

Gevarenanalyse van de toepassing van blikbollen als inzamelpunt voor metalen verpakkingen

Referentienummer 93-384
Dossiernummer 112327-25027
Datum december 1993
NP

Auteur
C.M.A. Jansen

Trefwoorden
– blikbol
– spuitbussen
– gevarenanalyse
– explosie

Bestemd voor
Nederlandse Aërosol Vereniging
Ter attentie van Mw. E. Kroese
Postbus 90154
5000 LG Tilburg

Samenvatting

Op verzoek van de Nederlandse Aërosol Vereniging heeft de afdeling Industriële Veiligheid van het Instituut voor Milieu- en Energietechnologie TNO een onderzoek uitgevoerd naar de gevaren voor de omgeving van de toepassing van een blikbol als inzamelpunt van blikverpakkingen.

Een blikbol is in eerste instantie bedoeld als inzamelpunt van drankblikjes (aan de voorzijde) en groter blikken zoals conservenblikjes (aan de achterzijde).

De drankblikjes die worden aangeboden worden (handmatig) samengeperst.

Omdat naast drankblikjes ook spuitbussen kunnen worden aangeboden en samengeperst waardoor de (brandbare) inhoud kan vrijkomen is nagegaan op welke wijze situaties kunnen ontstaan die gevaar kunnen opleveren voor de omgeving.

Dit door vrijkomen van brandbare stoffen.

Uit het onderzoek is geconcludeerd dat bij aanbieden en samenpersen van lege spuitbussen geen situatie zal ontstaan die gevaar kan opleveren voor de omgeving.

Dit is wel het geval indien sprake is van aanbieden van tenminste halfgevulde spuitbussen.

De gevaren zijn tweeledig:

1. Direct tijdens het aanbieden door uitstromen van de inhoud onder hoge druk met gevaar voor gelaat en ogen van de aanbieder.
2. Gedurende enige tijd na aanbieden door ontstaan van een brandbaar gasmengsel in de blikbol. Hierdoor kan na ontsteken, door explosieve verbranding, zeer lokaal letsel kan ontstaan door brandeffecten en op grotere afstand door weggeslingerde fragmenten van de blikbol en inhoud daarvan.

Voor wat betreft de kans op optreden van schade is geconcludeerd dat deze niet kan worden gekwantificeerd omdat de belangrijkste oorzaak van schade moedwillig onjuist gebruik betreft.

Uit berekeningen is gebleken dat het materiaal (dikte en soort) waaruit de blikbol is geconstrueerd bestand is tegen de druk die bij een explosie in de blikbol kan ontstaan. Geen informatie is echter beschikbaar omtrent de druk waarbij de blikbol als geheel zal bezwijken.

Teneinde eventuele voorzieningen (zoals bijvoorbeeld ontlastluiken of het aanbrenge van frezen) te kunnen vaststellen is kennis omtrent de bezwijkdruk van een blikbol noodzakelijk.

Aanbevolen wordt daarom de bezwijkdruk van de blikbol op experimentele wijze te bepalen.

Daarnaast worden nog de volgende maatregelen in overweging gegeven:

1. Aanbrengen van zelfsluitende klep op de doseeropening.
2. Aanbrengen van ventilatieopeningen in de blikbol.
3. Aanbrengen van tekst waaruit blijkt dat spuitbussen aan de achterzijde van de blikbol moeten worden aangeboden.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	2
1	Inleiding	4
2	Beschrijving van de blikbol	5
3	Beschouwde spuitbussen	6
	3.1 Representatieve aerosols	6
	3.2 Gevaarsaspecten van de toegepaste drijfgassen en ethanol	6
4	Potentiele gevaren	8
	4.1 Algemeen.....	8
	4.2 Aannee over vrijkomend gas	8
	4.3 Vrijkomende hoeveelheden brandbaar gas	8
5	Gevolgen	10
	5.1 Potentiële gevaren voor de aanbieder	10
	5.2 Gasconcentraties in de blikbol en mogelijke gevolgen.....	10
	5.3 Concentratie afname door ventilatie.....	12
6	Ontstekingsbronnen van het gasmengsel	14
7	Kans op optreden van brand en explosie	15
8	Gevolgen van explosies in de blikbol	16
9	Beschouwing en aanbevelingen	18
10	Literatuur	20
11	Verantwoording	21

Figuur 1 Afbeelding van een blikbol

1 Inleiding

In opdracht van de Nederlandse Aërosol Vereniging in Tilburg heeft de Afdeling Industriële Veiligheid TNO een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke gevaren van blikbollen als inzamelpunt van blikverpakking.

