

# LIS-Berichte

**Nr. 99**

**Sicherheitsanalysen  
zu Pflanzenschutzmittellägern  
- gutachterliche Bewertung  
zweier Beispiele**

Herausgeber



ISSN 0720-8499

1992

100 % Altpapier, chlorfrei gebleicht

**Sicherheitsanalysen zu Pflanzenschutzmittellägern  
- gutachterliche Bewertung zweier Beispiele**

**Dr. Knut Beisheim, Armin Ertl und Heinrich Wefers**

<i>Inhaltsverzeichnis</i>	<i>Seite</i>
<i>Zusammenfassung</i>	7
<i>Summary</i>	8
1. <i>Einleitung</i>	9
2. <i>Gutachten zu "Beispielhafte Sicherheits- analyse für ein Pflanzenschutzmittellager Band 2 des UBA-Forschungsberichts 10409213"</i>	11
3. <i>Gutachten zu "Beispielhafte Sicherheits- analyse für ein Pflanzenschutzmittellager Band 3 des UBA-Forschungsberichts 10409213"</i>	41
<i>Anhang: Musterinhaltsverzeichnis der Gutachten der LIS</i>	61
<i>Anlage 1: Band 2 des UBA-Forschungsberichts 10409213</i>	65
<i>Anlage 2: Band 3 des UBA-Forschungsberichts 10409214</i>	135

**SICHERHEITSANALYSEN ZU PFLANZENSCHUTZMITTELLÄGERN**  
**- GUTACHTERLICHE BEWERTUNG ZWEIER BEISPIELE**

*Dr. Knut Beisheim, Armin Ertl und Heinrich Wefers*

**Zusammenfassung**

Im Forschungsbericht "Beispielhafte Sicherheitsanalysen zu Pflanzenschutzmittellägern" des Umweltbundesamtes sind die grundsätzlichen Aspekte, die bei der sicherheitstechnischen Auslegung eines Pflanzenschutzmittellagers zu berücksichtigen sind, in Form von Sicherheitsanalysen nach § 7 Störfallverordnung beschrieben worden.

Diese, vom TÜV Bayern erstellten Sicherheitsanalysen, legen die Schwerpunkte der Betrachtung auf die brandschutztechnische Ausrüstung, die mögliche Entstehung von Schadstoffen beim Brand von Pflanzenschutzmitteln, Ausbreitungsberechnungen für die Schadgase bei unterschiedlichen Brandszenarien sowie sicherheitstechnische Ausrüstungen zur Verhinderung bzw. Begrenzung möglicher Störfälle. In den Bänden 2 und 3 dieses Berichtes sind zwei anonymisierte Sicherheitsanalysen von tatsächlich existierenden Pflanzenschutzmittellägern aufgeführt, um den gegenwärtig vorhandenen Stand zu dokumentieren.

Da diese Sicherheitsanalysen Pilotcharakter besitzen, wurden in Absprache mit dem Umweltbundesamt von der Landesanstalt für Immissionsschutz zu diesen beiden Analysen exemplarische Sachverständigengutachten nach § 13 der 9. BImSchV erstellt. Hierbei konnte festgestellt werden, daß die Sicherheitsanalyse im Band 2 erhebliche Mängel aufweist, so daß ein Kurzüberblick in Form einer Zusammenfassung nicht möglich ist. Es handelt sich hier offensichtlich nicht um eine Sicherheitsanalyse, sondern um die Beschreibung eines bestehenden Lagers. Der eigentliche analytische Schritt mit der Absicht, die Sicherheit des Betriebes zu untersuchen, fehlt vollständig.

Im Gegensatz dazu ist im 3. Band des Forschungsberichtes eine in sich schlüssige und plausible Sicherheitsanalyse dargestellt.

Dem Anwender werden durch die hier aufgeführten exemplarischen Gutachten die aus sicherheitstechnischer Sicht wichtigen Gesichtspunkte beim Betrieb eines Pflanzenschutzmittellagers aufgezeigt. Außerdem wird erstmals ein komplettes Gutachten zu einer Sicherheitsanalyse veröffentlicht.

### **Summary**

The statement of the Umweltbundesamt (UBA) entitled "Beispielhafte Sicherheitsanalysen zu Pflanzenschutzmittellägern" describes the fundamental aspects concerning the safety measures of a pesticide warehouse in form of a safety study according to § 7 of the German Hazardous Incident Ordinance (Störfall-Verordnung). The performing organisation of this report was the TÜV-Bayern e.V.

The main focus is on the fire protection equipment, on the possible formation of toxic combustion products during the burning of pesticides as well as on calculations of propagation for different fire sceneries.

The effects of various safety equipments installed to prevent and to limit the effects of hazardous incidents are also shown.

Two anonymous safety studies of real pesticide warehouse are presented in Vol. 2&3 of the statement of the UBA in order to reveal the present status. In agreement with the Umweltbundesamt the North Rhine Westphalia State Agency for Air Pollution and Noise Abatement (LIS) produced two exemplary expert's reports based on Vol. 2&3 of the statement of the UBA, which are presented in this paper.

It was found out that the safety study presented in Vol. 2 of the statement of the UBA is only a description without any specification of the safety equipment of a pesticide warehouse, whereas Vol. 3 represents a correct safety study.

Both LIS-reports show the main aspects which are necessary for a secure functioning of a pesticide warehouse. In addition, this is the first publication of a complete report of an assessment of a safety study.

## Einleitung

Betreiber von Pflanzenschutz- oder Schädlingsbekämpfungsmittellägern mit einer Kapazität von insgesamt 100 Tonnen oder mehr unterliegen u.a. den Pflichten der Störfall-Verordnung (12. BImSchV). Nach § 7 dieser Verordnung ist für eine solche Anlage eine Sicherheitsanalyse anzufertigen.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens wird von der Behörde in der Regel ein Sachverständigengutachten nach § 13 der 9. BImSchV zur Beurteilung der Angaben in der Sicherheitsanalyse eingeholt.

Die Begutachtung von Sicherheitsanalysen erfolgt in Nordrhein-Westfalen durch die "Landesanstalt für Immissionsschutz".

Vom Umweltbundesamt (UBA) wurde im Dezember 1990 der Forschungsbericht

*Ermittlung und Bewertung des Standes der Sicherheitstechnik bei Pflanzenschutzmittellägern anhand einer Sicherheitsanalyse - "Beispielhafte Sicherheitsanalysen zu Pflanzenschutzmittellägern" -*

veröffentlicht.

Aufgrund des Pilotcharakters der in diesem Bericht publizierten Sicherheitsanalysen zweier realer Pflanzenschutzmittelläger wurden von der LIS, in Absprache mit dem UBA, zu diesen beiden Analysen Gutachten erstellt, wie sie im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens üblich sind.

Der vorliegende LIS-Bericht beinhaltet zwei Gutachten zu den Sicherheitsanalysen Band 2 und 3 des UBA-Forschungsberichtes.

Die hier vorliegenden Sicherheitsanalysen wurden vom TÜV Bayern erstellt. Aus dem Vorwort der Analysen (Band 2 und 3) geht hervor, daß es sich um "Beschreibungen eines bestehenden bzw. geplanten Pflanzenschutzmittellagers" zur Dokumentation des vorhandenen und derzeit praktizierten Standes der Technik in Form von Sicherheitsanalysen entsprechend den Anforderungen der 2. Störfall-Verwaltungsvorschrift handelt. Weiterhin wird ausgeführt, daß "Eventuelle Mängel in den vorhandenen und geplanten Sicherheitsmaßnah-

men dieser Läger weder explizit aufgezeigt oder bewertet werden noch Vorschläge zur Behebung dieser Mängel aufgeführt werden".

Diese Ausführungen stehen im Widerspruch zum Sinn und Zweck von Sicherheitsanalysen. In der 2. Störfall-Verwaltungsvorschrift heißt es unter Punkt 3.1.2

#### **Richtigkeit der Sicherheitsanalyse.**

**Die Sicherheitsanalyse entspricht den Anforderungen des § 7 der Verordnung nur, wenn**

- die beschreibenden Teile der Sicherheitsanalyse den in der Anlage vorhandenen Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen entsprechen und
- aus den beschriebenen Tatsachen zutreffende Folgerungen gezogen werden.

Dies ist der Fall, wenn alle Verknüpfungen von sicherheitstechnisch bedeutsamen Vorgängen und Zuständen in der Anlage unter Beachtung technisch-wissenschaftlicher Gesetzmäßigkeiten richtig erfaßt, Rechnungen richtig durchgeführt und die Wirksamkeit der Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen oder zur Begrenzung ihrer Auswirkungen ingenieurmäßig plausibel bewertet werden.

Die Gutachten zu den beiden beispielhaften Sicherheitsanalysen wurden in der im Genehmigungsverfahren üblichen Form erstellt, um dem Anwender die Meinung der LIS gleichsam kommentierend, aber dennoch möglichst realitätsnah darzulegen.

G U T A C H T E N

entsprechend § 13 der 9.BImSchV

zu "Beispielhafte Sicherheitsanalyse zu Pflanzenschutzmit-  
tellägern" Band 2 des UBA-Forschungsberichts Nr. 10409213

Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen

Gruppe : Anlagensicherheit

Bearbeiter : Reg.Ang. Dr.rer.nat. Beisheim  
RGD Dipl.-Ing. Ertl  
RGD Dipl.-Ing. Wefers



Vorbemerkung

Das nachstehende Gutachten soll der Genehmigungsbehörde zur Beurteilung der Sicherheitsanalyse dienen.

Aus diesem Grund wird bewußt auf eine Kurzwiedergabe der Sicherheitsanalyse verzichtet.

Es wird in dem hier vorgelegten Gutachten nur auf die sachlichen Inhalte bewertend eingegangen. Daraus ergibt sich, daß das Gutachten ohne Kenntnis der Sicherheitsanalyse nicht voll verständlich ist.

Das Gutachten geht nur auf die in der Sicherheitsanalyse dargelegten Tatsachen ein und bewertet diese im Rahmen naturwissenschaftlicher Gegebenheiten.

Eine rechtliche Würdigung der Sicherheitsanalyse wird nicht vorgenommen.

Inhaltsverzeichnis:

	Blatt
1. Zusammenfassung	4
2. Sachverhalt	5
2.1 Aufgabenstellung	5
2.2 Anlagedaten	5
2.3 Einbindung in die Umgebung	6
3. Beurteilung der Sicherheitsanalyse	8
3.1 Allgemeines	8
3.2 Zum Standort der Anlage	8
3.3 Zur Stoffbeschreibung	9
3.4 Zur Verfahrensdarstellung / Zur bildlichen Darstellung	10
3.5 Zu den sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlageteilen	15
3.6 Zu den Gefahrenquellen und Störfalleintrittsvoraussetzungen	17
3.7 Zu den Störfallauswirkungsbetrachtungen	19
3.8 Zu den störfallverhindernden und störfallbegrenzenden Maßnahmen	21
3.9 Zu den ergänzenden Anforderungen	27
3.10 Zum Schutz des Bedienungspersonals	28
4. Literatur	29

Anlage I

## 1. Zusammenfassung

Die im Band 2 des Forschungsberichtes Nr. 10409213 dargestellte Sicherheitsanalyse nach § 7 Störfall-Verordnung für ein Pflanzenschutzmittellager wurde sachverständig überprüft.

Neben redaktionellen Mängeln fehlt prinzipiell jede zeichnerische Form (Karten und Baupläne)\*. Eine vollständige und korrekte Darstellung würde den Wert der Sicherheitsanalyse als Instrument des Betreibers erhöhen und den Prüfaufwand erheblich vermindern.

Da die vorliegende Sicherheitsanalyse so viele Mängel besitzt, ist ein Kurzüberblick in Form einer Zusammenfassung der Mängel nicht möglich. Es handelt sich nicht um eine Sicherheitsanalyse, sondern um die Beschreibung eines bestehenden Lagers. Der eigentliche analytische Schritt mit der Absicht, die Sicherheit des Betriebes zu untersuchen, fehlt vollständig.

Um ein deutliches optisches Hervorheben der Mängelpunkte bzw. wichtigen Anmerkungen sicherzustellen, sind diese Passagen im Gutachten eingerückt dargestellt.

Aufgrund der im Gutachten dargestellten gravierenden Mängel der Sicherheitsanalyse ist eine erneute Vorlage zur Begutachtung unumgänglich. Der Gutachter empfiehlt in dieser überarbeiteten bzw. neu erstellten Sicherheitsanalyse auch sicherheitstechnische Umsetzungen zu präsentieren und nicht nur eine Beschreibung eines (deutlich veralteten) sicherheitstechnischen Konzeptes vorzulegen.

---

\* In dem hier vorliegenden Fall wurde auf Karten und Pläne bewusst verzichtet, um eine Anonymisierung des konkreten Betriebes zu erreichen. Nur so konnte eine Veröffentlichung der Sicherheitsanalyse erfolgen.

## 2. Sachverhalt

### 2.1 Aufgabenstellung

Diesem Gutachten liegen zugrunde:

- UBA Forschungsbericht 10409213: Beispielhafte Sicherheitsanalyse zu Pflanzenschutzmittellägern, Band 2. Sicherheitsanalyse nach § 7 Störfall-Verordnung für ein Pflanzenschutzmittellager.

