignisort
-  Im Einzelfall Messungen ausgewählter physikalischer Parameter, insbesondere der Temperatur, mittels moderner Messverfahren, z. B. über Infrarottechnik (Thermografie)
-  Bestimmung der lokalen meteorologischen Daten für die Untersetzung der eigenen Messungen und für die Einsatzdokumentation
-  Ereignisdokumentation aller Messergebnisse, insbesondere durch Foto- und Videotechnik



physikalische Komponente

Vielstellenmesstechnik 150 K.
bis 100 m kabelgetragen

Vielstellenmesstechnik 30 K.
Funkübertragung bis 5 km

Thermographiesystem AGEMA

Wärmebildkamera ARGUS

Computer-Wetterstation

versch. Handpyrometer

Laser-Entfernungsmesser

Foto/Video-Technik

Spezialtechnik :

Einstechsonden,
Endoskopkamera bis 1500 °C,
Funkvideoübertragungssystem
für IR - und CCD - Bild und
bidirektionalem Sprechfunk

chemische Komponente

GC-MS-System mit Thermo-
desorber, Flüssiginjektor,
„Schnüffel“-Sonde und
weiteres Zubehör

Photoionisationsdetektoren (PID)
(IP 10,6 eV + 11,7 eV), RAE

Flammenionisationsdetektor (FID)
TVA 1000B, Foxboro

Prüfröhrchen, Chip-Mess-System

GDA 2, Fernerkundungs-
FT-IR SIGIS, HazMatID (Bund)

pH-/Leitfähigkeitsmessgerät u.ä.

Probenahme- und Proben-
aufbereitungssysteme

diverse Gassonden/Explosimeter

optische Analyseverfahren
(LUMISmini, Spektralphotometer)

sonstige Angaben

Atemschutz-Technik
(PA/Filter)

Telefon, Sprechfunk,
Fax, GPS

Chemieabzug, Spüle,
Kühlschrank

Wasserversorgung

Software, Literatur

ausfahrbarer

Wettermast 10 m
mit "Mastkamera"

Außenmesssonde,
keine Hermetisierung

Stromversorgung
220 V, Akku/Generator

Klimaanlage/
Fußbodenheizung

10 t Gesamtmasse

Hauptkomponenten der chemisch-analytischen Ausstattung im Rahmen der Analytischen Task Force



Kostenübersicht zu möglichen Ausstattungen in T€

| | |
|--|--------|
| portables GC-MS-System für Massenspektroskopie mit Thermodesorber-Einheit und Flüssigprobenaufgabe sowie ggf. Headspace-Probengeber | 200 |
| (FT)IR-System(e) zur Identifizierung von Flüssigkeiten, Feststoffen und Gasen | 120 |
| Photoionisationsdetektor (PID) mit IP von 10,6 eV sowie 11,7 eV | 6 - 10 |
| Sensorenarray als Gefahrstoffausschlussdetektor | 40 |
| Mittel zur Probenahme (fest, flüssig, gasförmig sowie Bodenluft-Sonde, Mittel zur allgemeinen Probenaufbereitung sowie spezielle Kits zur Probenvorbereitung für das GC-MS | 25 |
| Spektralphotometer mit Fertigtests für ausgewählte Stoffe und Summenparameter | 15 |
| Fernerkundungs-FTIR zur Ermittlung der Lage der Schadgaswolke, eingeschränkt auch zur Identifizierung/Quantifizierung – Einsatz möglichst Hubschrauber-gestützt | 173 |

Kostenübersicht zu möglichen Ausstattungen in T€

| | |
|---|-----|
| Ionenmobilitätsspektrometer (IMS) zur Detektion von TIC und CWA | 20 |
| HPLC- bzw. LC-MS-System für hochsiedende Stoffe; zur Anreicherung aus wässrigen Proben Festphasenextraktion (SPE) | 150 |
| IR-Kameras verschiedener Empfindlichkeit und Auflösung – feuerwehrtaugliche Angriffkamera mit Hotspot-Darstellung und Funkübertragung sowie Thermographiesystem | 65 |
| Kfz: ca. 11 t – je nach Beladung | 80 |
| Notstromaggregat, Klimaaggregat, Fußbodenheizung | 70 |
| komplexes Stromversorgungssystem, Notbeleuchtung, Lichtmast, Akkusatz | 70 |
| Fahrzeugaufbau: Koffer - ca. 6 m lang (20“-Container) - Hermetisierung - je nach Nutzungskonzept einschließlich Innenausbau, Dach belastbar | 150 |