Aanleiding tot het onderzoek is de gedachte dat aan de blikbol niet alleen blikjes kunnen worden aangeboden maar dat het tevens mogelijk is spuitbussen aan te bieden. De blikjes worden in de blikbol door middel van een, handbediend, persmechanisme samengeperst. Bij spuitbussen kan dat betekenen dat door samenpersen brandbare gassen (zoals bijvoorbeeld butaan) kunnen vrijkomen die in spuitbussen als drijfgas gebruikt worden. Ook kunnen brandbare vloeistoffen vrijkomen. Door vrijkomen van brandbare gassen en brandbare vloeistof kan dan in de blikbol een brandbaar gasmengsel ontstaan.

In deze studie wordt nagegaan welke situatie kan ontstaan indien spuitbussen in de blikbol worden samengeperst.

Achtereenvolgens komt in deze studie aan de orde:

- Beschrijving van de blikbol (hoofdstuk 2).
- Beschrijving van de beschouwde spuitbussen (hoofdstuk 3).
- Beschouwde potentiële gevaren (hoofdstuk 4).
- Beschrijving van de gevolgen voor de omgeving (hoofdstuk 5).
- Mogelijke ontstekingsbronnen (hoofdstuk 6).
- Kans op optreden (hoofdstuk 7).
- Beschouwing en aanbevelingen (hoofdstuk 8).

2 Beschrijving van de blikbol

De blikbol bestaat uit een cilindervormige opvangbak met een bolvormige bovenzijde. Een afbeelding is gegeven in figuur 1.

De blikbol heeft een doorsnede van circa 1,78 meter, een hoogte van 1,70 meter en een volume van 3,3 m³.

Het materiaal bestaat uit glasvezelversterkt polyester en een gegalvaniseerd stalen ledigingsmechanisme. Het persmechanisme is eveneens van staal.

De ruimte waarin het blikje wordt gedeponeerd heeft aan de bovenzijde de afmetingen 0,19 x 0,09 meter (l x b).

Hiermee ligt tevens de maximale busgrootte vast van spuitbussen die (horizontaal, liggend) kunnen worden gedeponeerd.

Aan de onderzijde bedraagt de breedte 0,018 meter en staat in open verbinding met de blikbol en de omgeving.

Het blikje wordt dus tot een pakketje met een dikte van circa 0,018 meter samengeperst en valt vervolgens direct in de blikbol.

Aan de achterzijde bevindt zich een ovale opening met afmetingen van 0,38 x 0,19 meter voor inwerpen van groter blikverpakkingen zoals bijvoorbeeld conservenblikken. Deze opening is afgesloten door een loshangende metalen plaat die de opening afsluit.

De blikbol is niet voorzien van ventilatieopeningen. Wel kan enige ventilatie plaatsvinden via de doseeropening aan de achterzijde en de doseeropening aan de voorkant.

3 Beschouwde spuitbussen

3.1 Representatieve aërosols

Door de Nederlandse Aërosol Vereniging is een globale receptuur gegeven van de meest gebruikte aërosols. De schatting is gebaseerd op aantallen verkochte spuitbussen.

De meest gebruikte aërosols betreffen haarlak, deosprays en luchtverfrissers.

De globale samenstelling (op basis van gew.%) voor elk van de aërosols is:

- Haarlak

niet-vluchtige bestanddelen	:	5,0%
ethanol	:	35,0%
butaan	:	20,0%
dimethylether	:	40,0%

Representatieve spuitbusgrootten zijn 300 en 400 ml met een vulgewicht van 215 gram, respectievelijk 287 gram.
- Deospray

niet vluchtige bestanddelen	:	3,0%
ethanol	:	30,0%
propaan/butaan mengsel (LPG)	:	67,0%

Representatieve spuitbusgrootte is 150 ml met een vulgewicht van 95 gram.
- Luchtverfrissers

parfum, water, emulgatoren en dergelijke	:	55,0%
ethanol	:	5,0%
dimethylether	:	40,0%

Representatieve spuitbusgrootte is 250 ml met een vulgewicht van 220 gram.

Voor elk van de spuitbussen (aërosols) wordt nagegaan welke de gevolgen kunnen zijn indien zij worden aangeboden en samengeperst in een blikbol. Hierbij worden verschillende vulgraden van de spuitbussen onderscheiden.

3.2 Gevaarsaspecten van de toegepaste drijfgassen en ethanol

Zoals uit de vorige paragraaf blijkt worden drie verschillende brandbare drijfgassen gebruikt: butaan, LPG en dimethylether. Daarnaast is in de beschouwde spuitbussen ook ethanol aanwezig.

