

Fachbereich AKTUELL

FBHM-048

Explosionsschutz beim Umgang mit brennbaren Reinigern im Rahmen der Instandhaltung

Sachgebiet Fahrzeugbau-, -antriebssysteme, Instandhaltung

Stand: 05.02.2021

Bei der Instandhaltung sind häufig auch Reinigungsarbeiten erforderlich, zum Beispiel als vorbereitende Maßnahme oder, damit es möglich wird, Verschleiß oder aufgetretene Schäden zu erkennen sowie einen fortschreitenden Verschleiß aufzuhalten. Dazu werden in der Instandhaltung wässrige sowie niedrig- und hochsiedende Reiniger auf Lösemittelbasis (Bremsen- oder Universalreiniger) eingesetzt.

Diese „Fachbereich AKTUELL“ enthält ein zusammenhängendes Paket grundlegender Vorgehensweisen für den Explosionsschutz beim manuellen Umgang mit brennbaren Reinigern im Rahmen der Instandhaltung.

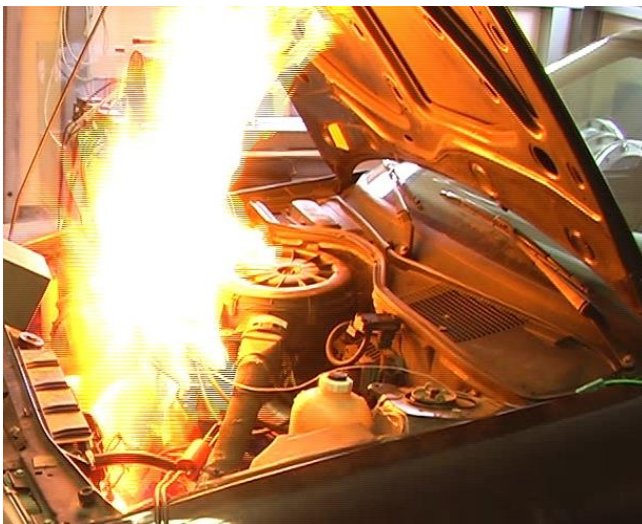


Bild 1: Brand nach Explosion im Motorraum

Bremsen- und Universalreiniger werden wegen ihrer entfettenden Wirkung und der rückstandslosen Verdampfung in allen Bereichen verwendet, in denen auch Schmiermittel vorkommen; zum Beispiel für die Reinigung von Lagern, Ritzeln und Ketten.

Inhalt

1	Grundlagen.....	2
2	Schutzmaßnahme Substitution.....	3
3	Maßnahmen zur Vermeidung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre.....	3
4	Lagerung und Umfüllung.....	6
5	Entsorgung.....	6
6	Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen.....	6

Ein großer Anteil dieser Reiniger ist in Aerosoldosen als Einweggebinde enthalten, ein weiterer Teil in Fässern zur Entnahme der Flüssigkeit in Mehrwegdruckdosen und Pumpsprayern. In kleinen Mengen werden die Reiniger auch mit einem Pinsel aus einem offenen Gefäß heraus verwendet.

Bei der Auswahl der Reiniger beeinflusst eine Vielzahl von Parametern, wie die Reinigungswirkung, das Abschwemm- und das Abluftverhalten, der Geruch, die universelle Einsetzbarkeit, vor allem aber der Preis die Entscheidungsfindung. Leider werden die Toxizität und die potenzielle Brand- und Explosionsgefährdung häufig nicht berücksichtigt.

Für den Bereich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit ist speziell die Betrachtung der Inhaltsstoffe sowie die Brand- und Explosionsgefährdung von Bedeutung. Die Gefährdungen durch die Inhaltsstoffe können aufgrund der Kennzeichnung auf den Gebinden und der Daten im Sicherheitsdatenblatt des Herstellers beurteilt werden.

1 Grundlagen

Grundlegend wird der Brand- und Explosionsschutz in der Betriebssicherheitsverordnung [1] und der Gefahrstoffverordnung [2] geregelt. Die Konkretisierung dieser Verordnungen erfolgt durch die technischen Regeln, wie zum Beispiel die TRBS 1112 Teil 1 [3], die Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten behandelt.