Grundsätzliche Bemerkungen zum Brandschutz

Betriebliche Maßnahmen wie

- Einhaltung notwendiger brandschutzgerechter Lagerabschnitte (Brandlast, Brandlastverteilung),
- Erforderlichenfalls Temperaturüberwachung mit geeigneten Messmitteln und deren Aufzeichnung,
- Verarbeitung nur solcher Materialien, für die die Genehmigung vorliegt,
- Einhaltung festgelegter Lagermengen und Mengen produktions-bedingter Vorrat,
- Durch Lagerbetreiber sind notwendige Maßnahmen in Hinblick auf mögliche Brände vorzubereiten. Es sollten entsprechende Abstimmungen mit den örtlichen Feuerwehren vorgenommen werden.

Behördliche Maßnahmen wie

- Regelmäßige Durchführung der Brandverhütungsschauen nach Möglichkeit in kürzeren als den geforderten Intervallen,
- Hierbei Abstimmung mit den Betreibern zu Erfordernissen des vorbeugenden und abwehrenden Brandschutz,
- Erarbeitung von Einsatzunterlagen unter Einbeziehung der Ergebnisse der Kontrollen des VB – bei vorliegender Ämtertrennung – Abstimmung.

Einsatzbeispiele

Übersicht MOBLAB-Einsätze

Ausgewählte Beispiele:

- **Gefahrgutunfall Bahn (Vinylchlorid), Schönebeck 1996**
- **Gefahrstofffreisetzung bei Schachtarbeiten, Magdeburg 1996**
- **Brand eines Lagerplatzes (Holz- Schreddermaterial), Barby 1998**
- **Brand Kühlhaus (Isolationsmaterialien), Magdeburg 1998**
- **Brand Putenschlachtereier, Vahldorf 1999**
- **Brand eines Freilagers (Recyclingmaterial), Krumpa 1999**
- **Brand Deponie (Baustellenabfälle, Hausmüll), Magdeburg 2002**
- **Hochwasser, Raguhn 2002**
- **Silobrand (Kohlestaub), Chemiapark Bitterfeld/Wolfen 2003**
- **Untersuchung von Geruchsbelästigungen, Genthin 2006**
- **Brand Recyclinglager, Magdeburg-Rothensee 2006**
- **Messtechnische Begleitung der Sicherungsmaßnahmen
anlässlich der Fußball-WM in Leipzig/Hannover und des G8-
Gipfels in Heiligendamm, 2006/2007**



Allgemeine Vorgehensweise

- ➔ Nach Information des EL-IdF wird je nach Einsatzart die MOBLAB-Besatzung zusammengestellt (in der Regel 1/2/1), ggf. weitere spezielle Geräte verladen
- ➔ Vor Ort: Absprache mit EL-FW, Einweisung Standort MOBLAB (Strom), Herstellen der Funktionsbereitschaft aller Geräte
- ➔ Koordination der Aufgaben, Bestimmung der Messpunkte in Abstimmung mit EL-FW, weitere Informationsbeschaffung
- ➔ Einweisung von FW-Kräften in die Probenahme und Kartierung in Skizze, Ausgabe Probenahme-Materialien, u. U. auch eigene Probenahme
- ➔ Meist Beginn mit GC-MS-Untersuchungen zur Identifizierung unbekannter Stoffe/Stoffgemische (z. B. Brandrauch), ggf. Probenvorbereitung
- ➔ Analytik mit weiteren identifizierenden Analysensystemen, Problem: Stofftrennung
- ➔ Verifizierung der Ergebnisse mit weiteren Geräten, Konzentrationsabschätzungen
- ➔ Auswertung und Übergabe der ersten Informationen in interpretierter Form an EL-FW, Beratung bei Schlussfolgerungen und Einsatzhinweisen
- ➔ Kontinuierliche Überwachung (auch T, Wärmebild, Video), u. U. Wasser-, Bodenuntersuchungen, Wischproben