De belangrijkste eigenschappen, ontleend aan [3], van de drijfgassen en ethanol zijn samengevat in tabel 3.1.

*Gevarenanalyse van de toepassing van blikbollen als
inzamelpunt voor metalen verpakkingen*

Tabel 3.1 Overzicht van de relevante fysische effecten van de toegepaste grondstoffen

Eigenschap	Butaan	LPG	Dimethylether	Ethanol
Kookpunt [°C]	-0,3	-15	-25	78
Druk bij 20°C [Pa] (*10 ⁵)	2,1	4,5	5,3	0,0585
Explosiegrens en ondergrens vol.%	1,3	1,4	2,7	3,4
Gram.m ⁻³	31,5	30,9	51,9	65,3
Bovengrens vol.%	8,5	8,9	18,6	19,0
Gram.m ⁻³	205,8	196,5	357,3	365,0
Minimum ontstekings energie [mJ]	0,25	0,25	0,29	-

Ter verduidelijking: de onderexplosiegrens geeft de concentratie die minimaal noodzakelijk is om een gas-luchtmengsel te kunnen ontsteken. De bovenexplosiegrens geeft dan de maximale concentratie waarbij ontsteking kan plaatsvinden.

Voor LPG zijn de eigenschappen gegeven als gemiddelde waarde van butaan en propaan (65% resp. 35%), de stoffen waaruit LPG is samengesteld.

Omdat bij vrijkomen van de inhoud van een spuitbus een gasmengsel ontstaat van de inhoud zijn ook de explosiegrenzen van zo'n mengsel van belang.

Op basis van de aanname dat, behalve de werkzame stof, alle stoffen in evenredige mate het uiteindelijke gasmengsel bepalen zijn de explosiegrenzen van het ontstane mengsel bepaald. In tabel 3.2 zijn de explosiegrenzen samengevat.

Tabel 3.2 Overzicht van de explosiegrenzen van de ontstane gasmengsels per produkt

Produkt	Explosiegrenzen [vol.%...gram.m ⁻³]	
	Onderexplosiegrens	Bovenexplosiegrens
Haarlak 300/400 ml	2,7.....54,8	17,0....341,2
Deospray	2,1.....44,4	12,3....260,5
Luchtverfrisser	2,8.....53,4	18,6....358,0

4 Potentiele gevaren

4.1 Algemeen

De potentiële gevaren die worden beschouwd hebben betrekking op het brandbaar gas en de brandbare vloeistof dat kan vrijkomen bij samenpersen van spuitbussen. In de volgende paragraaf wordt aangegeven welke aannamen met betrekking tot het vrijkomen daarbij zijn gedaan.

4.2 Aanname over vrijkomend gas

Voor elk van de onderscheiden aerosols wordt aangenomen dat het niet steeds zal gaan om 'lege' spuitbussen. Het zal ook kunnen voorkomen dat (gedeeltelijk) gevulde spuitbussen aan een blikbol worden aangeboden.

Een lege spuitbus zal altijd een restant drijfgas bevatten onder een druk van 1 bar. Zoals beschreven in hoofdstuk 2 gaat het hier om de brandbare drijfgassen butaan en dimethylether, LPG (een mengsel van butaan en propaan) en dimethylether als enkelvoudig drijfgas.

Als scenario wordt aangenomen dat lege spuitbussen, volle spuitbussen en voor 50% gevulde spuitbussen worden aangeboden.

Het aantal spuitbussen dat in één keer kan worden aangeboden wordt, gelet op de grootte van de doseersluis (zie ook hoofdstuk 2) en de benodigde handelingen, gesteld op 1 stuks.

De doseeropening is zodanig van afmetingen dat zowel de 300 ml als de 400 ml haarlakbussen niet horizontaal in de doseeropening passen. Verticale plaatsing is wel mogelijk.

Bij de aanbidding van deosprays en luchtverfrissers wordt de spuitbus horizontaal in de doseeropening geplaatst en vervolgens samengedrukt. Door samendrukken zal de spuitbus bezwijken. Bij een niet lege spuitbus zal de resterende inhoud onder druk naar buiten spuiten. Dit kan zowel in de richting van de binnenzijde van de blikbol als richting aanbieder.

In deze studie wordt als worst-case situatie (ten aanzien van de situatie in de blikbol) aangenomen dat de gehele inhoud van de spuitbus in de blikbol spuit.

Aanbidding van haarlak spuitbussen kan, met het oog op de relatief geringe afmetingen van de doseeropening, alleen rechtstandig plaatsvinden. Ook in dit geval wordt aangenomen dat de gehele inhoud in de blikbol spuit.

