

# Neueste Entwicklungen von Einsatzmessgeräten in Seibersdorf

SEIBERSDORF  
LABORATORIES



## Lösungen zur Messung von Radioaktivität

Radiation Safety and Applications  
Seibersdorf Labor GmbH, 2444 Seibersdorf  
[robert.mudri@seibersdorf-laboratories.at](mailto:robert.mudri@seibersdorf-laboratories.at)



# Inhalt

- **Strahlenquellen**
- **Motivation für Überwachung** (Beispiel Industrie)
- **Radioaktivität in Stahl & Schrott**  
(Statistik, Kontaminationspfade, Zwischenfälle, kontaminierte Produkte)
- **Radioaktivität in Lebensmitteln**
- **Strahlenmessung** (Geräteklassen, Quantifizierung)
- **LMS-3** (Spezifikationen, Kalibrierungen, Anwendung & Betrieb)
- **DWM-3** (Inline Trinkwassermonitoring in Wasserwerken)
- **SSM-1+** (Strahlenmessgerät der neuesten Bauart in robuster Qualität)

# Strahlenquellen

- **Kernkraftwerke**

436 AKW weltweit, 63 im Bau, ~180 Antriebsreaktoren

- **Industrieanwendungen**

Radiographie, zerstörungsfreie Werkstoffprüfung, Dichte/Dickenmessung, Sterilisierung, Forschung

- **medizinische Anwendungen**

**Diagnose:** PET &  $\gamma$ -Kamera, **Therapie:** Onkologie & Kardiologie

- **Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM)**

Feuerfestmaterialien, Fliesen, Katzenstreu, Keramik, Granit



# Motivation für Überwachung

- **Kernkraftwerke**

Umgebungsüberwachung, Fahrzeuge, Personen, Freisetzung, (primär Ausgang)

- **Grenzschutz**

illegaler oder unbemerkter Grenzverkehr von Strahlenquellen (primär Eingang)

- **Medizin**

Forschung, ungewollte Freisetzung, Dosisbestimmung

- **Massenveranstaltungen**

Nuklear-Terror, schmutzige Bombe, Kontamination (Eingang)

- **Industrie**

Rohstoffe, Ausgangsprodukte, Schrott (Eingang),  
Fertigprodukte, Prozessoptimierung (Ausgang)



## ■ Schrott

verlorene Strahlenquellen (hohe Kosten für Bergung, Dekontamination, Stillstand und Entsorgung)

## ■ Rohmaterialien

Erze (Uran, Thorium, Wolfram, seltene Erden), Halbzeug und Brammen (Kontamination)

## ■ Produkte

Kundenforderung, Vermeidung von Rückholaktionen, negativer Publicity und Regressforderungen

## ■ Prozessoptimierung

Einhaltung von **gesetzlichen Auflagen** (Dosisbegrenzung durch limitierte Eingangskonzentrationen)

Begrenzung der **Ausgangskonzentration** (Vermeidung von rad. Abfall, Einhaltung von Grenzwerten)

# Zwischenfälle mit Strahlenquellen

## Die größten bzw. letzten Zwischenfälle (ausgewählte Beispiele):

- **Ciudad Juarez, Mexico**, Dez. 1983, 11 TBq Co-60, 5000 t Stahl und 109 Häuser kontaminiert, zufällig entdeckt
- **Goiania, Brasilien**, Sep. 1987, 51 TBq Cs-137, 112000 Pers. gem., 250 kont. 4 Tote, 3500 m<sup>3</sup> Abfall
- **Acerinox-Los Barrios, Spanien** Mai 1998, Cs-137 eingeschmolzen
- **SWT, Saalfeld/Thüringen, BRD**, Dez. 2007, Cs-137 eingeschmolzen
- **Mayapuri (New Delhi), Indien**, Apr. 2010, Co-60 beschädigt, 11 Pers. kont., 1 Toter, INES 4, bei Nachf. 11 andere Str.Q. gefunden
- **Duferco, La Louviere, Fr.**, Sep. 2011, Cs-137 eingeschmolzen, 16 Personen
- **Outokumpu, Tornio, Fin.**, Feb. 2012, Am-241 eingeschmolzen, 4 Personen

