

Rüstungsaltslasten

Kampfstoffe

Lost
Tabun
CAP
Phosgen
Diphosgen
Clark I, II
Adamsit

Sprengstoffe

TNT
RDX
PETN
CE
Grf. 88

Pulver

?



zusammengestellt nach Erkenntnissen von
A. Schwendner (IBH Weimar) und
Dr. T. Bausinger (Envilytix GmbH, Wiesbaden)

Zur Umweltrelevanz Pulvertypischer Verbindungen auf Sprengplätzen

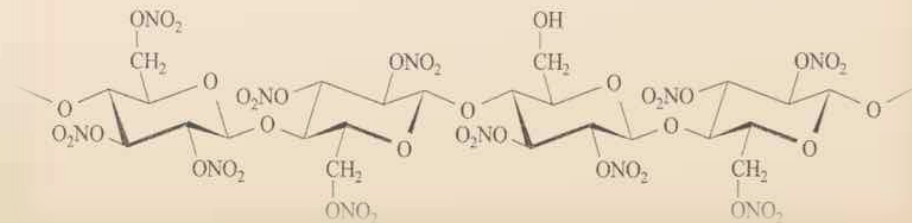


Foto: A. Schwendner

Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03-07.03.2017 Bad Kissingen; Vortrag Alexander Schwendner

Freisetzung: Sprengung von Kartuschen



Freisetzung: Explosionsstellen (Munitionszüge)



Quelle: Luftbilddatenbank Carls



Foto: A. Schwendner

Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03.-07.03.2017 Bad Kissingen, Umweltchemie PT Carl Sprengel, 2017, A. Schwendner

Entwicklung der Pulver

bis 1885: Schwarzpulver
(75 % KNO_3 , 10 % S, 15 % Holzkohle)

Abbrand: unter Rauchentwicklung

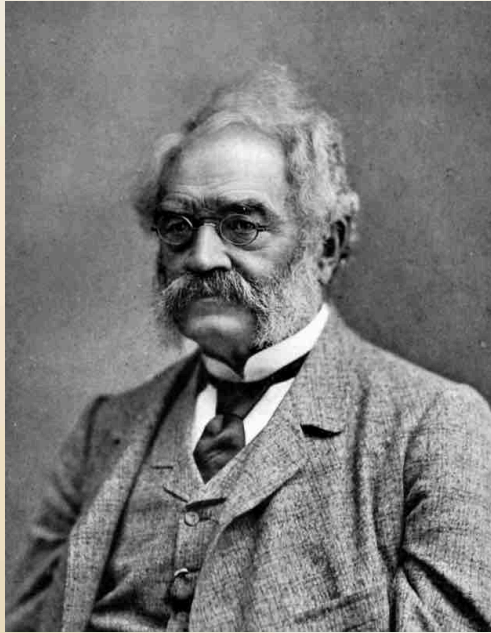
Detonationsgeschwindigkeit 500 m/s



Foto: Wikimedia

Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03-07.03.2017 Bad Kissingen; Umweltrelevanz PTV auf Sprengplätzen; Vortrag Alexander Schwendner,

Entwicklung der Treibmittel



Werner Siemens
(Pulverfabrik Spandau)

ab 1885: Nitrozellulose (NC, NZ)
rauchschwacher Abbrand
Detonationsgeschw.: 6.300 m/s
formbar → Regulierung des Abbrandes
→ Schonung Geschützrohre



Einteilung und Hauptbestandteile

Einbasig (mit Lösungsm.)	Zweibasig (POL-Pulver)	Dreibasig
NC (NC-Pulver) (ab 1885)	NC + Ngl (Ngl-Pulver)	NC + Ngl + Nigu (Nigu-Pulver)
	NC + DEGDN (Digl-Pulver) (ab 1935)	NC + DEGDN + Nigu (Gudol-Pulver) (ab 1942)

Sonderformen:

Nitropenta-Pulver (PETN/NC-Mischungen)
Pulver für Do-Geräte (teilweise TEGDN)
TEGDN: in Tropenpulver (statt DEGDN)
AN: wg. Rohstoffmangel zugegeben

Entwicklung der Treibmittel

Ngl: gelatinierend, aber erosiv;
wenn Gehalt reduziert –
viel Gelatinierer erforderlich
aus Glycerin hergestellt (Mangel)

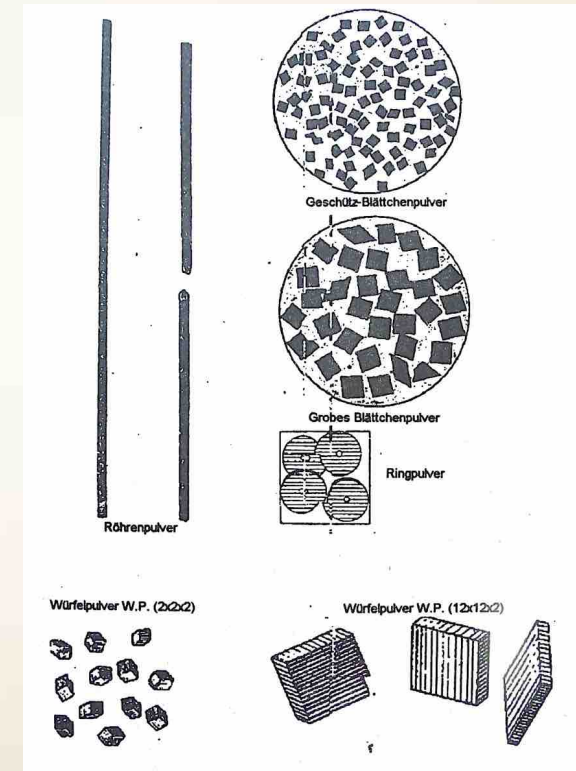
Dr.Ing. Uto Gallwitz (1892 – gef. 1943)
Gruppenleiter HWa Munition & Ballistik
(1935 – 1942)
(Die Geschützladung)

DEGDN: besser gelatinierend,
synthetisch herstellbar



Formen

Bl. P. Kr. R.	Blättchenpulver Kreuz Rohr ...
N P Pl P	Nudelpulver ... Plättchenpulver
R.P. Rg P St P Stb Str P W.P	Röhrenpulver... Ringpulver ... Sternenpulver Stäbchen ... Streifenpulver Würfelpulver ...



Kennzeichen	GU	D	DR	DST	NG	NZ
adungsaufbau	Gudol-P.	Digl. Bl. u. Rg.-P.	Digl. R. P.	Digl. Str. P.	Ngl. P.	Nz. P.

Quellen: Handbook of Enemy Ammunition - German Ammunition Markings and Nomenclature (Pamphlet No.15);

Handbuch 1940 Die Munition der deutschen Geschütze und Werfer

PREUSS, J. & EITELBERG, F. (1996): Handbuch Rüstungsaltlasten; Band 4 Rüstungsaltstandorte.

Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03-07.03.2017 Bad Kissingen; Umweltrelevanz PTV auf Sprengplätzen; Vortrag Alexander Schwendner,

Blättchenpulver



Foto: A. Schwendner

Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03-07.03.2017 Bad Kissingen; Umweltrelevanz PTV auf Sprengplätzen; Vortrag Alexander Schwendner,

Röhrenpulver



Foto: A. Schwendner

Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03-07.03.2017 Bad Kissingen; Umweltrelevanz PTV auf Sprengplätzen; Vortrag Alexander Schwendner,

Verwendung

NC-Pulver

Röhren, Plättchen

Handfeuerwaffen

13 mm

2 cm

3 cm

5 cm Wgr

7,5 cm Pz.- und Spr.Gr.

Gudol-Pulver

Blättchen, Röhren

4,2 cm Pzgr.Patr.

4,2 cm Sprgr.Patr.

5 cm Sprgr.

7,5 cm Pz.-, Spr.-, und HL-Gr.

7,62 cm SprGr.Patr.

8 cm Flak

8,8 cm Pzgr.

38 cm Wgr 40

Ngl-Pulver

Röhren, Blättchen, Ring, Streifen

3,7 cm Pzgr.Patr.

4 cm Kanone

4,7 cm Gr.

8 cm Wgr. 34

8,8 cm RakPz.gr.

10 cm Gr.

10,5 cm IFHGr.

10 cm Wgr. 40

12 cm Wgr. 42

15 cm Stielgr. 42

15 cm K

20 cm Wgr. 40

21 cm Pzgr.

Digl-Pulver

Röhren, Streifen

3,7 Flak u. KWK

3,7 Stielgr.

5 cm Gr.

5 cm PzSpr.

Raketensprgr.

7,5 Gr. 34

7,5 cm Pzgr. 39 u. 42

7,7 FK

8 cm Wgr.

8.8 Sprgr.Patr.

10 cm Kanone

10,5 Gr. HL

15 cm K.Gr.

15 cm Stielgr. 42

15 cm Wgr.