4.3 Vrijkomende hoeveelheden brandbaar gas

Voor de schatting van de vrijkomende hoeveelheden worden, zoals gesteld in paragraaf 4.2, drie vulgraden beschouwd: geheel gevuld, halfvol en leeg. De hierbij vrijkomende hoeveelheden zijn samengevat in tabel 4.1

*Gevarenanalyse van de toepassing van blikbollen als
inzamelpunt voor metalen verpakkingen*

Tabel 4.1 Overzicht van de vrijkomende hoeveelheden (uitgedrukt per spuitbus)

Produkt	Hoeveelheid per spuitbus [gram]					
	Ethanol	Butaan	Dimethylether	LPG	Werkzame stof	Totaal ¹⁾
Haarlak (300/400 ml)						
Vol	75,3/100	43/57,4	86/115	-	10,8/14	204,3/272,4
50% gevuld	37,65/50	21,5/28,7	43/57,5	-	5,4/7	102,2/136,2
Leeg	0,2/0,27	0,145/0,193	0,25/0,3	-	-	0,57/0,763
Deospray						
Vol	28,5	-	-	63,7	2,9	92,2
50% gevuld	14,25	-	-	31,85	1,45	46,1
Leeg	0,086	-	-	0,209	-	0,295
Luchtverfrisser						
Vol	11,0	-	88,0	-	121,0	99,0
50% gevuld	5,5	-	44,0	-	60,5	49,5
Leeg	0,024	-	0,188	-	-	0,212

¹⁾ exclusief de werkzame stof

5 Gevolgen

5.1 Potentiële gevaren voor de aanbieder

Tijdens aanbieden en samenpersen van de spuitbus raakt de spuitbus lek, bij een lege spuitbus zal geen gas onder druk ontsnappen. Bij een (gedeeltelijk) gevulde spuitbus ontwijkt de inhoud onder druk. Dit heeft tot gevolg dat een gedeelte van het gas via de doseeropening naar de buitenlucht kan ontsnappen terwijl het andere gedeelte in de blikbol stroomt.

Het gas dat naar de buitenlucht ontsnapt kan direct rond de doseerplaats schade aan personen veroorzaken.

Schade kan ontstaan doordat de vrijkomende stoffen het lichaam (voornamelijk het gezicht en ogen) raken. Dit geldt met name voor de verspreiding van ethanol en de daarin opgeloste werkzame stof. Ernstige irritatie en paniek en schrikreacties kunnen hiervan het gevolg zijn.

Als bij vrijkomen tevens een ontstekingsbron aanwezig is (bijvoorbeeld een brandende sigaret) dan kan de stof ontsteken en brandwonden veroorzaken.

Met het oog op de relatief geringe hoeveelheid is het potentiële gebied waar schade kan optreden zeer beperkt (maximaal circa enkele meters) en zal waarschijnlijk beperkt blijven tot de aanbieder zelf.

Naast het gas zal ook de werkzame stof en ethanol ontsnappen.

Van deze eerste stof wordt niet verwacht dat de gasconcentratie in de blikbol significant zal worden verhoogd. Bij vrijkomen van ethanol wordt (als worst case situatie) aangenomen dat alle ethanol zal verdampen. Dit voornamelijk als gevolg van de verstuiving waardoor een goed contact met de omgevingslucht ontstaat waardoor relatief snelle verdamping van de vloeistof wordt verwacht.

5.2 Gasconcentraties in de blikbol en mogelijke gevolgen

Op basis van de hoeveelheden gas beschreven in hoofdstuk 4 (tabel 4.1) worden in dit hoofdstuk de resultaten gegeven van de gasconcentratieberekeningen.

Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- Volume van de blikbol: 3,3 m³, 1,65 m³ en 0,825m³.
Deze volumina zijn betrokken op een lege, halfvolle en 3/4 gevulde blikbol.
- Er is sprake van homogene opmenging in de beschikbare vrije ruimte van de blikbol.
- Ventilatie van de blikbol is verwaarloosbaar.

In tabel 5.1 zijn de gasconcentratie berekeningen samengevat.

