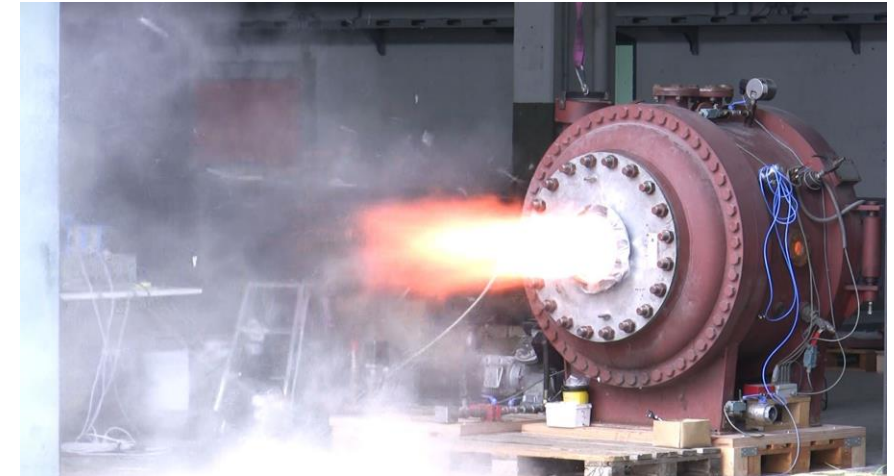


Das Glas ist immer HALBVOLL – Lagerung von restentleerten Gebinden und deren unterschätztes Gefahrenpotential

Referent: Dipl.-Ing. Daniel Vieth
Projektbeteiligte: Dipl.-Ing. (FH) Dirk Saschenbrecker, Dipl. Chem. Joachim Wandt, M. Eng.
E-Mail: daniel.vieth@inburex.com
Datum: 28. November 2024



- Beratungsfirma für Explosionsschutz und Prozesssicherheit
- Gegründet 1990
- Inhabergeführt & unabhängig
- 6 Fachbereich
 - 🔥 Explosionsschutz
 - 🏭 Prozesssicherheit
 - 🔥 Brandschutz
 - 🏭 Störfallvorsorge
 - 🧪 Forschungs- & Prüflabor
 - 🏭 Ausbildung & Training
- International tätig
- 30 Ingenieure & Naturwissenschaftler



Gefahrstofflager für restentleerte Gebinde:

- Entzündbare Flüssigkeiten nicht auszuschließen
- Flexibilität der Nutzung
- Anforderungen der TRGS 510 zum Brand- & Explosionsschutz
 - Restentleerte Gebinde wie volle zu betrachten
 - Schutzabstände/-streifen zu umliegenden Gebäuden
 - Fluchtwege Mitarbeiter
 - Angriffsweg der Feuerwehr
 - Zoneneinteilung, Kennzeichnung
 - Vermeidung wirksamer Zündquellen
- Investitions- & Instandhaltungskosten

Investition in eine Spülküche:

- Vollständig gespülte Behälter verlieren Großteil ihres Gefährdungspotential
- KEINE Investition in Infrastruktur für Brand- und Explosionsschutz erforderlich

Unumstrittenes Gefahrenpotential bei vollen Behältern

- Volle Behälter Gefahrenpotential ersichtlich:
 - Reine Brandlast
 - Anstich oder Absturz → totales Behälterversagen

- Flüssigkeitsfreisetzung aus 1.000L Gebinde:
 - Bildung einer Flüssigkeitslache von 200 m²
 - Bildung explosionsfähiger Dampf/Luft-Atmosphäre in geschlossenen Räumen
 - Lachenbrand, Unterfeuerung

- TRGS 510 Maßnahmen zum Brand- und Explosionsschutz:
 - Spiegeln anerkannten Stand der Technik wider
 - Betreiberseitige Umsetzung ohne Diskussion