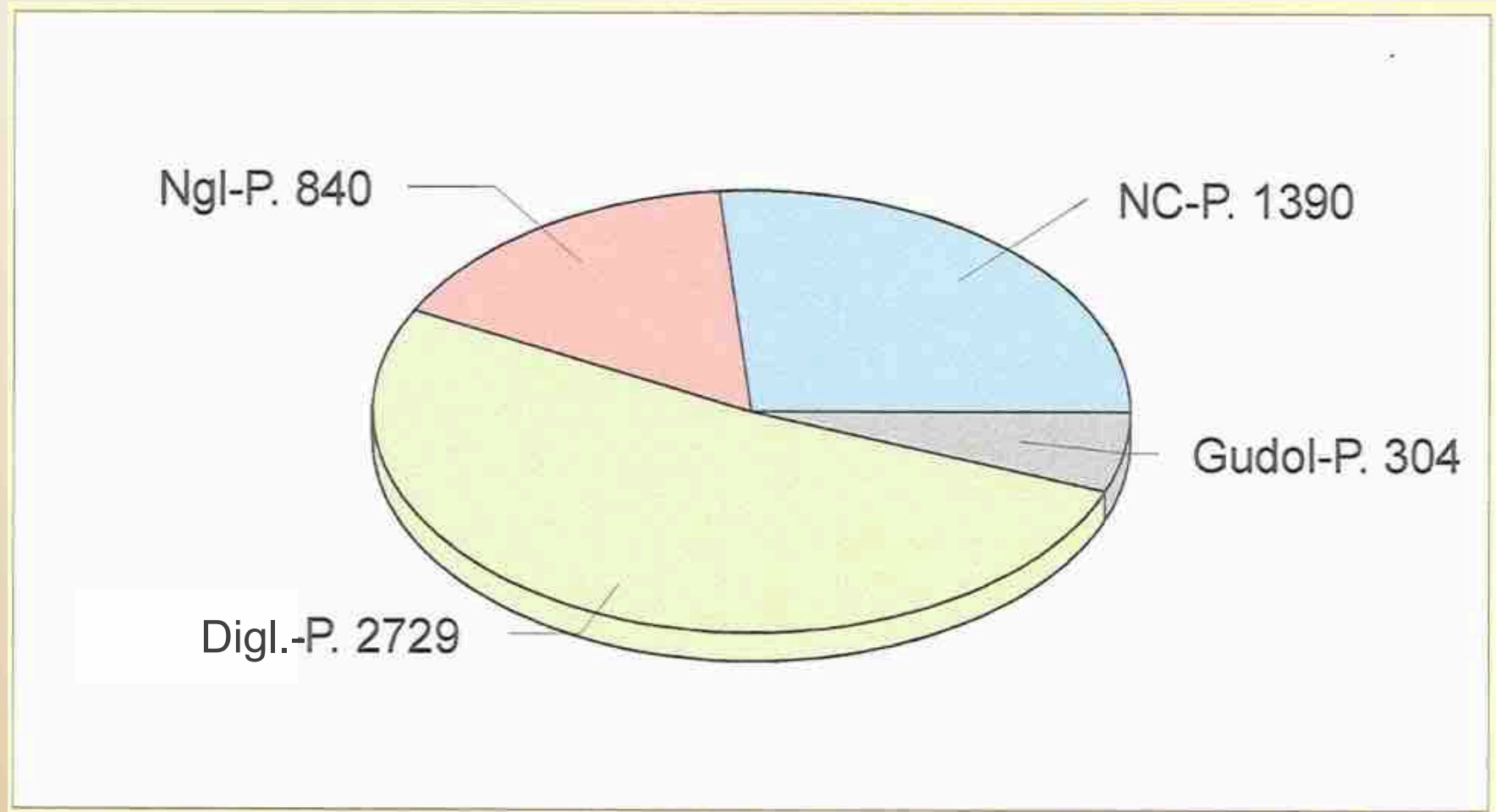
15 cm K

17 cm KGr.

zusammengestellt nach: Niedersächsisches Umweltministerium (1990): Deutsche Brisanzmunition des II. Weltkriegs. Literaturstudie als Grundlage für eine Kontaminations-Gefährdungsabschätzung. - unveröffentlichte Studie erstellt von Fa. Simons & Partner.
Munitiondatenbank NRW und diversen Dienstvorschriften des Heeres
FEDEROFF (1958): Dictionary of Explosives, Ammunition and Weapons.

Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03-07.03.2017 Bad Kissingen; Umweltrelevanz PTV auf Sprengplätzen; Vortrag Alexander Schwendner,

Häufigkeiten



bis 5/1948 von der StEG wiedergewonnene Mengen [t]

Quelle: SCHWENDNER, A. (2009): Arbeitshilfe Sprengplätze. Anhang 1- Historische Hintergrundinformationen (unveröffentlicht).

Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03-07.03.2017 Bad Kissingen; Umweltrelevanz PTV auf Sprengplätzen; Vortrag Alexander Schwendner,

Bezeichnungen und Beschriftungen



Diglycol-Röhren-Pulver
(zweibasig)
G1 = G-Pulver (Uto Gallwitz)
mit 1%
Mündungsfeuerzusatz,
Abmessungen (Kern-, Mittel-
Außenbündel)
dbg=Pulverfabrik Düneberg
Pbs = HMa Priebus



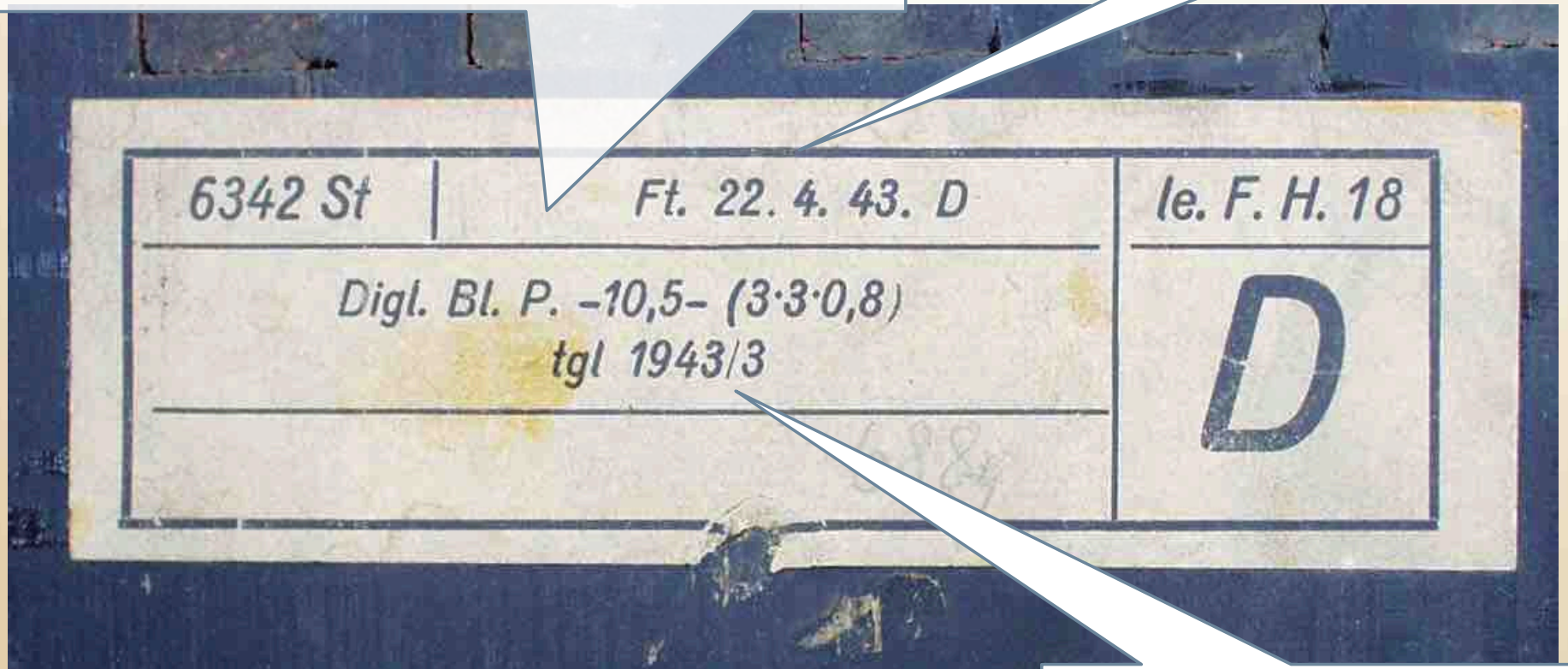
Nitrocellulose-Röhren-P.
(einbasig)
Abmessungen (L, \varnothing intern, ext.)
rdf = WASAG Reinsdorf, Jahr, Monat
Uu =HMa Urlaub
F = Kennbuchstabe verantw.
Feuerwerker



Bezeichnungen

Diglycol-Blättchenpulver
(zweibasig)
Wärmeinhalt des Pulvers bei Verbrennung
1050 Kalorien, Abmessungen

HMa Feucht,
verantwortlicher
Feuerwerker



Pulverherkunft Torgelow
(DSC), Jahr

Bezeichnung

1-8,8cm Pzgr. Patr. 39-1	KW K 43 Flak 43 34 K 43	FES
Bd. Z. 5127	92	
Gu. R. P. - G 1,5 - KN. ($\frac{725}{650}$ 5,1/2)		
ktz	1943/10	GU
KZU	10.7.43 Da	6388St

Gudol-Röhren-P.
(dreibasig)
1,5 % Zusatz KNO_3
Abmessungen

Pulverherkunft Kietz ?
HMa Kotzenau?

Zusatzstoffe [%]

	Hpt. best.	Nebenbestandteile (Sprengöle)			umweltrelevante Zusatzstoffe						
					DPA	Cent	Ak	DPU	EPU	DNT	NN
C-P. (Blättchen)	93-99	0	0	0	0-2,3	0-3,4	0-1,8	0	0	0	0
Ng-P. (Köhren, Ring)	54-64	29-44	0	0	0	0-1	0-1	0-1,6	0-3,5	0	0
Digl-P. (verschied.)	66-70	0	15-40	0	0	0-9	0-3	0-3,7	0-4	0-10	0
Budol-P. (Köhren, Blättchen)	37-48	0	18-29	25-40	0	0-9,7	0-0,75	0-5	0-5	0	0

DPA = Diphenylamin

Cent = Centralite (I-III)

Ak = Akardite (I-III)

DPU = N,N'-Diphenylurethan

EPU = Ethyl-N-phenylurethan

DNT = 2,6-Dinitrotoluol

NN = Nitronaphthalin

→ Oberflächenbeh., Stabilis.