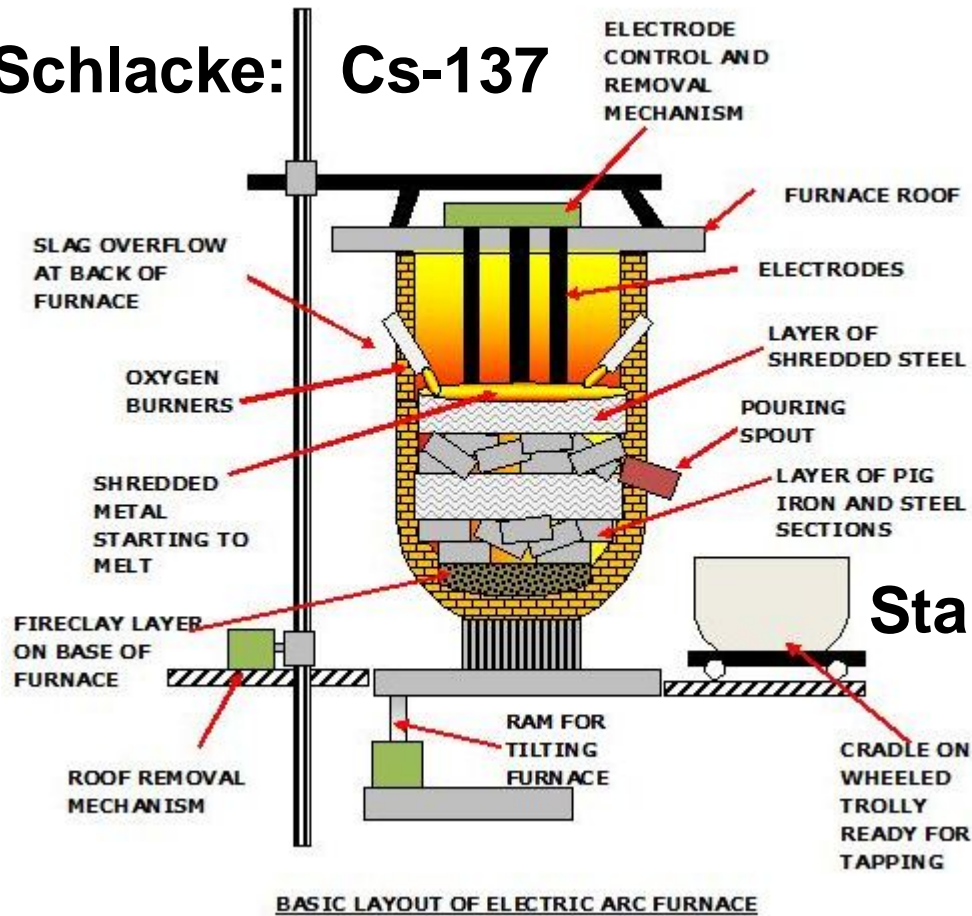
# Goiania



**Abb. 2, 3, 4:** Dekontamination durch Abtragen der Gebäude in Goiania.

# Kontaminationspfade

**Filter/Schlacke: Cs-137**



**Stahl: Co-60, Ir-192**

**Abb. 1:** Kontaminationspfade verschiedener Radionuklide.



# Jüngste Zwischenfälle - USA

- **USA** verfügt über die besten Grenzmonitore
- **Radioaktive Taschentuchspender**
- verkauft von **“Bed Bath & Beyond”** - 200 Filial. & web
- entdeckt **Jan. 2012, Co-60, ~ 2 µSv/h**
- hergestellt von **Tatara Group Nu Steel Indien/China**



Abb. 5, 6: Imageschaden durch Verantwortung für „nukleares Desaster“.

# Jüngste Zwischenfälle - Japan

- **Apr. 2012**
- **JOBMO Fahrrad**
- hergestellt von **Bridgestone Co**
- **9405** Stück verkauft
- **SST** Gebäckkorb
- **Co-60**
- 7-10  $\mu\text{Sv/h}$
- Herkunft: **China**



**Abb. 7:** Fahrrad mit kontaminiertem Gepäckkorb.

# Jüngste Zwischenfälle - Deutschland

- **Mai 2012**
- **Hamburg**
- **Zoll**
- **kontaminierter Stahl**  
(Teedosen)
- **Co-60**
- **40-200  $\mu\text{Sv/h}$**
- **Herkunft: Indien**



**Abb. 8:** Beschlagnahmter Container mit kont. Stahl (Teedosen).

# Typische Beispiele - Österreich

- wiederholte Funde
- Pflugscharren
- 20-30  $\mu\text{Sv/h}$  (einzelne Stücke)
- Herkunft wahrscheinlich Tschechien



Abb. 9, 10, 11: kontaminierte Pflugscharren – Österreich.

