

# Brandversuche an Lagerhilfen aus Polypropylen - Auswirkungen auf die Sprinklerrichtlinien -

Dieter Georgi

Es soll nicht nur über die Auswirkungen auf die Sprinkleranlagentechnik berichtet werden, die in Verbindung mit Lagerhilfen (Behälter) aus Polypropylen auftreten, sondern es soll das brandschutztechnische Problem aufgezeigt werden, das beim Einsatz der Kunststoffe Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) generell in der Industrie sowie im Großgewerbe entstehen kann bzw. schon besteht. Warum gerade die Kunststoffe PP und PE vorrangig eingesetzt werden, sei kurz erläutert.

PE und PP werden vermehrt eingesetzt, weil die Verordnung zur Vermeidung von Verpackungsabfällen vom 21. 06. 1991 sowie die Rücknahmeverpflichtung von einigen Pkw-Herstellern die Industrie zwingt, recyclebare Kunststoffe zu verwenden.

Wo nun aber liegt das brandschutztechnische Problem bei diesen Kunststoffen?

Anhand der wichtigsten Kriterien hinsichtlich des Brandverhaltens und der Brandbekämpfung soll das verdeutlicht werden:

1. Die Kunststoffe schmelzen unter Wärmeeinwirkung und tropfen brennend ab.
2. Die Kunststoffe verhalten sich im Brandfall wie eine brennbare Flüssigkeit, d.h., es entsteht eine nahezu rauchfreie, hochenergetische Verbrennung.
3. Bei der Lagerung dieser Kunststoffe erfolgt im Brandfall eine rasante Brandausbreitung nach oben durch Wärmehauftrieb und nach unten durch abfließenden, brennenden Kunststoff.
4. Die Kunststoffe nehmen keine Feuchtigkeit auf und brennen deshalb auch nach Wasserkontakt weiter.
5. Die Isolationswirkung der Kunststoffe ist so gut, daß z. B. bei einem sich mit Löschwasser füllenden zweischaligen Behälter Innen- und Außenschale solange brennen, bis Wasser in den Hohlraum zwischen den Schalen gelangt und die Löschwirkung einsetzen kann.

6. Auch die Entsorgung nach einem Brand ist problematisch, da diese Kunststoffe nach dem Erstarren eine feste Einheit mit anderen Materialien bilden. Eine Entsorgung auf Sondermülldeponien wird erforderlich.

7. Geschmolzene Kunststoffe können in vorhandene Abwassersysteme eindringen und diese beim Erstarren verstopfen.

Die Einführung neuer Logistik-Konzepte in der Automobil- und Zuliefererindustrie erforderten eine weitgehende Standardisierung und Reduzierung der vorhandenen Vielfalt von Lagerhilfen. Aus diesem Grunde wurde die Arbeitsgruppe "Behälterstandardisierung" im Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA) damit beauftragt, ein einheitliches Kleinladungsträger-System zu entwickeln.

Die VDA-Empfehlung 4500 ist das Ergebnis dieser Arbeiten.

Nach der Einführung der Kleinladungsträger in der Automobil- und Zuliefererindustrie haben Werkfeuerwehren Brand- und Löschversuche an diesen neuen Behältern durchgeführt, um das Brandverhalten zu testen. Über-

einstimmend wurde festgestellt, daß eine Brandbekämpfung mit Wasser nur selten zu einem Löscherfolg führt.

Nach Kenntnis dieser Versuche hat sich der Verband der Sachversicherer e.V. (VdS) im Jahre 1990 an den VDA gewandt, um das brandschutztechnische Problem, das in Verbindung mit den Kleinladungsträgern auftritt, gemeinsam zu lösen.

Im Herbst 1990 wurde ein VDA/VdS-Arbeitskreis mit folgender Zielsetzung gegründet:

1. Literaturrecherche über Brandversuche in Verbindung mit den Kunststoffen PP und PE,
2. Prüfung von Materialalternativen,
3. Durchführung von Brandversuchen, um eine Aussage zu erhalten, in welche Brandgefahr die Kleinladungsträger nach den Sprinklerrichtlinien eingestuft werden müssen.

Da die Überprüfung im Hinblick auf schon durchgeführte Brandversuche sowie eine Änderung der Materialeigenschaften zu keinem befriedigenden Ergebnis führten, wurden Brandversuche für Kleinladungsträger (KLT) in Block- und Regallager geplant.