→ Gelator und Stabilisator

→ Stabilisator

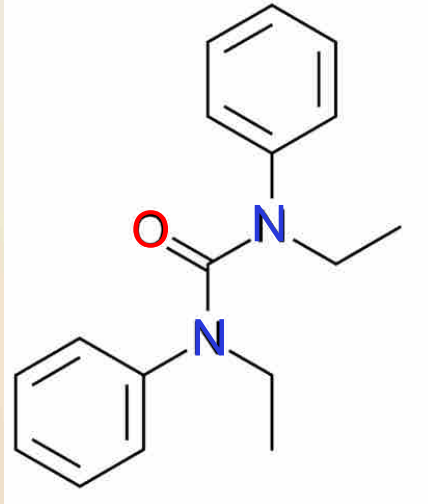
→ Gelator und Stabilisator

→ Gelator und Stabilisator

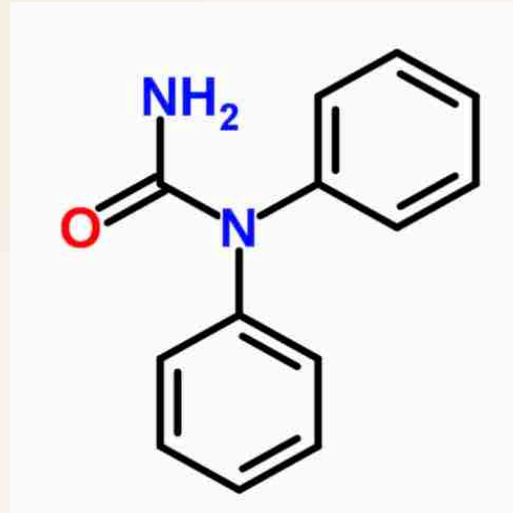
→ Reduz. T°C Verbrennung

→ reduziert elektrost. Aufladung

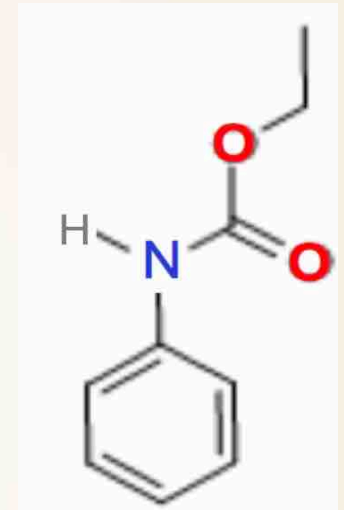
Zusatzstoffe - Strukturen



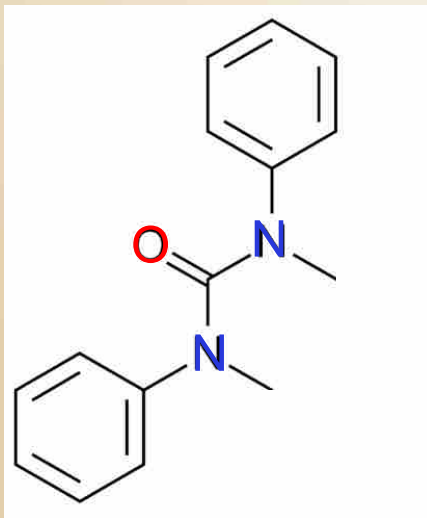
Centralit I
1,3-diethyl-1,3-
diphenylharnstoff



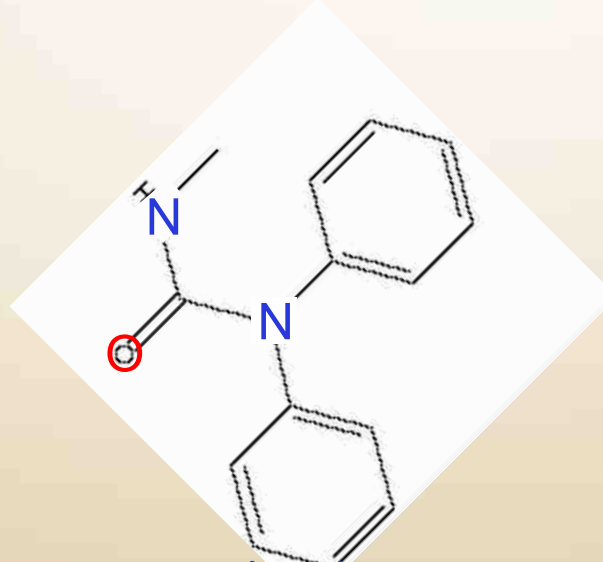
Akardit I
1,1-Diphenylharnstoff



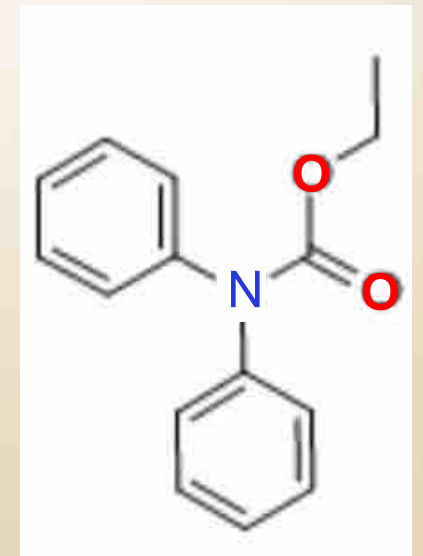
Ethyl-N-phenyluretha



Centralit II
1,3-Dimethyl-1,3-
diphenylharnstoff



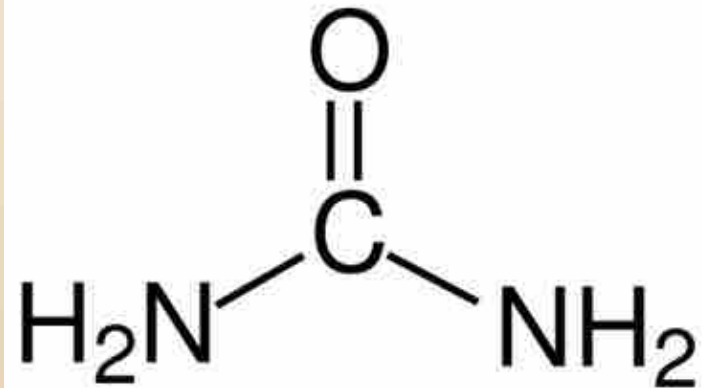
Akardit II
N'-methyl-N,N-diphenylharnstoff