# Typische Beispiele - Österreich

- Alarm beim Entsorgen der Reste
- **Blattfedern, Co-60**
- **aufwendige Entsorgung**



Abb. 12, 13, 14: kontaminierte Blattfedern - Österreich

# Résumé

- sehr häufig **Co-60 in SST**
  - meistens Herkunft **Indien oder China**
  - weltweit bereits Milliarden für Messgeräte investiert
  - einige Länder und Betriebe haben 100% Kontrolle implementiert
  - Zwischenfälle zeigen aber dass trotzdem Fehler passieren
- **Zertifikat bez. Kontamination fordern** , aber sich nicht darauf verlassen
- **Wareneingang UND Ausgang scannen** (z.B. Am-214)
- zu späte Entdeckung → Rückrufaktion** (finanz. und Imageschaden)

# Portalmonitor YANTAR

## Detektion von strahlendem Material in Fahrzeugen

- „Wer es hat,  
dem gehört es auch!“
- Einsatz bei Stahlwerken,  
Schrottplätzen, Müllplätzen
- Automatische Detektion  
mit Alarmgebung
- Mehr als 120 Systeme in  
den letzten zwölf Jahren



## **Kernkraftwerkskatastrophe**

> 100 Unfälle bekannt

**große Unfälle z.B.**

- **Three Mile Island**, USA, März 1979
- **Tschernobyl**, CCCP, April 1986
- **Fukushima**, Japan, März 2011

weitere Information auf:

[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_civilian\\_nuclear\\_accidents](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_civilian_nuclear_accidents)

[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_military\\_nuclear\\_accidents](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_military_nuclear_accidents)



# Radioaktivität in Lebensmitteln

- Fokus: **Cs-137**, (Cs-134), **I-131**
  - Spaltausbeute
  - Halbwertszeit
  - chemische Eigenschaften (flüchtig & reaktiv)
- einfache Probengeometrien
  - homogen oder leicht homogenisierbar
  - hoher Wassergehalt
  - Dichte  $\sim 1 \text{ g/cm}^3$

# Geräteklassen

- **Gross Counter**  
nicht energiedispersiv – zählt alle Impulse
- **Single Channel Analyzer**  
zählt nur Impulse in einen Energiefenster
- **Multi Channel Analyzer**  
zählt alle Impulse durch  
einsortieren in Kanäle (Energieintervalle)
- **Digitaler MCA**  
Impulse werden sofort digitalisiert und  
erst danach digital gefiltert und quantifiziert