Bei einer Explosion handelt es sich um eine Oxidations- oder Zerfallsreaktion mit einem plötzlichen Anstieg der Temperatur, des Drucks oder beider Parameter gleichzeitig. Dabei kommt es zu einer plötzlichen Volumenausdehnung von Gasen und zur Freisetzung von großen Energiemengen auf kleinem Raum. Die plötzliche Volumenvergrößerung verursacht eine Druckwelle, die im Fall einer Eindämmung noch verstärkt wird.

Eine Explosion, bei der die Verbrennungsreaktion zwar zu einer Volumenerweiterung, nicht aber zu einem relevanten Druckaufbau führte, wird umgangssprachlich (auch in den Medien) Verpuffung genannt. Selbst eine Verpuffung bei Reinigungsarbeiten im Motorraum bei geöffneter Motorhaube mit anschließendem Folgebrand kann zu schwersten Verletzungen oder zum Tod führen.

Grundsätzlich ist bei der Beurteilung der Explosionsgefahr davon auszugehen, dass eine Entzündung eventuell vorhandener explosionsfähiger Atmosphäre (e. A.) stets möglich ist. Es ist also unerheblich, ob zum Zeitpunkt der Beurteilung Zündquellen vorhanden sind.

1.1 Explosionsfähige Atmosphäre

Das Auftreten einer explosionsfähigen Atmosphäre (e. A.) hängt davon ab, ob sie aufgrund der Stoffeigenschaften und der möglichen Verarbeitungszustände der Flüssigkeit (Gase, Dämpfe, Nebel) gebildet werden kann. Im Fall der flüssigen lösemittelhaltigen Reiniger sind folgende Stoffeigenschaften zu berücksichtigen:

- der Flammpunkt
- der untere Explosionspunkt (UEP) und der obere Explosionspunkt (OEP)
- die untere und die obere Explosionsgrenze (UEG und OEG)

Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur, bei der eine Flüssigkeit unter vorgeschriebenen Versuchsbedingungen unter Normaldruck brennbares Gas oder brennbaren Dampf in solcher Menge abgibt, dass bei deren Zündung sofort eine Flamme auftritt.

Allerdings ist beim Versprühen, Verspritzen oder Vernebeln davon auszugehen, dass die UEG bereits überschritten ist. Der Flammpunkt ist dann nicht entscheidend.

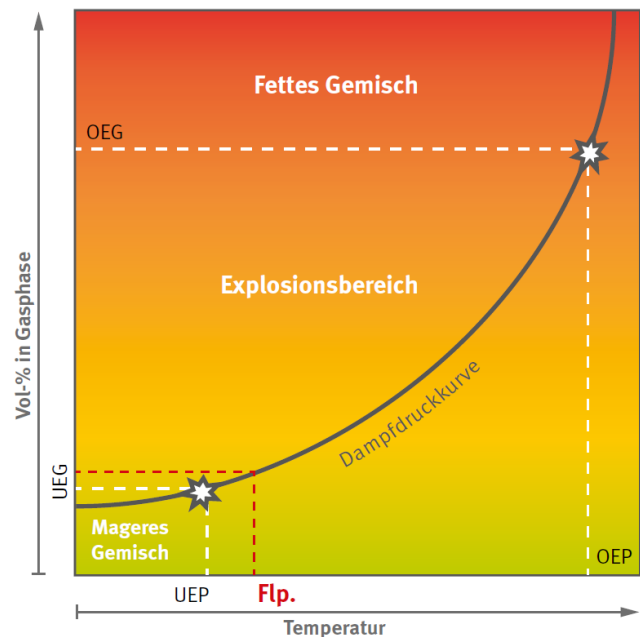


Bild 2: Übersicht UEG und OEG

Wird ein Reiniger beispielsweise mit dem Pinsel verteilt und nicht versprüht oder vernebelt und überschreitet die Oberflächentemperatur einer brennbaren Flüssigkeit den unteren Explosionspunkt, entsteht ebenfalls eine e. A., wenn keine Maßnahmen zur Vermeidung wirksam sind. Üblicherweise geschieht das, wenn die Verarbeitungs- oder Umgebungstemperatur über dem UEP der Flüssigkeit liegt. Wenn der jeweilige UEP nicht bekannt ist, kann er wie folgt abgeschätzt werden:

- bei reinen, nicht halogenierten Flüssigkeiten 5 K unter dem Flammpunkt,
- bei Lösemittel-Gemischen ohne halogenierte Komponente (übliche Bremsenreiniger) 15 K unter dem Flammpunkt.