N,N'Diphenylurethan

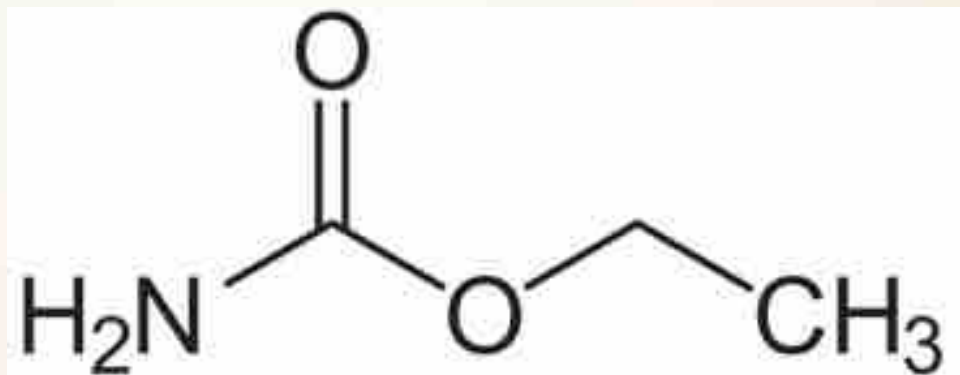
Zusatzstoffe - Grundgerüste

Centralite
Akardite



Urea (Harnstoff)
Kohlensäurediamid

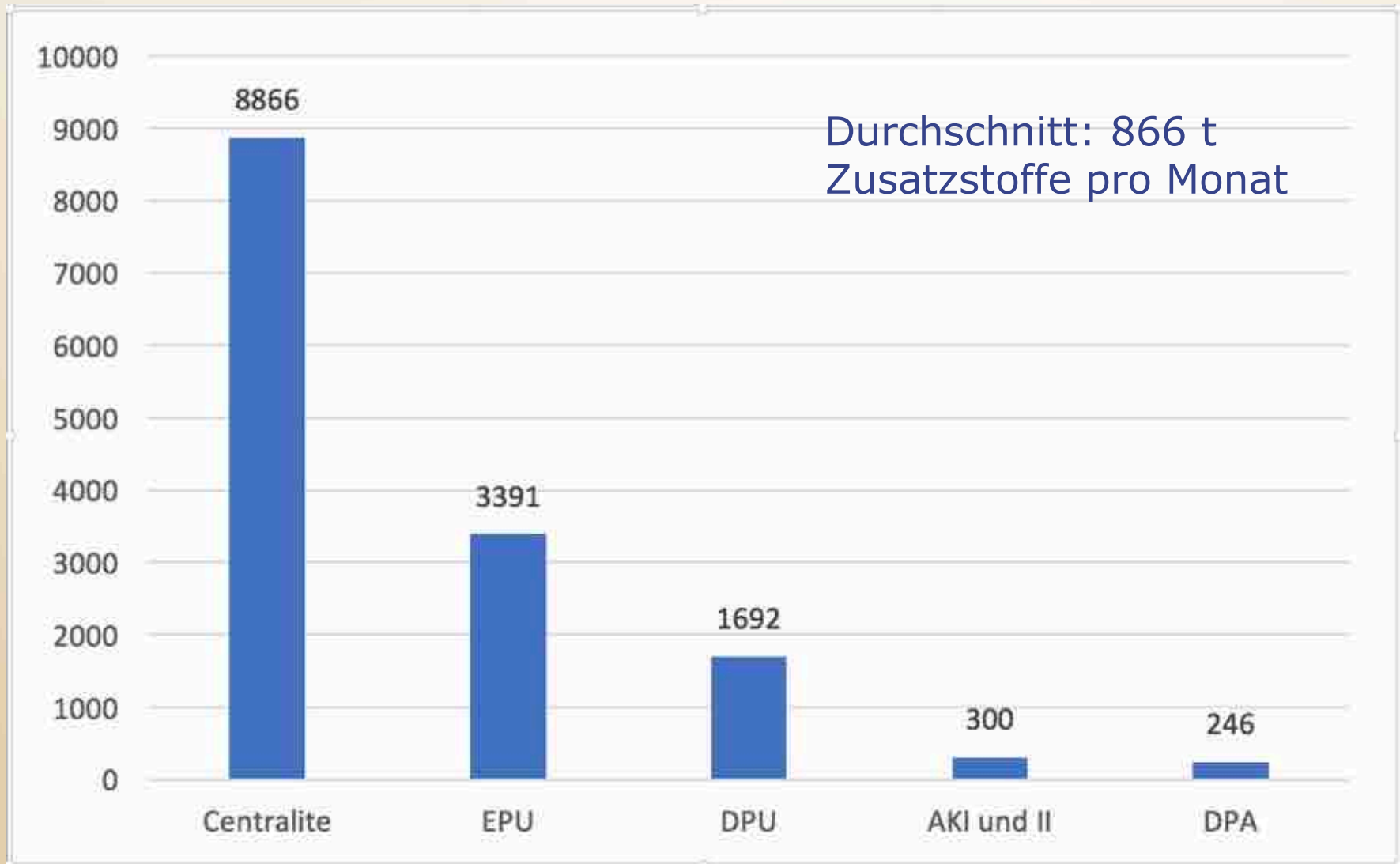
EPU
DPU



(Ethyl)Urethan
Ethylcarbamate



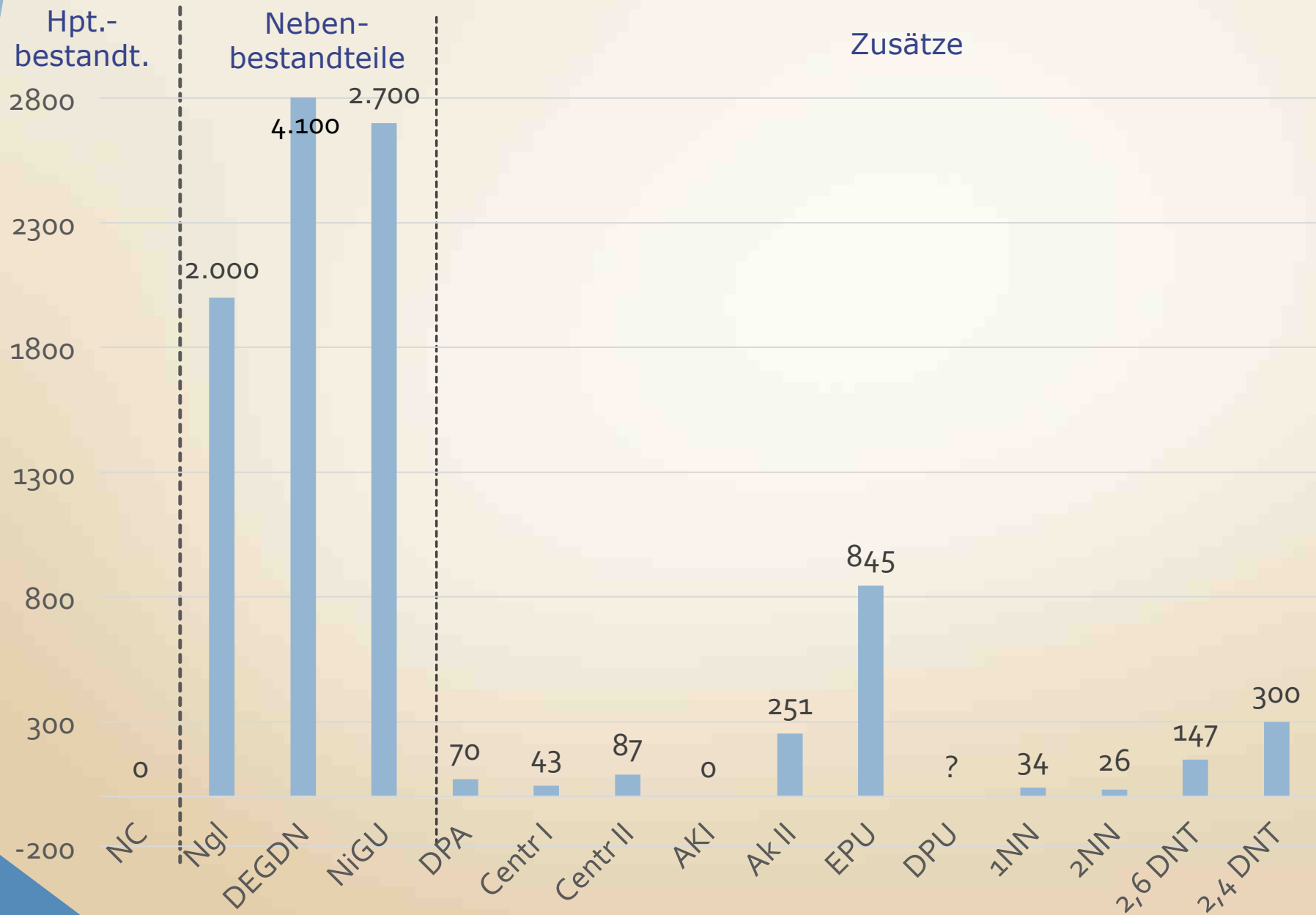
Zusatzstoffe: Hergestellte Mengen [t], DR; Dez. 41- Juli 43



zusammengestellt nach Informationen von Bausinger, T. bzw. Archivalien des Bundesarchivs (teilweise Datenlücken)

Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03-07.03.2017 Bad Kissingen; Umweltrelevanz PTV auf Sprengplätzen; Vortrag Alexander Schwendner,

Wasserlöslichkeiten [mg/l]



zusammengestellt nach BAUSINGER, T. (2010): Neue Daten zur Wasserlöslichkeit einiger rüstungstypischer Verbindungen. – altlasten spektrum 5/2010 und US EPA (2003); Estimation Programs Interface (EPI).. Available from, as of Dec 15, 2004: <http://www.epa.gov/oppt/exposure/pubs/episuite1.htm>

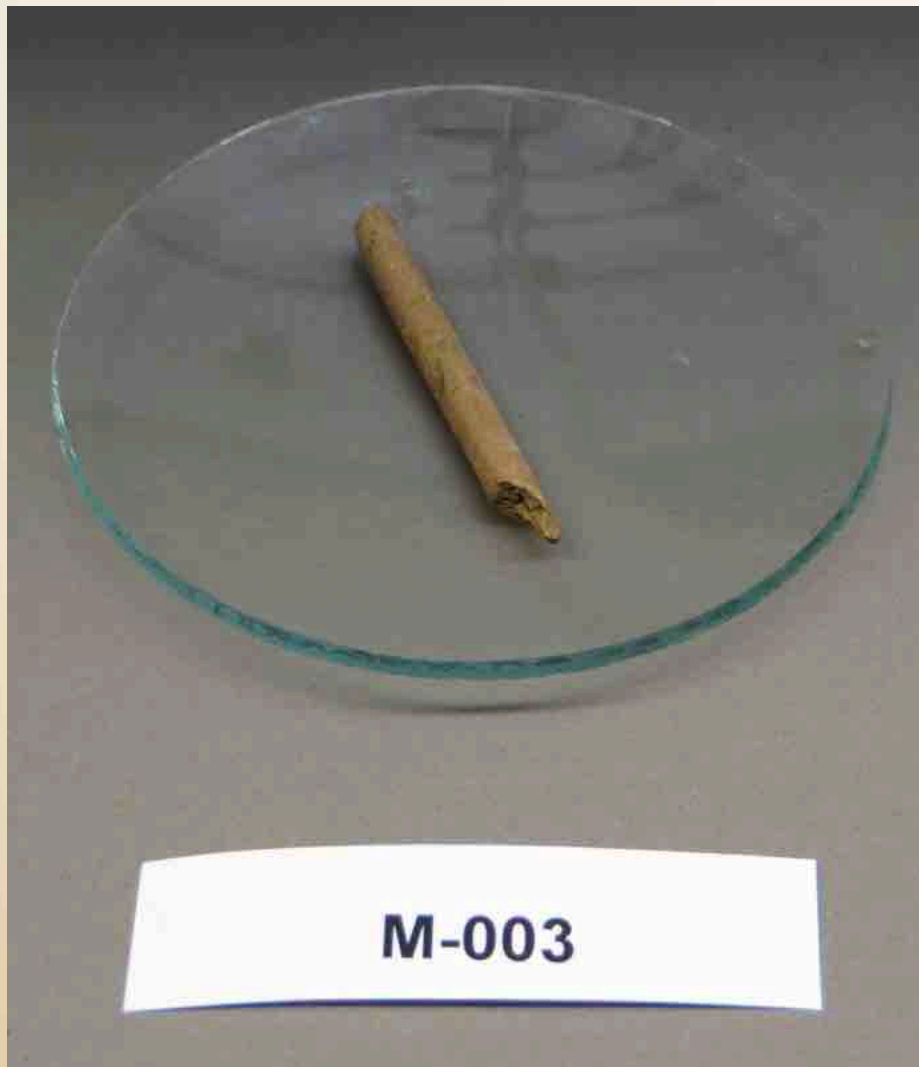
Untersuchung von Materialproben – Standort 1



Foto: A. Schwendner

Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03-07.07.2017 Bad Kissingen; Umweltrelevanz PTV auf Sprengplätzen; Vortrag Alexander Schwendner,