### 2.2 Anlagendaten

Bei dem Pflanzenschutzmittellager handelt es sich um eine genehmigungsbedürftige Anlage gemäß 4. BImSchV Nummer 9.9 Spalte 1. Laut Betreiberangabe befinden sich im bestimmungsgemäßen Betrieb folgende Stoffe nach Anhang II der 12. BImSchV 1988 in der Anlage:

Nr. nach Anhang II der Störfall-VO	Wirkstoff- name
12	Aldicarb
32	Atrazin
34	Azinphos-ethyl
35	Azinphos-methyl
51	Bromadiolon
62	Carbofuran
70	Chlorfenvinfos
75	Chlorphacinon
87	Cumatetralyl
97	Deiquat
97.1	Deiquatdibromid
100	Demeton-S-methylsulfon
101	Dialifos
118	Dicrotophos
129	Dimethoat
137	N,N-Dimethylnitrosamin
139	DNOC
139.1	DNOC-Salze
143	Dinoterb, Salze und Ester
148	Disulfoton
149	Endosulfan
154	Ethoprofos
161	Fenbutatinoxid
163	Fenthion
170	Formetanat

Nr. nach Anhang II der Störfall-VO	Wirkstoff- name
172	Heptenophos
179	Isofenphos
187	Lindan
188	Malathion
194	Methamidophos
196	Methidathion
197	Methomyl
200	Methylisothiocyanat
204	Mevinphos
224	Omethoat
229.1	Paraquat-Dihydrochlorid
230	Parathion
231	Parathion-methyl
241	Phosphamidon
242	Aluminiumphosphid
242	Magnesiumphosphid
242	Zinkphosphid
247	Phosphorwasserstoff
248	Piproctanyl
276	Sulfotep
280	Terbufos
289	Thalliumsulfat
290	Thiabendazol
299	Tolylfuanid
301	Triazophos
311.1	Azocyclotin
316	Warfarin
1	brennbare Gase
2	leicht entzündl. Flüssigkeiten
305	1,1,1-Trichlorethan

Da die Mengenangaben nicht genauer spezifiziert sind, ist davon auszugehen, daß im Lagergebäude die im Höchstfall einzulagernde Menge der jeweiligen Substanzen vorliegt. Dies bedeutet, daß im VbF-/Giftraum 35 t, im Brandabschnitt I 365 t sowie im Brandabschnitt II 104 t Pflanzenschutzmittel vorhanden sein können.

### 2.3 Einbindung in die Umgebung

Der Grundriß des Lagers soll einem Plan (Maßstab 1:200) zu entnehmen sein, der leider nicht beigelegt ist. Dies beruht auf der im Rahmen der Veröffentlichung der Sicherheitsanalyse notwendigen Anonymisierung der Anlage. Die Beschreibung der Einbindung des Gebäudes in die Umgebung ist im Textteil darge-

stellt. Daraus ergibt sich, daß die Anlage in einem Industriegebiet liegt. Im Norden und Nordosten grenzt das Grundstück an einen Lokomotivschuppen und Gleisanlagen. Im Nordwesten und Osten schließen sich die Gebäude der beiden Firmen A und B (Schrott- und Walzwerkerzeugnisse) an. An der südlichen bzw. südöstlichen Grundstücksgrenze befinden sich die Betriebsgelände der Firma C und D (Beton- und Fertigteile). Im Westen wird das Gelände durch ein Diesel- und Heizöl-Tanklager der Firma E begrenzt.

Die Abstände des Lagers zu öffentlichen Verkehrswegen betragen:

- zum XY-Kanal ca. 250 m
- zur Gleisanlage ca. 8 m

Das Grundstück ist durch den Z-Weg an das öffentliche Straßennetz angebunden.

### 3. Beurteilung der Sicherheitsanalyse

#### 3.1 Allgemeines

Bei dieser "Sicherheitsanalyse" handelt es sich eher um eine Beschreibung des "Ist-Zustandes" eines Pflanzenschutzmittellagers. Der eigentliche sicherheitsanalytische Schritt müßte aufbauend auf diesen Grundkenntnissen noch erfolgen. Weiterhin ist festzustellen, daß Querverweise im Textteil auf einige Anlagen (z.B. S. 62 topographische Karte der Umgebung) nicht durchführbar sind, da diese Pläne nicht vorhanden sind. Dies beruht auf der im Rahmen der Veröffentlichung der Sicherheitsanalyse notwendigen Anonymisierung der Anlage.

#### 3.2 Zum Standort der Anlage

Die Einbindung des Lagers in das Industriegebiet ist bereits im Kapitel 2.3 dargestellt.

Es ist nicht möglich, eventuell vorhandene Risikoeinflussungen der benachbarten Anlagen mit dem Pflanzenschutzmittellager abzuschätzen, da in der Sicherheitsanalyse keinerlei auswertbare Angaben über Sicherheitsabstände, spezielle Schutzeinrichtungen oder ähnliches vorhanden sind. Die Umgebung ist zwar in den Kapiteln 2.1.2 und 5.2 beschrieben; so wird z.B. unter 5.2.2 von der Bereitstellung von bis zu 4 Flüssiggas-Kesselwagen pro Tag auf dem nordöstlich der Anlagengrenze befindlichen Gleis gesprochen, jedoch sind keinerlei sicherheitstechnische Konsequenzen aufgeführt.

Die Zugänglichkeit der Anlage für Feuerwehr und Rettungswagen ist durch eine Zufahrt vom "Z-Weg" gegeben.

Eine 2. Zufahrt zum Lager ist nicht gegeben. Wie in der Sicherheitsanalyse dargestellt, ist der Bereich

um die Lagerhalle befestigt, so daß die Anlage von allen Seiten angefahren werden kann. Dieser positive Tatbestand wird im Kapitel 2.1.5.1 jedoch deutlich eingeschränkt. Hier wird auf mögliche Blockierungen der Anfahrbarkeit hingewiesen. Aus diesem Grund hält es der Gutachter für nötig eine 2. Zufahrt für Feuerwehr und Rettungsdienst einzurichten, um immer einen allseitigen Einsatz zu gewährleisten.

### 3.3 Zur Stoffbeschreibung

Die Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung (Mengenangaben sind nicht vorhanden), die im bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage vorhanden sein können, sind in der Sicherheitsanalyse aufgeführt. Im Kapitel 3.1.2 wird ebenfalls eine sehr umfangreiche Untersuchung über solche Stoffe aufgeführt, die im Brandfall entstehen können. Für diese Stoffe wird im Kapitel 10.3 eine ausführliche toxikologische Betrachtung durchgeführt.

Bei Durchsicht der Sicherheitsanalyse wurde festgestellt, daß weder für Produkte mit Wirkstoffen nach Anhang II der Störfall-Verordnung noch für sonstige Pflanzenschutzmittel Sicherheitsdatenblätter o.ä. beigelegt sind. Somit ist eine ausreichende Beurteilung der Gefährdungspotentiale der Stoffe in einem zumutbaren Zeitraum nicht möglich. Besonderes Interesse ist hier vor allem den Hauptverbrennungsprodukten der gelagerten Stoffe zu widmen, da viele Verbindungen, die nicht im Anhang II der Störfall-Verordnung aufgeführt sind, im Brandfall "Störfallstoffe" in beträchtlichem Umfang freisetzen können. Dies trifft speziell auf Pflanzenschutzmittel auf der Basis von halogenierten Phenoxyäuren, -ethern und -estern zu, da diese Substanzen zu erheblicher Dioxinbildung [1, 2, 3] im Brandfall neigen. Sollten Verbindungen dieses Typs in größeren Mengen gelagert



werden, so ist durch entsprechende Maßnahmen ein Brand zu vermeiden.

### 3.4 Zur Verfahrensdarstellung / Zur bildlichen Darstellung

Das der Sicherheitsanalyse zugrunde liegende Verfahren beinhaltet die Lagerung von festen, flüssigen und gasförmigen Pflanzenschutzmitteln im Giftraum, Brandabschnitt I sowie Brandabschnitt II. Auf die bildliche Darstellung des Lagers und der Umgebung kann hier nicht näher eingegangen werden, da diese Unterlagen nicht beigelegt waren. Dies beruht auf der im Rahmen der Veröffentlichung der Sicherheitsanalyse notwendigen Anonymisierung der Anlage. Somit beschränkt sich die Begutachtung auf die Darstellungen im Textteil.

Wie bereits unter 3.2 erwähnt wird im Text zwar auf eventuell vorhandene Gefährdungsinterdependenzen durch benachbarte Anlagen hingewiesen, jedoch werden keine Lösungsansätze aufgeführt.

Die logistischen Abläufe des Ein- bzw. Auslagerns sowie die dabei anfallende Datenverwaltung sind im Textteil im Kapitel 2.2 dargestellt.

Bei der Durchsicht dieses Teils der Sicherheitsanalyse mußten jedoch gravierende Mängel festgestellt werden, die zunächst stichwortartig aufgeführt sind:

1. Fehlen des Einlagerungsplans
2. Unzureichende Lagerplatzverwaltung
3. Unzureichende Belegungsübersicht
4. Unzureichende Lagerlisten nach § 6 Störfall-VO

Zu 1.

Wie im Kapitel 2.2.4.1 beschrieben, erfolgt bei Wareneingang lediglich die Klassifizierung der Produkte nach folgenden Kriterien:

Stoffe, die mit T, T+ gekennzeichnet sind sowie alle Stoffe/Zubereitungen die als VbF-Substanzen der Kategorie AI, AII und B ausgewiesen sind (auch Druckgaspackungen, siehe Kapitel 8.1), werden im Giftraum gelagert. Alle anderen Stoffe werden in den Brandabschnitten I und II gelagert und zwar ohne feste Abstellplätze.

Durch diese Art der "teilchaotischen" Lagerung kann die Beachtung von Zusammenlagerungsverboten nicht gewährleistet sein. So ist nicht auszuschließen, daß z.B. brandfördernde Stoffe (s. Tabelle 3.1.1b in der Sicherheitsanalyse) wie Tuta-Total Unkrautvernichter mit VbF-Flüssigkeiten der Klasse AIII gemeinsam gelagert werden.

Um solche Erhöhungen des Gefährdungspotentials des Lagers zu vermeiden, ist die Erstellung eines Einlagerungsplans nötig.

Zu 2.

In der Sicherheitsanalyse ist im Kapitel 2.2.4.4.2 die Lagerplatzverwaltung dargestellt. An dieser Stelle wird zum wiederholten Mal deutlich, daß es sich hier nicht um eine Analyse sondern um die Beschreibung des "Ist-Zustandes" handelt, da lediglich ausgeführt wird, daß keine Lagerplatzverwaltung vorhanden ist. Aus der Sicht des Gutachters ist jedoch wegen der unter Zu 1. aufgeführten Gründe eine konkrete Lagerplatzzuordnung notwendig. Das erfordert den Aufbau einer Lagerplatzverwaltung.

Zu 3.

Die beiden Kapitel 2.2.4.4.3 "Bestandsführung" und 2.2.4.4.4 "Belegübersicht" widersprechen sich mind. teilweise in ihren Aussagen. So wird im Abschnitt "Bestandsführung" von der Möglichkeit gesprochen, jederzeit die aktuellen Lagermengen und Packungs-

größen im EDV-System abzurufen. Andererseits wird unter der Überschrift "Belegübersicht" ausgeführt, daß Angaben über maximale und tatsächliche Belegung eines Lagerabschnitts nicht im EDV-System vorhanden sind.

Zu 4.

Bei den Lagerlisten nach § 6 Störfall-Verordnung scheint es sich lediglich um die im Kapitel 2.2.4.4.1 der Sicherheitsanalyse dargestellten Produktinformationen zu handeln. Ein Informationsgehalt besonders bezüglich der Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung ist nicht gegeben. Der Gutachter hält Lagerlisten, wie in Anlage I dieses Gutachtens aufgeführt, für notwendig.

Weiterhin wird unter Punkt 2.2.4.4.5 der Sicherheitsanalyse davon gesprochen, daß die "noch nicht vollständig vorhandenen Sicherheitsdatenblätter" im in der ganzen Analyse nicht näher bezeichneten "Hauptgebäude" aufbewahrt werden. Aufgrund dieser diffusen Angaben ist es nicht möglich, sich ein Bild von den tatsächlichen Verhältnissen machen. Über die Zeit, die benötigt wird, um im Brandfall der Feuerwehr die Sicherheitsdatenblätter und Lagerlisten zur Verfügung zu stellen, sind ebenfalls keine Angaben vorhanden. Es ist jedoch notwendig, daß die wenigstens wöchentlich aktualisierten Listen für die Feuerwehr direkt zugänglich (z.B. Feuerwehrschränke) sind. Sowohl die Lagerlisten als auch die Sicherheitsdatenblätter sind für einen Feuerwehreinsatz wichtigste Informationsmaterialien. Für den schnellen Löscherfolg sind recht grobe Informationen, wie sie in den Lagerlisten und Feuerwehreinsatzplänen vorhanden sind, ausreichend.

Für weiterreichende, zeitlich jedoch erst später einsetzende Maßnahmen, wie z.B. spezielle technische Maßnahmen bei der Löschwasserrückhaltung etc., sind die Informationen aus den Sicherheitsdatenblättern notwendig.