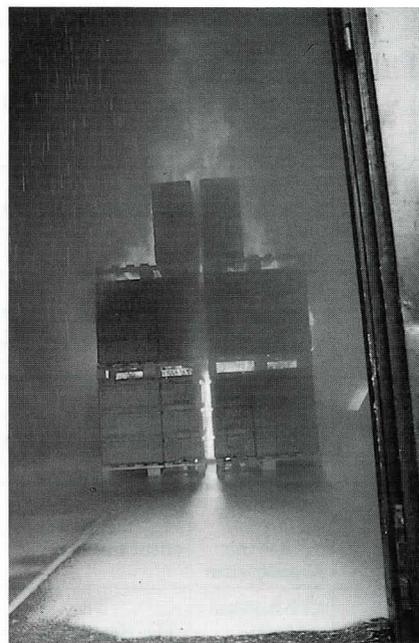
Abbildung links:

Aufbau der Blocklager-Brandversuche Nr. 1 und 2

Abbildung rechts:

Ausschnitt aus den Blocklager-Brandversuchen.

Aufgrund der fehlenden geschlossenen Stahlpaletten und Abschlußdeckel aus Polypropylen konnte trotz Schaummittelzumischung kein Löscherfolg erzielt werden.



Dieter Georgi  
Verband der Sachversicherer e.V.  
Schadenverhütung und Technik  
Technische Prüfstelle,  
Köln

## Blocklagerversuche

Aus der Abbildung 1 sind die Versuchsbedingungen über die Brand- und Löschversuche an Kleinladungsträgern einschließlich der Ergebnisse zu ersehen. Die wichtigsten Ergebnisse der Versuche für KLT in Blocklagerung sind: Der Löscherfolg durch die Sprinkleranlage kann bei einer Lagerhöhe von 3 m nur gewährleistet werden, wenn

- die Einstufung in die Brandgefahr (BG) 4.4 gemäß den Richtlinien für Sprinkleranlagen (VdS 2092) erfolgt,
- Sprinkler mit einem Response-Time-Index (RTI-Wert) von 50-80 eingesetzt werden,
- der Sprinkleranlage filmbildende Schaummittel zugesetzt werden,
- geschlossene Paletten aus Stahl eingesetzt werden (Stapelhöhe pro Palette = 1 m),
- die oberste Lage der KLT mit einem Deckel abgeschlossen wird.

Die Versuche haben eindeutig gezeigt, daß bei einer Stapelhöhe von 3 m ohne die geschlossenen Stahlpaletten, die eine vertikale Brandübertragung zwischen den einzelnen Stapeln verhindern und ohne die Abschlußdeckel, die dafür

Sorge tragen, daß das Wasser-Schaummittelgemisch nicht erst die Behälter füllt, kein Löscherfolg durch die Sprinkleranlage möglich ist.

## Wie können die Versuchsergebnisse für die Blocklagerung von KLT in die Praxis umgesetzt werden?

Die für die Lagertechnik eines Unternehmens zuständigen Mitarbeiter müssen vorab prüfen, ob der Einsatz von geschlossenen Stahlpaletten und Abschlußdeckeln gewährleistet werden kann. Erst dann ist die Realisierung des vorerwähnten Sprinkler-Schutzkonzeptes sinnvoll. In diesem Zusammenhang muß darauf hingewiesen werden, daß technische Anforderungen erarbeitet werden müssen, in welcher Form dem Sprinklerwasser filmbildende Schaummittel zugemischt werden können.

Ein entsprechender Arbeitskreis hat im Herbst des Jahres 1992 seine Arbeit aufgenommen.

Die wichtigsten Punkte, die dabei geklärt werden müssen, sind:

1. Auswahl von geeigneten Zumisch-einrichtungen,
2. Art der Sprinkleranlage (Trocken-anlage/Naßanlage),
3. Festlegung des zulässigen Rohrnetz-volumens pro Alarmventilation,

## 4. Untersuchung der Verträglichkeit von Schaummitteln auf Rohr- und Dichtmaterial.

Außerdem muß die Frage geklärt werden, inwieweit Behörden bei der Nachrüstung bestehender Sprinkleranlagen wegen der Verwendung von Schaummitteln ein Löschwasserrückhaltebecken fordern und wie groß dieses sein muß.