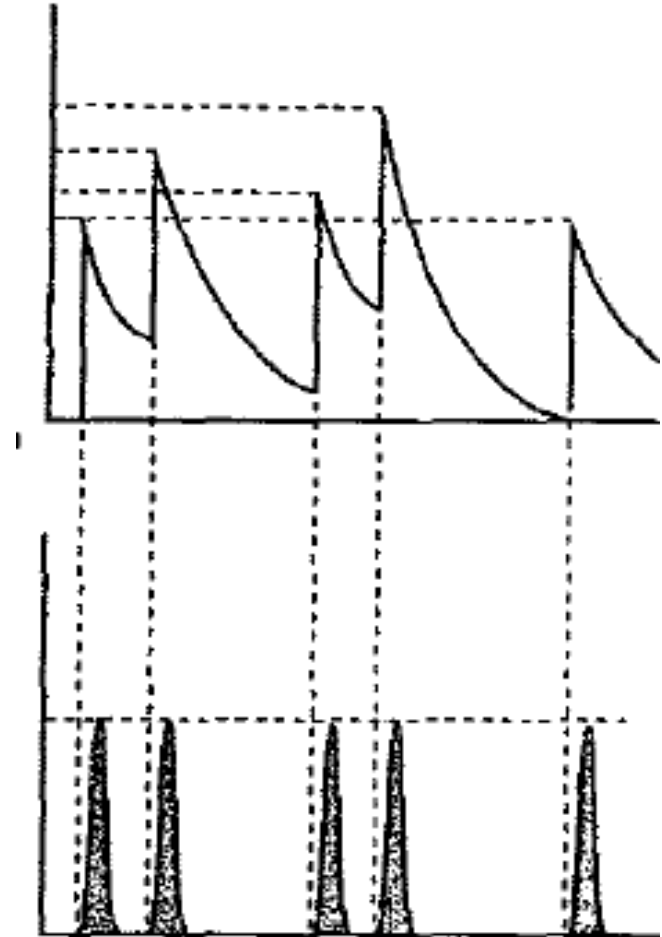


Abb. 17: Impulsformung der Analogsignale.

# LMS-3

- voll **digitaler Vielkanalanalysator (MCA)**
- hochempfindliche **Marinelli - Messgeometrie**
- Gerätekalibrierungen für unterschiedlichste Proben verfügbar
  - spezielle **Probenform** (Prüfkörper)
  - **Dichtebereich 0.001 bis 4 g/cm<sup>3</sup>**
  - **Füllhöhenkalibrierung 250 bis 500 ml**
  - **Matrix** (chemische Zusammensetzung)
- **25 mm Bleiabschirmung** zur Reduktion des natürlichen Strahlungsuntergrund
- Stromversorgung über USB → mobiler Einsatz

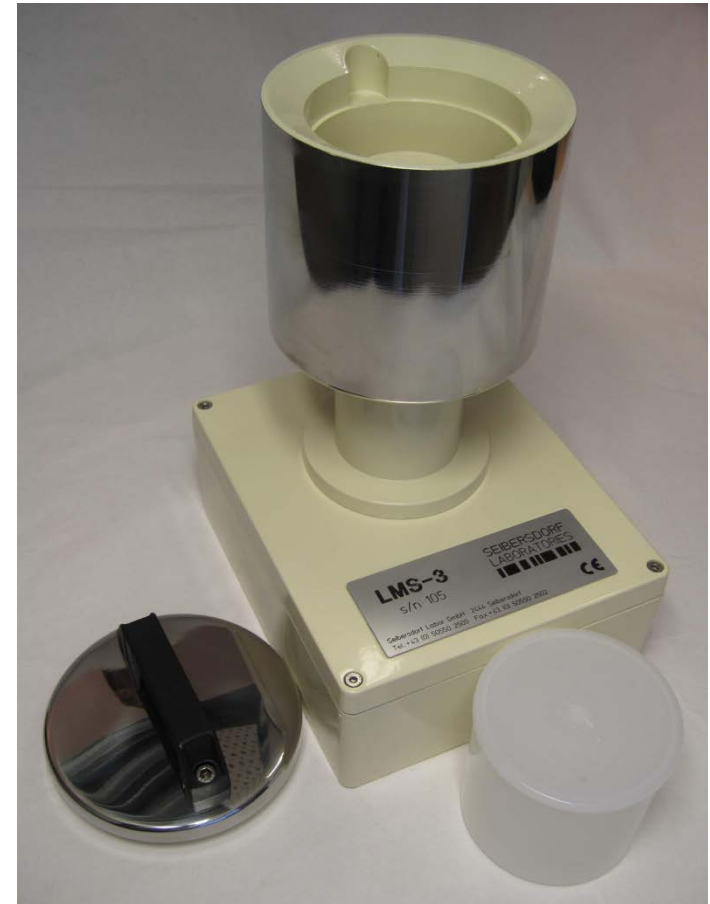


Abb. 20: LMS-3 mit Marinellibecher.

# LMS-3 Handling & Betrieb

- automatische Beurteilung der Aktivitätskonzentration  
→ **Ampel & Prozent** vom Grenzwert
- **automatische Dokumentation** der Messergebnisse
- Spektren können, im-/ exportiert bzw. verschickt werden  
→ **Unterstützung durch Experten** (remote support)
- Hardware wird voll vom PC konfiguriert und gesteuert  
→ **Ferndiagnose & Fernwartung, Multiuser Betrieb**
- genaue Anzeige der **absoluten Messunsicherheiten**
- **automatisches Beenden** der Messung  
(wenn Messunsicherheit erreicht oder, Entscheidung fest steht)