Das Lager ist in vier Brandabschnitte unterteilt, die folgende Größen haben:

Brandabschnitt I	: Lager für Pflanzenschutzmittel und Waschmittel	915 m <sup>2</sup>
Brandabschnitt II	: Lager für Pflanzenschutzmittel und Waschmittel	556 m <sup>2</sup>
Brandabschnitt III	: Lager für Erde, Torf und Gärtdünger	525 m <sup>2</sup>
Brandabschnitt IV	: Weinlager	525 m <sup>2</sup>

Innerhalb des Brandabschnitts I befindet sich der VbF- und Giftraum mit einer Fläche von 55 m<sup>2</sup>. Der Gabelstaplerraum liegt im Brandabschnitt III und hat eine Fläche von 25 m<sup>2</sup>.

Besonders die Größe des Brandabschnitts I ist aus sicherheitstechnischer Sicht äußerst bedenklich. Mit über 900 m<sup>2</sup> Grundfläche ist er im Brandfall von der Feuerwehr durch einen Innenangriff nicht mehr beherrschbar. Da für das gesamte Lager keine fest installierte Löschanlage vorgesehen ist, ist hier die Fläche der Brandabschnitte so zu dimensionieren, daß maximal 400 m<sup>2</sup> erreicht werden, da diese Größenordnung noch von der Feuerwehr beherrschbar ist.

Da, wie in der Sicherheitsanalyse beschrieben, der Büro- und Sozialbereich im Brandabschnitt II vom Lager nicht brandschutztechnisch getrennt ist, müssen in diesem Bereich die gleichen Verhaltensregeln gelten wie im Lager. Weiterhin ist darauf zu achten, daß neben dem normalen Zugang mindestens ein weiterer Fluchtweg vorhanden ist.

Zur Dichtigkeit der verwendeten Böden kann keine Stellungnahme abgegeben werden, da in der Sicherheitsanalyse keine detaillierten Angaben vorliegen. Es sollte jedoch vor Inbetriebnahme des Lagers durch ein entsprechendes wasserrechtliches Gutachten sichergestellt werden (oder durch wasserrechtliche Bauartzulassung nach § 19h WHG), daß der Boden gegenüber den einzulagernden Verbindungen resistent ist. Die Dichtigkeit der Böden scheint vor allem durch die Befestigung der Regale mit Dübeln im Boden sehr in Frage gestellt.

Bei der Dachkonstruktion ist darauf zu achten, daß die Holzsparren mindestens feuerhemmend imprägniert sind. Es scheint zweifelhaft, ob in diesem Zusammenhang Styropor ein geeignetes Material zur Wärmedämmung ist. Es sollten besser feuerfeste Werkstoffe eingesetzt werden.

Bei der Beschreibung der verwendeten Regaltypen (deren Material nicht dargestellt ist) in den einzelnen Brandabschnitten fällt auf, daß zu den Regalen im Brandabschnitt II keine Angaben über Belastbarkeiten gemacht werden. Diese Angaben können, wie in der Sicherheitsanalyse ausgeführt, aufgrund des Alters des Regalsystems nicht mehr angegeben werden. Da nicht abgeschätzt werden kann, wie der Betreiber zu den selbstgewählten Belastungswerten gelangt, empfiehlt sich entweder eine Prüfung der Belastbarkeit der Regale durch einen Sachverständigen oder aber der Einbau eines neuen Systems. Dies ist insbesondere unter dem Aspekt der Standsicherheit der Regale im Brandfall notwendig.

Die Ausführungen von Elektroinstallation und Raumheizung sind in Kapitel 2.1.6f der Sicherheitsanalyse dargestellt.

Die Anbringung der Stromhauptverteilung im "Gabelstapler-Raum", in dem auch die Batterien der Elektrostapler geladen werden, ist nicht zulässig, da dort immer mit der Bildung einer zündfähigen Atmosphäre gerechnet werden muß.

Bei der Auslegung der Raumheizung fällt auf, daß keine Angaben zur exakten Temperaturregelung gemacht werden. Der Gutachter geht davon aus, daß durch entsprechende Regelungen mögliche Überhitzungen ausgeschlossen sind. Wie im Kapitel 2.1.6.3.2 ausgeführt, wird das bestehende Abgasrohr (Material: Stahlblech) unisoliert durch die Dachhaut, die unter anderem aus Holz und Styropor besteht, geführt. Diese Ausführung dient sicherlich eher einer Erhöhung der Brandgefährdung des Gebäudes und ist unbedingt durch Wahl geeigneter Maßnahmen abzustellen. An dieser Stelle der Sicherheitsanalyse wird zum wiederholten Mal deutlich, daß der "Ist-Zustand" des Lagers zwar beschrieben wird, jedoch die daraus sich geradezu aufdrängenden sicherheitstechnischen Maßnahmen nicht getroffen werden.

### 3.5 Zu den sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlageteilen

Die sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlageteile des Pflanzenschutzmittellagers sind im Kapitel 4 der Sicherheitsanalyse zutreffend aufgeführt und unterteilt in:

- 1.) Anlageteile mit besonderem Stoffinhalt
- 2.) Schutzeinrichtungen
- 3.) Sonstige zur Betriebssicherheit erforderliche Anlageteile

Zu 1.)

Als Anlageteile mit besonderem Stoffinhalt werden die einzelnen Brandabschnitte des Lagers aufgeführt. Da keine konkreten Mengenangaben getroffen werden, ist davon auszugehen, daß je-

weils die Maximalmengen an Pflanzenschutzmitteln, die aus lagertechnischer Sicht in den einzelnen Abschnitten eingelagert werden können, vorhanden sind. Die Darstellung der Eigenschaften der ortsbeweglichen Behälter ist nachvollziehbar.

Zu 2.)

Die Schutzeinrichtungen sind in der Sicherheitsanalyse im Kapitel 4.2 dargestellt.

Da keine entsprechenden Unterlagen über die Dichtigkeit und Chemikalienresistenz der hier angesprochenen Auffangräume und Löschwasserrückhalteeinrichtungen im Innen- und Außenbereich vorliegen, kann hierzu keine gutachterliche Stellungnahme erfolgen. Die Absperrvorrichtungen der Gullys im Außenbereich sind jedoch unzureichend und sollten durch fest installierte Verriegelungen ersetzt werden.

Bei der Beschreibung der Rauch- und Wärmeabzugsanlagen ist es nicht verständlich, daß nur im VbF-Raum und im Brandabschnitt I eine RWA installiert ist. Es empfiehlt sich, für den gesamten Lagerbereich eine RWA einzubauen.

Zu den in den Lüftungskanälen eingebauten Brandschutzklappen kann nicht Stellung genommen werden, da keine verwertbaren Angaben über die Auslegung des Systems vorhanden sind.

Als besonders gravierender Verstoß gegen sicherheitstechnische Grundanforderungen muß die Aussage gewertet werden, daß die Kabeltrassen im Bereich der Brandwände nicht besonders abgeschottet sind. Durch diesen Tatbestand wird die Funktionsweise der Brandwände ad absurdum geführt. Ohne entsprechende feuerbeständige Abdichtungen dieser Leitungsdurchführungen ist das Lager hochgradig unsicher.

Weitere Schutzeinrichtungen wie Blitzschutzanlage, Explosionsschutzmaßnahmen und Brandbekämpfungseinrichtungen sind ausreichend beschrieben.

Die Auslegung der Brandmeldeanlagen sowie ihre räumliche Anordnung im Lager ist in der Sicherheitsanalyse nicht dargestellt, so daß hierzu keine Stellungnahme erfolgen kann.

Zu 3.)

"Sonstige zur Betriebssicherheit erforderlichen Anlageteile" sind im Kapitel 4.3 der Sicherheitsanalyse aufgeführt.

Die Auslegung der Einbruchmeldeanlage entzieht sich aufgrund fehlender Angaben ebenfalls der gutachterlichen Stellungnahme.

Die vorgeschlagene Aufnahme von Leckagen mit Sägemehl, das im Bereich der Regale in Tonnen bereit gestellt wird, ist aus sicherheitstechnischer Sicht unzulässig. Als Aufnahmemittel stehen heutzutage genügend nicht brennbare Materialien zur Verfügung.

Die Entsorgung größerer Mengen von Flüssigkeiten durch die Feuerwehr erscheint als unzureichend. Hier müßten entsprechende Vereinbarungen mit Fachfirmen vorliegen, die auch die ordnungsgemäße Beseitigung gewährleisten.

### 3.6 Zu den Gefahrenquellen und Störfalleintrittsvoraussetzungen

In Anlehnung an die 2. StörfallVwV wurden die Gefahrenquellen unterteilt in:

- 1.) betriebliche Gefahrenquellen
- 2.) umgebungsbedingte Gefahrenquellen



### 3.) Eingriff Unbefugter.

Die zu Punkt 1 dargestellten Gefahrenquellen umfassen folgende Szenarien:

- a) Ereignisse, die zum Freiwerden von Stoffen nach Anhang II der Störfall-Verordnung führen.
- b) Ereignisse, die zum Inbrandgeraten von Stoffen führen.
- c) Ereignisse, die zu Explosionen führen.

Die jeweiligen Abläufe sind ausführlich und plausibel beschrieben.

Als umgebungsbedingte Gefahrenquellen werden in der Sicherheitsanalyse folgende Punkte aufgeführt:

- a) Benachbarte Anlagen
- b) Gefahr durch werksexternen Verkehr
- c) Naturbedingte Gefahrenquellen

Da in der Sicherheitsanalyse die in Kapitel 5.2.1 angesprochenen Pläne (dies beruht auf der im Rahmen der Veröffentlichung der Sicherheitsanalyse notwendigen Anonymisierung der Anlagedaten) nicht vorhanden sind und im Textteil keine Angaben über die Abstände zu den benachbarten Anlagen gemacht werden, sind keine Informationen bezüglich möglicher Gefährdungsinterdependenzen zugänglich, so daß zu diesem Punkt keine gutachterliche Stellungnahme erfolgen kann.

Dies trifft ebenfalls auf die möglichen Gefahren durch den werksexternen Verkehr zu.

Die Angaben zu den naturbedingten Gefahrenquellen sind umfassend dargestellt.

Die Ausführungen zu den möglichen Eingriffen Unbefugter sind mit Ausnahme genauerer Angaben zur Einbruchmeldeanlage ebenfalls umfassend.

### 3.7 Zu den Störfallauswirkungsbetrachtungen

Die Störfallauswirkungsbetrachtung ist in der Sicherheitsanalyse unter Punkt 10 aufgeführt. Der Umfang der Auswirkungsbetrachtung steht im krassen Gegensatz zu den sonstigen Angaben in der "Analyse". Als möglicher Störfall wurden 5 verschiedene Brandszenarien betrachtet. Aufgrund von Literaturwerten wurden folgende Quellkonzentrationen abgeschätzt:

	Brand < 6 MW	Vollbrand
Halogenwasserstoffe [HHal]	29.000 ppm	7000 ppm
Schwefeloxide	22.000 ppm	2600 ppm
Stickoxide	3.000 ppm	1000 ppm
Cyanwasserstoff	1.000 ppm	30 ppm
Isocyanate	340 ppm	5,6 ppm
unzersetzte Wirkstoffe	3,8 g/m <sup>3</sup>	1,1 g/m <sup>3</sup>
Dioxine als 2,3,7,8-TCDD-Äquiv.	13·10 <sup>-6</sup> g/m <sup>3</sup>	1,3·10 <sup>-6</sup> g/m <sup>3</sup>
anorg. P als H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	3,9 g/m <sup>3</sup>	0,4 g/m <sup>3</sup>

Diese Werte sind plausibel und wurden für eigene Berechnungen verwendet. Neuere Ergebnisse liegen dem Gutachter zur Zeit nicht vor. Die Berechnungen wurden nach VDI 3783, Blatt 1, korrekt durchgeführt und zeigen, daß bei den beiden Brandszenarien 1a und 1b im Bereich zwischen 100 m und 1.000 m durchaus Konzentrationen an Schadstoffen erreicht werden können, durch die eine Gesundheitsgefährdung der Anwohner nicht auszuschließen ist.

Im Folgenden sind die Schadstoffkonzentrationen von einigen Komponenten für den Fall 1a dargestellt:

Entfernung	HHal [ppm]	SO <sub>x</sub> [ppm]
100 m	500	380
1000 m	56	42

Für die Verbindungen liegen zur Zeit folgende Toxizitätswerte vor:

HCl: LCLO<sub>inh.</sub>Mensch: 1300 ppm/30 min. [4]  
Störfallbeurteilungswert (VCI): 90 ppm/60 min [5]

SO<sub>2</sub>: LCLO<sub>inh.</sub>Mensch: 1000 ppm/10 min. [6]  
Mensch: 50 ppm/60 min. führen zu Lungenblutungen [7]  
TCLO<sub>inh.</sub>Mensch: 12 ppm/60 min. [6]

SO<sub>3</sub>: Störfallbeurteilungswert (VCI): 12 ppm/60 min [5]

Die Einwirkdauer der Schadgase liegt bei den zugrunde liegenden Szenarien bei ca. 20 Minuten.

Diese Daten zeigen, daß mit erheblichen Beeinträchtigungen der Bevölkerung zu rechnen ist. Auch an dieser Stelle werden jedoch zum wiederholten Male keine Konsequenzen aus diesen Erkenntnissen gezogen. Um diese potentielle Schadgaseinwirkung zu verhindern, ist z.B. der Einbau einer Löschanlage nötig.