*Gevarenanalyse van de toepassing van blikbollen als
inzamelpunt voor metalen verpakkingen*

Tabel 5.1 Samenvatting van de gasconcentratie berekeningen

a. Haarlak

Vulgraad van de spuitbus [%]	Concentratie in de blikbol [gram.m ⁻³] (butaan+dimethylether+ethanol)					
	Haarlak 300 ml			Haarlak 400 ml		
	Vulgraad van de blikbol [%]			Vulgraad van de blikbol [%]		
	0	50	75	0	50	75
100	61,9 ¹⁾	123,8 ¹⁾	247,6 ¹⁾	82,6 ¹⁾	165,1 ¹⁾	330,2 ¹⁾
50	31,0	61,9 ¹⁾	123,9 ¹⁾	41,3	82,6 ¹⁾	165,1 ¹⁾
0	0,17	0,35	0,69	0,23	0,46	0,92

¹⁾ overschrijdt de onderexplosiegrens (zie paragraaf 3.2)

b. Deospray

Vulgraad van de spuitbus [%]	Concentratie in de blikbol [gram.m ⁻³] (LPG+ethanol)		
	Deospray 150 ml		
	Vulgraad van de blikbol [%]		
	0	50	75
100	27,9	55,9 ¹⁾	111,8 ¹⁾
50	14,0	27,9	55,9
0	0,09	0,18	0,36

¹⁾ overschrijdt de onderexplosiegrens (zie paragraaf 3.2)

c. Luchtverfrisser

Vulgraad van de spuitbus [%]	Concentratie in de blikbol [gram.m ⁻³] (dimethylether+ethanol)		
	Luchtverfrisser 250 ml		
	Vulgraad van de blikbol [%]		
	0	50	75
100	30,0	60,0 ¹⁾	120,0 ¹⁾
50	15,0	30,0	60,0 ¹⁾
0	0,06	0,13	0,26

¹⁾ overschrijdt de onderexplosiegrens (zie paragraaf 3.2)

*Gevarenanalyse van de toepassing van blikbollen als
inzamelpunt voor metalen verpakkingen*

Uit de resultaten in de tabel wordt geconcludeerd dat de onderexplosiegrens wordt overschreden in de volgende gevallen:

Haarlak 300 ml. en 400 ml

- Bij aanbieden van volle spuitbussen in alle gevallen;
- Bij aanbieden van 50% gevulde spuitbussen in combinatie met een voor tenminste 50% gevulde blikbol.

Deosprays

- Bij aanbieden van volle spuitbussen in combinatie met een voor tenminste 50% gevulde blikbol.

Luchtverfrissers

- Bij aanbieden van volle spuitbussen in combinatie met een voor tenminste 50% gevulde blikbol.
- Bij aanbieden van halfvolle spuitbussen in combinatie met een voor tenminste 75% gevulde blikbol.

Bij de concentratieberekeningen is aangenomen dat de vrijkomende inhoud zich homogeen over de beschikbare vrije ruimte zal verdelen. Zeker kort nadat de stof is vrijgekomen kan het gas zich echter als een gas met een dichtheid groter dan lucht gedragen waardoor plaatselijk hoger concentraties dan berekend kunnen optreden. Uit de systeembeschrijving (hoofdstuk 2) blijkt dat geconcludeerd mag worden dat ventilatie van de blikbol gering is. Dit betekent dat de gasconcentratie in de blikbol slechts langzaam zal afnemen. Hierop wordt nader ingegaan in paragraaf 5.3

Indien het brandbare gasmengsel wordt ontstoken dan zal in de blikbol een overdruk ontstaan waardoor de blikbol kan bezwijken en delen daarvan worden weggeslingerd. Schade in de bredere omgeving kan dan ontstaan door weggeslingerde delen van de blikbol, verpakingsresten en in de zeer nabije omgeving door brandverschijnselen ter plaatse van de blikbol.

5.3 Concentratie afname door ventilatie

Indien in de blikbol een gasconcentratie is ontstaan dan zal deze in de loop van de tijd door natuurlijke ventilatie afnemen.

De afname van de concentratie wordt berekend aan de hand van de volgende formule:

$$C = C_0 * (\exp(-q.t/V)) \text{ waarin:}$$

C	=	concentratie in de blikbol op tijdstip t	[kg.m ⁻³]
C ₀	=	beginconcentratie	[kg.m ⁻³]
q	=	ventilatie debiet	[m ³ .s ⁻¹]
V	=	volume van de ruimte	[m ³]
t	=	tijdsduur	[sec]

Voor een ventilatievoud van 2, dat wil zegen het volume van de blikbol wordt twee maal per uur ververst, is de afname van de concentratie in tabel 5.1 weergegeven als functie van de begin concentratie.

*Gevarenanalyse van de toepassing van blikbollen als
inzamelpunt voor metalen verpakkingen*

Tabel 5.2 Afname van de concentratie in de blikbol voor een ventilatievoud van 2

Tijdstip na ontstaan [sec]	Concentratie als fractie van de begin concentratie
60	0,97
120	0,94
180	0,91
300	0,85
600	0,72
1200	0,51

Zoals uit de tabel blijkt is de concentratie na 20 minuten ongeveer de helft van de beginconcentratie.