Kernstück: GC-MS

**Gewicht: ca. 62 kg, Maße: 750 x 450 x 350 mm (H x B x T), Betriebsspannung: 24 V,
Trägergas: gereinigte Umgebungsluft, spezielle Software, betriebsbereit nach
ca. 20 min (während Anfahrt), Dauer einer Analyse: 10-15 min zuzgl. Auswertung**

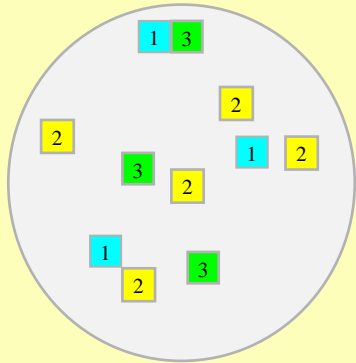


GC-MS – Prinzip

Probe

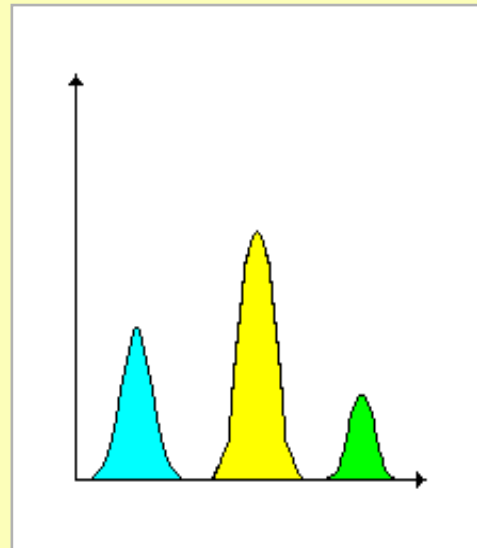
(Gemisch)

Probenahme
+ Probenaufgabe



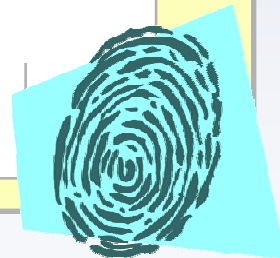
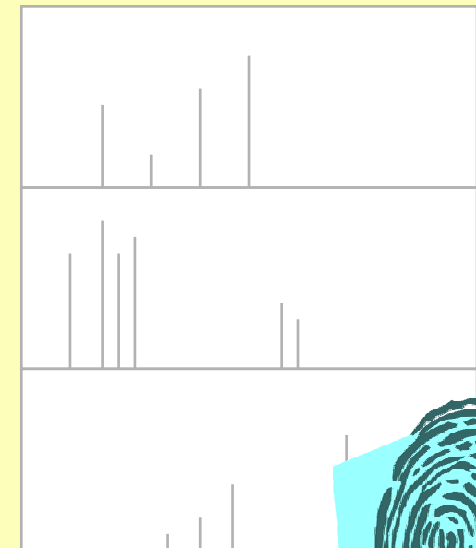
Gaschromatograph

Gemischtrennung
⇒ *Chromatogramm*
(Peaks)



Massenspektrometer

Identifizierung/
Quantifizierung
⇒ *Spektren*



Quelle: Schuppe (IdF Sachsen-Anhalt)

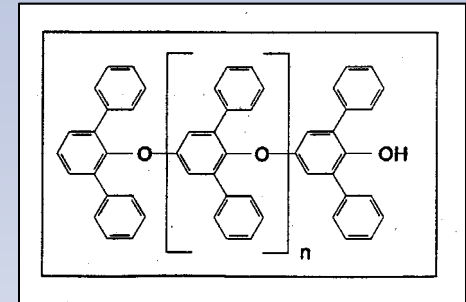
GC-MS-Standard-Einsatzmethode

Standard-Parameter: u. a. GC-Säule, T-Programm, Trägergas Luft, Auswerteparameter (NIST)