Untersuchung von Materialproben – Standort 1



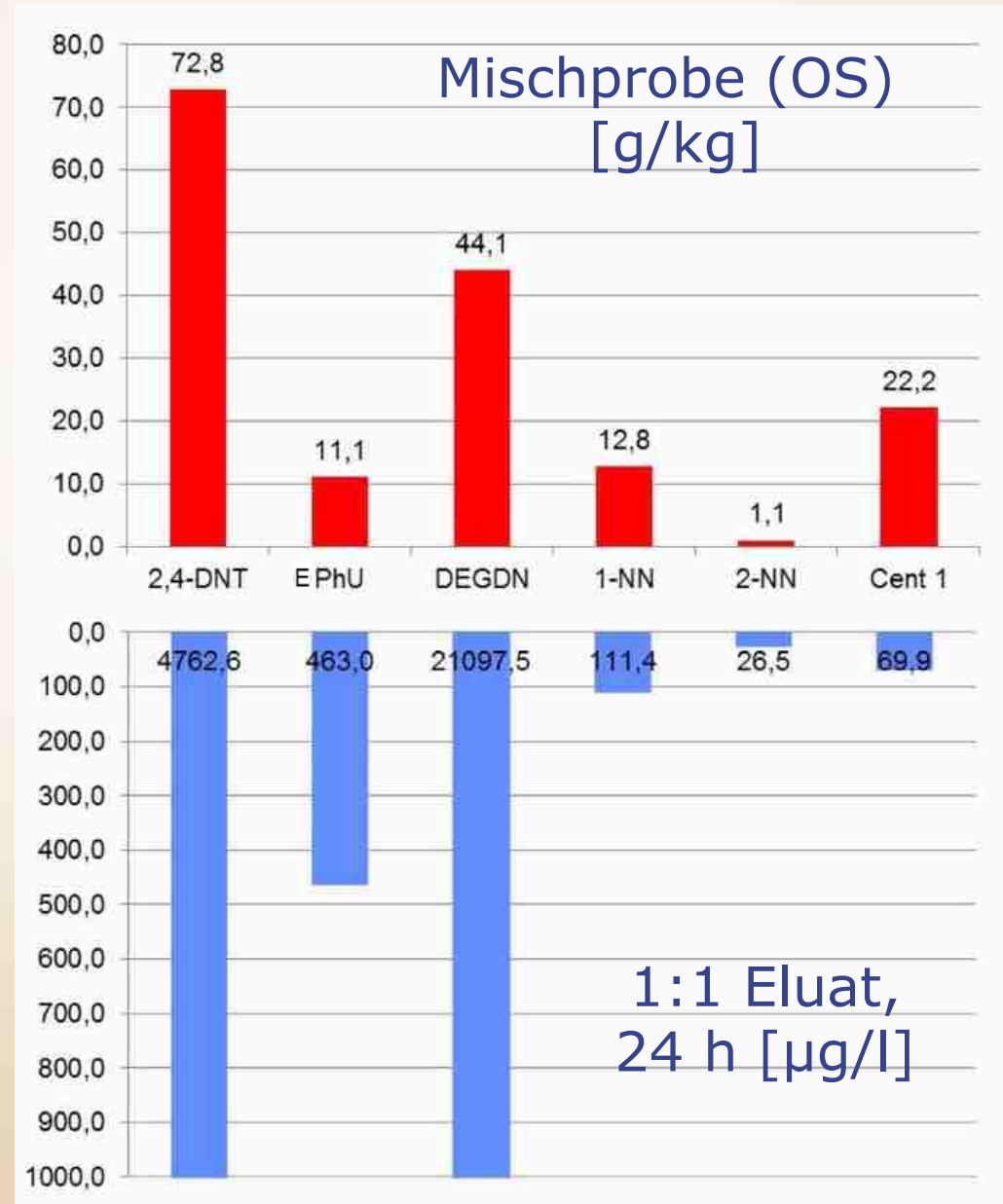
Methanolextrakt und wässrige Elution 24 h 1:1

Mobilisierbarkeit Standort 1

Zweibasiges Digl-Röhrenpulver

Sickerwasser löst die Nebenbestandteile aus der NC-Matrix

Zusammenhang mit OS-Gehalt und Wasserlöslichkeit
(2,4 DNT 300 mg/l
EPU 845 mg/l
DEGDN 4.100 mg/l
2-NN 26 mg/l



Untersuchung von Materialproben – Standort 2



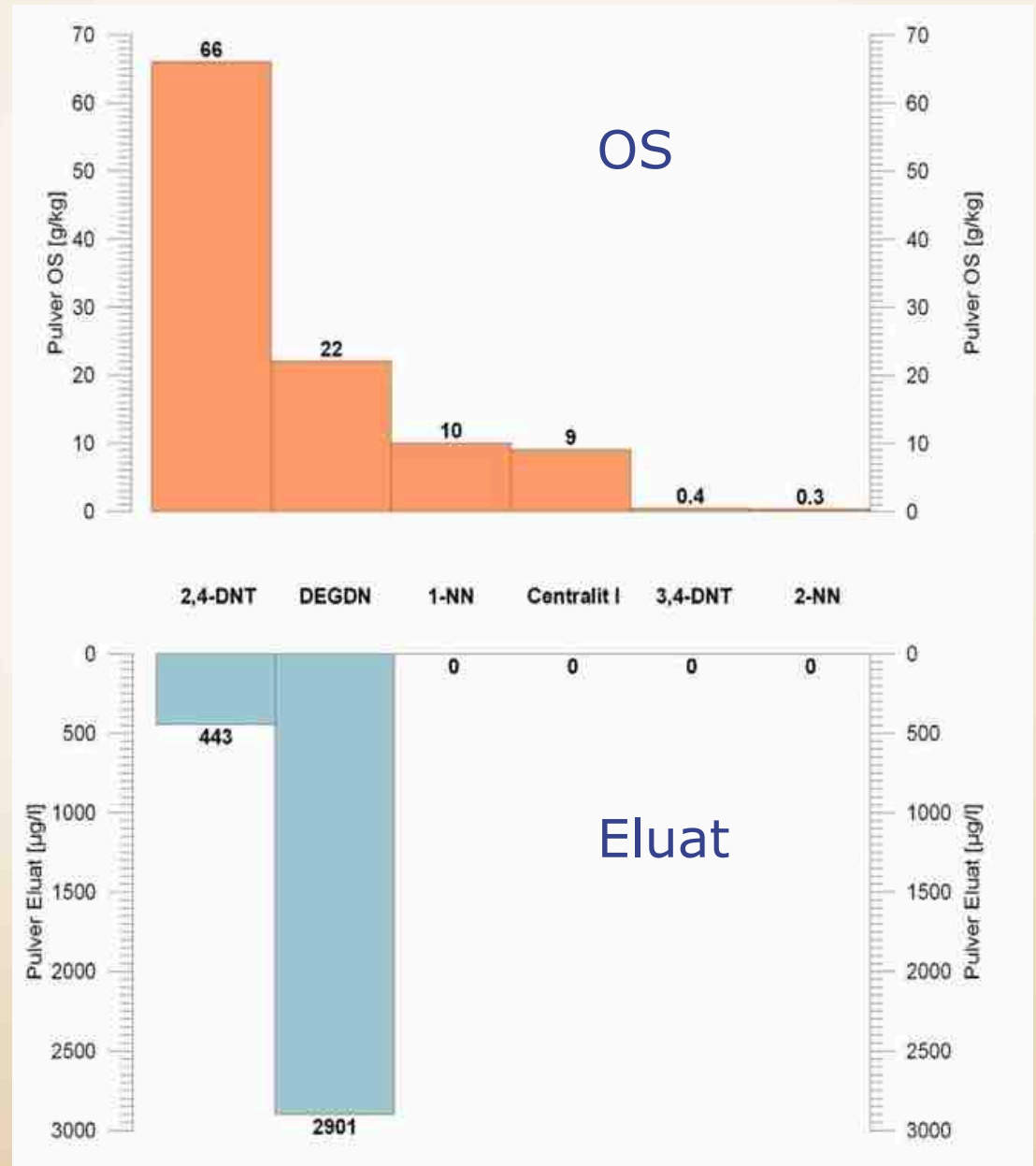
Foto: A. Schwendner

Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03-07.03.2017 Bad Kissingen; Umweltrelevanz PTV auf Sprengplätzen; Vortrag Alexander Schwendner,

Mobilisierbarkeit – Standort 2

Diglycol-Pulver (zweibasig)

Wasser löst die Nebenbestandteile (nur zum Teil?) aus der NC-Matrix



Untersuchung von Materialproben – Standort 3



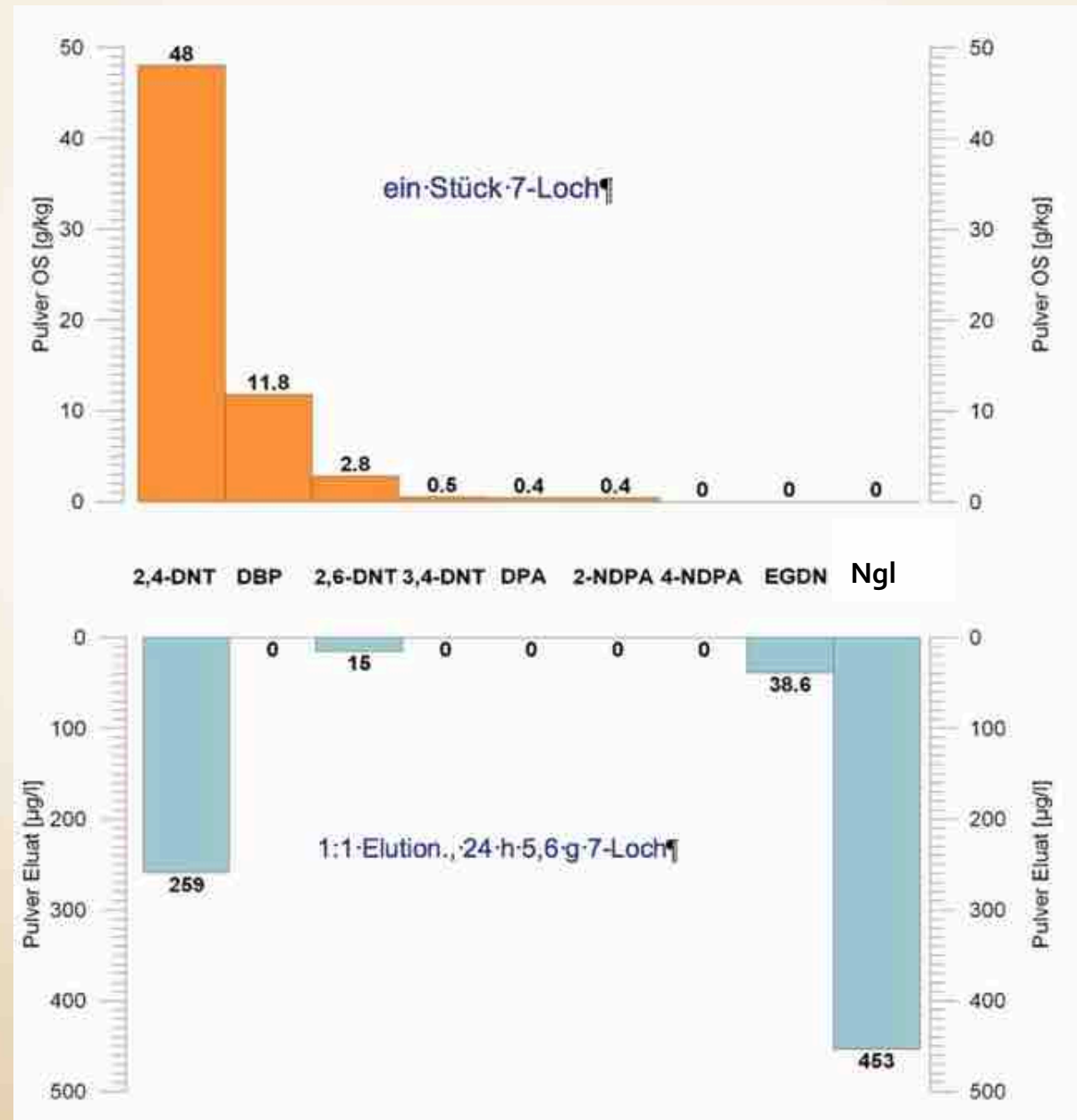
Foto: A. Schwendner

Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03-07.03.2017 Bad Kissingen; Umweltrelevanz PTV auf Sprengplätzen; Vortrag Alexander Schwendner,

Untersuchung von Materialproben – Standort 3

NC-Pulver (einbasig /US)

verschiedene Pulver?