Positiv ist dabei, daß die meisten Schaummittel in die Wassergefährdungsklasse 2 eingestuft werden können und die Hersteller bemüht sind, die Wassergefährdungsklasse 1 bzw. sogar 0 zu erreichen.

Der Aufwand für die Nachrüstung ist jedoch hoch und daher kaum wirtschaftlich vertretbar.

## Regallagerversuche

Aus der Abbildung 2 sind die Versuchsbedingungen über die Brand- und Löschversuche an KLT einschließlich der Ergebnisse zu ersehen. Nach der Auswertung dieser Versuche kann der Löscherfolg durch die Sprinkleranlage gewährleistet werden, wenn

1. die Einstufung in die BG 4.4 erfolgt,
2. der horizontale Sprinklerabstand im Regal auf 1,5 m reduziert wird,

Abbildung 1

Versuchsbedingungen und Ergebnisse											
Vers.-Nr.	Brandgut	Zündung	Versuchsbedingungen			Zumischung	Ergebnisse*				
			Melder Typ* <sub>1</sub>	Sprinkler Typ	W <sub>b</sub> * <sub>2</sub> mm/min		Auslösung Melder Nr. sec	Auslösung Sprinkler Nr. sec	Ventilation ein sec	Feuer kontrolliert ja/nein	
1	KLT-Behälter auf Holzpaletten	1 l n-Heptan offene Flamme	2 I 2 O	Schirm EPK 15 68 °C / RTI 50	17,5	6% KE-AX (AFFF)	I 1 32 I 4 50 O 2 226 O 3 253	2 100 5 106 1,3, 4,6 360	220	nein	
2	KLT-Behälter mit 20% Talkum auf Holzpaletten	offene Flamme	4 I	Schirm EPK 15 68 °C / RTI 50	17,5	6% KE-AX (AFFF)	I 2 170 I 1,3 203	2,5 320 1,3, 4,6 450	400	nein	
3	KLT-Behälter auf Stahlpaletten mit Abdeckplatten	offene Flamme	4 I	Schaum-Wasser-Sprinkler (offen)	13,5	6% KE-AX (AFFF)	I 2 122 I 4 130 I 1 475 I 3 515	von 200 Hand	400	ja	
4	KLT-Behälter auf Stahlpaletten mit Abdeckplatten	1 l n-Heptan offene Flamme	2 I 2 IR	Schirm EPK 15 68 °C / RTI 50	17,5	6% KE-AX (AFFF)	I 1,2 23 IR 3,4 44	2 96	200	ja	
5	KLT-Behälter auf Stahlpaletten mit Abdeckplatten	1 l n-Heptan offene Flamme	2 I 2 IR	Schirm EPK 15 68 °C / RTI 50	17,5	ohne Zusatz	I 1,2 23 IR 4 40 IR 3 44	2,5 83 5 105	220	nein	
6	KLT-Behälter auf Stahlpaletten mit Abdeckplatten	1 l n-Heptan offene Flamme	---	ESFR-1* <sub>4</sub> 74 °C/ RTI 22-36	50	ohne Zusatz	---	2,5 83	200	nein	
7 Beleg-Versuch zu 4	KLT-Behälter auf Stahlpaletten mit Abdeckplatten	1 l n-Heptan offene Flamme	---	Schirm EPK 15 68 °C / RTI 50	17,5	6% KE-AX (AFFF)	---	2,5 90	200	ja	

Erklärungen

\*<sub>1</sub> I Ionisations-Melder  
O Optische Melder  
IR Infrarot-Melder

\*<sub>2</sub> W<sub>b</sub> Wasserbeaufschlagung

\*<sub>4</sub> EARLY SUPPRESSION FAST  
RESPONSE SPRINKLER  
DN 15; K 206  
RTI in metrischer Dimension

3. Sprinkler mit einem RTI-Wert von 50–80 für den Deckenschutz und bis 80 für den Regalschutz eingesetzt werden.

Im Gegensatz zu der Blocklagerung kann auch ohne Zusatz von Schaumbildnern eine gute Löschwirkung durch die Sprinkleranlage erzielt werden. Dies ist darauf zurückzuführen, daß durch die räumlich verdichtete Anordnung der schnellansprechenden Sprinkler das Löschwasser direkt an den Brandherd gelangt, bevor der Kunststoff thermisch aufbereitet ist.