Standard-Adsorptionsröhrchen:



TENAX TA



Poly-2,6-diphenyl-p-phenylenoxid

SOP (Standard Operational Procedure) für:

LS - Analyse von Schadstoffen in Luft durch Anreicherung auf Adsorptionsröhrchen

WL - Analyse von leichtflüchtigen Substanzen in Wasser/wässrigen Medien durch „Spray & Trap“ bzw. „Purge & Trap“

WE - Analyse von mittel- bis schwerflüchtigen Substanzen in Wasser/wässrigen Medien durch Flüssig-Flüssig-Extraktion

BL - Analyse von leichtflüchtigen Substanzen in Böden durch Headspace

BE - Analyse von mittel- bis schwerflüchtigen Substanzen in Böden durch Lösungsmittel-Extraktion

OF - Analyse von Oberflächenkontaminationen (Wischproben)



Beispiel 1:

Brand eines Lagerplatzes mit Schreddermaterial in Barby/Elbe, Mai 1998

- EL-IdF wurde am 23.5.1998 um 8.00 Uhr durch das Lage- und Führungszentrum des MI alarmiert
- Auftrag: Aufklärung, ob beim Brand eines Lagerplatzes mit Schreddermaterial eine Gefährdung für Einsatzkräfte und umliegende Bevölkerung bestand
- nach ca. 1 h Abfahrt vom IdF mit MOBLAB (1/2/1)

Vorgefundene Lage:

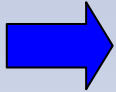
- Halde: 150 x 100 m, Lagermenge: ca. 30.000 t, Brand, Rauch, Glutnester
- Brandstoff: geschreddertes Holz, Spanplatten, z. T. kunststoffbeschichtet
- Besonderheit: Fa. Cerestar (u. a. Kindernahrung) in unmittelbarer Nachbarschaft



Durchgeführte Messungen

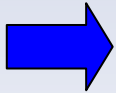
Beginn der Messungen 10.45 Uhr, gesamter Einsatz über 5 Tage