Bei diesen Brandformen handelt es sich um Kleinbrände (1a: rascher Löscherfolg der Feuerwehr / 1b: Feuerwehr hat Schwierigkeiten bei der Brandbekämpfung), bei denen der angenommene Wärmestrom kleiner 6 MW ist, wodurch bei der Ausbreitungsberechnung noch keine thermische Überhöhung berücksichtigt werden muß. Die Schadstoffkonzentrationen der Brandfälle 2 - 5 (Vollbrände) zeigen, daß aufgrund der thermischen Überhöhung im Bereich von 100 m - 1.000 m nicht mit einer Gesundheitsgefährdung der Anwohner zu rechnen ist. Die in der Sicherheitsanalyse dargestellten Berechnungen sind korrekt und plausibel.

Im Kapitel 10.3 der Sicherheitsanalyse wird eine toxikologische Bewertung der Stoffe, die im Brandfall freigesetzt werden können, durchgeführt. Hier werden neben anderen Toxizitätsdaten vor allem die MAK-Werte bzw. MAK-Spitzenbegrenzungswerte als Grenzwerte betrachtet.

Aus der Sicht des Gutachters sind weder der MAK-Wert noch der MAK-Spitzenbegrenzungswert vernünftige Kriterien zur Beurteilung des Gefährdungspotentials einer Schadgaseinwirkung, die durch Brände in Pflanzenschutzmittellägern verursacht werden kann. Diese Werte dienen per definitionem dazu, einen Arbeitnehmer, der mit diesen Verbindungen umgehen muß, während seiner gesamten Berufszeit (40 Jahre) vor Gesundheitsgefährdungen, die durch diese Substanzen verursacht werden können, zu schützen. Deshalb sollten zur Beurteilung der Toxizität der Schadgase vorranglich solche Werte herangezogen werden, die für die Beurteilung von Kurzzeitexpositionen (ca. 30 Minuten) geeignet sind.

An dieser Stelle ist anzumerken, daß die Abbrandraten von Pflanzenschutzmitteln und damit zwangsläufig auch die Menge an toxischen Produkten, die im Brandfall entstehen, z.Zt. noch nicht eindeutig wissenschaftlich festlegbar sind. Die hier vorliegenden Zahlen basieren auf einer intensiven Literaturrecherche des TÜV Bayern, wobei immer konservative Annahmen zugrunde gelegt wurden.

Von den Werten des TÜV Bayern sollte im Rahmen einer Pessimalschätzung derzeit noch ausgegangen werden, da z.B. die Versuche zu Pflanzenschutzmittelbränden bei der Firma BASF AG im Januar 1991 noch nicht exakt ausgewertet sind. Das bisher vorliegende Material läßt jedoch vermuten, daß die Annahmen bezüglich der Abbrandraten und damit auch der Schadgasmenge zu konservativ sind.

### 3.8 Zu den störfallverhindernden und störfallbegrenzenden Maßnahmen

Die störfallverhindernden und störfallbegrenzenden Maßnahmen werden in den Kapitel 7 und 8 der Sicherheitsanalyse dargelegt.

Die in den Kapitel 7.1.1. und 7.1.2 dargestellten Gefährdungen des Lagers durch benachbarte Anlagen sowie verkehrsbedingte Einflüsse entziehen sich einer Stellungnahme, da auch hier keine ausreichenden Informationen gegeben werden (siehe auch 3.2 dieses Gutachtens). Angaben wie zum Beispiel: "Bei rechtzeitigem Eingreifen der Feuerwehr kann jedoch das Gebäude des Pflanzenschutzmittellagers durch eine intensive Wasserberieselung ausreichend gekühlt werden, um ein Inbrandgeraten der Lagerhalle zu verhindern", sind ohne weitere Informationen (Berechnungen, Abstände, spezielle Schutzeinrichtungen) nicht nachvollziehbar und somit nicht zu verwerten.

#### **Zu den organisatorischen Maßnahmen**

Die Aufgabe der Brandbekämpfung wird von der ca. 2km entfernt liegenden Berufsfeuerwehr übernommen, die innerhalb von 15 Minuten nach Alarmierung mit der Brandbekämpfung beginnen kann.

Weitere organisatorische Maßnahmen, die als störfallverhindernde bzw. störfallbegrenzende Vorkehrungen getroffen sind, sind:

- Lagerung der Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung nur in Behältnissen, die für den Transport und die Lagerung zugelassen sind.
- Die Gebinde sind durch Folienverpackung der Palette bzw. Stretchen gegen Herabfallen gesichert.
- Regelmäßige Kontrollgänge sollen der frühzeitigen Erkennung von Leckagen dienen. Bei diesen Sichtkontrollen werden Abfälle, Reste von Verpackungen usw. sofort entfernt.
- Abschaltung aller nicht benötigten Stromkreise bei Dienstschluß.
- Verbot von offenem Feuer im Lager, sowie Rauchverbot.

- Spezielle Betriebsanweisungen für Reparaturarbeiten.
- Vermeidung chemischer Reaktionen durch exakte Einhaltung der Zusammenlagerungsverbote.

Bei genauerer Betrachtung dieser organisatorischen Maßnahmen zur Verhinderung von Störfällen fallen einige gravierende Mängel auf. So ist der Sicherheitsanalyse nicht zu entnehmen, ob die Palettensicherungsmaßnahmen auch durch Schrumpfung erreicht werden. Da gerade bei dieser Palettensicherungsart häufig Brände verursacht werden, sollte auf sie, falls vorhanden, vollständig verzichtet werden.

Es wird in der Sicherheitsanalyse im Zusammenhang mit den Kontrollgängen erwähnt, daß bei der Blocklagerung ausreichende Verkehrsflächen und Abstände für Sichtkontrollen eingehalten werden. Da jedoch keine Kennzeichnungen auf dem Boden vorhanden sind (siehe Kapitel 2.2.4.2), liegt die Einhaltung von genügend großen Abständen im Ermessen des Lagerpersonals. Dies ist nicht vertretbar.

Die separate Abschaltung jedes einzelnen nicht benötigten Stromkreises bei Dienstschluß ist "altertümlich" und bei weitem nicht mehr dem Stand der Technik entsprechend. Für eine entsprechende kontrollierbare, zentrale Abschaltung ist zu sorgen.

Verbot von offenem Feuer sowie Rauchverbot sind routinemäßige Anweisungen, die in jedem Pflanzenschutzmittellager gültig sind. Wie im Kapitel 7.2.2 (Seite 68) der Sicherheitsanalyse angegeben, werden bei Dienstschluß "Feuerstätten" gelöscht. Da der Begriff "Feuerstätten" nicht eindeutig definiert ist, kann hierzu nicht Stellung genommen werden. Sollte es sich jedoch um Geräte mit offenem Feuer handeln, so sind sie nicht zulässig. Das Rauchen ist, wie auf Seite 68 der Sicherheitsanalyse erwähnt, in einigen

bestimmten Räumen zugelassen. Da bei der baulichen Ausführung des Lagers erwähnt wurde, daß die Büro- und Sozialräume nicht durch Brandwände vom Lager getrennt sind, kann hier also auch nur das absolute Rauchverbot gelten.

In diesem Kapitel der Sicherheitsanalyse wird ebenfalls von der Verwendung von mobilen Heizgeräten gesprochen. Per Anweisung sollten diese Geräte so aufgestellt werden, daß eine lokale Überhitzung des Lagergutes ausgeschlossen ist. Die Aufstellung solcher Geräte ist unzulässig und zu untersagen, da so keine sichere Lagerung gewährleistet werden kann. Wenn eine entsprechende Beheizung nötig ist, so ist die bereits vorhandene Heizung (Warmluftherzeugung) soweit auszubauen, daß die Lagertemperaturen eingehalten werden können.

Als letzter Punkt dieser Mängelliste ist noch auf die Ausführungen zur "Vermeidung chemischer Reaktionen" auf Seite 69 der Sicherheitsanalyse hinzuweisen. Hier wird die Aussage getroffen, daß die Zusammenlagerungsverbote eingehalten werden. Da für das gesamte Lager kein exakter Einlagerungsplan existiert und die ankommende Ware lediglich nach folgendem Schema verteilt wird

- Druckgaspackungen, VbF-Stoffe der Klasse AI, AII und B sowie Stoffe mit der Kennzeichnung T, T+ werden im Giftraum eingelagert,
- alle Pflanzenschutzmittel, die nicht diesen Kategorien entsprechen, werden in Brandabschnitt I oder II eingelagert. (siehe Kapitel 2.2.4.2 und 8.1 der Sicherheitsanalyse)

ist durch diese Maßnahme keine sichere Lagerung unter Vermeidung von chemischen Reaktionen gewährleistet. In den Brandabschnitten I und II ist

so z.B. die direkte Zusammenlagerung von brandfördernden Stoffen oder auch Stoffen die mit Wasser gefährliche Reaktionen eingehen mit Verbindungen der VbF-Klasse AIII möglich.

Ebenso besteht im Giftraum die Möglichkeit einer sehr schnellen Brandausweitung, da hier Druckgaspackungen (Treibmittel meist hochentzündliche Kohlenwasserstoffe) mit den VbF-Stoffen gemeinsam gelagert werden.

Durch Erstellung eines fundierten Einlagerungsplanes und einer entsprechenden EDV mit Lagerplatzverwaltung kann diesen gravierenden Unsicherheitsfaktoren entgegen gewirkt werden.

Die ordnungsgemäße Aufnahme von kleineren Leckagen erfolgt durch die im Lager Beschäftigten. Das richtige Verhalten beim Umgang mit Gefahrstoffen sowie die Art der verwendeten Schutzausrüstung ist durch Betriebsanweisung geregelt. Diese Aussage in der Sicherheitsanalyse sollte noch durch genauere Angaben verdeutlicht werden.

#### Zu den technischen Vorkehrungen

Das Lager ist im Bereich der Notausgänge mit tragbaren Pulverlöschern (PG12, PG6) sowie insgesamt vier Wandhydranten mit Druckschläuchen ausgestattet. Der Gutachter geht davon aus, daß die Anzahl der Pulverlöcher dem Regelwerk entspricht.

Die Angaben der bautechnischen Maßnahmen sind in den Kapiteln 2.1.3 sowie 4.2 der Sicherheitsanalyse aufgeführt. Hierzu wurde bereits unter den Punkten 3.4 und 3.5 dieses Gutachtens Stellung genommen.



Die Löschwasserversorgung ist mit 3.200 l/min. ausreichend dimensioniert. Bedenklich ist lediglich, daß sie nur durch einen Überflurhydranten verfügbar ist.

Die Berechnung der Dimensionierung der Löschwasserrückhalteanlagen erfolgt auf Basis der TRGS 514. Damit ergibt sich folgende Kombination:

Löschwasserversorgung	==>	L3
Brandbekämpfung durch Feuerwehr innerhalb von 15 Minuten nach Alarmierung	==>	F2
Automatische Brandmeldung mit Durchschaltung zur Feuerwehr	==>	B2

Aus diesen Daten ergibt sich nach der TRGS 514 ein Rückhaltevolumen von 1 m<sup>3</sup> Löschwasser pro Tonne Lagerkapazität. In der Sicherheitsanalyse sind folgende Rückhaltevolumina aufgeführt:

	Fläche	Lagerkapazität	Rückhaltevolumen
VbF/Giftraum	55 m <sup>2</sup>	35 t	7 m <sup>3</sup>
Brandabschnitt I	915 m <sup>2</sup>	365 t	110 m <sup>3</sup>
Brandabschnitt II	556 m <sup>2</sup>	104 t	60 m <sup>3</sup>
<u>geteerte</u> Fläche um das Lager	?	-	245 m <sup>3</sup>

Wie aus diesen Werten hervorgeht, ist schon nach der TRGS 514 das Rückhaltevolumen zu gering ausgelegt. Das größte Einzelvolumen (245 m<sup>3</sup>) (die geteerte Fläche im Außenbereich) ist aus sicherheitstechnischer Sicht bedenklich, da hier nur von einer ungenügenden Dichtigkeit und Chemikalienresistenz ausgegangen werden kann. Zudem sind in diesem Bereich Regenwassergullys vorhanden, die im Brandfall erst noch durch Blasen verschlossen werden müssen, was aus sicherheitstechnischer Sicht nicht akzeptabel ist (siehe auch Kapitel 3.5 dieses Gutachtens).

Aus Vorsorgegründen ist es weiterhin erforderlich, daß Löschwassermengen in der Größenordnung bis zu 1000 m<sup>3</sup> erfaßt werden, da bei Eintritt eines Großbrandes mit entsprechenden Mengen zu rechnen ist. Es ist ebenfalls eine fachgerechte Entsorgung des Löschwassers sicherzustellen.

Aus diesen Daten und den Ergebnissen der Ausbreitungsrechnung ergibt sich weiter, daß eine Brandbekämpfung nur mit Hilfe der Berufsfeuerwehr unzureichend ist. Um das Gefahrenpotential des Lagers auf ein vernünftiges Maß zu reduzieren, ist der Einbau einer Löschanlage nötig. Im VbF-Raum ist z.B. eine Schaumlöschanlage zu installieren, da nur so eine erfolgreiche Brandbekämpfung möglich ist. Für die Brandabschnitte I und II gelten die gleichen Anforderungen, da auch hier VbF-Produkte (Klasse AIII) gelagert werden. Wie das Löschesystem weiter ausgelegt werden sollte, entzieht sich der Beurteilung des Gutachters, da für diese spezielle Problematik zu wenig Informationen vorhanden sind (z.B. Karten, Ausrüstungsstand der Feuerwehr, Löschwasserbevorratung, etc.).