Vergleich Brocken - Pulver



loser Sprengstoff
über 2 Wochen besprüht
2,35 l (GW-Neubildung)
6.000-12.000 µg/l STV
→ Brocken emittieren
→ abhängig von Oberfläche
→ wie viele liegen rum?



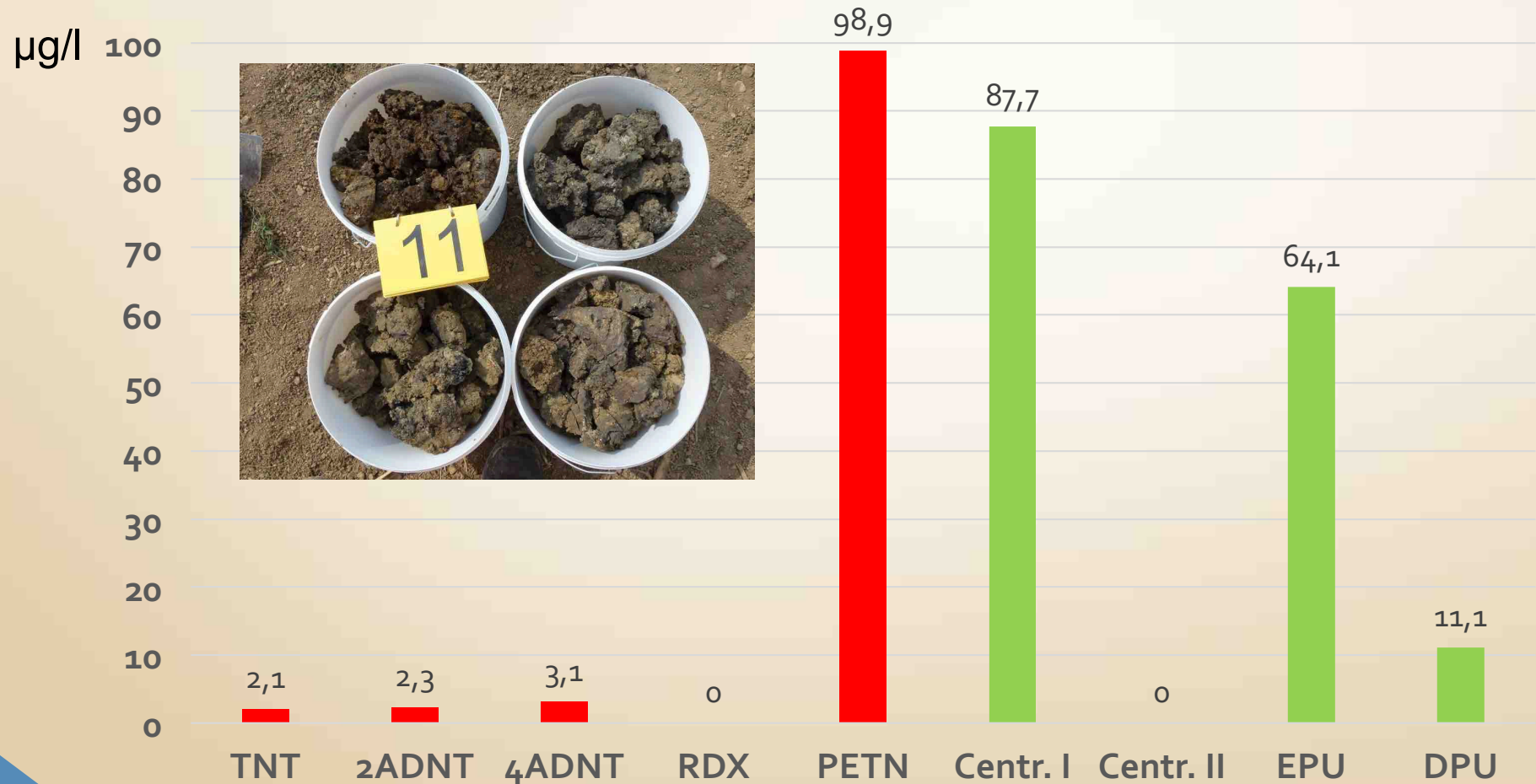
loses Pulver
bisher kein vergl. Versuch
1:1 Eluat 24 h
einige 10 bis einige 10.000 µg/l
→ Pulver emittiert
→ Größenordnung?
→ wie viel liegt rum?

Fotos: A. Schwendner, T. Bausinger

Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03-07.03.2017 Bad Kissingen; Umweltrelevanz PTV auf Sprengplätzen; Vortrag Alexander Schwendner,

Untersuchung von Bodenproben – Standort 1

Mischprobe 3 Trichter 1:1 Eluat (24h)



kein Ngl und kein DEGDN!

Foto: A. Schwendner,

Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03-07.03.2017 Bad Kissingen; Umweltrelevanz PTV auf Sprengplätzen; Vortrag Alexander Schwendner,

Untersuchung von Bodenproben – Standort 1

Großelution Trichtermaterial 48 h

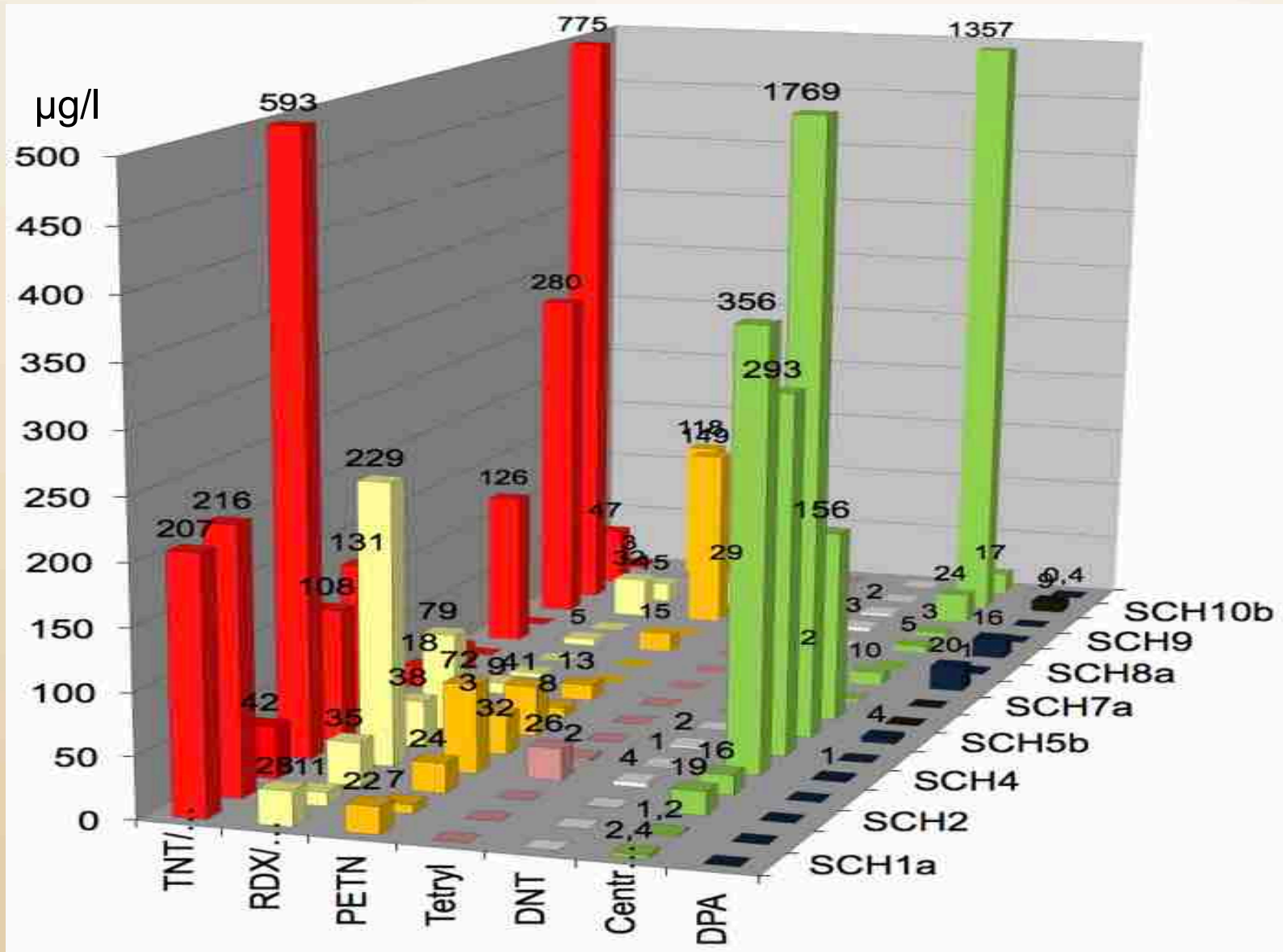


kein Ngl und kein DEGDN!