GC-MS-Me



Ac
Na
N

PR-Messur



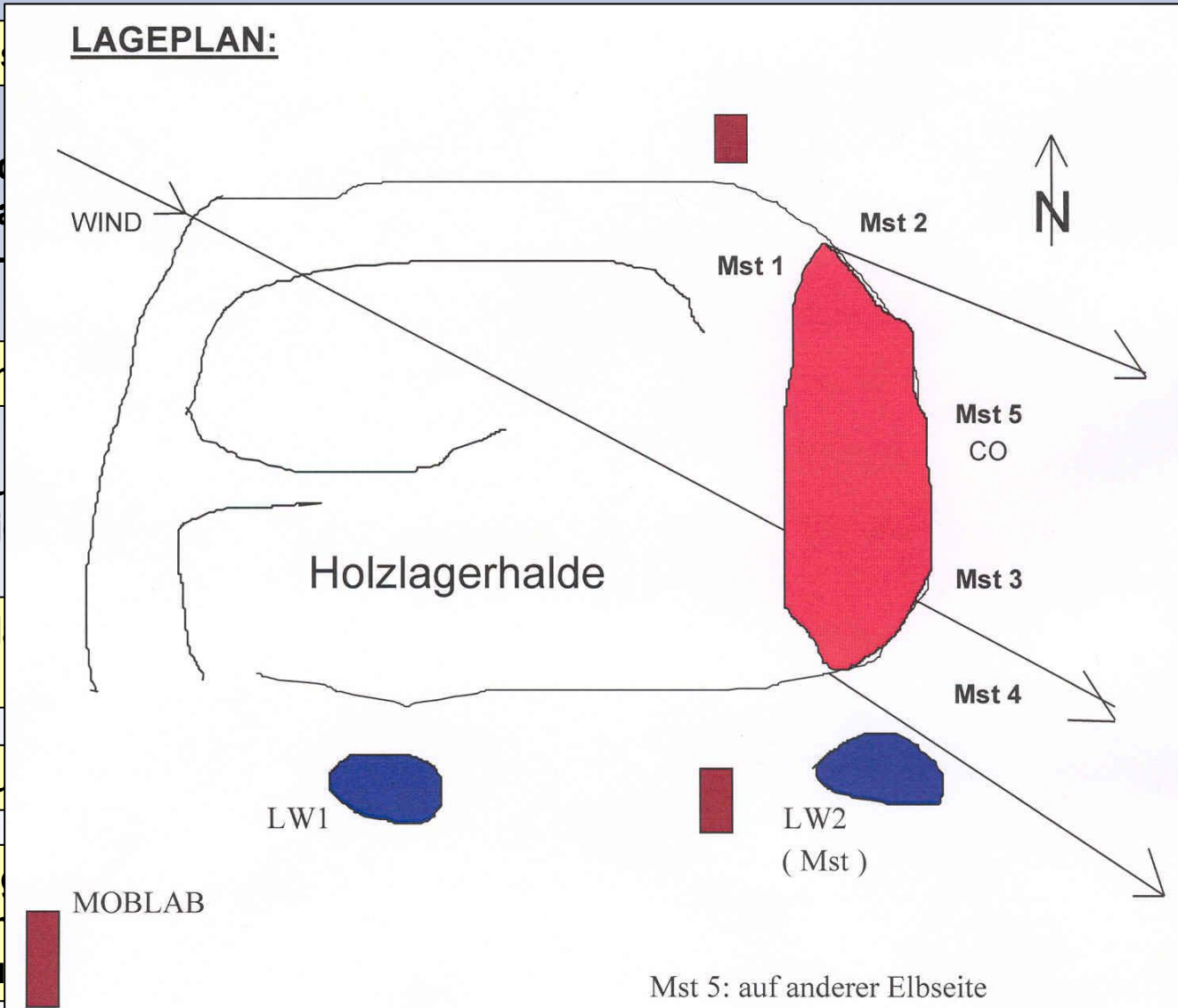
au
ni

Wärmebild
Spitze 720

Aufzeichnu

Anfertigung
Realisierung
Hubschrau

LAGEPLAN:



bung

Phenol,
Cl- und

Werte

nd 670 °C,

uch der

MOBLAB-Einsatz Brand Lagerplatz, Barby



MOBLAB-Einsatz Brand Lagerplatz, Barby



Beispiel 2:

Brand der Deponie „Hängelsberge“, Magdeburg, April 2002

- EL-IdF wurde am 10.4.2002 um 4.54 Uhr durch die Leitstelle der BF Magdeburg alarmiert
- Auftrag: Teilnahme an Lagebesprechung, MOBLAB-Einsatz zur Identifizierung der Brandgaskomponenten, Unterstützung bei der Einschätzung der Lage
- ca. 8.30 Uhr Abfahrt vom IdF mit MOBLAB (1/2/1)

Vorgefundene Lage:

- Brandobjekt: Zwischenlager für Gelbe Säcke, Baustellenabfälle, Hausmüll
- Größe ca. 50 x 40 m bei einer Lagerhöhe von 8 bis 10 m, Menge: ca. 3000 t

