



FIELD FORENSICS, INC.

microTLC™: Schnelle Analyse
von Erde für TNT und andere
Sprengstoffe

Craig Johnson, President & CEO

“Detect, Analyze, Identify”

Copyright 2013 - Field Forensics, Inc.

Das Problem der Sprengstoff-kontaminierter Erde

http://www2.needham.k12.ma.us/nhs/cur/www1/%20WWW1-p3-final/sjr_ww2_p3/katharina.htm



**Prozentsatz der im 2. WK durch
Bombenangriffe zerstörten Gebäude**

- Kontaminationsquellen
 - Bombenangriffe im Zweiten Weltkrieg
 - UXO
 - Schießstände
 - Produktionsanlagen
- Militärische Explosivstoffe, Treibstoffe, Abbau- und biologische Transformations-Produkte
- Gefahren
 - UXO Unfälle
 - Toxizität
 - Aufspaltung in Boden, Grundwasser und Luft
 - Hohe Konzentrationen in der Erde
- Überwachung und Sanierung von ~ 3200 Standorten in Deutschland erforderlich ist (est) [1, 2]

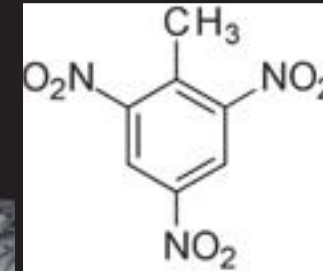
Abscheidung von 2,4,6-Trinitrotoluol

- Bei der militärischen Ausbildung können Millimeter- große Explosivstoff-Teilchen zurückbleiben [3]
- Harter Aufschlag: 140 g TNT kann als Bodenrückstand (155 mm Rund) bleiben
- Low-order: 3 kg TNT (155 mm rund)
- Die Explosivstoff-Partikel bewegen sich in der Erde, dann auch im Wasser und in der Luft t [4]
- Es bilden sich schließlich Sprengstoffkrusten in der Nähe der Erdoberfläche
- zu testende Substanz ist für Vor-Ort-Analyse leicht verfügbar**

<http://www.clu-in.org/characterization/technologies/exp.cfm>



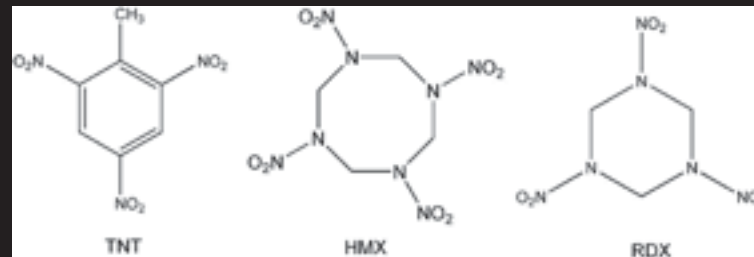
2,4,6- Trinitrotoluol



Unterirdischen Rekristallisierung von Sprengstoffen. Orangefarbene Erde enthält TNT (%)

Vor-Ort-Probenahme-Überlegungen

- Die **Sicherheit** des Personals ist bei der Durchführung von primären Vor-Ort-Tests und Beseitigungsmaßnahmen oberstes Gebot.
- Detonations-Potential auf Flächen mit hoher Sprengstoffkonzentration, bei geeigneter Initiierung [5]
- Eine TNT / RDX-Konzentration im Boden von $> 12\%$ gilt als reaktiv [6]
- Bodenkonzentrationen von weniger als 15% RDX oder TNT sind nicht reaktiv bei Stoß / Impuls [6, 7]
- Bodenkonzentrationen $< 12\%$ könnten durch Flammwirkung [6, 7] detonieren
- Reaktivitäts-Pegel von 10% als Sicherheitsreserve eingestellt [7]
- $10\% +$ kann nicht für die Analyse unter Verwendung von üblichen Verfahren herangezogen werden [5]