# LMS-3 Laboranwendung

- viele automatische Funktionen unterstützen die **Qualitätssicherung**
  - **Automatisierung** von Messung und Dokumentation der Messwerte
  - **Überwachung** von wichtigen **Funktionsparametern**  
(Energiekalibrierung, Detektorauflösung, Ausbeute und Leerwert)
  - **zuverlässige Messwerte**
- ➔ Vereinfacht den Einsatz im einem **akkreditiertem Labor**  
oder wenn vergleichbare **Qualität gefordert** wird

# MDA

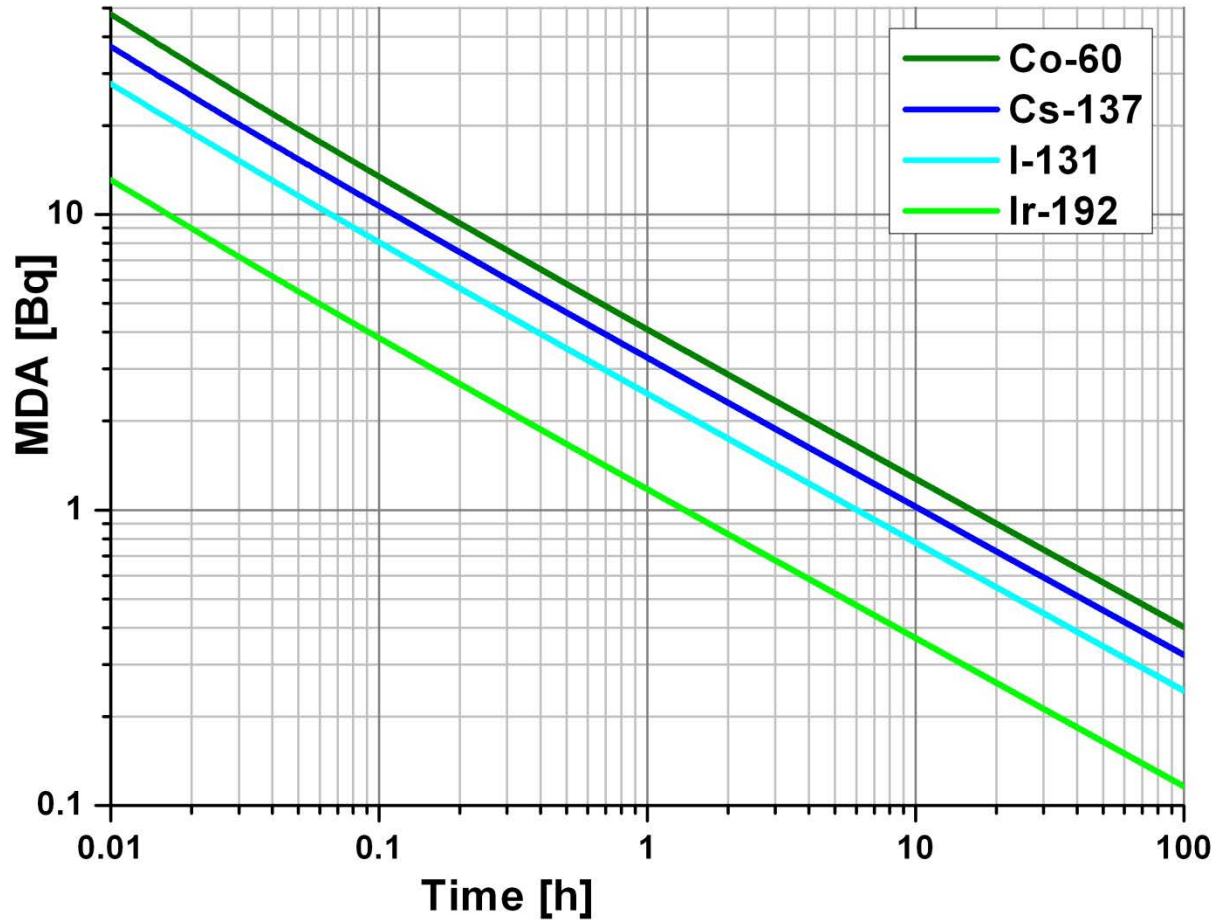


Abb. 21: Minimum Detectable Activity (MDA) als Funktion der Messzeit.