### 3.9 Zu den ergänzenden Anforderungen

Die Ausführungen zu den ergänzenden Anforderungen sind ausreichend. Allerdings müssen Zuständigkeiten schriftlich fixiert sein und die wiederkehrenden Prüfungen müssen von Fachfirmen in den vom Regelwerk vorgegebenen Intervallen durchgeführt werden.

### 3.10 Zum Schutz des Bedienungspersonals

Aussagen zum Schutz des Lagerpersonals sind umfassend und ausreichend in Kapitel 9.2 der Sicherheitsanalyse dargestellt. Pro Jahr sollte wenigstens eine Notfallübung abgehalten werden.

#### 4. Literatur

- [1] Lohs, K.; Swart, H.; Junghans, A.:  
Z.Chem. 25(6), 197-206 (1985)
- [2] Born, H.G.P.; Louw, R.; Mulder, P.:  
Chemosphere 19, 401-406 (1989)
- [3] Ree, M.; Evers, H.G.; van den Berg, M.:  
Toxicol. and Environm.Chem. 17, 171-195 (1988)
- [4] Sigma Aldrich:  
Library of Chemical Safety Data, Edition II (1988)
- [5] Klais; O.:  
Skript, TÜH-Fortbildungsveranstaltung (12.11.1990)
- [6] RTECS (WS4550000)  
NIOSH (1981-82)
- [7] DFG  
Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe  
Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-  
Werten, Verlag Chemie (1989)

### Vorläufiger Entwurf für ein Verzeichnis des Lagerbestandes nach der Störfall-Verordnung

Gelager- tes Gut (Art des Produk- tes)	Handelsüb- liche Be- zeichnung	Menge	Klasse n. Gefahr- stoffVO	Klasse n. GGVS	interne Lager- klasse des Be- treibers aus Einlagerungs- plan	Lagerort x y z	Brandab- schnitt	zulässiges Löschmit- tel	WGK	Unterlagen/ Sicherheits- datenblätter Nr.	Betreiber- interne Nr.	Stand
z.B. Düngemittel												

### Vorläufiger Entwurf: Lagerinformationen zu den gelagerten Gütern

Betreiber- interne Nummer	CAS Nr.	Name des Stof- fes nach Anh. II der Stör- fall-VO im ge- lagerten Gut	Gew. % des Stoffes nach Anh. II im gelager- ten Gut	Name des Hauptträ- germittels im gela- gerten Gut	max. Lagermenge [t]		max. Gesamtlager- menge [t] der Zu- bereitung	betreiberin- terne Lager- klasse	zulässige Brand abschnitte laut Einlagerungsplan	Nummer des Sicherheits- datenblattes	Stand
					des Stoffes nach Anh. II	des Träger- stoffes					

G U T A C H T E N

entsprechend § 13 der 9.BImSchV

zu "Beispielhafte Sicherheitsanalyse zu Pflanzenschutzmit-  
tellägern" Band 3 des UBA-Forschungsberichtes Nr. 10409213

Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen

Gruppe : Anlagensicherheit

Bearbeiter : Reg.Ang. Dr.rer.nat. Beisheim  
RGD Dipl.-Ing. Ertl  
RGD Dipl.-Ing. Wefers

### Vorbemerkung

Das nachstehende Gutachten soll der Genehmigungsbehörde zur Beurteilung der Sicherheitsanalyse dienen.

Aus diesem Grund wird bewußt auf eine Kurzwiedergabe der Sicherheitsanalyse verzichtet.

Es wird in dem hier vorgelegten Gutachten nur auf die sachlichen Inhalte bewertend eingegangen. Daraus ergibt sich, daß das Gutachten ohne Kenntnis der Sicherheitsanalyse nicht voll verständlich ist.

Das Gutachten geht nur auf die in der Sicherheitsanalyse dargelegten Tatsachen ein und bewertet diese im Rahmen naturwissenschaftlicher Gegebenheiten.

Eine rechtliche Würdigung der Sicherheitsanalyse wird nicht vorgenommen.

Inhaltsverzeichnis:

	Blatt
1. Zusammenfassung	4
2. Sachverhalt	5
2.1 Aufgabenstellung	5
2.2 Anlagedaten	5
2.3 Einbindung in die Umgebung	6
3. Beurteilung der Sicherheitsanalyse	8
3.1 Allgemeines	8
3.2 Zum Standort der Anlage	8
3.3 Zur Stoffbeschreibung	9
3.4 Zur Verfahrensdarstellung/ Zur bildlichen Darstellung	10
3.5 Zu den sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlageteilen	11
3.6 Zu den Gefahrenquellen und Störfalleintritts- voraussetzungen	13
3.7 Zu den Störfallauswirkungsbetrachtungen	14
3.8 Zu den störfallverhindernden und störfall- begrenzenden Maßnahmen	17
3.9 Zu den ergänzenden Anforderungen	18
3.10 Zum Schutz des Bedienungspersonals	19
4. Literaturverzeichnis	20



## 1. Zusammenfassung

Die Sicherheitsanalyse für ein Pflanzenschutzmittellager (Bd. 3 UBA-Forschungsbericht Nr. 10409213) wurde sachverständig überprüft.

Neben einigen redaktionellen Mängeln fehlt jede zeichnerische Form\*. Eine vollständige und korrekte Darstellung könnte den Wert der Sicherheitsanalyse als Instrument des Betreibers erhöhen und den Prüfaufwand vermindern.

Gegen das vorgestellte Anlagenkonzept bestehen keine gravierenden Bedenken.

Um ein deutliches optisches Hervorheben der Mängelpunkte bzw. wichtiger Anmerkungen sicherzustellen, sind diese Passagen im Gutachten eingerückt dargestellt.

Trotz vorhandener Mängel muß eine erneute Vorlage zur Begutachtung aus der Sicht des Gutachters nicht erfolgen, sofern die vorhandenen Defizite entsprechend den Vorschlägen in diesem Gutachten behoben werden.

---

\*In dem hier vorliegenden Fall wurde auf Karten und Pläne bewußt verzichtet, um eine Anonymisierung des konkreten Betriebes zu erreichen. Nur so konnte eine Veröffentlichung der Sicherheitsanalyse erfolgen.

## 2. Sachverhalt

### 2.1 Aufgabenstellung

Diesem Gutachten liegen zugrunde:

- UBA Forschungsbericht 10409213: Beispielhafte Sicherheitsanalysen zu Pflanzenschutzmittellägern, Band 3. Sicherheitsanalyse nach § 7 Störfall-Verordnung für ein Pflanzenschutzmittellager

### 2.2 Anlagendaten

Bei dem Lager handelt es sich um eine genehmigungsbedürftige Anlage gemäß 4. BImSchV Nummer 9.9 Spalte 1. Laut Betreiberangabe befinden sich im bestimmungsgemäßen Betrieb folgende Stoffe nach Anhang II der 12. BImSchV 1988 in der Anlage:

Nr. nach Anhang II der Störfall-VO	Wirkstoff- name
12	Aldicarb
32	Atrazin
34	Azinphos-ethyl
35	Azinphos-methyl
51	Bromadiolon
62	Carbofuran
70	Chlorfenvinfos
75	Chlorphacinon
87	Cumatetralyl
97	Deiquat
97.1	Deiquatdibromid
100	Demeton-S-methylsulfon
101	Dialifos
118	Dicrotophos
129	Dimethoat
137	N,N-Dimethylnitrosamin
139	DNOC
139.1	DNOC-Salze
143	Dinoterb, Salze und Ester
148	Disulfoton
149	Endosulfan
154	Ethoprophos
161	Fenbutatinoxid
163	Fenthion
170	Formetanat
172	Heptenophos

Nr. nach Anhang II der Störfall-VO	Wirkstoff- name
179	Isofenphos
187	Lindan
188	Malathion
194	Methamidophos
196	Methidathion
197	Methomyl
200	Methylisothiocyant
204	Mevinphos
224	Omethoat
229.1	Paraquat-Dihydrochlorid
230	Parathion
231	Parathion-methyl
241	Phosphamidon
242	Aluminiumphosphid
242	Magnesiumphosphid
242	Zinkphosphid
247	Phosphorwasserstoff
248	Piproctanyl
276	Sulfotep
280	Terbufos
289	Thalliumsulfat
290	Thiabendazol
299	Tolylfuanid
301	Triazophos
311.1	Azocyclotin
316	Warfarin
1	brennbare Gase
2	leicht entzündl. Flüssigkeiten
305	1,1,1-Trichlorethan

Da die Mengenangaben nicht genauer spezifiziert sind, ist davon auszugehen, daß im geplanten Erweiterungsbau die im Höchstfall einzulagernde Menge der jeweiligen Substanzen vorliegt. Dies bedeutet, daß im Giftraum 28 t, im VbF-Raum 36 t und im Raum für niedergiftige Substanzen 200 t Pflanzenschutzmittel vorhanden sein können.

### 2.3 Einbindung in die Umgebung

Der Grundriß des Lagers soll einem Plan (Maßstab 1:100) zu entnehmen sein, der leider nicht beigelegt ist. Dies beruht auf der im Rahmen der Veröffentlichung der Sicherheitsanalyse notwendigen Anonymisierung der Anlage. Die Beschreibung der Einbindung des Gebäudes in die Umgebung ist im Textteil dargestellt. Daraus ergibt sich, daß die Anlage in einem Industrie-

gebiet liegt. Bei dem geplanten Pflanzenschutzmittellager handelt es sich um einen Anbau, der an der südlichen Stirnseite eines bereits bestehenden eingeschossigen Lagers (Kapazität 600 t) für landwirtschaftlichen Bedarf errichtet werden soll. An der Ostseite der Halle befindet sich die überdachte Ladezone. Im Nordteil des Lagers ist in zweigeschossiger Bauweise der Verwaltungstrakt mit Büro- und Sozialräumen. Sowohl der Verwaltungstrakt als auch der geplante Anbau sind von der Lagerhalle durch Brandwände getrennt. Entlang der Ostseite des Gebäudes erstreckt sich in 8 m Abstand eine einseitig offene Halle, in der Erde und Düngemittel gelagert werden. Nördlich und südlich des Lagerbetriebes befinden sich Industrie- und Gewerbeanlagen. Westlich des Lagers liegt unbebautes Gebiet, östlich ein Lagerplatz für Baumaterialien, an den sich ein Kai mit Hafenbecken anschließt.

Die Abstände des Lagers zu öffentlichen Verkehrswegen betragen:

- zum Hafenbecken ca. 100 m
- zum xy-Kanal ca. 400 m

Das Grundstück ist durch die z-Straße an das öffentliche Straßennetz angebunden.

### 3. Beurteilung der Sicherheitsanalyse

#### 3.1 Allgemeines

Die Verfahrensbeschreibung und die sicherheitstechnischen Ausführungen sind im wesentlichen übersichtlich und verständlich dargestellt.

#### 3.2 Zum Standort der Anlage

Die Einbindung des Lagers in das Industriegebiet ist bereits im Kapitel 2.3 dieses Gutachtens dargestellt.

Es ist jedoch nicht möglich, eventuell vorhandene Gefährdungsinterdependenzen speziell mit der östlich des Pflanzenschutzmittellagers befindlichen offenen Halle zur Düngemittellagerung abzuschätzen, da in der Sicherheitsanalyse keinerlei Aussagen über Art der Düngemittel, spezielle Schutzeinrichtungen oder ähnliches vorhanden sind.

Die Zugänglichkeit der Anlage für Feuerwehr und Rettungswagen ist durch zwei Einfahrten (südlich bzw. nördlich des Gebäudes) von der "z-Straße" gegeben.

Laut Sicherheitsanalyse ist die Zufahrt für Einsatzfahrzeuge der Feuerwehr und der Rettungsdienste zum Lagergebäude an drei Seiten entlang der Halle möglich. Die vierte Seite grenzt direkt an die Straße.

Da zwischen dem Pflanzenschutzmittellager und der offenen Halle zur Düngemittellagerung nur 8 m Abstand sind, ist die allseitige Zugänglichkeit im Brandfall ohne besondere Vorkehrungen nicht gegeben.

### 3.3 Zur Stoffbeschreibung

Die Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung (Mengenangaben sind nicht vorhanden), die im bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage vorhanden sein können, sind in der Sicherheitsanalyse im wesentlichen aufgeführt.

Im Kapitel 3.1.1 der Sicherheitsanalyse wird ausgeführt, daß die Verunreinigungen einiger untersuchter Wirkstoffe (z.B. 2,4D; MCPA) mit 2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin unterhalb des Konzentrationswertes, der in der Störfall-Verordnung mit 2 ppb angegeben ist, liegen.

Im Gegensatz dazu stehen Angaben, die der Gutachter bei einer Literaturrecherche ermittelte. So wurde von Hagenmeier [1] der Gehalt von 98 %iger 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (EGA-Chemie, Steinheim) an 2,3,7,8-TCDD mit 6,8 ng/g (ppb) ermittelt. Somit müßten entsprechende Herbizide mit bis zu 50 % Wirkstoffanteil einen 2,3,7,8-TCDD-Anteil von bis zu 3,4 ppb haben, wodurch sie durch die Störfall-Verordnung erfaßt würden. Um diese Diskrepanz auszuräumen, wären weitere Angaben zu den zu lagernden Substanzen hilfreich.