Liegt die Konzentration unterhalb der UEG, ist das Gemisch zu mager, oberhalb der OEG ist es zu fett. In der Praxis können sich zu fette Gemische schon durch geringe Luftbewegungen (natürlicher Zug, Umhergehen von Personen, thermische Konvektion) in einzelnen Bereichen so weit verdünnen, dass sie dann innerhalb der Explosionsgrenzen liegen. Beim Versprühen ist davon auszugehen!

1.2 Beurteilungshilfen für das Vorliegen einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre

Ob die Menge einer explosionsfähigen Atmosphäre als gefährlich betrachtet wird, hängt von den möglichen Auswirkungen der Explosion ab. Im Fall der Explosion einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre (g. e. A.) ist stets mit einem hohen Schadensausmaß und Personenschäden zu rechnen.

In der TRGS 721 [4] werden die folgenden Beurteilungshilfen gegeben:

- Mehr als 10 Liter zusammenhängende e. A. in geschlossenen Räumen sind grundsätzlich g. e. A. (unabhängig von der Raumgröße)
- Unmittelbare Nähe von Menschen: hier sind auch kleinere Mengen bereits g. e. A.
- in Räumen von weniger als etwa 100 m³ kann bereits eine kleinere Menge als 10 Liter gefahrdrohend sein.
- Faustregel: g. e. A. = Volumen e. A. > 1/10.000 Raumvolumen; zum Beispiel 8 Liter in einem Raum von 80 m³
- Nur der Teilbereich eines Raums, in dem g. e. A. auftreten kann, gilt als explosionsgefährdeter Bereich.
- Die Auswirkungen einer Explosion können über diesen Bereich hinaus gehen und müssen berücksichtigt werden.

Üblicherweise ist bei brennbaren Reinigern die Dichte der entstehenden Gase größer als die Dichte der Luft. Die Gase fallen aus einem höheren Ort nach unten und vermischen sich fortschreitend mit der sie umgebenden Luft. Die schweren Schwaden fallen nach unten und breiten sich aus. Dabei können sie auch weite Strecken überbrücken und dann entzündet werden.

2 Schutzmaßnahme Substitution

In Anbetracht der Substitutionspflicht nach Gefahrstoffverordnung ist immer nach einer Reinigungsmöglichkeit zu suchen, die weniger gefährlich ist. Die TRGS 600 [5] erläutert dazu Vorgehensweisen und Leitkriterien bei der Auswahl.

Wird in einer Spraydose brennbares Treibmittel (Butan/Propan) verwendet, ist nach dessen Freisetzen immer mit einer e. A. zu rechnen. Zudem führt das Entzünden der Gase zu einem Rücklauf der Flamme bis an die Düse. Auch wenn ein

Rückschlag der Flamme in die Druckdose aufgrund der Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit und des geringen Durchmessers der Düse unwahrscheinlich und die Gefährdung für die Bedienperson gering ist, kann die Auswirkung für sich in der Nähe aufhaltende Personen wesentlich gefährlicher sein. Die Verwendung eines nicht brennbaren Treibgases ist also in jedem Fall zu bevorzugen.