**Wie können die Versuchsergebnisse für die Regallagerung von KLT in die Praxis umgesetzt werden?**

Bei der Planung von Neuanlagen kann die Sprinkleranlage nach den vorbeschriebenen Bemessungswerten ausgelegt werden. Durch den reduzierten horizontalen Sprinklerabstand auf 1,5 m ist es möglich, statt 1/2"-Sprinkler, 3/8"-Sprinkler einzusetzen. Dadurch können die Pumpenleistung und die Wasserbevorratung in wirtschaftlich vertretbaren Grenzen gehalten werden.

Etwas problematischer sieht es bei bestehenden Sprinkleranlagen aus, da aufgrund der Regalkonstruktionen eine Nachrüstung von Sprinklern und Rohrleitungen nur bedingt möglich ist.

Einer der Versuche hat gezeigt, daß durch vertikale und horizontale Blechabschottungen innerhalb von Regalen, die nach der BG 4.3 ausgelegt worden sind, ein für Altanlagen zufriedenstellender Löscherfolg, d. h., ein begrenzter Aus-

brand eines Regalabschnittes erzielt werden kann.

Eine horizontale Abschottung in jeder zweiten Sprinklerebene und eine vertikale Abschottung nach jeweils 10 bis 12 m Regallänge könnten ausreichend sein für die Sanierung von bestehenden Regallägern, die nach BG 4.3 ausgelegt worden sind. Gesicherte Erkenntnisse für Altanlagen können jedoch nur aus weiteren Brandversuchen gewonnen werden.

Aufgrund der Versuchsergebnisse kann die in den Sprinklerrichtlinien VdS 2092 unter Anhang A 2 aufgeführte Einstufung von ungeschäumten Kunststoffen in die BG 4.2 bzw. 4.3 nicht mehr aufrechterhalten werden.

Eine Modifizierung des Anhangs A 2 nach Art der Kunststoffe ist unbedingt erforderlich. Dazu sind allerdings weitere Brandversuche notwendig, deren Finanzierung derzeit noch nicht gesichert ist. Die Versicherer haben für die Versuche, die gemeinsam vom VDA und VdS durchgeführt wurden, einen Betrag von 200.000,- DM aufgewandt. Der VDA hat einen ähnlich hohen Betrag durch die Übernahme der Kosten für KLT u. a. Lagerhilfen übernommen.

Soweit zu den Versuchsergebnissen mit KLT nach VDA-Empfehlung 4500 und deren Auswirkung auf die VdS-Sprinkler-Richtlinien. Die Dokumentation über diese Brandversuche in Form von zwei Versuchsberichten und eines vertonten Videos kann beim VdS erworben werden.



Oben: Aufbau des Hochregallager-Brandversuches Nr. 3

Unten: Ausschnitt aus dem Hochregallager-Brandversuch. Der positive Löscherfolg durch die Sprinkleranlage (BG 4.3) wäre ohne die vertikalen und horizontalen Blechtrennwände nicht möglich gewesen.