# LMS-3 Spezielle Messgeometrien

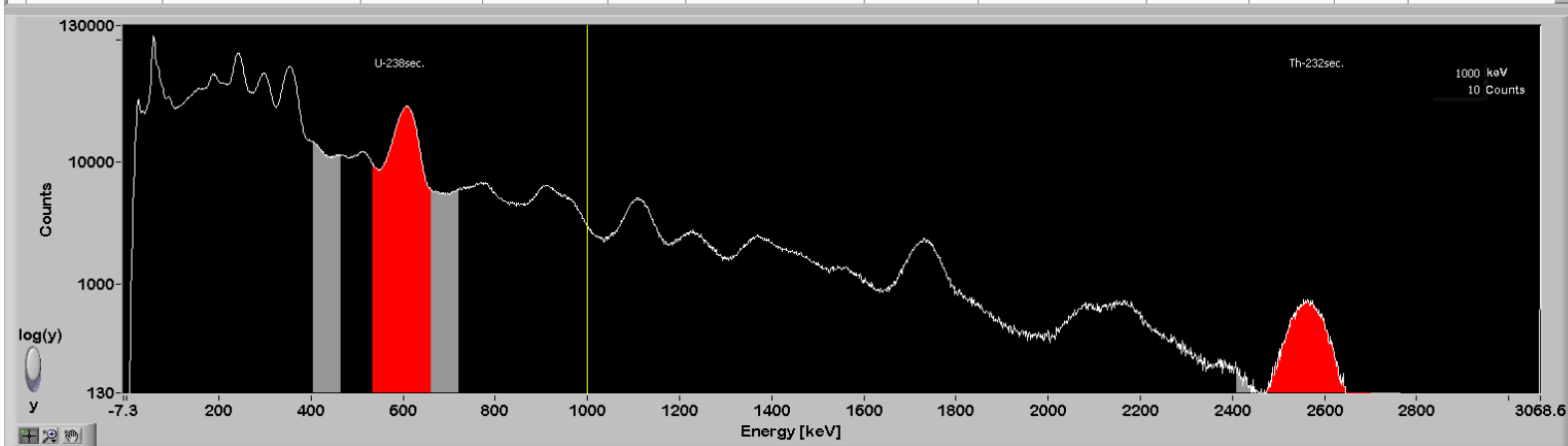


**Abb. 22:** Prüfkörper – Überwachung des Warenausgangs bei der Stahlherstellung.

# LMS-3 Spezielle Probenmatrix

- großer Dichtebereich (0.001 – 4) g/cm<sup>3</sup>
- **chemische Zusammensetzung** (U, W, Th,...)
- experimentell mittels **Referenzstrahler validiert**
- durch Vergleichsmessung mit HPGe-Detektor validiert  
→ **Rückführbarkeit**

Nuclide Name	Relative to Limit [Bq/kg]	Net Counts	Activity [Bq]	MDA[Bq]	Activity Conc. [Bq/kg]	MDC [Bq/kg]	Activity Conc. [Bq/l]	MDC [Bq/l]	Max [keV]	Dev. [%]	Peak Significance
Th-232sec. det.	629.2% of 50	36333 +/- 0.7%	363 +/- 20.0%	6	315 +/- 20.0%	5	1038 +/- 20.0%	16	2555	37	130.42785
U-238sec. det.	1105.1% of 50	574352 +/- 0.3%	638 +/- 15.0%	4	553 +/- 15.0%	4	1823 +/- 15.0%	13	607	-6	284.62442



**Abb. 24:** Wolframerz mit Uran und Thorium sowie Folgeprodukten  $\rho=3.6 \text{ g/cm}^3$ .



# DWM-3 Trinkwassersonde

## Detektor

- 63 x 160 mm NaI(Tl) Szintillationsdetektor
- 992 Kanäle spektrale Auflösung
- Messempfindlichkeit: 0.5 Bq/l Cs-137  
(Messzeit 1 h)

## Aufbau

- 55 mm Blei zur Abschirmung der Umgebungsstrahlung
- Messvolumen: 34 l
- max. Betriebsdruck: 5 bar (Prüfdruck 6 bar)
- Anschlüsse: 1/2" und 3/4"
- Abmessungen: 985 x 585 x 852 mm (BxTxH)
- Gewicht: ca. 600 kg