Im Kapitel 3.1.2 der Sicherheitsanalyse wird eine umfangreiche Untersuchung über solche Stoffe aufgeführt, die im Brandfall entstehen können. Für diese Substanzen wird im Kapitel 10.3 eine ausführliche toxikologische Betrachtung durchgeführt.

Bei Durchsicht der Analyse mußte leider festgestellt werden, daß weder für Produkte mit Wirkstoffen nach Anhang II der Störfall-Verordnung noch für sonstige Pflanzenschutzmittel Sicherheitsdatenblätter o.ä. beigelegt sind. Somit ist eine ausreichende Beurteilung der Gefährdungspotentiale dieser Stoffe in einem zumutbaren Zeitraum nicht möglich.

### 3.4 Zur Verfahrensdarstellung/Zur bildlichen Darstellung

Das der Sicherheitsanalyse zugrunde liegende Verfahren beinhaltet die Lagerung von festen und flüssigen Pflanzenschutzmitteln sowie Formulierungen in Druckgaspackungen im Giftraum, VbF-Raum und im Lagerraum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel. Auf die bildliche Darstellung des Lagers und der Umgebung kann hier nicht eingegangen werden, da diese Unterlagen nicht beigelegt waren. Dies beruht in diesem Fall auf der im Rahmen der Veröffentlichung notwendigen Anonymisierung der Anlage. Somit beschränkt sich die Begutachtung auf die Darstellung im Textteil.

Die logistischen Abläufe des Ein- bzw. Auslagerns sowie die dabei anfallende Datenverwaltung sind ausführlich im Textteil der Sicherheitsanalyse im Kapitel 2.2 dargestellt. Durch ein EDV-gestütztes Lager-Informationssystem werden Einlagerungsplan, Lagerplatzverwaltung und Bestandsführung übernommen. Die Darstellung des Ablaufs ist ausführlich und ausreichend.

Die Erstellung der Lagerliste nach § 6 Störfall-Verordnung erfolgt ebenfalls durch das EDV-System.

Um die Funktionsweise des Lagerinformationssystems besser zu veranschaulichen, wäre eine Darstellung des Einlagerungsplans sowie seiner Grundlagen (Zusammenlagerungsverbote) wünschenswert. Entsprechende Klassifizierungskriterien wie z.B. im Bayer-Lagerhandbuch oder im VCI-Konzept zur Zusammenlagerung von Chemikalien angegeben, sollten in der Sicherheitsanalyse dargestellt werden.

Ebenfalls unklar bleibt der Ort, an dem die Lagerlisten aufbewahrt werden. Da diese Listen immer kurzfristig verfügbar sein müssen, ist eine exakte Ortsangabe notwendig.

Für den Lagerraum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel wird angegeben, daß dort nur solche Substanzen gelagert werden, die

aufgrund ihrer Eigenschaften weder dem Giftraum noch dem VbF-Raum zuzuordnen sind.

Da es jedoch auch Formulierungen gibt, die in Analogie zur Klassifizierung der Klasse A der VbF als BII bzw. BIII zu bezeichnen wären, sollten diese Substanzen ebenfalls im VbF-Raum gelagert werden.

Der geplante Anbau ist in drei feuerbeständige voneinander getrennte Lagerbereiche unterteilt:

Brandabschnitt 1:	Lageraum für mindergiftige und ätzende Stoffe	458 m <sup>2</sup>
Brandabschnitt 2:	Lageraum für Medien, die der VbF unterliegen	70 m <sup>2</sup>
Brandabschnitt 3:	Lageraum für giftige und sehr giftige Stoffe	44 m <sup>2</sup>

Die baulichen Ausführungen und die technischen Einrichtungen des Lagers sind im wesentlichen dargestellt.

Aus sicherheitstechnischer Sicht erscheint es jedoch bedenklich, daß für das Lager keine Notstromversorgung vorgesehen ist, da so bei Stromausfall der Großteil der sicherheitstechnisch bedeutsamen Schutzeinrichtungen nicht greifen kann.

### 3.5 Zu den sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlageteilen

Die sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlageteile des Pflanzenschutzmitellagers sind im Kapitel 4 der Sicherheitsanalyse zutreffend aufgeführt und unterteilt in:

- 1) Anlageteile mit besonderem Stoffinhalt
- 2) Schutzeinrichtungen
- 3) Sonstige zur Betriebssicherheit erforderlichen Anlageteile



- ad 1) Als Anlageteile mit besonderem Stoffinhalt werden die einzelnen Brandabschnitte des Anbaus aufgeführt, da in ihnen Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung in sicherheitstechnisch bedeutsamer Menge vorhanden sein können. Die Lagerung erfolgt ausschließlich in Originalverpackungen, die auch für den Transport zugelassen sind.
- ad 2) Die Schutzeinrichtungen sind in der Sicherheitsanalyse im Kapitel 4.2 dargestellt. Die Ausführungen zu den Rückhalteeinrichtungen sind ausführlich und nachvollziehbar.

Die Darlegung zur Auslegung der RWA (Rauch- und Wärmeabzugsanlage), BMA (Brandmeldeanlage) und der automatischen CO<sub>2</sub>-Anlage sind nicht immer ausreichend. So sind keine Angaben über Meldeeinrichtungen bei Stromausfall in diesen Anlageteilen beschrieben. Die genaue Auslegung der BMA ist in der Sicherheitsanalyse nicht beschrieben.

Im Bezug auf die CO<sub>2</sub>-Löschanlage werden in der Analyse zwei abweichende Aussagen getroffen. Im Kapitel 4.2.2 der Sicherheitsanalyse (S. 57) wird von der Installation eines CO<sub>2</sub>-Systems in allen Räumen gesprochen. Auf Seite 71 wird im Kapitel "Stationäre Löscheinrichtungen" jedoch ausgeführt, daß lediglich der VbF-Raum sowie der Giftraum mit einer stationären CO<sub>2</sub>-Löschanlage ausgerüstet wird.

Es wird davon ausgegangen, daß der gesamte Anbau mit einem automatischen CO<sub>2</sub>-System ausgestattet wird.

Weiterhin fehlt bei den Angaben zur CO<sub>2</sub>-Löschanlage eine detaillierte Berechnung bezüglich des Druckaufbaus sowie der Anzahl und Ausführung der Druckentlastungsklappen.

Die Vorwarnzeit sollte aus Gründen des Personenschutzes mehr als 60 Sekunden dauern.

Die Explosionsschutzmaßnahmen sind im wesentlichen dargestellt.

Genauere Ausführungen bezüglich der Auslegung der Gaswarnanlage fehlen.

ad 3) "Sonstige zur Betriebssicherheit erforderlichen Anlageteile" sind im Kapitel 4.3 der Sicherheitsanalyse aufgeführt.

Die Auslegung der Einbruchmeldeanlage entzieht sich aufgrund fehlender Angaben ebenfalls der gutachterlichen Stellungnahme.

### 3.6 Zu den Gefahrenquellen und Störfalleintrittsvoraussetzungen

In Anlehnung an die 2. StörfallVwV wurden die Gefahrenquellen unterteilt in

- 1.) betriebliche Gefahrenquellen
- 2.) umgebungsbedingte Gefahrenquellen
- 3.) Eingriffe Unbefugter

Die zu Punkt 1 dargestellten Gefahrenquellen umfassen folgende Szenarien:

- a) Ereignisse, die zum Freiwerden von Stoffen führen
- b) Ereignisse, die zum Inbrandgeraten von Stoffen führen
- c) Ereignisse, die zu Explosionen führen

Die jeweiligen Abläufe sind ausführlich und plausibel beschrieben.

Als umgebungsbedingte Gefahrenquellen werden in der Sicherheitsanalyse folgende Punkte aufgeführt:

- a) Benachbarte Anlagen
- b) Verkehrsbedingte Gefahrenquellen
- c) Naturbedingte Gefahrenquellen
- d) Eingriffe Ungefugter

Wie bereits im Kapitel 3.2 dieses Gutachtens erwähnt, sind mögliche Gefährdungen durch das 8 m östlich gelegene Düngemittellager nicht abschätzbar, da in der Sicherheitsanalyse hierzu keine weiteren Angaben getroffen werden.

Die Angaben zu den verkehrsbedingten und naturbedingten Gefahrenquellen sind umfassend dargestellt.

Die Angaben zu den möglichen Eingriffen Unbefugter sind mit Ausnahme genauerer Angaben zur Einbruchmeldeanlage (s. Kapitel 3.5 dieses Gutachtens) ebenfalls umfassend.

### 3.7 Zu den Störfallauswirkungsbetrachtungen

Die Störfallauswirkungsbetrachtungen sind im Kapitel 10 der Sicherheitsanalyse aufgeführt. Als mögliche Störungen wurden 3 verschiedene Brandszenarien betrachtet. Aufgrund von Literaturwerten wurden folgende Quellkonzentrationen abgeschätzt:

Halogenwasserstoffe	29000 ppm
Schwefeloxide	22000 ppm
Stickoxide	3000 ppm
Cyanwasserstoff	1000 ppm
Isocyanate	340 ppm
unzersetzte Wirkstoffe	3,8 g/m <sup>3</sup>
Dioxine als 2,3,7,8-TCDD-Äquiv.	13 g/m <sup>3</sup> (!)
anorg. P als H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	3,9 g/m <sup>3</sup>

Bei der Angabe zur Quellkonzentration von 2,3,7,8-TCDD TE handelt es sich offensichtlich um einen Druckfehler. In der Ausbreitungsrechnung wurde eine Quellkonzentration von  $13 \cdot 10^{-6} \text{ g/m}^3$  zu Grunde gelegt.

Für die drei Brandszenarien wurde angenommen, daß bis zum Wirksamwerden des Löschgases  $\text{CO}_2$  folgende Mengen an Pflanzenschutzmitteln verbrennen:

Lagerraum für mindergiftige Substanzen	10 kg
VbF-Raum	20 kg
Giftraum	5 kg

Die dargelegten Brandszenarien und Ausbreitungsrechnungen sind umfassend und weitgehend plausibel.

Eigene Literaturrecherchen bezüglich der Dioxin-/Furanbildung zeigen, daß speziell beim Brand von Herbiziden mit Wirkstoffen auf der Basis von halogenierten Phenoxyessigsäuren mit deutlich größeren Freisetzungsmengen als in der Sicherheitsanalyse angenommen zu rechnen ist.

So konnte Gomez [2] bei der pyrolytischen Zersetzung von Herbiziden auf der Basis von Chlorphenoxyessigsäure (2,4D; 2,4DP; MCPA) Umsetzungsraten zu den entsprechenden Phenolen von bis zu 50 % ermitteln.

Wie von Mulder et al. [3] untersucht, bilden mono- bzw. dichlorierte Phenole bei thermischer Belastung z.B. bis zu 4 % Dichlordibenzofurane. Legt man diese Daten zugrunde, so ergibt sich eine Quellkonzentration von 2,3,7,8-TCDD-Äquivalenten\*) von  $125 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ .

\*) Um eine Vergleichbarkeit der Toxizität der Dichlordibenzofurane mit dem in Anhang II der Störfall-Verordnung genannten 2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin zu erzielen, benutzt man den Toxizitätsäquivalenzfaktor. Dem 2,3,7,8-TCDD wird eine Toxizität von 1 zugeordnet. Im Vergleich dazu hat DCDF eine Toxizität von 0,0001 [4]. Es ist hier darauf hinzuweisen, daß über die exakte Einstufung von DCDF bisher nur wenig bekannt ist. Die hier zitierte Literaturstelle ist die einzige Quelle die dem Gutachter bekannt ist, in dem auch niederschlorierte Furane im Vergleich zu 2,3,7,8-TCDD entsprechende Toxizitäten zugeordnet werden.

Dies ist eine Größenordnung mehr als der in der Sicherheitsanalyse angegebene Wert.

Bei den hier in Betracht zu ziehenden Brandszenarien hat jedoch auch die höhere Quellkonzentration keinen entscheidenden Einfluß, da durch die automatische CO<sub>2</sub>-Anlage der Brand rechtzeitig gelöscht wird.

Im Kapitel 10.3 der Sicherheitsanalyse wird eine toxikologische Bewertung der Stoffe, die im Brandfall freigesetzt werden können, durchgeführt. Hier werden neben anderen Toxizitätsdaten vor allem die MAK-Werte bzw. MAK-Spitzenbegrenzungswerte als Grenzwerte betrachtet.

Aus der Sicht des Gutachters sind weder die MAK-Werte noch die MAK-Spitzenbegrenzungswerte vernünftige Kriterien zur Beurteilung des Gefährdungspotentials einer Schadgaseinwirkung, die durch Brände in Pflanzenschutzmittellägern verursacht werden kann. Diese Werte dienen per definitionem dazu, einen Arbeitnehmer, der mit diesen Verbindungen umgehen muß, während seiner gesamten Berufszeit (40 Jahre) vor Gesundheitsgefährdungen, die durch diese Verbindungen verursacht werden können, zu schützen. Deshalb sollten zur Beurteilung der Toxizität der Schadgase vordringlich solche Werte herangezogen werden, die für die Beurteilung von Kurzzeitexpositionen (ca. 30 Minuten) geeignet sind.

An dieser Stelle ist anzumerken, daß die Abbrandraten von Pflanzenschutzmitteln und damit zwangsläufig auch die Menge an toxischen Produkten, die im Brandfall entstehen, z.Zt. noch nicht eindeutig wissenschaftlich festlegbar sind. Die hier vorliegenden Zahlen basieren auf einer intensiven Literaturrecherche des TÜV Bayern, wobei immer konservative Annahmen zugrunde gelegt wurden.