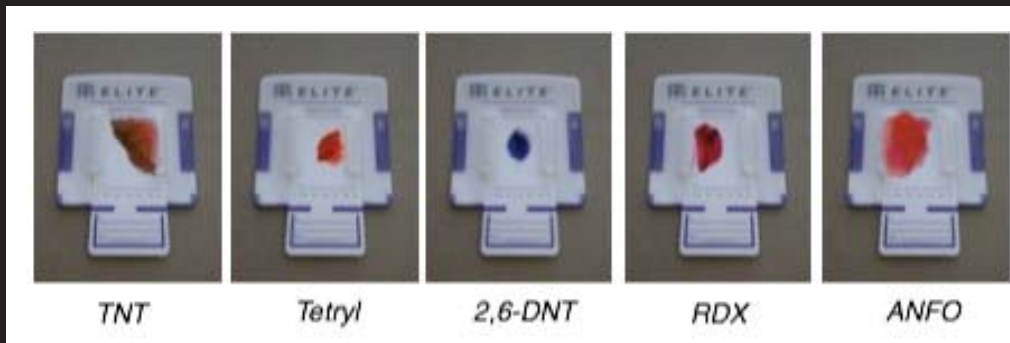
Vorteile von Vor-Ort-Analysen

- Schnelle Antwort über die Notwendigkeit für eine weitere Inspektion und Sanierung
- **Sicherheit:** Informiert den Arbeiter über zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen, ohne auf Laborergebnisse zu warten
- Kostengünstiger als eine große Menge von Feldproben:
 - Laborkosten
 - Versandkosten
 - Arbeitskosten für Verpackung, Versand, Dokumentation.
- **Ein Vor-Ort-Screening sollte in den Absucheprozess für ein komplettes Feld integriert und Labortests minimiert werden**

Vor-Ort-Screening für Sprengstoffe

- 🌿 **Chemischen Testkits:** Erzeugt eine Farbänderung in Reaktion auf Sprengstoff, die vom menschlichen Auge nicht erkennbar ist.

ELITE™



EL 100: Beispiele für die Farbreaktion bei verschiedenen Sprengstoffen (oben)

EL 240 Detektion:
Peroxide (Links)
Chlorate (Rechts)



- 🌿 Farbmessische Detektion von gewerblichen, militärischen, Selbstlaborat-Sprengstoffen, inklusive TNT, PETN, RDX, HMX, Chlorate, TATP, HMTD, MEKP und Dutzende mehr
- 🌿 Schnelltest EL100
 - ➔ Erkennt alle "nitro-basierten" Sprengstoffe – kann mit Zusatztest auch Chlorate und Perchlorate erkennen.
- 🌿 Schnelltest EL240
 - ➔ Detektiert und identifiziert Peroxide und Chlorate HME, fest, flüssig, gasförmig.
- 🌿 Lagerbarkeit: 2 Jahre
- 🌿 Einfach, robust, zuverlässig
- 🌿 Im Einsatz bei Polizei, Militär, Spezialeinheiten, Geheimdiensten, Sicherheitsdiensten, Kraftwerken, Touristik

IDEX™ Serie: Selbstlaborate & Vorprodukte Tests







- Serie von colorimetrischen Schnelltests; jeder Stift identifiziert eine Substanz:
 - IDEX-001 Nitro-Aromate
 - IDEX-002 Ammonium
 - IDEX-003 Harnstoff-Nitrat
 - IDEX-004 Chlorate
 - IDEX-005 Perchlorate
 - IDEX-006 Nitrate
 - IDEX-007 Phosphate
 - IDEX-008 Essigsäureanhydrid
 - IDEX-009 Peroxide
 - IDEX-010 Harnstoff
 - IDEX-011 Aluminium
 - IDEX-012 Eisen
 - IDEX-013 Magnesium
- Lagerbarkeit: 2 Jahre
- Inkl. forensischem Probensammler
- Im Einsatz bei Polizei, Militär, Spezialeinheiten und Geheimdiensten weltweit







ULTRA™: Sprengstofferkennung und Identifizierung

Vier Versionen: ULTRA-246, ULTRA-236, ULTRA-459 & (Neu) ULTRA-1B6



Farbmuster

-  ← Nitrate (UN, Kalium-Nitrat, etc.)
-  ← Ammonium-Nitrat (AN, CAN, etc.)
-  ← Chlorate (Kalium-Chlorat, Chlorat-Zucker, etc.)
-  ← Mono- / Di- Ammonium-Phosphat (MAP oder DAP)