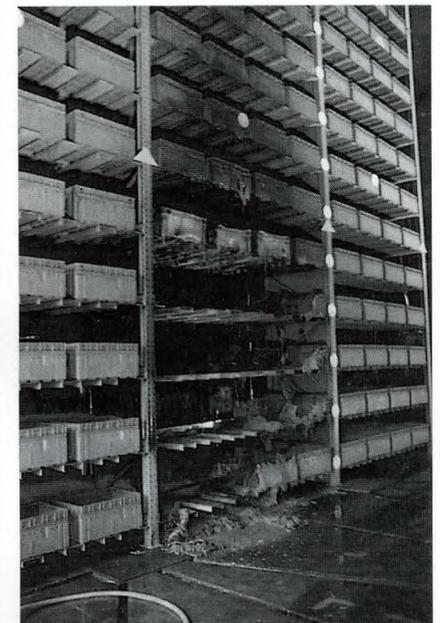


Abbildung 2

Versuchsbedingungen und Ergebnisse								
Vers.-Nr.	Versuchsbedingungen		Versuchsergebnisse *2					
	Brandgut	Sprinkler Typ	Auslösung IR-Melder sec	Auslösung Sprinkler Nr. sec	Wassermenge Q L/min	Ventilation ein sec	Rauchgas-Temp. max °C	Feuer kontrolliert ja/nein
1	504 KLT-Behälter	3/8", 68 °C stehend RTI 50 *1 44 Stck.	17	3 185 4 190 10 195	465	200	T1 ≤ 75 T3 ≤ 40 T6 ≤ 34 T9 ≤ 23  T2, 4, 5, 7, 8, 10 ≤ 20	ja
2	494 KLT-Behälter	3/8", 68 °C stehend RTI 50 *1 44 Stck.	17	4 172	160	200	T1 ≤ 73 T3 ≤ 95 T6 ≤ 20 T9 ≤ 20  T2, 4, 5, 7, 8, 10 ≤ 20	ja
3	504 KLT-Behälter	3/8", 68 °C stehend RTI 195 *1 16 Stck.	15	2 230 3 292 7 292  D2 ~ 320	450   ~ 200 ~	250	T1 ≤ 860 T3 ≤ 262 T6 ≤ 90 T9 ≤ 50  T2, 4, 5, 7, 8, 10 ≤ 47	*3

Erklärungen

\*1 RTI-Wert im metrischen System

\*2 weitere Ergebnisse siehe Diagramme

\*3 Das Feuer wurde durch die Sprinkleranlage kontrolliert, jedoch sind hier die flankierenden Maßnahmen besonders zu beachten

Als nächstes soll über die Brandversuche berichtet werden, die mit einwandigen Behältern aus PP für ein Unternehmen der Elektroindustrie durchgeführt worden sind.

Zuerst einige Erläuterungen zu diesem speziellen Behälter:

Der Behälter wurde in Anlehnung an die VDA-Empfehlung 4500 konzipiert und weicht vom KLT des VDA in folgenden Punkten ab:

1. Der Behälter ist einwandig,
  2. durch diesen Behälter kann kein selbstsichernder Behälterverbund durch formschlüssige Verschachtelung im Stapel erreicht werden,
  3. das zulässige Füllgewicht des Behälters beträgt 30 kg (VDA: 50 kg),
  4. der Behälter hat Löcher im Boden.
- Ziel der Brandversuche war es zu überprüfen, ob die in den Regallagern vorhandenen Sprinkleranlagen (Einstufung nach BG 4.3) einen Brand bei Verwendung dieser speziellen Behälter aus PP noch sicher begrenzen können.

Nach den Ergebnissen der Brandversuche kann diese Frage eindeutig mit Ja beantwortet werden.

Bei Neuanlagen ist es allerdings im Hinblick auf eine Schadensminderung erforderlich, den horizontalen Sprinklerabstand ebenfalls – wie bei KLT – auf 1,5 m zu begrenzen.

Die Frage, wodurch unterscheidet sich das Brandverhalten des KLT von diesen Behältern, kann wie folgt beantwortet werden:

1. Der Behälterboden ist fast eben, d. h., die Vielzahl der am KLT für den selbstsichernden Verbund erforderlichen Stege sind nicht vorhanden. Gerade diese Kunststoffanteile verflüssigen sich unter Wärmeeinwirkung sehr rasch und tropfen brennend ab.
2. Ein ungehindertes Weiterbrennen wie bei dem KLT, beschrieben auf Seite 29 zu „5“, ist nicht möglich.
3. Das durch die Löcher im Behälterboden abfließende Wasser reduziert die vertikale und die horizontale Brandausbreitung in erheblichem Umfang.

Über diese Versuchsergebnisse wurde auch in den letzten Sitzungen des VDA/VdS-Arbeitskreises „Kleinladungsträger“ diskutiert. Zusätzlich wurden Gespräche mit den Mitgliedern des VDA-Arbeitskreises „Behälterstandardisierung“ geführt, um zu erreichen, daß noch einmal über Löcher im Boden des Behälters nachgedacht wird. Bedauerlicherweise konnte man sich noch nicht durchringen, Behälter mit Löchern zu versehen und diese in einem Brandversuch zu testen.

Es wäre erfreulich, wenn das anstehende Problem trotz aller Vorbehalte noch gemeinsam gelöst, d. h., die Forderungen der Lagertechnik und des Brandschutzes in Einklang gebracht werden könnten. Der Arbeitskreis VDA/VdS, der die Brandversuche für die KLT geplant und durchgeführt hat, war ein Musterbeispiel für gute Zusammenarbeit.