Foto: A. Schwendner

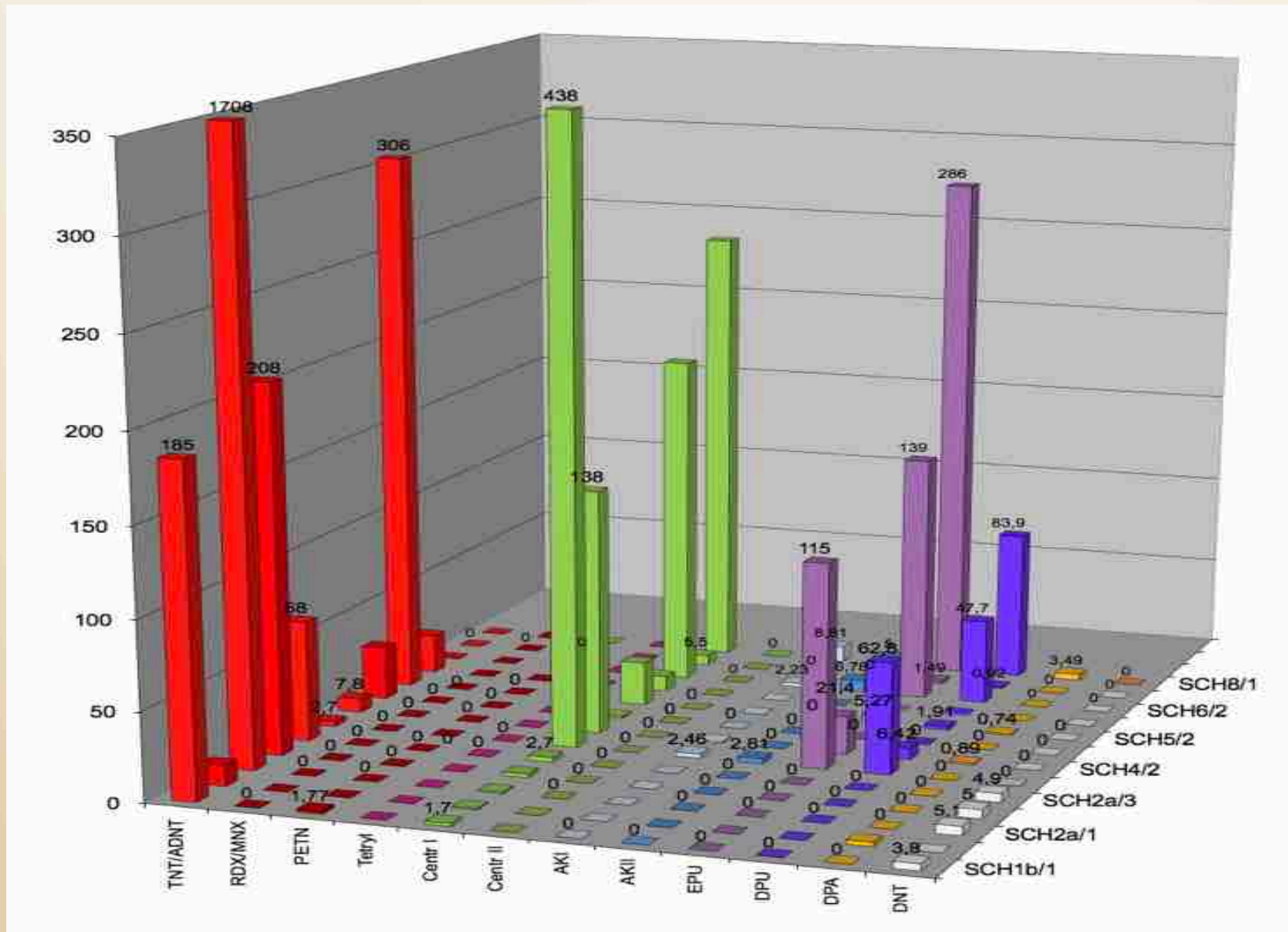
Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03-07.03.2017 Bad Kissingen; Umweltrelevanz PTV auf Sprengplätzen; Vortrag Alexander Schwendner,

Untersuchung von Schürfproben – Standort 3



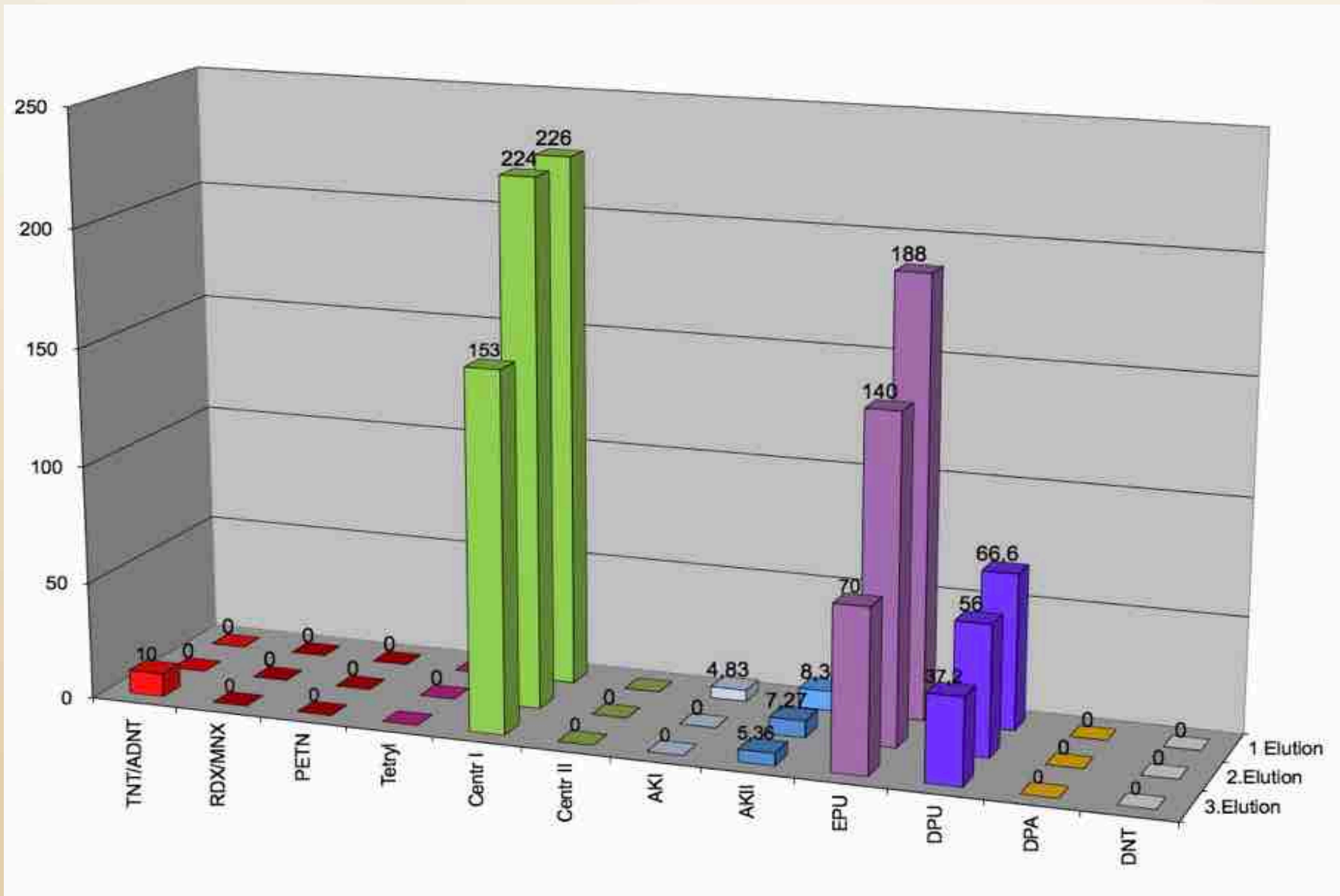
kein Ngl und kein DEGDN! auf EPU und DPU nicht untersucht

Untersuchung von Schürfproben – Standort 4



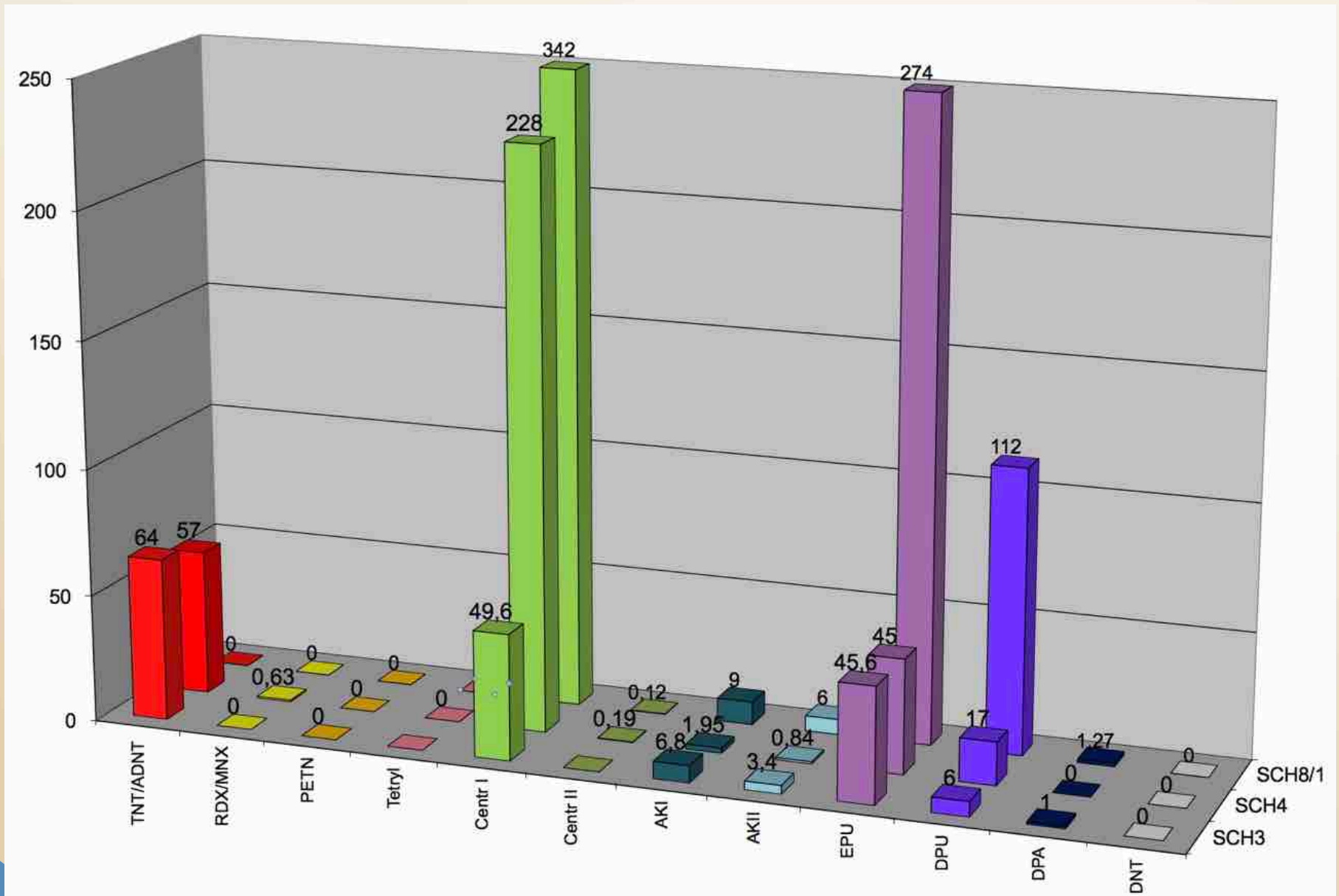
kein Ngl und kein DEGDN!