6 Ontstekingsbronnen van het gasmengsel

Verbranding van het ontstane gasmengsel kan plaatsvinden indien aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- Gas-luchtmengsel met een concentratie binnen de explosiegrenzen van de betreffende stof of van het mengsel;
- Ontstekingsbron van voldoende capaciteit (zie minimaal benodigde ontstekingsenergie paragraaf 3.2).

De mogelijkheid van de vorming van een brandbaar gasmengsel is in het vorige hoofdstuk beschreven. In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de mogelijkheid van de aanwezigheid van een ontstekingsbron.

Als mogelijke ontstekingsbronnen kunnen worden genoemd.

1. Vonken ontstaan door samenpersen van de spuitbus.
2. Ontstekingsbronnen ingeworpen tegelijkertijd met deponeren van de spuitbus, of na enige tijd (denk hier bijvoorbeeld aan sigaretteneindjes, vuurwerk en dergelijke).

ad 1)

Vonken door samenpersen van aluminium en staal kunnen alleen ontstaan indien de relatieve snelheid tenminste 1 m.s^{-1} bedraagt [1]. Met het oog op de te overbruggen afstand bij samenpersen (circa 0,1 meter) moet het blikje binnen 0,1 seconden worden samengeperst om tenminste deze snelheid te bereiken. Dit wordt niet waarschijnlijk geacht zodat vonkvorming tijdens samenpersen van een spuitbus zeer onwaarschijnlijk is.

ad 2)

Ontsteking van het gasmengsel als gevolg van vandalisme en brandstichting is denkbaar.

De statistiek der branden [2] laat zien dat in circa 50% van alle branden opzet als oorzaak kan worden aangemerkt.

Gedacht wordt in dit verband aan ingeworpen sigaretten(eindjes), brandstichting in de nabijheid, deponeren van vuurwerk in de blikbol (met name vuurwerk rond de jaarwisseling) en dergelijke.

Voor ontstaan van brand is het dan wel noodzakelijk dat een brandbaar gasmengsel aanwezig is. Met andere woorden; recentelijk dient een (niet lege) spuitbus te zijn aangeboden.

De verschillende ontstekingsmogelijkheden overziend lijkt moedwillige brandstichting de meest reële ontstekingsbron.

De noodzakelijke combinatie van brandstichting en kort daarvoor ontstaan brandbaar gasmengsel maakt de kans op optreden gering.

Hierop wordt nader ingegaan in hoofdstuk 7.

7 **Kans op optreden van brand en explosie**

Zoals uit de vorige hoofdstukken blijkt kan in een blikbol alleen een brandbaar gasmengsel ontstaan indien tenminste een halfvolle spuitbus wordt aangeboden en samengeperst.

Voor ontsteken van het gas/luchtmengsel is het daarnaast noodzakelijk dat kort na aanbieden ook een ontstekingsbron aanwezig is.

Gegevens omtrent het abusievelijk aanbieden van niet-lege spuitbussen zijn niet bekend. Het is dan ook niet mogelijk om de kans te kwantificeren dat moedwillig een niet-lege spuitbus wordt ingeworpen gecombineerd met de aanwezigheid van een ontstekingsbron.

8 Gevolgen van explosies in de blikbol

De concentratie aan brandbare gassen in de blikbol in het geval van inwerpen van een volle bus haarlak (400 ml inhoud) kan boven de bovenexplosiegrens komen. Dit betekent dat er onder bepaalde condities stoichiometrische gasmengsels kunnen voorkomen in de bol waardoor de maximale explosiedruk van die gassen bereikt kan worden.

Voor de opgegeven gassen (butaan, dimethylether, ethanol en LPG) is deze maximale explosiedruk circa 800 kPa.

Wanneer de maximale explosiedruk lager is dan de sterkte van de blikbol dan kan er vanuit gegaan worden dat de blikbol niet zal bezwijken ten gevolge van de explosie. In dat geval zijn geen verdere voorzieningen aan de blikbol noodzakelijk.

Probleem echter is dat de sterkte van de bol niet precies bekend is.

Wel kan een onder- en bovengrens van de sterkte berekend worden:

De ondergrens wordt bepaald door de sterkte van de bodem, waarvan bekend is dat deze bestand is tegen een belasting van zo'n 900 kg materiaal, dit komt overeen met een **minimale** bezwijkdruk van de blikbol van 4 kPa. De maximale bezwijkdruk van de blikbol wordt bepaald door de treksterkte van het glasvezel-versterkte polyester.

Voor de vorm en afmetingen van de blikbol kan berekend worden dat de **maximale** bezwijkdruk circa 5800 kPa zal bedragen.