Neuere Reiniger zeigen trotz eines Flammpunkts von < 21°C eine geringere Explosionsauswirkung mit deutlich verringertem Nachbrennverhalten. Sie reduzieren zwar das Explosionsrisiko nicht vollständig, wohl aber graduell. Diese Produkte entsprechen Kriterien, die vom ehemaligen Fachausschuss Metall- und Oberflächenbehandlung (FA MO), jetzt Fachbereich Holz und Metall FBHM der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), gemeinsam mit der Physikalisch Technischen Bundesanstalt (PTB) festgelegt wurden:

- Untere Explosionsgrenze > 1,5Vol.%
- Treibmittel nicht brennbar
- hohe elektrische Ruheleitfähigkeit, > 1000 pS/m
- Spritzstrahl, nicht Sprühnebel

Allerdings ist die Substitution nicht auf Reiniger auf Lösemittelbasis beschränkt, die die Grenzkriterien erfüllen. Es ist ebenfalls zu prüfen, ob die Reinigung zum Beispiel mit wässrigen Lösungen, Trockeneisstrahlern oder Niederdruckdampf gleichermaßen erfolgen kann.

3 Maßnahmen zur Vermeidung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre

Zur Vermeidung der Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre (e. A.) oder einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre (g. e. A.) muss die Konzentration des brennbaren Stoffs in der Luft unterhalb des Explosionsbereichs bleiben. Die TRGS 722 [6] konkretisiert hier mit entsprechenden Maßnahmen die GefStoffV.

3.1 Anwendungsverhalten

Ausgehend von den üblichen Austragsmengen der Druckdosen ist die Spritzzeit auf maximal 10 s pro Anwendung, zum Beispiel die Reinigung einer Bremse, zu begrenzen. Parallel zu dieser Mengenbegrenzung ist auch die Größe der Verdunstungsfläche auf 1 m² zu beschränken. Damit wird die Menge einer e. A. bereits in der Anwendung eingeschränkt.

Der Missbrauch der Bremsenreiniger (zum Beispiel zum Reinigen von Fußböden und Arbeitsgruben) führte in der Vergangenheit immer wieder zu Unfällen mit zum Teil schweren Verletzungen und ist zu unterbinden. Gerade für diese Anwendungsfälle stehen am Markt spezielle und besser geeignete, nicht brennbare Reiniger zur Verfügung.

Zusätzlich zu den Bemühungen der Hersteller und den organisatorischen Anordnungen der betrieblichen Vorgesetzten tragen alle Beschäftigten eine Mitverantwortung für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz bei der Arbeit und sollten diese hochwirksamen Reinigungsmittel sparsam, besonnen und zweckbestimmt anwenden.



Bild 3: Bespritzen eines Bremssattels

3.2 Applikationsauswahl

Die Reinigungsflüssigkeit wird auf die zu reinigenden Oberflächen aufgetragen. Ein Teil des Schmutzes wird gelöst und durch die Flüssigkeitsmenge abgeschwemmt. Dabei verdampfen von Beginn an die Lösemittel bis die Oberfläche trocken ist.

Eine wirksame Reinigung beinhaltet neben der Lösungsfähigkeit für Fette und Öle auch den physikalischen Abtrag der Schmutzpartikel (Silikate), zum Beispiel durch die Auftreffenergie eines Spritzstrahls oder das Lösen der Partikel mit einer Bürste. Es muss darauf geachtet werden, dass dadurch keine elektrostatische Aufladung oder Funkenbildung entstehen kann.

Ob eine brennbare Flüssigkeit verspritzt (Bild 3) oder versprüht (Bild 4) wird oder einfach auf einer Oberfläche verdampft, ist für die Bildung einer e. A. von großer Bedeutung. Bei der Applikation von Sprühnebel ist die Zündwilligkeit größer als bei einem Spritzstrahl! Werden brennbare Flüssigkeiten in feinen Tröpfchen verteilt, ist auch bei Temperaturen unterhalb des UEP mit der

Bildung von e. A. zu rechnen. Je feiner die Flüssigkeit in Tröpfchen verteilt wird, desto größer ist ihre Oberfläche und ihr Potenzial zu verdampfen und damit eine e. A. zu bilden. Eine e. A. kommt zustande, wenn die Tröpfchen- und Teilchengröße kleiner als 1 mm ist. Beim Versprühen aus einem Pumpsprayer entstehen Teilchengrößen zwischen 0,001 mm und 0,1 mm.

Dabei ist das Zündverhalten von niedrig- und hochsiedenden Reinigern auf Lösemittelbasis annähernd gleich.

In diesem Fall ist der Flammpunkt nicht entscheidend.