Freisetzungsverhalten : 3-fach Elution-Standort 4



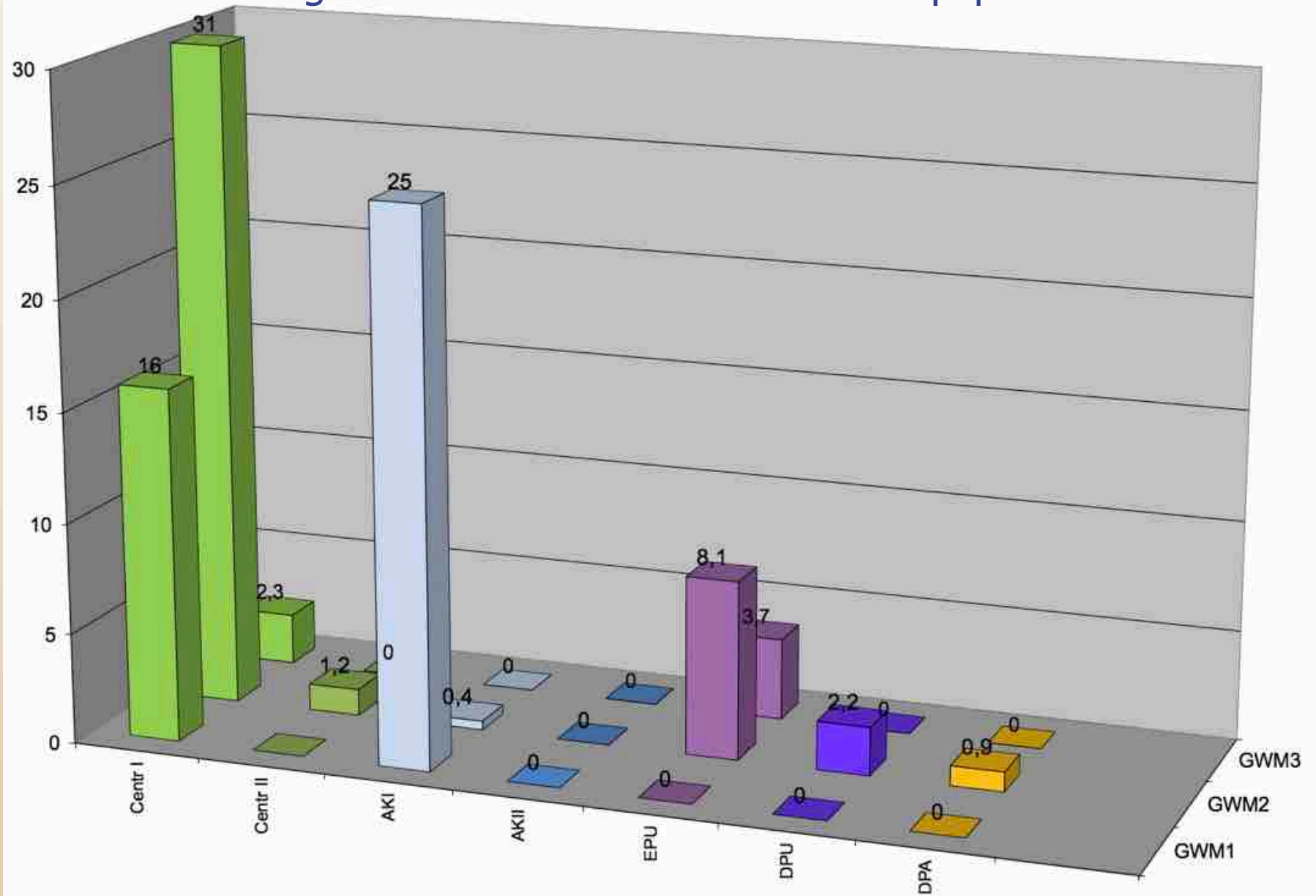
kein Ngl und kein DEGDN!

Untersuchung von Sickerwasserproben – Standort 4



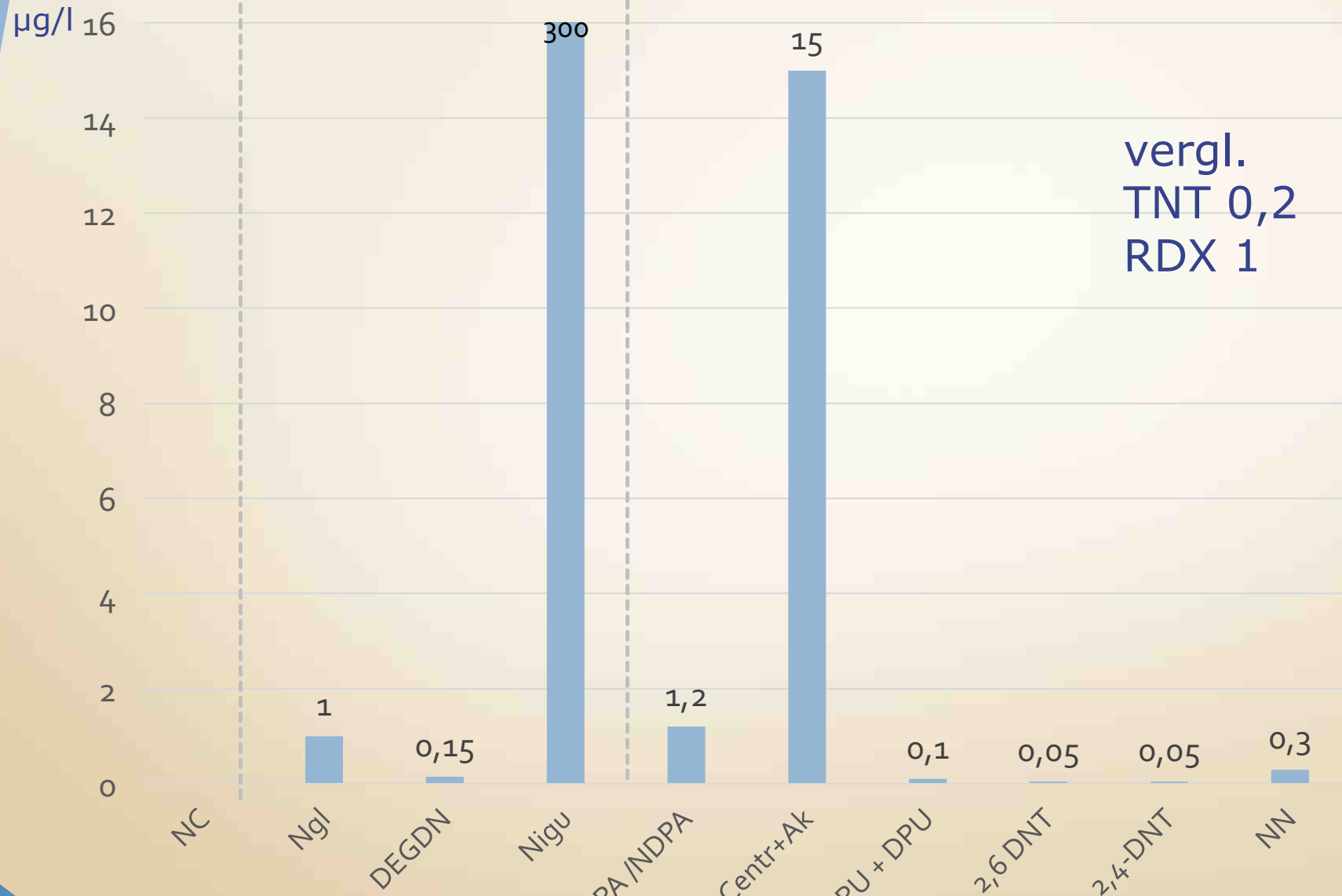
kein Ngl und kein DEGDN!

Untersuchung von Grundwasser Abstrom Sprpl. – Standort 5



kein Ngl und kein DEGDN!

(vorläufige) Geringfügigkeitsschwellen (GfS)



DEGDN, Ngl, Nigu = vorläufige GfS (LfU 2009);

Summe DPA/NDPA = ursprüngliche GfS für DPA 0,05 µg/l; 2010 vom LfU geändert auf 1,2 µg/l für Σ DPA und NDPA

Summe NN / DNN = vorl. GfS (GOW) (LfU 2011)

Summe Centr. I-III + Akardite I-II vorläufige GfS (LfU 2015);

Summe DPU/EPU: vorläufige GfS LfU 2015

Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des BDFWT 06.03-07.03.2017 Bad Kissingen; Umweltrelevanz PTV auf Sprengplätzen; Vortrag Alexander Schwendner,

Standard-Untersuchungsumfang "STV"

(NC)	-
Ngl	+
DEGDN	+
(Nigu)	-
DPA	+
DNT	+
Centr	-
Ak	-
EPU	-
DPU	-
NN	-

→ die wichtigsten PTV (Cent und DPU /EPU)
werden i. d. R. nicht untersucht

Zusammenfassung

- beim „Sprengen“ → Pulver-Rückstände unterschiedl. Größe
- relevant sind Zusätze (Cent I, EPU, DPU)
- wasserlöslich, geringe Abbaubarkeit, Mobilität?
- nachzuweisen in Material-, Boden-, Sickerwasser- und Grundwasserproben
- teilweise sehr niedrige GfS (EPU, DPU)
- Grundwassergefährdung
- bisher nicht thematisiert / untersucht
- wahrscheinlich zusätzlicher Schadstoffeintrag durch Stäbchen

Ausblick

- wenn Rückstände makroskopisch groß
 - Überschneidung mit KMR
- Bodenschutz und KMR nicht trennbar
- Ergänzung der §20-Ausbildung
- entsprechende Anregungen beim Treffen
AG 2 Fachplaner KMR 27.04.2016 BImA Berlin

Sensibilisierung...die Zukunft....