Omdat de precieze bezwijkdruk van de blikbol niet bekend is, dient te worden uitgegaan van de minimaal vaststaande bezwijkdruk (4 kPa). In praktijk zal de bol natuurlijk bestand zijn tegen een veelvoud van deze druk. Deze bezwijkdrukken blijven echter ver onder de maximale explosiedruk die kan optreden in de bol en er dient dus een explosie-ontlastvoorziening op de bol te worden aangebracht om te voorkomen dat de bol bezwijkt.

Een explosie-ontlastvoorziening is een luik in de blikbol dat tijdens de explosie opent en vervolgens voorkomt dat de druk te ver oploopt.

Vanzelfsprekend dient de druk waarbij dit luik opent kleiner te zijn dan de bezwijkdruk van de bol. De grootte van het ontlastluik wordt bepaald door de snelheid van drukstijging, het volume van de blikbol en de respectievelijke bezwijkdrukken van het ontlastluik en de blikbol. Voor de opgegeven mengsels in de blikbol kan, gebruikmakend van Bradley and Mitcheson [4], de volgende tabel berekend worden:

Bezwijkdrukken		Grootte van het ontlastluik
Blikbol	Ontlastluik	
[kPa]	[kPa]	[m ²]
8	4	3.3
16	8	2.3
24	12	1.9
48	24	1.3
100	48	1.0
200	100	0.7

*Gevarenanalyse van de toepassing van blikbollen als
inzamelpunt voor metalen verpakkingen*

Ten aanzien van de ontlastvoorzieningen kan nog het volgende worden opgemerkt:

1. Het gewicht van het luik mag maximaal 10 kg/m³ bedragen.
2. Alle andere appendages aan de blikbol moeten ook bestand zijn tegen de bovengenoemde drukken en scharnierende luiken, zoals bijvoorbeeld aangebracht aan de achterzijde, moeten naar binnen vrij openen en naar buiten afdichten tot genoemde drukken.
3. De ontlastvoorzieningen moeten zodanig worden geplaatst dat er bij ontlasten geen gevaar ontstaat voor eventuele omstanders. In het geval van een blikbol is een luik aan de bovenzijde de enige mogelijkheid.
4. Het ontlastluik moet altijd kunnen aanspreken, er moet dus voorkomen worden dat voorwerpen, vuil of sneeuw een juiste werking van het luik kunnen tegengaan.

Voor het aanbrengen van het juiste ontlastluik moet er, bijvoorbeeld aan de hand van constructietekeningen, een nauwkeurige sterkte van de blikbol bepaald worden. Waarschijnlijk is de blikbol vele malen sterker dan de hierboven berekende minimale bezwijkdruk. Een grotere sterkte leidt tot een kleiner ontlastluik. Het is natuurlijk ook mogelijk de bezwijkdruk van een blikbol experimenteel te bepalen. Naast de plaatsing van een ontlastluik aan de bovenzijde is het ook mogelijk het constructiemateriaal van de blikbol doelbewust plaatselijk te verzwakken door frezen aan te brengen. Zodoende zal de bol in het geval van een explosie op van te voren bekende plaatsen bezwijken.

Uit berekeningen van de maximale bezwijkdruk van de blikbol blijkt dat het wandmateriaal van de bol bestand is tegen de maximale explosiedruk. Wanneer nu het bodemgedeelte van de bol en de appendages zo sterk geconstrueerd zijn of aangepast kunnen worden dat ze ook deze druk kunnen weerstaan dan is het niet nodig ontlastvoorzieningen te treffen.

9 Beschouwing en aanbevelingen

De afdeling Industriële Veiligheid heeft op verzoek van de Nederlandse Aërosol Vereniging een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke gevaren van de toepassing van een blikbol als inzamelpunt van blikverpakkingen.

Ofschoon zo'n blikbol niet bedoeld is voor verzamelen van spuitbussen kunnen deze wel worden aangeboden.

Bij samenpersen van een spuitbus kan door vrijkomen van de inhoud een brandgevaarlijke situatie ontstaan.

Uit het onderzoek is gebleken dat bij aanbieden van lege spuitbussen het ontstaan van een gevaarlijke situatie niet wordt verwacht. Dit geldt zowel voor de gasconcentratie in de blikbol als voor de aanbieder.