**DWM-3 Ansicht bei geöffneter Schirmung**

# Strahlenmessgerät SSM1

Bewährte Technik seit  
mehr als 20 Jahren

- Mehr als 2000 verkaufte Geräte
- Geräte aus der Anfangszeit sind immer noch im Einsatz
- Kunden schätzen seit Jahren die Robustheit und Zuverlässigkeit der Geräte



Referenzvorgabe für die Entwicklung eines Neugerätes

# SSM1+ Strahlenmessgerät

## Vorzüge

- einfache, intuitive Bedienung
- großer Messbereich  
0,01  $\mu\text{Sv/h}$  – 1 Sv/h
- strapazierfähiges,  
robustes Design
- flexibel konfigurierbar  
in der Anwendung



# SSM1+ Strahlenmessgerät



## Neuerungen

- bewährtes 3-Tasten-Konzept mit erweitertem Bedienfeld
- Zählrohre mit Hx10-Charakteristik
- Zusatz-Anzeigen im "Experten"-Mode  
- Integrationszeit, Streuung, etc.
- Alarmierung bei Überschreitung von vorgegebenen Schwellen für Dosis- und Dosisleistung
- Robuste Silikonhülle in unterschiedlichen Farben

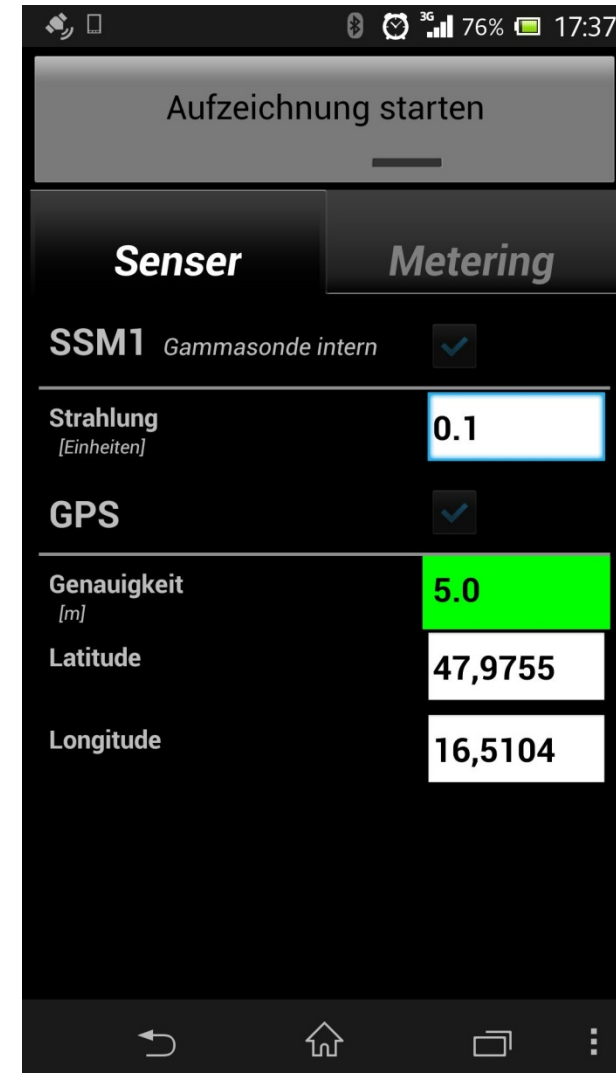


# SSM1+ Strahlenmessgerät



## Neuerungen

- interner Datenspeicher für 36.000 Datensätze mit Datum / Uhrzeit und Positionsdaten
- Optionales GPS-Modul
- Umfangreiche Schnittstellenanbindungen - USB / RS232 / Bluetooth
- Optional integrierter Suchdetektor (NaI) für rasches Suchen und Aufspüren radioaktiver Quellen



# SSM1+ Strahlenmessgerät

## Neuerungen

- ....

## Einführungsaktion

bis 31.07.2013

-15% auf Geräte  
und Zubehör

Weitere Informationen  
am Info-Stand

Geräte zum Testen  
und „Angreifen“



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

SEIBERSDORF LABORATORIES  
Seibersdorf Labor GmbH, 2444 Seibersdorf, AUSTRIA  
[robert.mudri@seibersdorf-laboratories.at](mailto:robert.mudri@seibersdorf-laboratories.at)  
[www.seibersdorf-laboratories.at](http://www.seibersdorf-laboratories.at)