-  Spurendetektion & Identifikation
-  Lagerbarkeit: 2 Jahre
-  Inkl. forensischem Proben-Behälter
-  Robust und leicht mitzuführen
-  nur ein Testschritt
-  Im Einsatz bei Militär & Polizei weltweit

Überlegungen zu Bodenproben

<http://www.extendonondaga.org/natural-resources/community-horticulture-and-gardening/soil-testing/>



- Chemischen Testkits sind in der Regel klassenspezifisch jedoch nicht Substanz-spezifisch
- Es werden mehr Informationen über eine Kontamination des Erdbodens benötigt
- Ein Feld-Screening-Tool, das innerhalb einer Klasse von Substanzen, die nicht differenzierbar sind, trennen kann und Verbindungen erkennt
 - HMX, RDX, PETN
 - Die Unterscheidung von Nitrocellulose, RDX in C-4-Sprengstoff
 - TNT von DNT-Isomeren-und Transformationsprodukte wie 2-Amino-4,6-DNT



← Nitrates (UN, potassium nitrate, etc.)



← Ammonium nitrate (AN, CAN, etc.)



Copyright 2014 Field Forensics, Inc.
www.fieldforensics.com

microTLC™: Sprengstoff & Drogen

- ♣ **D**ünnschicht-**C**hromatographie (**DC**) ist bis jetzt nur eine Labor-Technik.
- ♣ Ermöglicht Nano-Gramm-Nachweisgrenzen für Drogen und Sprengstoffe sowie gleichzeitig eine genaue Identifizierung der Probenbestandteile
- ♣ Ein menügesteuertes Programm ermöglicht den Einsatz mit minimalem Schulungsaufwand



- ♣ Dünnschicht-Chromatographie wird für die Analyse verwendet:
 - ➔ Drogen
 - ➔ Sprengstoffe
 - ➔ Schadstoffe
- ♣ Anwendungen:
 - ➔ Forensische Analyse
 - ➔ Bio-Wissenschaft und öffentliches Gesundheitswesen
 - ➔ Umweltstudien
 - ➔ Militär
 - ➔ Sicherheitsdienst
 - ➔ Lebensmittelsicherheit

DC-Grundlagen

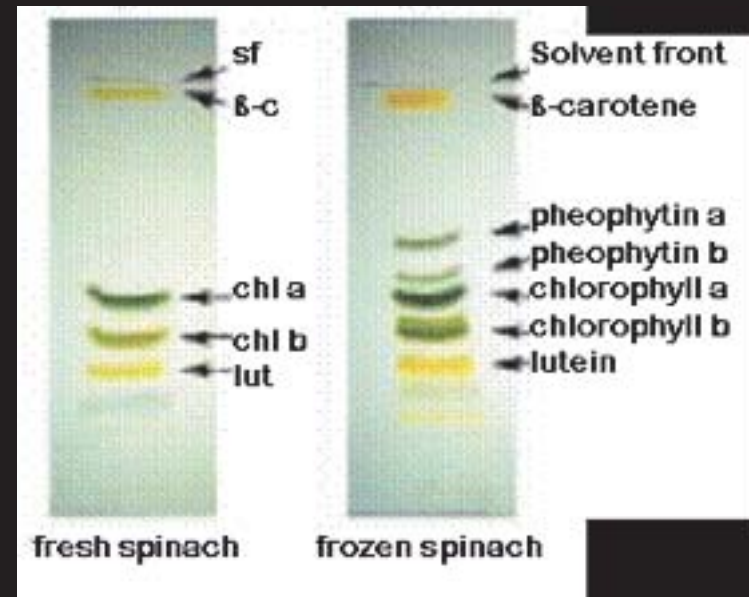
Trennung

- Die einzelnen Komponenten werden auf einer TLC-Platte unter Verwendung eines Lösungsmittels aufgrund ihrer unterschiedlichen Partitions-Koeffizienten getrennt.
- Das Lösungsmittel bewegt sich durch Kapillarwirkung auf der Platte nach oben
- Einzelne Verbindungen bewegen sich entlang der stationären Phase unterschiedlich schnell, was zu Flecken an verschiedenen Orten führt