Anders is de situatie bij aanbieden van niet-lege spuitbussen. Ten aanzien van de gasconcentratie in de blikbol is gebleken dat een brandbaar gasmengsel in de blikbol ontstaat indien:

- Volle haarlak spuitbussen worden aangeboden.
- Halfvolle haarlakspuitbussen worden aangeboden in combinatie met een tenminste halfgevulde blikbol.
- Volle spuitbussen met deosprays of luchtverfrissers worden aangeboden in combinatie met een tenminste halfgevulde blikbol.
- Halfvolle spuitbussen luchtverfrissers worden aangeboden in combinatie met een voor tenminste 75% gevulde blikbol.

Gedurende enige tijd na aanbieden kan in de blikbol sprake zijn van een brandbaar gasmengsel. Wanneer dit gasmengsel wordt ontstoken kan door explosieve verbranding zeer lokaal letsel aan personen ontstaan door brandeffecten terwijl tot op grotere afstand plaatselijk schade kan ontstaan door weggeslingerde fragmenten van de blikbol en de inhoud daarvan.

Voor de aanbieder van de spuitbus geldt dat wanneer een niet-lege spuitbus wordt aangeboden lokaal een gevaarlijke situatie kan ontstaan. Dit gevaar is twee-ledig:

1. De vrijkomende inhoud kan schade veroorzaken aan gelaat en ogen, ook kunnen paniek reacties ontstaan.
2. De vrijkomende inhoud kan worden ontstoken (door bijvoorbeeld een sigaret) waardoor zeer lokaal een kort durende brand kan ontstaan.

Verwacht wordt dat gevaarlijke situaties voornamelijk zullen optreden als gevolg van doelbewust aanbieden van niet-lege spuitbussen in combinatie met tegelijkertijd aanbrengen van een ontstekingsbron.

Kwantificering van de kans op optreden van deze situatie is niet mogelijk gebleken.

Uit de berekeningen van de maximale bezwijkdruk van de blikbol blijkt dat het wandmateriaal uit de bol bestand is tegen de maximale optredende explosiedruk. Indien nu het bodemgedeelte van de bol en de appendages zo sterk geconstrueerd zijn (of aangepast kunnen worden) dat ze ook deze druk kunnen weerstaan dan zijn geen ontlastopeningen nodig. Het verdient daarom aanbeveling de bezwijkdruk op experimentele wijze te bepalen en eventueel de blikbol plaatselijk te verzwakken door middel van frezen.

*Gevarenanalyse van de toepassing van blikbollen als
inzamelpunt voor metalen verpakkingen*

Daarnaast wordt aanbevolen de volgende maatregelen te overwegen:

- Aanbrengen van een zelfsluitende afdekplaat op de doseeropening waardoor eventueel uitstromend gas niet meer in de richting van de aanbieder kan spuiten.
- Aanbrengen van ventilatie openingen voor snelle verdunning van gasmengsels. Deze openingen kunnen tevens fungeren als mogelijke ontlastopeningen bij een explosieve verbranding in de blikbol.
- Aanbrengen van een tekst waarin wordt gewaarschuwd dat inwerpen van spuitbussen aan de achterzijde dient te geschieden.

10 Literatuur

- [1] Heemskerk A.H., Leeuwen van D, Wingerden van C.J.M.
Onderzoek naar de gevaren van de opslag van bestrijdingsmiddelen
Deelrapport 2: dispersie, brand en explosie eigenschappen.
TNO-defensieonderzoek. Februari 1991. PML 1991-C61.

- [2] Statistiek der branden 1990
Centraal Bureau voor de Statistiek
SDU Uitgeverij. CBS-publikaties. Den Haag 1991.

- [3] Chemiekaarten
Gegevens voor veilig werken met chemicaliën
Negende editie, 1993/1994
Uitgave van het NIA, VNCI en Samson H.D. Tjeenk Willink.

- [4] Bradley, D and Mitcheson, A.
The venting of gaseous explosions in spherical vessels
II - Theory and experiment,
Combustion and Flame, 32, 237 (1978).

*Gevarenanalyse van de toepassing van blikbollen als
inzamelpunt voor metalen verpakkingen*

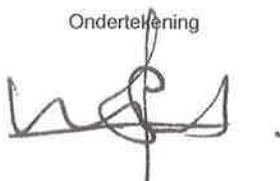
11 Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever
Nederlandse Aërosol Vereniging
Postbus 90154
5000 LG Tilburg

Namen en functies van de medewerkers
C.M.A. Jansen - onderzoekleider
P. van der Wel - (Prins Maurits laboratorium TNO)

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed
Prins Maurits laboratorium TNO

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad
september en november 1993

Ondertekening

C.M.A. Jansen
onderzoekleider

Goedgekeurd door

Ir. C.M. Pietersen
werkgroep leider

Gevarenanalyse van de toepassing van blikbollen als inzamelpunt voor metalen verpakkingen



Figuur 1