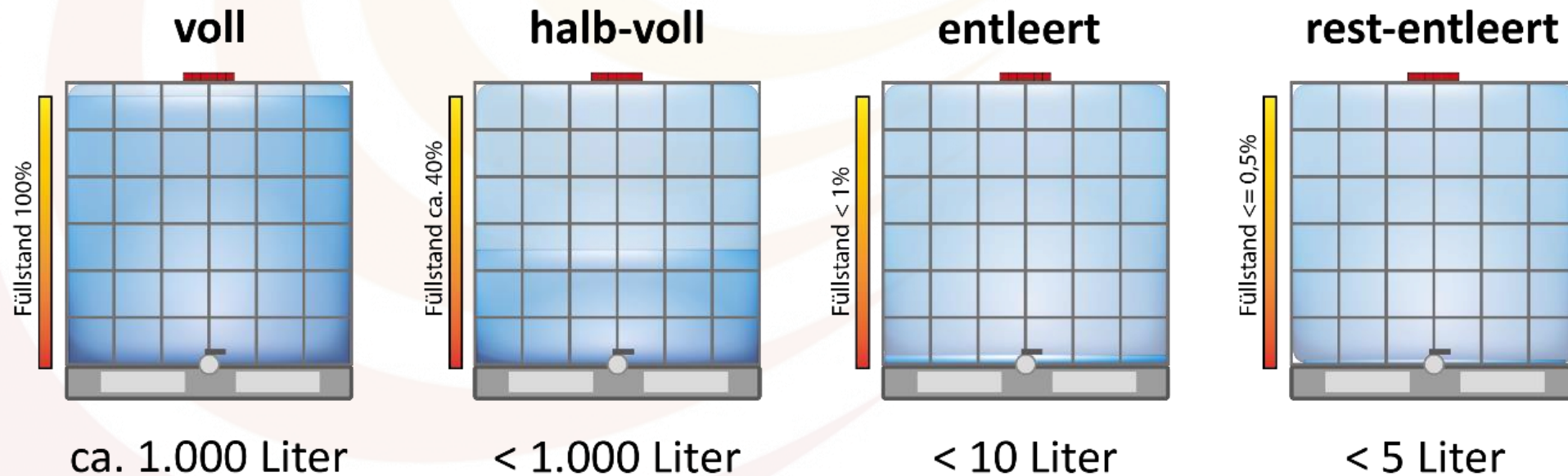
Unterschätztes Gefahrenpotential restentleerter Gebinden

- Industrielle Praxis: stiefmütterliche Betrachtung restentleerter Gebinde
- Vermeintlich nicht gefahrdrohende Menge
- Unterschätztes Gefahrenpotential:
 - Gefahr wird nicht erkannt oder nicht richtig bewertet
 - Schlichtweg ignoriert
- Unterschätzung führt zur Hinterfragung der Maßnahmen zum Brand- und Explosionsschutz nach TRGS 510
 - Restentleerte Gebinde sind wie volle Gebinde zu betrachten
 - Maßnahmen zu aufwändig, übertrieben und kostenintensiv



Doch was sind restentleerte Gebinde?!

- TRGS 510: Bei der Lagerung von restentleerten Behältern gelten Absatz 2 und 3 sinngemäß, wobei die anzusetzende Lagermenge 0,5% des Fassungsvermögens der Behälter beträgt, da vorausgesetzt wird, dass die Restanhaftungen/-inhalte dieser Behälter weniger als 0,5% ihres Fassungsvermögens betragen.
- Bsp. 1.000L-IBC: Restinhalt $\leq 5\text{L}$ als restentleert anzusehen

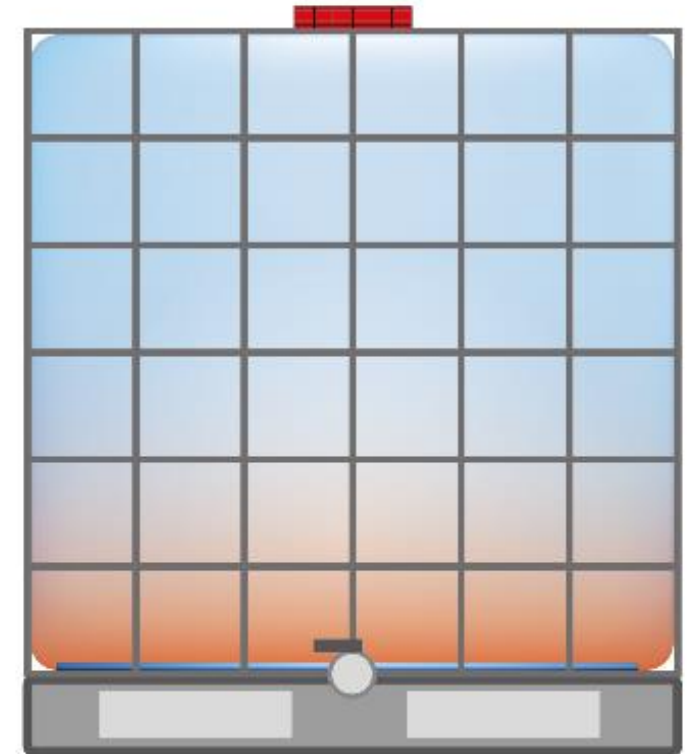


- Freiwerdende Verbrennungswärme von 5L Aceton & Ethanol

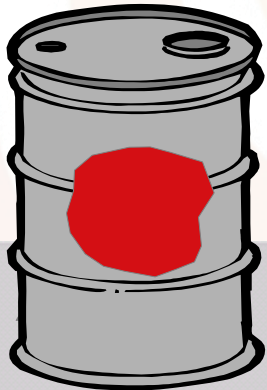
Stoff	Heizwert H_u [kJ/kg]	Verbrennungswärme E [kJ]
Aceton	28.440	111.500
Ethanol	27.000	106.500