Der VdS hat die Fachöffentlichkeit über die Versuchsergebnisse mit den KLT-Behältern und die Anpassung bestehender Sprinkleranlagen informiert.

In einem ersten Schritt sind seine Mitgliedsunternehmen mit Rundschreiben Nr. F 2681 sowie Errichter von Löschanlagen und der „Ständige Technische Kontaktauschuß (StTKA) beim Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI)“ über die Ergebnisse der Brandversuche mit KLT unterrichtet worden.

Im F-Rundschreiben wurde den Mitgliedsunternehmen mitgeteilt, daß ein Löscherfolg der Sprinkleranlage in Lagern mit KLT nicht mehr gegeben ist und Löschrabatte deshalb nur noch empfohlen werden, wenn die Sprinkleranlage innerhalb eines Jahres angepaßt wird.

Selbstverständlich ist es sinnvoll, bis zur Anpassung der Sprinkleranlage den Brandschutz in den Betrieben durch organisatorische, bauliche und brandschutztechnische Maßnahmen zu verbessern.

Ob und inwieweit die Situation durch den Einbau einer Brandmeldeanlage verbessert werden kann, haben die Versuche eindeutig gezeigt. Nur in Kombination mit einer Werkfeuerwehr ergeben sich Vorteile im Hinblick auf eine frühzeitige Brandbekämpfung, da spätestens 4 Minuten nach dem Einlaufen der Brandmeldung mit dem Löscheinsatz begonnen werden muß.

Der VdS wird gemeinsam mit den Vertretern der Industrieverbände im StTKA Brandschutzkonzepte erarbeiten.

Als Vorbereitung für diese Arbeiten haben die Mitarbeiter der Technischen Prüfstelle des VdS anhand einer Checkliste bei ihrer Außendiensttätigkeit (Juli bis Dezember '92) erfaßt, welche Lagerhilfen und Materialien aus PP und PE in Industrie und Handel vorhanden sind.

Der VdS wertet die Ergebnisse der Checkliste noch branchenbezogen über EDV aus und bittet den BDI, Mitarbeiter aus den einzelnen Verbänden zu benennen, damit in entsprechenden Arbeitskreisen die brandschutztechnischen Probleme in Verbindung mit den Kunststoffen gelöst werden können.

Parallel dazu werden vom VdS sogenannte Waren-Klassifizierungstests (RDD-Meßverfahren) bei der SP-Fire Technology in Schweden durchgeführt.

Das sogenannte RDD-Meßverfahren wurde in den USA als Teil der Entwicklung des ESFR-Sprinklers konzipiert.

Durch dieses Testverfahren kann eine Vielzahl von auswertbaren Daten über das Brandverhalten und die Löscharbeit von Kunststoffen erfahren werden. Anhand der Testergebnisse ist auch das Brandverhalten der unterschiedlichen Produkte relativ gut miteinander zu vergleichen.

Außerdem erhält man durch dieses Verfahren eine gute Auswahl von Produkten, die zu einem späteren Zeitpunkt in Brand- und Löscherprobungen hinsichtlich ihrer Einstufung in die entsprechende Brandgefahr getestet werden können.

**Richtigstellung** zum Beitrag „Waschwasser-Entsorgung bei Brandschäden“ aus Heft 3/92, Seite 25, letzter Absatz:

In Hamburg hat die Umweltbehörde in einem Einzelfall zugelassen, daß dieses so geklärte Waschwasser ohne Analyse in die Kanalisation eingeleitet werden kann.

#### **Ergänzung:**

Die Umweltbehörde Hamburg weist darauf hin, daß die Einleitung von Waschwasser aus Brandschäden nach dem Hamburgischen Abwassergesetz genehmigungsbedürftig ist. In dem Genehmigungsverfahren ist die Möglichkeit der Dioxinentwicklung wie der Abwasserbehandlung zu prüfen und, hierauf abgestimmt, das notwendige Kontrollverfahren festzulegen. Inwieweit bei der Anwendung des in dem o. a. Beitrag beschriebenen Abwasserbehandlungsverfahrens von einer PCDD/PCDF-Analyse Abstand genommen werden kann, wird im jeweiligen Einzelfall entschieden.