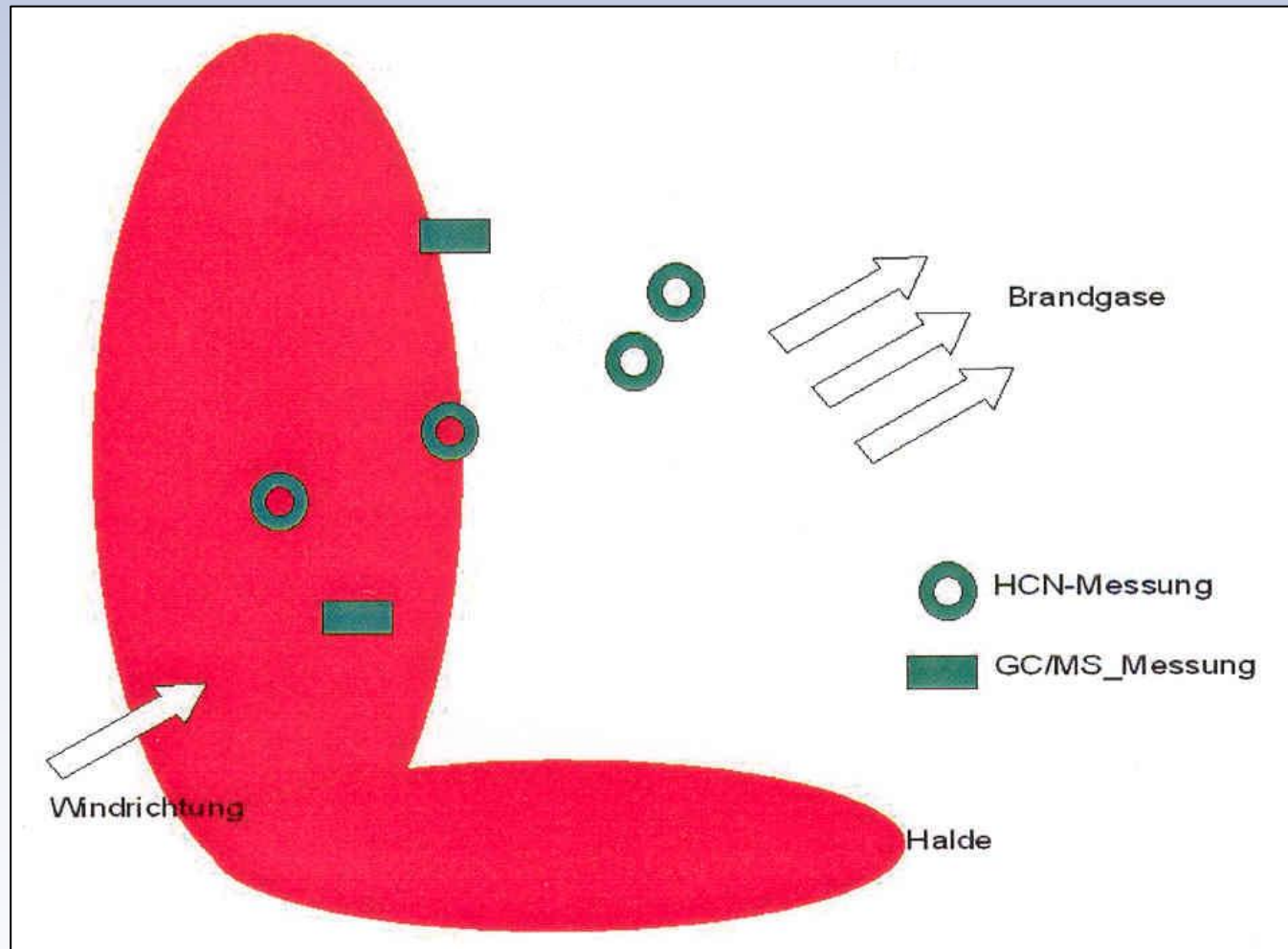


Wasserdampfwolken mit Zersetzungsgeruch



Standort des MOBLAB

Durchführung von 3 Messkampagnen; Festlegung der Messpunkte direkt am Brandherd (a) und in den in Windrichtung liegenden Ortschaften (b)
(Probenehmer a: BF Magdeburg, Probenehmer b: IdF Sachsen-Anhalt)



Probenahme durch Mitarbeiter des IdF Sachsen-Anhalt



Chemische Messungen und Ergebnisse

GC-MS-Messungen

➔ u. a. Benzol, Toluol, Styrol, Phthalate, Essigsäureverb., PAK wie Naphthalin, Phenanthren, Fluoren, subst. Benzole, langkettige Alkane/Alkene, Limonen
(typische Brandrauchprodukte für Deponiebrände)