Bild 4: Besprühen eines Bremssattels

3.3 Maßnahmen während der Anwendung

Vorrangig ist dann die Verdünnung der freigesetzten brennbaren Gase und Dämpfe durch eine wirksame Lüftung. Dabei ist die Konzentration sicher unterhalb der unteren Explosionsgrenze zu halten, so dass eine Zündung ausbleibt.

Analog zu den Gasarbeitsplätzen in der Kfz-Instandhaltung kann bei Reinigungsarbeiten mit lösemittelhaltigen Flüssigkeiten eine Mindestluftwechselrate vom dreifachen des Raumvolumens pro Stunde (3/h) herangezogen werden. Diese Luftwechselrate ist während der Reinigung bis zu circa 5 Minuten nach Reinigungsende aufrecht zu halten.

Trotz der Lüftungsmaßnahmen können im Bereich der Austrittsstelle von brennbaren Stoffen aber explosionsfähige Konzentrationen verbleiben: Strömungshindernisse, wie Werkstattausstattungen und Fahrzeuge, lassen Totzonen entstehen, in denen die Luftbewegung nur schwach oder nicht ausgebildet ist. Solche Totzonen können auch direkt im Fahrzeug

entstehen. So ist bei aktuellen Fahrzeugen der Motorraum derart verkleidet, dass die schweren Gase nur langsam abfließen können. Auch ist in unbelüfteten, tief liegenden Bereichen wie Arbeitsgruben, Unterfluranlagen, Kanälen und Schächten mit dem Vorhandensein einer e. A. zu rechnen, da die Aerosoldämpfe schwerer als Luft sind und sich an diesen Stellen sammeln können.

Es ist zudem zu berücksichtigen, dass im zeitlichen Verlauf nur eine gewisse Menge von brennbaren Gasen und Dämpfen bis unterhalb der UEG verdünnt werden kann.

Nr.	Gefährdungsfaktoren	Bedingung
(1)	Stoffeigenschaften	Hohe elektr. Ruheleitfähigkeit > 1000 pS/m, hohe MZT
(2)	Luftwechselrate	≥ 3/h während der Reinigung und bis 5 min nach Reinigungsende (z. B. Durchzug oder technische Lüftung); insbesondere ist in Totzonen für Lüftung zu sorgen
(3)	Verarbeitungszeit (Menge)	Sparsamer Gebrauch, < 10 s je Sprühstoß, ausreichende Pausen zwischen den Sprühstößen, keine gleichzeitige weitere Anwendung in räumlicher Nähe
(4)	Behandelte Fläche einschließlich Abtropfbereich	< 1 m², Temperatur ausreichend unter MZT
(5)	Treibgas	Nicht brennbar (z. B. CO ₂ oder Stickstoff)
(6)	Arbeitsumgebung	Keine Zündquellen, keine Arbeiten wie Schweißen oder Trennen; die Gefahr einer g. e. A. ist auch nach dem Ende der Reinigungsarbeiten zu berücksichtigen

Tabelle 1: Anwendungsbedingungen

Wenn nur eine Bedingung in den Zeilen (1) bis (5) der Tabelle 1 nicht eingehalten wird, ist mit einer g. e. A. zu rechnen. Dann ist ein Explosionsschutzkonzept zu erstellen und die Maßnahmen sind im Explosionsschutzdokument gemäß DGUV Information 213-106 [7] festzuhalten.

Zusammenfassend sind diese Erkenntnisse in Tabelle 1 dargestellt. Werden alle der dort genannten fünf Anwendungsbedingungen (1) bis (5) erfüllt, ist nur noch mit einer e. A. zu rechnen, dies auch nur kurzfristig und in Lüftungsbedingungen

Totzonen. Ist jedoch mindestens eine dieser Bedingungen nicht erfüllt, ist mit der Bildung von g. e. A. zu rechnen. Dann müssen Explosionsschutzmaßnahmen im Rahmen eines in sich widerspruchsfreien Explosionsschutzkonzepts ausgewählt und bewertet werden. Die getroffenen Maßnahmen sind im Explosionsschutzdokument und in der Betriebsanweisung festzuhalten.