Von den Werten des TÜV Bayern sollte im Rahmen einer Pessimalschätzung derzeit noch ausgegangen werden, da z.B. die Versuche zu Pflanzenschutzmittelbränden bei der Firma BASF AG im Januar 1991 noch nicht exakt ausgewertet sind. Das bisher vorliegende Material läßt jedoch vermuten, daß die Annahmen bezüglich der Abbrandraten und damit auch der Schadgasmenge zu konservativ sind.

### 3.8 Zu den störfallverhindernden und störfallbegrenzenden Maßnahmen

Die störfallverhindernden und störfallbegrenzenden Maßnahmen werden in Kapitel 7 und 8 der Sicherheitsanalyse ausführlich dargestellt.

Da die Maßnahmen in der Sicherheitsanalyse im wesentlichen gut dargestellt sind, wird an dieser Stelle des Gutachtens nur auf die wenigen unklaren Punkte näher eingegangen.

Im Kapitel 8.2.1 der Sicherheitsanalyse wird im Unterpunkt "Stationäre Löscheinrichtungen" aufgeführt, daß lediglich im VbF-Raum und Giftraum eine automatische CO<sub>2</sub>-Löschanlage installiert wird.

Wie bereits im Kapitel 3.5 dieses Gutachtens erwähnt, wird an anderer Stelle der Sicherheitsanalyse (S. 57) davon gesprochen, daß alle Räume des Anbaus mit einer automatischen CO<sub>2</sub>-Löschanlage ausgerüstet werden. Der Gutachter geht davon aus, daß der gesamte Anbau durch eine automatische Löschanlage geschützt wird.

Die Berechnung der Dimensionierung der Löschwasserrückhaltung (Kapitel 8.2.2.2 der Sicherheitsanalyse) erfolgt auf der Basis der TRGS 514.

LIS

Gutachten Nr. 0000.00

Löschwasserversorgung > 1600 l/min	=>	L2
Brandbekämpfung durch die Feuerwehr innerhalb von 10 Minuten nach Alarmierung	=>	F2
Automatische Löschanlage und automatische Brandmeldung bei der Feuerwehr	=>	LA2

Aus dieser Kombination ergibt sich ein Richtwert von 0,1 m<sup>3</sup> Rückhaltevolumen pro Tonne Lagerkapazität. In der Sicherheitsanalyse sind folgende Rückhaltevolumen angeführt:

	Lagerkapazität		Rückhaltevolumen
	beantragt	maximal	
Giftraum	28 t	105 t	2,8 m <sup>3</sup>
VbF-Raum	36 t	135 t	3,6 m <sup>3</sup>
Raum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel	200 t	750 t	20,0 m <sup>3</sup>

Die beantragte Lagerkapazität bezieht sich auf eine Palettenbelegung von 0,4 t je Palette, bei der maximalen Lagerkapazität werden alle Paletten mit einem höchstzulässigen Gewicht von 1,5 t je Palette beladen.

Wie aus der Tabelle ersichtlich, ist bei beantragter Belegungsmenge die Löschwasserrückhaltung ausreichend. Dies gilt nicht, wenn die maximal mögliche Menge eingelagert wird. Es ist also durch Betriebsanweisungen (hier durch das EDV-System gewährleistet) sicherzustellen, daß die beantragte Lagerkapazität nicht überschritten wird. Da hier jedoch der Einbau einer automatischen CO<sub>2</sub>-Löschanlage beabsichtigt ist, ist die Löschwasserrückhaltung nicht so problematisch zu sehen wie bei einer Sprinkleranlage.

### 3.9 Zu den ergänzenden Anforderungen

Die Ausführungen zu den ergänzenden Anforderungen sind ausführlich. Auf eine den Anforderungen entsprechende Qualifika-

tion des Personals ist zu achten. Zuständigkeiten müssen schriftlich fixiert sein.

### 3.10 Zum Schutz des Bedienungspersonals

Aussagen zum Schutz des Bedienungspersonals sind ausführlich und ausreichend im Kapitel 9.2 der Sicherheitsanalyse dargestellt.

Die Unterweisungen über die auftretenden Gefahren sowie über die Schutzmaßnahmen sind halbjährlich zu wiederholen.

Weiterhin sind jährliche Notfallübungen abzuhalten.



#### 4. Literatur

- [1] Hagenmeier, H.  
Fresenius Z. Anal. Chem. (1986) 325, Seite 603 - 606
  
- [2] Gomez, M. J; Bruneau, C.; Soyer, N.; Brault, A.  
J. Agric Food Chem. 1988, 36, Seite 649 - 653
  
- [3] Born, J. G. P.; Louw, R.; Mulder, P.  
Chemosphere, Vol 19 (1989), Seite 401 - 406
  
- [4] Birmingham, B.; Clement, R.; Hardin, D.; Pearson, R.;  
Roksok, D.; Smithies, W.; Szokolcai, A.; Hanna Thorpe,  
B.; Tosine, H.; Wells, D.  
Chemosphere, Vol. 15 (1986), Seite 1835 - 1850

**Musterinhaltsverzeichnis für Gutachten zu  
Sicherheitsanalysen**

- 1) Zusammenfassung
- 2) Sachverhalt
  - 2.1) Aufgabenstellung
    - Name der Firma
    - Postanschrift
    - Antrag gem. §
  - 2.2) Anlagedaten
    - Anlage entsprechend Anhang
    - Stoff-Nr. entsprechend Anhang II
    - Produktionsart
    - Menge und Aggregatzustand der Stoffe nach Anhang II
  - 2.3) Einbindung in die Umgebung (ohne Bewertung)
- 3.) Beurteilung der Sicherheitsanalyse
  - 3.1) Allgemeines
  - 3.2) Zum Standort der Anlage
    - Merkmale zur Lage innerhalb eines Ortes/eines Betriebsgeländes
    - Besonderheiten hinsichtlich des Standortes
    - Angaben zur Nachbarschaft (z.B. Nachbaranlagen, Wohngebiete, Gewässer, Verkehrswege)
    - Zugänglichkeit der Anlage (z.B. für Feuerwehr, Rettungswagen)
    - Schutzzonen (z.B. Ex-Bereiche)
    - Sicherheitsabstände oder alternative Maßnahmen (z.B. Mauer)
  - 3.3) Zur Stoffbeschreibung
    - Physikalische und chemische Eigenschaften (entspricht Nr. 3.2.2.2)
    - Stoffzustände und Mengen (Angaben können auch im Fließbild enthalten sein)
    - Toxikologische Daten
    - Hinweise auf gefährliche Reaktionen, Zersetzungs- und Reaktionsprodukte

- 3.4) Zur Verfahrensdarstellung
- Chemische Reaktion (Ausgangs-, Neben-, Zwischen- und Endprodukte)
  - Reaktionsbedingungen (Temperatur- und Druckbereiche)
  - Betrieblicher Ablauf (Transport, Zwischenlagerung, sowie die Handhabung der Stoffe)
- 3.5) Zur bildlichen Darstellung
- Apparatenaufstellung (mit Angaben zu Größe und Auslegedaten)
  - Stoffströme
  - Werkstoffangaben
  - Bauhöhen und Fundamentierung
  - MSR-, Alarm- und Warneinrichtungen
- 3.6) Zu den sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlageteilen
- Wegen ihres Stoffinhaltes
  - Schutzeinrichtungen
  - Sonstige, z.B. Energieversorgung (z.B. Druckluft, Dampf)
- 3.7) Zu den Gefahrenquellen und Störfalleintrittsvoraussetzungen
- Die Besonderheiten des Standortes
  - Menschliches Fehlverhalten
  - Versagensmöglichkeiten von Maschinen bzw. Apparate-  
teilen
  - Anlagen in der Nachbarschaft
  - Verkehrswege
  - Naturkatastrophen
  - Eingriff Unbefugter
- 3.8) Zu den Störfallauswirkungsbetrachtungen
- Freisetzungsmengen
  - Freisetzungsort
  - Ausbreitungsverhalten
  - Auswirkung auf die Umgebung
  - Schäden für Menschen und die Umwelt
- 3.9) Zu den störfallbegrenzenden Maßnahmen
- Bautechnische Vorkehrungen
  - Organisatorische Vorkehrungen  
Werkfeuerwehr  
Alarm- und Gefahrenabwehrplan  
Schulung des Bedienungspersonals usw.
  - Technische Vorkehrungen  
Auffangeinrichtungen  
Autom. Feuerlöscheinrichtungen  
Blow Down (Notentspannung) usw.

3.10) Zu den störfallverhindernden Vorkehrungen

- durch organisatorische Maßnahmen (wie Bedienungsan-  
leitung
- durch bauliche Maßnahmen
- durch technische Maßnahmen,  
z.B. Meß- und Regeltechnik  
    Brandschutzanlagen  
    Schnellschlußeinrichtungen  
    Not-Aus-Systeme  
    Warn- und Alarmeinrichtungen
- durch Bewachung von sicherheitstechnisch bedeutsamen  
Anlageteilen

3.11) Zu den ergänzenden Anforderungen

Werden schriftliche Unterlagen erstellt zu:

- Prüfung der Errichtung
- Prüfung, Überwachung, Wartung beim Betrieb
- Lagerung von Stoffen

3.12) Zum Schutz des Bedienungspersonals

3.12) Sonstiges

4.) Quellen

**Ermittlung und Bewertung des  
Standes der Sicherheitstechnik bei  
Pflanzenschutzmittellägern anhand  
einer Sicherheitsanalyse**

**- Beispielhafte Sicherheitsanalysen zu  
Pflanzenschutzmittellägern -**

**Band 2**

**Sicherheitsanalyse nach § 7 Störfall-Verordnung  
für ein Pflanzenschutzmittellager**

Berichts - Kennblatt

Berichtsnummer 1. UBA-FB	2.	3.
4. Titel des Berichts Beispielhafte Sicherheitsanalysen zu Pflanzenschutzmittellägern		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Steininger Ludwig, Brand Bernhard, Kudicke Ernst-Georg, Loock Jörg, Mayer Godehard, Schessl Max		8. Abschlußdatum 7.90
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) TUV Bayern e.V. Fachbereich Wärmetechnik-Chemie-Umweltschutz Westendstraße 199 8000 München 21		9. Veröffentlichungsdatum
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, 1000 Berlin 33		10. UFOPLAN - Nr. 104 09 213
15. Zusätzliche Angaben		11. Seitenzahl
16. Kurzfassung Die grundsätzlichen Aspekte, die bei der sicherheitstechnischen Auslegung eines Pflanzenschutzmittellagers zu berücksichtigen sind, sind angelehnt an die Form einer Sicherheitsanalyse nach § 7 der Störfall-Verordnung beschrieben. Schwerpunkte der Betrachtung sind die brandschutztechnische Ausrüstung, die mögliche Entstehung von Schadstoffen beim Brand von Pflanzenschutzmitteln sowie Ausbreitungsberechnungen für die Brandgase bei unterschiedlichen angenommenen Brandszenarien. Es wurde auch aufgezeigt, welche unterschiedlichen Auswirkungen bei verschiedenen sicherheitstechnischen Ausrüstungen eines Pflanzenschutzmittellagers bei nicht auszuschließenden Störfällen zu erwarten sind und wie diese begrenzt werden können. Diesen grundsätzlichen Betrachtungen sind zwei anonymisierte Sicherheitsanalysen von tatsächlich existierenden Pflanzenschutzmittellagern gegenübergestellt, um den gegenwärtig vorhandenen Stand zu dokumentieren.		12. Literaturangaben
17. Schlagwörter Sicherheitsanalyse, Störfallverordnung, Sicherheitstechnik, Pflanzenschutzmittellager, Lagerbrand, Zersetzung von Pflanzenschutzmitteln, Dioxine, Nitrosamine, Isocyanate, Ausbreitungsrechnung		13. Tabellen und Diagramme
18. Preis	19.	14. Abbildungen
18. Preis		20.