Entdeckung

- Spots werden durch visualisiert:
 1. farbige Verbindungen selbst
 2. UV
 3. Entwicklungsreagenzien
- R_f-Werte (spezifische Bedingungen) werden zur Identifizierung verwendet

Trennung von Farbstoffen in Spinat



<http://christopherking.name/Organic%20Labs/Plant%20pigments%20by%20TLC.htm>

Vorteile für Sprengstoffdetektionen



LLNL TLC Field Kit for Explosives LOD Determination [8]

- ➊ Bewährtes Werkzeug für die Trennung und Identifikation
- ➋ Einfach zu bedienen
- ➌ Einfache Wartung
- ➍ Niedriger Strombedarf
- ➎ Quantifizierung
- ➏ Spezies-Zuordnung
- ➐ Langlebig
- ➑ Preiswert

Verbesserungen mit microTLC™

Entwickelte Platte mit UV-Licht [8]



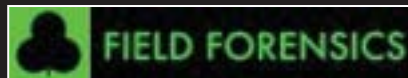
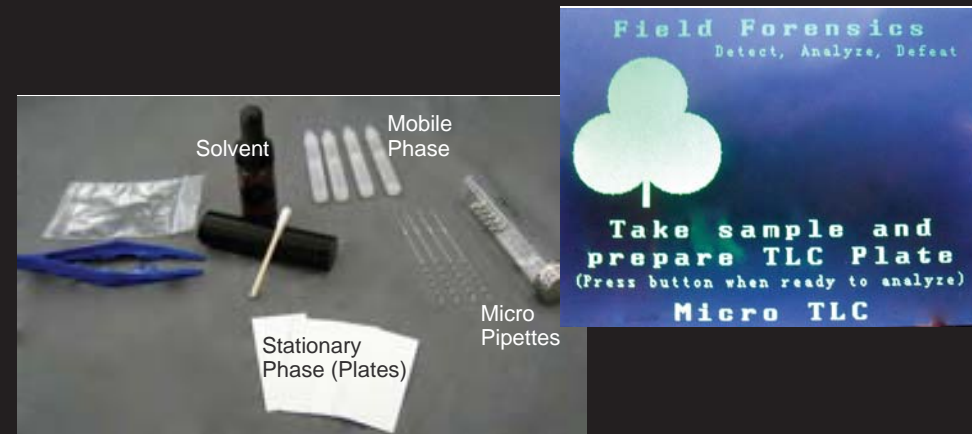
Die Verkleinerung

- Reduzierte Plattengröße ohne Verluste bei der Auflösung
- Geringere Distanz für die Lösungsmittelfront zu wandern, weniger Widerstand der Kapillarkwirkung.
- Schnellere Analyse (3 min für das Auffinden, Entwicklung und Identifikation gegenüber 20 min oder mehr mit konventionellen DC)
- Weniger mobile Phase wird benötigt - umweltfreundlich
- Einfacher zu handhaben



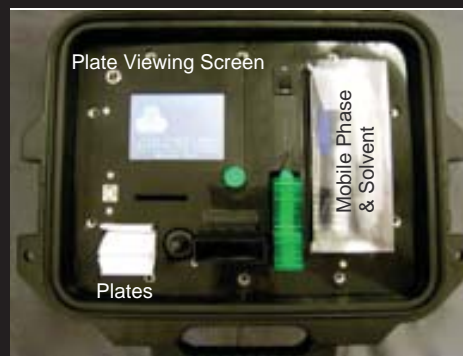
Benutzerfreundlichkeit

- Bedienungsanweisungen integriert
- Vereinfachte Chemie: die benötigte Anzahl an Platten und Lösungsmittel wurde minimiert und ermöglicht die Analyse von mehreren Substanzen pro Platte
- Vorbereitete Platten: keine Notwendigkeit für Berechnungen oder Kalibrierung im Feld
- Kein Dosierung von Flüssigkeits-Messungen
- Linien auf der Platte, um die Position der Probe anzuzeigen.
- Mobile Phase ständig einsatzbereit (auch in einem Fahrzeug), leicht zu dosieren, keine Gefahr von Spritzern / Verschütten