3.4 Vermeidung von Zündquellen

Ob eine e. A. zündet, ist von der Mindestzündenergie oder der Mindestzündtemperatur (MZT) des brennbaren Stoffs im Gas-, Dampf-Luftgemisch oder Nebel abhängig.

Um die Zündung von explosionsfähigen Atmosphären zu verhindern, sind während der Reinigungs- und Umfüllarbeiten mögliche Zündquellen zu entfernen. Es ist aber auch nach den Reinigungsarbeiten vor der Aufnahme von Heißenarbeiten wie Schneiden, Schweißen oder Schleifen zu berücksichtigen, dass sich noch Dämpfe an Stellen wie zum Beispiel Arbeitsgruben, Kotflügel und Motorräumen gesammelt haben können. Von den in der DIN EN 1127-1 [8] oder TRGS 723 [9] genannten Zündquellenarten kommen hier üblicherweise folgende Zündquellen in Betracht:

- heiße Oberflächen (z. B. heiße Motoren)
- Flammen und heiße Gase
- Zündquellen durch mechanische Reib-, Schlag- und Abtrennvorgänge (z. B. durch Abschaben von Kleber oder Trennarbeiten mit einem Winkelschleifer)
- elektrische Anlagen (z. B. die Zündanlage eines Autos)
- elektrische Ausgleichsströme, kathodischer Korrosionsschutz
- statische Elektrizität (z. B. durch aufgeladene Personen)

Weitere mögliche Zündquellen gemäß TRGS 723 sind:

- Blitzschlag
- elektromagnetische Felder im Bereich der Frequenzen von 9 x 10³ Hz bis 3 x 10¹¹ Hz
- elektromagnetische Strahlung im Bereich der Frequenzen von 3 x 10¹¹ Hz bis 3 x 10¹⁵ Hz oder Wellenlängen von 1.000 µm bis 0,1 µm (optischer Spektralbereich)
- ionisierende Strahlung
- Ultraschall
- adiabatische Kompression, Stoßwellen, strömende Gase
- chemische Reaktionen, einschließlich Selbstentzündung

4 Lagerung und Umfüllung

Da Aerosolpackungen durch das verwendete Treibgas unter Druck stehen, dürfen sie laut GisChem-Datenblatt Bremsenreiniger [10] nicht über 50 °C erwärmt werden. Sonstige Lagerbehälter müssen dicht geschlossen an einem kühlen, gut gelüfteten Ort aufbewahrt und dürfen nicht dem direkten Sonnenlicht oder anderen Wärmequellen ausgesetzt werden. Am Arbeitsplatz darf nur der Tagesbedarf (§ 8 (6) GefStoffV) bereitgehalten werden. Darüberhinausgehende Mengen müssen in Sicherheitsschränken nach EN 14470-1 [11] mit einer Feuerbeständigkeit von mindestens 90 Minuten oder in separaten Gefahrstoffräumen gelagert werden.

Eine Lagerung in Plastikbehältern mit einem Volumen von mehr als 5 Litern ist nicht erlaubt. Ebenso ist gemäß TRGS 727 Kapitel 4 [12] auf die richtige Erdung/einen Potentialausgleich bei der Verwendung von Metallfässern zu achten, um elektrostatische Entladungen als mögliche Zündquelle ausschließen zu können.

5 Entsorgung

Leere Spraydosen sind auch nach Gebrauch nicht gewaltsam zu öffnen oder zu verbrennen, da sie sonst bersten und als Geschoss fortgeschleudert werden können. Sie müssen fachgerecht gelagert und entsorgt werden – nicht nur aus umwelttechnischen Gründen. Wie bei vollen Aerosolpackungen ist darauf zu achten, dass sie keiner Wärmequelle oder Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind. Verpackungen für Abfall-Spraydosen müssen ausreichend belüftet und gefahrtrechtlich zugelassen sein. Sie müssen außerdem mit saugfähigem Material versehen sein, das Flüssigkeit zurückhält, die während der Beförderung frei werden kann. Beförderung darf nur in belüfteten oder offenen Fahrzeugen erfolgen.