PR-/CMS-Messungen

➔ u. a. Chlorwasserstoff/Salzsäure, Schwefeldioxid, Cyanwasserstoff/Blausäure, Formaldehyd

am direkten Brandherd erhöhte HCN-Werte, deshalb verstärkte HCN-Messungen durch die Einsatzkräfte

pH-Nachweis

➔ neutral (+ geringer Nachweis von HCl und Cl-haltigen organischen Verbindungen = Tendenz zur Bildung von chlosubstituierten Dioxinen/Furanen sehr gering)

Gefahrstofffreisetzungen

Gefahrgutunfall Vinylchlorid mit Brandfolge, Schönebeck, 1996



GC-MS-Messung: Vinylchlorid, Verbrennungsprodukte, Untersuchung von Leckagen und Messungen in Gullys, Konzentrationsverläufe und Trendbetrachtungen mit PID, Prüfröhrchen-Messung (VC, HCl, Phosgen, Cl₂)

Gefahrstofffreisetzungen

Gefahrstoffaustritt bei Schachtarbeiten, Magdeburg, 1996

Lage: Bei Schachtarbeiten in Magdeburg kippten mehrere Arbeiter um und klagten unter Schwindel und Unwohlsein

Auftrag: Abklären, ob Gefahrstoffe freigesetzt wurden ➡ GC-MS-Analytik
Probenahme unter CSA direkt in der Baugrube, ca. 1-2 m unterhalb der umgebenen Erdoberfläche

| No. | Time [sec] | Area [cnts] | Fit | CAS No. | Substance |
|-----|------------|-------------|-----|------------|-------------------------------------|
| 1 | 2,5 | 1117900 | | | |
| 2 | 117,9 | 694650 | | | |
| 3 | 121,5 | 373970000 | 952 | 79-01-6 | Trichloroethylene |
| 4 | 125,4 | 52505000 | 832 | 79-01-6 | Trichloroethylene |
| 5 | 132,4 | 1381000 | | | |
| 6 | 135,9 | 6088400 | 992 | 50-00-0 | Formaldehyde |
| 7 | 149,7 | 11198000 | 927 | 79-00-5 | Ethane, 1,1,2-trichloro- |
| 8 | 166,8 | 6843300 | 582 | 7572-29-4 | Ethyne, dichloro- |
| 9 | 174,6 | 166320000 | 894 | 127-18-4 | Tetrachloroethylene |
| 10 | 177,8 | 14845000 | 923 | 127-18-4 | Tetrachloroethylene |
| 11 | 180,8 | 18495000 | 804 | 127-18-4 | Tetrachloroethylene |
| 12 | 268,2 | 114620 | 550 | 42769-38-0 | 1,3-Butadiene, 1,1,3,4-tetrachloro- |
| 13 | 318,2 | 63927 | 755 | 75-21-8 | Ethylene oxide |
| 14 | 520,8 | 58570 | | | |



Chlorierte Kohlenwasserstoffe = typische Verbindungen einer chemischen Reinigung (vormals Gelände der Reinigung „Edelweiß“), vermutlich Destillationsrückstände aus der Reinigungs- und Lösungsmittelaufbereitung

Auswertung der Messergebnisse

Bewertung der Messergebnisse



unter Zuhilfenahme von eigenem Wissen/Erfahrungen (reicht oft nicht aus!),
Nachschlagewerken, Datenbanken, sonstigen Quellen

Heranziehen von Grenz-, Richt-, Orientierungs- und Toxizitätswerten (AGW/MAK,
letale Dosis/Konzentration, Einsatztoleranzwert (ETW), ERPG/AEGL ...)



Einschätzung des Gefahrenpotenzials

Ableiten von Schlussfolgerungen



Übergabe der interpretierten Messergebnisse und Vorschläge für
Einsatzentscheidungen an den EL-FW durch den EL-IdF

Unterstützung der EL hinsichtlich:

- **Gefahrenerkennung** - Art und ggf. Menge der freigesetzten Stoffe
- **Erstellung von Leitparametern** für die Gefährdungsabschätzung
- **Gefahrenbereiche** für Einsatzkräfte und Bevölkerung
- **Schutzmaßnahmen** für eingesetzte Dienstkräfte
- **Kontrolle** der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