- Steakzubereitung:
 - 15 min, 2 Brenner Leistung je 5 kW
 - Gesamtenergieverbrauch: 9.000 kJ
- Mit freiwerdenden Verbrennungswärme könnten ca. 12 Steaks gegrillt werden

- Häufiges Argument: keine gefahrdrohende Menge
- Gängige Meinung: 10L zusammenhängende explosionsfähige Atmosphäre unabhängig von Raumgröße
- TRGS 721: Räume $< 100 \text{ m}^3$ gefahrdrohende Menge explosionsfähiger Atmosphäre $1/10.000$ des Rauminhaltes
- IBC: 0,1L Dampf gilt als gefahrdrohend
- Unterfeuerung bewirkt erhöhten Verdampfungsmassenstrom



Beispiel Dampf/Luft-Atmosphäre



ca. 7 ml
Ethanol
↓ *verdampfen*
ca. 1,6 l
Ethanol-Dampf
↓ *vermischen*
ca. 200 l
Ethanol/ Luft-
Gemisch
an der UEG

Ein kleine Menge von nur 1 Teelöffel Ethanol füllt ein 200 l-Fass vollständig mit explosionsfähiger Atmosphäre!



Versuchsreihe zur Unterfeuerung von IBCs

- Versuchsreihe zur Unterfeuerung von IBCs sollen enorme Gefährdung abbilden
- Unterfeuerung jeweils mit Isopropanol

Versuchsbezeichnung	Versuchsbedingungen
Kunststoff-IBC	Leckage am Auslassstutzen 5L Aceton $T_U = 20^\circ\text{C}$
Kunststoff-IBC	Vollständig geschlossener Behälter 5L Isopropanol $T_U = 20^\circ\text{C}$
Metall-IBC	Vollständig geschlossener Behälter 1L Aceton $T_U = 23^\circ\text{C}$





INBUREX
CONSULTING

**Gefahren durch rest-entleerte, ungereinigte Gebinde
entzündlicher Flüssigkeiten**



- Unberechenbares & schlagartiges Abblasverhalten
- 8 Sekunden bis zum Abblasen
 - Weglaufen fast unmöglich
 - Schwerste bis tödliche Verbrennungen bei Kontakt mit Flamme
 - Initialzündung für großflächigen Brand
- Ca. 8 m Flammenstrahl





INBUREX
CONSULTING

**Gefahren durch rest-entleerte, ungereinigte Gebinde
entzündlicher Flüssigkeiten**





I N B U R E X
C O N S U L T I N G

**Gefahren durch rest-entleerte, ungereinigte Gebinde
entzündlicher Flüssigkeiten**



Versuchsreihe zur Unterfeuerung von IBCs – QR-Codes

Unterfeuerung
eines IBC mit
5l Aceton



Video-Link

Unterfeuerung
eines IBC mit
5l Iso-Propanol



Video-Link

Unterfeuerung
eines IBC mit
1l Aceton



Video-Link

[1] Saschenbrecker, D.; Vieth, D.; Wandt, J. (2021): Das Glas ist immer HALBVOLL: Gefahrstoffhandling, In: Der Brandschutzbeauftragte – Das Praxismagazin zum organisatorischen Brandschutz im Betrieb, S. 34 – 38



- Berechtigung, dass restentleerte Gebinde nach TRGS 510 wie volle zu betrachten sind
 - Umsetzung Maßnahmen zum Brand- & Explosionsschutz unabdingbar
- Selbst Mengen < 5L können gefahrdrohend sein
- Unberechenbares, plötzliches Abblasverhalten IBCs mit Flammenstrahlen bis 8 m Länge
 - Flammenstrahl führt zu schweren bis hin zu tödlichen Verletzungen (Mitarbeitergefährdung)
- Bei Leckagen, sehr schnelles Abblasen des IBC innerhalb von 8 Sekunden
- Rückstoßkräfte ausreichend, um IBC ca. 0,5 m zu verschieben
 - Gebindeabsturz bei gestapelten IBC → erweitertes Gefährdungspotential