Aber auch bei allen anderen leeren Aufbewahrungsbehältern sind diese Vorsichtsmaßnahmen zu berücksichtigen, da in ihrem Inneren noch eine g. e. A. vorhanden sein kann. In der Vergangenheit kam es bei Arbeiten an leeren Metallfässern bereits zu Explosionen mit tödlichem Ausgang, zum Beispiel durch den Funkenflug eines Trennschleifers.

Da Bremsenreiniger häufig zum Entfernen von Ölen und Fetten verwendet wird und damit getränkte Putzmaterialien zusammen mit dem Sauerstoff der Luft Wärme entwickeln und sich selbst entzünden können, müssen gebrauchte

Putzlappen in dicht schließenden Behältern aus widerstandsfähigem, nicht brennbarem Material aufbewahrt werden. Die Behälter müssen regelmäßig entleert und entsprechend gekennzeichnet werden. Überschüssiger Reiniger und tropfnasse Putztücher dürfen nicht in solche Behälter gegeben werden.

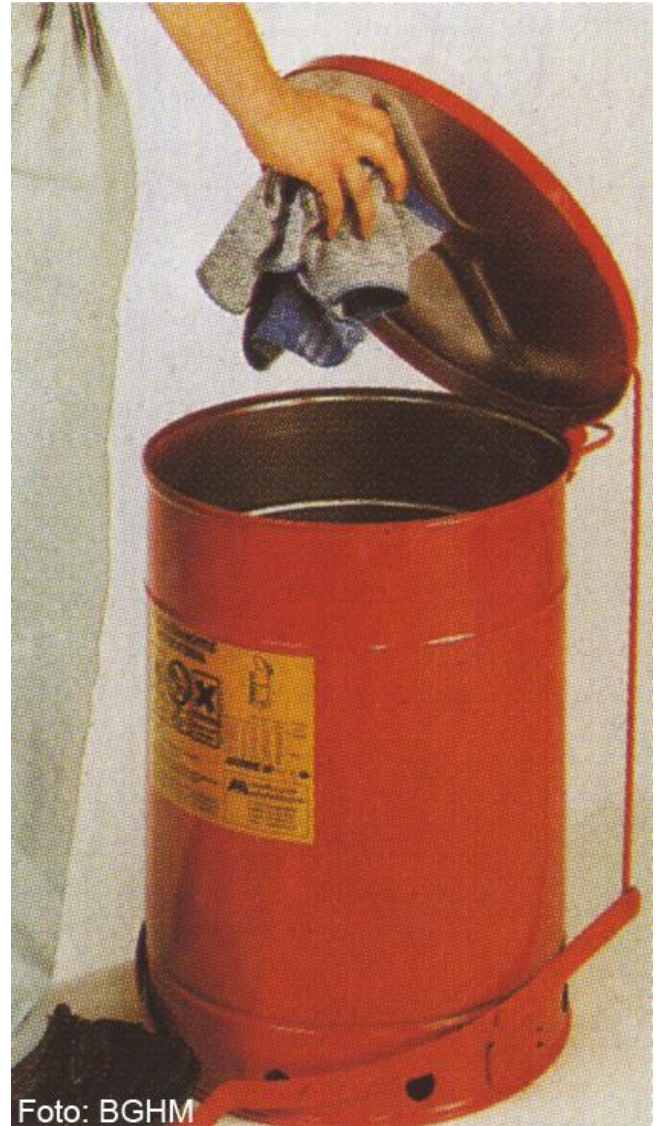


Foto: BGHM

Bild 5: Sammelbehälter für Putzlappen

6 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Diese „Fachbereich AKTUELL“ beruht auf dem durch den Fachbereich Holz und Metall (FBHM), Sachgebiet Fahrzeugbau, -antriebssysteme, Instandhaltung der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) zusammengeführten Erfahrungswissen über den Umgang mit brennbaren Reinigern bei der Instandhaltung.

Die Bestimmungen nach einzelnen Gesetzen und Verordnungen bleiben durch diese „Fachbereich

AKTUELL“ unberührt. Die Anforderungen der gesetzlichen Vorschriften gelten uneingeschränkt.