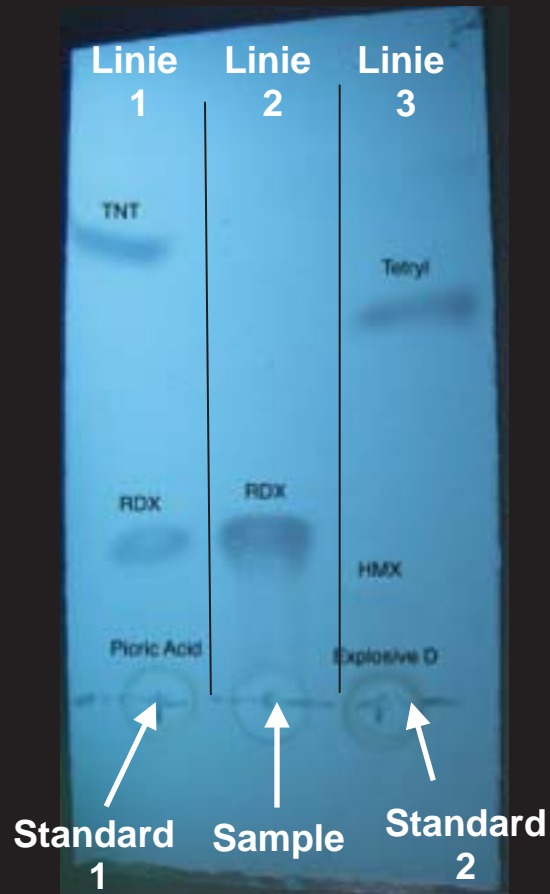
Verbesserungen mit microTLC™

Tragbare Feldausstattung

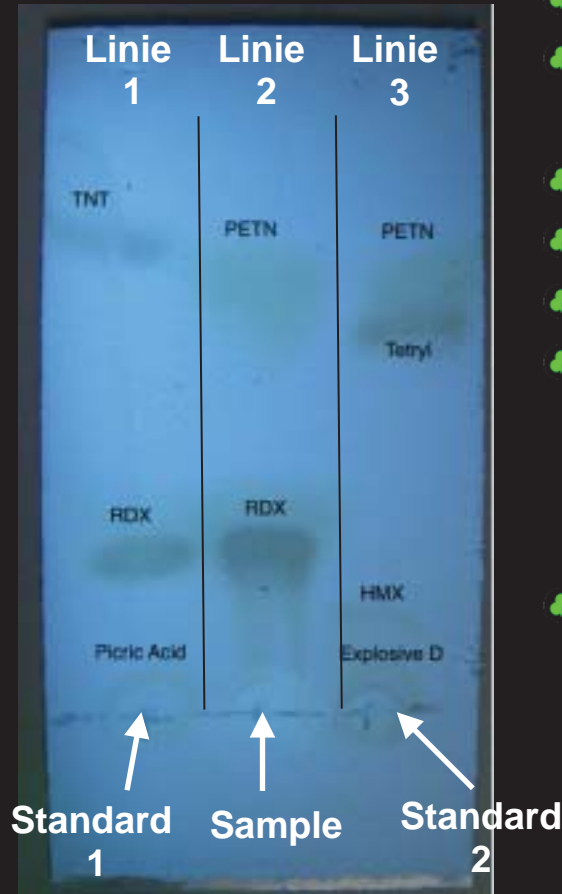


- Dimensionen: 36 cm x 29 cm x 16.5 cm; 3.6 kg
- Wiederaufladbare Batterie, Einsatzdauer > 9 Stunden
- Datenerfassung und Speichermöglichkeiten
- Integriertes UV-Licht mit eingebauter Kamera für Plattenbetrachtung - keine Schutzbrille erforderlich.
- Verarbeitet die große Anzahl Bodenproben und analysiert diese vor Ort
- Keine Notwendigkeit, Rf-Werte zu berechnen

Ergebnisse: Trennung und Nachweis von Boden-relevanten Sprengstoff-Mischungen



Schritt 1:
UV Visualisierung



Schritt 2: Nach der Entwicklung
mit Reagenz-Spray

- Platte sichten
- mobile Phase im Entwicklungsbereich platzieren
- Trennzeit: ~ 2 min
- Detektion: 1. Schritt
UV – Licht für RDX
- 2. Schritt Nachweis: Platte wird mit der Entwicklungs-Reagenz besprüht, um PETN sichtbar zu machen
- RDX, PETN und TNT gut aufgelöst.