Um vollständige Informationen zu erhalten, ist es erforderlich, die in Frage kommenden Vorschriftentexte einzusehen.

Diese „Fachbereich AKTUELL“ FBHM-048 ersetzt die gleichnamige Fassung, herausgegeben als Entwurf 10/2020“ vom 16.10.2020.

Der Fachbereich Holz und Metall setzt sich unter anderem zusammen aus Vertretern und Vertreterinnen der Unfallversicherungsträger, staatlichen Stellen, Sozialpartnern, herstellenden und betreibenden Firmen.

Weitere „Fachbereich AKTUELL“ oder Informationsblätter des Fachbereichs Holz und Metall stehen im Internet zum Download bereit [13].

Literatur:

- [1] Verordnung über die Sicherheit und die Gesundheit bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) vom 03. Februar 2015, (Bundesgesetzblatt I S. 49), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 7 der Verordnung vom 18. Oktober 2017 (BGBl. I S. 3584).
- [2] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) Ausfertigungsdatum: 26.11.2010 (BGBl. I S. 1643, 1644), in der Fassung vom 15. November 2016, BGBl. (2016) Teil I, Nr. 54, S. 2549–2555, zuletzt geändert durch Artikel 148 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S 626).
- [3] Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 1112 Teil 1 „Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten – Beurteilungen und Schutzmaßnahmen“, Ausgabe März 2010, GMBL Nr. 29 vom 12. Mai 2010, S. 615, BAUA
- [4] Technische Regel für Gefahrstoffe TRGS 721 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung“, Ausgabe Juni 2006, Banz. Nr. 103a vom 02.06.2006, BAUA
- [5] Technische Regel für Gefahrstoffe TRGS 600 „Substitution“, Ausgabe Juli 2020, GMBL 2020 Nr. S. 405-418 [Nr. 21 vom 24.07.2020, BAUA
- [6] Technische Regel für Gefahrstoffe TRGS 722 „Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre“, Ausgabe März 2012, GMBL 2012, S. 398 [Nr. 22], BAUA
- [7] DGUV Informationen 213-106 „Explosionsschutzdokument“, Ausgabe 03/2020, DGUV Berlin
- [8] DIN EN 1127-1:2019-10 „Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik“, Beuth-Verlag, Berlin

- [9] Technische Regel für Gefahrstoffe TRGS 723 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Gemische“, Ausgabe Juli 2019, GMBL 2019, S. 638-656 [Nr. 33-34] vom 26.08.2019, BAUA
- [10] GisChem Datenblatt Bremsenreiniger (Branche: Metall) by BG RCI & BGHM, 26.06.2020
- [11] DIN EN 14470-1:2004-07 „Feuerwiderstandsfähige Lagerschränke – Teil 1: Sicherheits-schränke für brennbare Flüssigkeiten“, Beuth-Verlag, Berlin
- [12] Technische Regel für Gefahrstoffe TRGS 727 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“, Ausgabe Januar 2016, GMBL 2016 S. 256-314 [Nr. 12-17] vom 26.04.2016, berichtigt: GMBL 2016 S. 623 [Nr. 31] vom 29.07.2016, BAUA
- [13] Internet: www.dguv.de/fb-holzundmetall, Publikationen oder www.bghm.de Webcode: <626>

Bildnachweis:

Die in dieser „Fachbereich AKTUELL“ gezeigten Bilder wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Bild 1, 3, 4, 5: FB HM, SG FAI, Pfeiffer

Bild 2: © DGUV/KonzeptQuartier GmbH

Tabellennachweis:

Tabelle 1: Anwendungsbedingungen

Herausgeber

Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40
10117 Berlin
Tel.: 030 13001-0 (Zentrale)
Fax: 030 13001-9876
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet „Fahrzeugbau, -antriebssysteme, Instandhaltung“
im Fachbereich „Holz und Metall“
der DGUV >www.dguv.de Webcode: d544795

An der Erarbeitung dieser „Fachbereich AKTUELL“ FBHM-048 haben mitgewirkt:

- Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)
- Referat Explosionsschutz der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
- Sachgebiet Explosionsschutz im Fachbereich „Rohstoffe und chemische Industrie“