Hinweis zu chemischen Testkits: Aliphate, RDX und PETN produzieren die gleiche Farbe und sind dadurch nicht zu unterscheiden!

Ergebnisse: Separation und Detektion von TNT in Bodenproben

- 3 g Blumenerde versetzt mit 1 ml 1000 ppm TNT zertifiziertem Referenzstandard
- Homogenisierten Boden in Acetonitril mit manuellem Schütteln extrahieren
- Kapillarrohr verwenden, um eine Probe zu nehmen
- Zwischen dem Spotting trocknen lassen
- Mit Trennung und UV-Detektion fortfahren



- TNT im Boden wird mit einer kompletten Probenahme- und Analysezeit von unter 5 Minuten effektiv erkannt
- Erkennt im Gegensatz zu anderen Techniken hohe Konzentration ohne Verdünnungsverfahren
- ≤ 100 ng LOD für TNT
- Unbekannten Boden charakterisieren.
- Ergebnisse werden als Bild erfasst und aufgezeichnet

Schnell, einfach, Hochdurchsatz-Verfahren zur Charakterisierung von Explosivstoffen kontaminierten Böden!

Schlussfolgerungen

- Trennung und Detektion von Explosivstoffen ist durch andere Feld-basierte Techniken als microTLC nicht erreichbar.
- microTLC kann mit hohen Konzentrationen von Sprengstoffen an der Erdoberfläche umgehen, ohne dass Verdünnungsschritte erforderlich sind.
- Einfach zu verwenden. Alles, was für die Probensammlung, Aufbereitung, Analyse und Interpretation der Daten benötigt wird, ist in der microTLC enthalten
- Die Aufnahme von microTLC™ in die Standardverfahren zur Bodenbewertung im Feld, fördert die die Sicherheit und senkt die Kosten und Durchlaufzeiten, durch Minimierung bzw. Verzicht auf Labortests

Referenzen

- [1] Preuß J, Eitelberg F (1999) Hallschlag. ISBN 3-88250-045-X.
- [2] Claus, Harald. in S. N. Singh (ed.), Biological Remediation of Explosive Residues, 15, Environmental Science and Engineering,
- [3] S. Taylor, A. Hewitt, J. H. Lever, C. Hayes, L. Perovich, P. Thorne, C. Daghljan. Chemosphere 55, 357 (2004).
- [4] J. M. Phelan, S. W. Webb. Report SAND97-1426, Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM, 1997.
- [5] T. F. Jenkins, M.E. Walsh. http://www.clu-in.org/conf/tio/explosives_082801/prez/aug01BW.pdf
- [6] Kristoff, F. T., T. W. Ewing and D. E. Johnson. USATHAMA Report No. AMXTH-TE-CR-86096, Aberdeen Proving Ground, Maryland, 1987.
- [7] T. F. Jenkins, P. W. Schumacher, J. G. Mason, P. G. Thorne. U.S. Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory Special Report: 96-10, 1996.
- [8] J. H. Satcher, J. L. Maienschein, P. F. Pagoria, A. Racoveanu, M. L. Carman, R. E. Whipple, J. G. Reynolds. Proc. SPIE 8358, Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives (CBRNE) Sensing XIII, 83580Z, 2012.

Kontakt-Informationen

Bitte besuchen Sie uns nebenan am Stand, um microTLC live zu sehen

■ Craig Johnson - President & CEO

- cjohnson@fieldforensics.com
- Direct Line: +1.727.490.3609 Ext. 111

■ Field Forensics ist in Deutschland vertreten durch:

compositionX GmbH

- arnd.lemhoefer@compositionx.de
- +49 . [0] 24 24 . 20 37 30

Field Forensics, Inc.

1601 3rd Street South
St. Petersburg, FL 33701
USA

Tel: 1.727.490.3609

Fax: 1.727.490.3610

www.fieldforensics.com

info@fieldforensics.com