1. Report No. UBA-FB	2.	3.
4. Report Title Examples of safety studies for pesticide warehouses		
5. Author(s), Family Name(s), First Name(s) Steininger Ludwig, Brand Bernhard, Kudicke Ernst-Georg, Loock Jörg, Mayer Godehard, Schessl Max		8. Report Date 7.90
6. Performing Organisation (Name, Address) TUV Bayern e.V. Fachbereich Wärmetechnik-Chemie-Umweltschutz Westendstraße 199 8000 München 21		9. Publication Date
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, D-1000 Berlin 33		10. UFOPLAN - Ref.No. 104 09 213
15. Supplementary Notes		11. No. of Pages
16. Abstract <p>The fundamental aspects concerning the safety measures of a pesticide warehouse are described in form of a safety study according to § 7 of the Störfall-Verordnung. The main focus is on the fire protection equipment, on the possible formation of toxic combustion products during the burning of pesticides as well as on calculations of propagation for different fire sceneries.</p> <p>It was also demonstrated, which different effects are to be expected in case of accident by varying safety equipments and how these effects could be limited.</p> <p>These fundamental considerations are compared with anonymous safety studies of two real pesticide warehouses in order to reveal the present status.</p>		12. No. of References
17. Keywords safety study, Störfall-Verordnung, safety measures, pesticide warehouse, fire in warehouse, burning of pesticides, dioxins, nitrosamines, isocyanates, calculations of propagation.		13. No. of Tables,Diag
18. Price	19.	20.
14. No. of Figures		

**INHALTSVERZEICHNIS**

	Blatt
<b>0. Vorwort</b>	<b>8</b>
<b>1. Allgemeine Angaben</b>	<b>9</b>
1.1 Lage und Anschrift des Lagers	9
1.2 Eigentumsverhältnisse und Nutzung	9
1.3 Störfallrelevanz der Anlage	9
1.4 Lagerkapazität	9
1.5 Genehmigungssituation	9
<b>2. Beschreibung des Lagers und des Betriebsablaufs</b>	<b>10</b>
2.1 Beschreibung des Lagers	10
2.1.1 Angaben über die zum Lagerbetrieb gehörenden Gebäude und Nebeneinrichtungen	10
2.1.1.1 Anzahl und Art der Lagergebäude	10
2.1.1.2 Art der Nebengebäude	10
2.1.1.3 Art der Nebeneinrichtungen	11
2.1.2 Örtliche Lage	11
2.1.2.1 Vermaßte Grundrisse	11
2.1.2.2 Abstände zu anderen Anlagen und Gebäuden	11
2.1.2.3 Abstände zu Verkehrswegen	12
2.1.2.4 Standort des Lagers	12
2.1.2.5 Besondere Standortmerkmale	12
2.1.2.6 Verkehrserschließung des Lagers	13
2.1.3 Konstruktive Merkmale und Angaben zur Auslegung des Lagergebäudes	13
2.1.3.1 Bauart, Größe und Struktur des Lagergebäudes	13
2.1.3.2 Bauausführung	15
2.1.3.2.1 Bauausführung des Gebäudekörpers	15
2.1.3.2.2 Bauausführung von Trennwänden und Decken	16
2.1.3.2.3 Bauausführung einzelner Brandabschnitte	17
2.1.3.2.4 Ausführung der Auffangräume	17
2.1.4 Schutzzonen	17
2.1.5 Zugänglichkeit des Lagers	18

	Blatt
2.1.5.1 Zugänglichkeit des Lagers für Rettungsdienste	18
2.1.5.2 Flucht- und Rettungswege im Lager	18
2.1.6 Technische Einrichtung und Ausrüstung des Lagers	18
2.1.6.1 Stationäre technische Einrichtungen	18
2.1.6.2 Mobile technische Einrichtungen	22
2.1.6.3 Energieversorgung	23
2.1.6.3.1 Stromversorgung	23
2.1.6.3.2 Heizenergie	23
2.1.6.3.3 Löschwasser	23
2.2 Beschreibung des Betriebsablaufes	24
2.2.1 Technischer Zweck des Lagers	24
2.2.2 Art der Arbeiten	24
2.2.3 Lagerungsbedingungen	25
2.2.4 Lagerfunktionen	25
2.2.4.1 Warenannahme und Eingangskontrolle	25
2.2.4.2 Einlagern und Lagern	26
2.2.4.3 Auslagern, Versandbereitstellen, Verladen	27
2.2.4.4 Lagerinformationssystem	27
2.2.4.4.1 Produktinformationen	28
2.2.4.4.2 Lagerplatzverwaltung	28
2.2.4.4.3 Bestandsführung	29
2.2.4.4.4 Belegübersicht	29
2.2.4.4.5 Führen von Lagerlisten nach §6 StörfallV	29
<b>3. Stoffbeschreibung</b>	<b>30</b>
3.1 Bezeichnung der Stoffe	30
3.1.1 Angabe der Stoffe nach Anhang II	30
3.1.2 Angabe der Stoffe, die bei einer Störung des bestimmungsgemäßen Lagerbetriebs - insbesondere im Brandfall - entstehen können	35
3.1.2.1 Polyhalogenierte Dibenzodioxine und -furane (PHDD/PHDF)	41
3.1.2.2 Nitrosamine	43
3.1.2.3 Chlor und Phosgen	45
3.1.2.4 Halogenwasserstoffe	46

LIS-Berichte Nr. 00 (1992)



3.1.2.5	Isocyanate	47	5.2.2	Benachbarte Verkehrsanlagen	62
3.1.2.6	Cyanwasserstoff	49	5.2.3	Naturbedingte Gefahrenquellen	63
3.1.2.7	Stickoxide	50	5.3	Eingriff Unbefugter	63
3.1.2.8	Schwefeloxide	51	6.	<b>Beschreibung der Störfallvoraussetzungen</b>	64
3.1.2.9	Organische und anorganische P-Verbindungen	52	7.	<b>Darlegung der störfallverhindernden Vorkehrungen</b>	65
3.1.2.10	Phosphorwasserstoff	53	7.1	Vorkehrungen hinsichtlich der Beanspruchung bei bestimmungsgemäßem Betrieb	65
3.1.2.11	Schwermetalle	54	7.1.1	Benachbarte Anlagen und Gebäude	65
3.1.2.12	Unzersetzt freigesetzte Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln	54	7.1.2	Verkehrsbedingte Einflüsse	66
3.2	Stoff- und Reaktionskenndaten	55	7.1.3	Umwelteinflüsse	66
3.3	Zustand der Stoffe	55	7.2	Vorkehrungen hinsichtlich der Beanspruchung bei Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs	66
3.4	Menge der Stoffe	55	7.2.1	Maßnahmen zur Verhinderung der Freisetzung von Stoffen durch Korrosion, Bedienungsfehler, Herunterfallen von Gebinden, Einsturz von Regalen	66
4.	<b>Beschreibung der sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlagenteile</b>	56	7.2.2	Maßnahmen zur Verhinderung von Bränden	67
4.1	Anlagenteile mit besonderem Stoffinhalt	56	7.2.3	Maßnahmen zur Verhinderung von Explosionen	70
4.2	Schutzeinrichtungen	56	7.2.3.1	Maßnahmen gegen die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre	70
4.2.1	Rückhalteeinrichtungen	56	7.2.3.2	Lüftungsmaßnahmen	70
4.2.2	Brandschutzanlagen und Einrichtungen	57	7.2.3.3	Vermeidung von Zündquellen	70
4.2.2.1	Brandwände	57	8.	<b>Darlegung der störfallbegrenzenden Vorkehrungen</b>	70
4.2.2.2	Brandschutztüren	57	8.1	Freisetzung von Stoffen	70
4.2.2.3	Brandmeldeanlagen	57	8.2	Brände	71
4.2.2.4	Brandbekämpfungsanlagen	58	8.2.1	Maßnahmen zur Brandbekämpfung	71
4.2.3	Explosionsschutzmaßnahmen	58	8.2.2	Maßnahmen zur Schadensbegrenzung	72
4.2.4	Blitzschutzanlage	58	8.2.2.1	Maßnahmen gegen die Brandausbreitung, baulicher Brandschutz	72
4.3	Sonstige zur Betriebssicherheit erforderlichen Anlagenteile	59	8.2.2.2	Dimensionierung von Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen	73
4.3.1	Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen außerhalb des Lagergebäudes	59	8.3	Maßnahmen zur Schadensbegrenzung bei Explosionen	74
5.	<b>Beschreibung der Gefahrenquellen</b>	60			
5.1	Betriebliche (lagerspezifische) Gefahrenquellen	60			
5.2	Umgebungsbedingte Gefahrenquellen	61			
5.2.1	Benachbarte Anlagen	61			

Blatt

8.4	Organisatorische Schutzvorkehrungen und betriebliche Alarm- und Gefahrenpläne	75
9.	<b>Ergänzende Anforderungen</b>	79
9.1	Prüfung, Überwachung und Wartung der Sicherheitseinrichtungen	79
9.1.1	Prüfungen bei der Errichtung	79
9.1.2	Wiederkehrende Prüfung, Überwachung und Wartung beim Betrieb	79
9.2	Schutz des Lagerpersonals	79
9.2.1	Organisatorische Maßnahmen	79
9.2.2	Technische Maßnahmen	81
9.2.3	Schutzausrüstung und betriebliche Schutzeinrichtungen	81
10.	<b>Angaben über Störfallauswirkungen</b>	81
10.1	Brandszenarien und Berechnungsgrundlagen	81
10.2	Ausbreitung von Brandgasen	85
10.2.1	Brand < 6 MW	85
10.2.2	Vollbrand in Brandabschnitt I (Pflanzenschutzmittellager)	91
10.2.3	Vollbrand in Brandabschnitt II (Pflanzenschutzmittellager)	94
10.2.4	Vollbrand im VbF-/Giftraum	97
10.2.5	Brand in Brandabschnitt III (Düngemittellager)	100
10.3	Toxikologische Bewertung der Stoffe	103
10.3.1	Polyhalogenierte Dibenzodioxine und -furane (PHDD/PHDF)	103
10.3.2	Chlor	105
10.3.3	Phosgen	106
10.3.4	Halogenwasserstoffe	106
10.3.5	Isocyanate	107
10.3.6	Cyanwasserstoff	108
10.3.7	Stickoxide	108
10.3.8	Schwefeloxide	110
10.3.9	Organische und anorganische Phosphorverbindungen	111

Blatt

10.3.10	Phosphorwasserstoff	112
10.3.11	Schwermetalle	112
10.3.12	Unzersetzte Pflanzenschutzmittel	113
11.	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse</b>	115

## 0. Vorwort

Der vorliegende Abschlußbericht des Forschungsvorhabens "Beispielhafte Sicherheitsanalysen zu Pflanzenschutzmittellägern" ist in drei Bände gegliedert.

Band 1 (Grundsätzliche Aspekte für die sicherheitstechnische Ausgestaltung eines Pflanzenschutzmittellagers) stellt in der Form einer Sicherheitsanalyse nach den Anforderungen der 2. Störfall-Verwaltungsvorschrift ein fiktives Pflanzenschutzmittellager mit den nach Meinung der Verfasser erforderlichen sicherheitstechnischen Anforderungen vor; dabei werden im wesentlichen nur die sicherheitstechnisch relevanten Ausstattungsmerkmale beschrieben. Darüber hinaus wird dargestellt, welche Aspekte bei der Auswahl aus mehreren alternativen Lösungsmöglichkeiten zu berücksichtigen sind.

*Solche Textpassagen mit Erläuterungen und Begründungen für die Auswahl bestimmter Sicherheitssysteme sind zur Verdeutlichung in Band 1 in kursiver Schrift gesetzt.*

Ein weiterer Schwerpunkt von Band 1 besteht darin, aufzuzeigen, welche Auswirkungen bei unterschiedlicher sicherheitstechnischer Ausrüstung des Pflanzenschutzmittellagers aufgrund einer konservativen theoretischen Betrachtung denkbar sind und wie diese begrenzt werden können.

In Band 2 und 3 sind diesen grundsätzlichen Betrachtungen zum Stand der Sicherheitstechnik in Pflanzenschutzmittellägern (Band 1) Beschreibungen eines bestehenden (Band 2) und eines geplanten (Band 3) Pflanzenschutzmittellagers zur Dokumentation des vorhandenen und derzeit praktizierten Standes der Technik - ebenfalls in Form von Sicherheitsanalysen entsprechend den Anforderungen der 2. Störfall-Verwaltungsvorschrift - beispielhaft gegenüber gestellt.

Eventuelle Mängel in den vorhandenen bzw. geplanten Sicherheitsmaßnahmen dieser Läger werden in Band 2 und 3 jedoch weder explizit aufgezeigt und bewertet, noch werden Vorschläge zur Behebung dieser Mängel gemacht. Lediglich in die Planung der zu errichtenden Anlage flossen einige Erkenntnisse, die während der Arbeiten zu diesem Forschungsvorhaben gewonnen wurden, mit ein.

## 1. Allgemeine Angaben

### 1.1 Lage und Anschrift des Lagers

Das Pflanzenschutzmittel-Zentrallager der ..... befindet sich im Industriegebiet der Stadt ..... (Flur ...., Parzellen ... und .....).

### 1.2 Eigentumsverhältnisse und Nutzung

Das Pflanzenschutzmittellager am .....weg ..... ist eines von mehreren Lagern, die sich im Besitz der ..... befinden und von ihr betrieben werden.

### 1.3 Störfallrelevanz der Anlage

Das Pflanzenschutzmittellager ist eine Anlage zum Lagern von mehr als 100 Mg Pflanzenschutz- oder Schädlingsbekämpfungsmitteln oder ihrer Wirkstoffe (Anhang I, Nr. 13 der Störfall-Verordnung). Die im Lager vorhandenen Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung sind im Abschnitt 3.1.1 aufgeführt.

### 1.4 Lagerkapazität

Das Lager besitzt eine maximale Lagerkapazität von ca. 800 Mg, davon stehen für die Lagerung von Pflanzenschutzmitteln ca. 490 Mg zur Verfügung.

### 1.5 Genehmigungssituation

Der Bauschein für den Wiederaufbau des abgebrannten nördlichen Bauabschnitts wurde von der Stadt ..... am ..... ausgestellt; der Bescheid über die dagegen erhobenen Widersprüche erging mit Datum vom

..... Die Anzeige einer genehmigungsbedürftigen Anlage nach §67 Abs. 2 BImSchG erfolgte am .....

Ein Erlaubnisbescheid für die VbF-Lagerung liegt nicht vor; ein entsprechender Antrag wird jedoch in Kürze gestellt.

**2. Beschreibung des Lagers und des Betriebsablaufs**

**2.1 Beschreibung des Lagers**

**2.1.1 Angaben über die zum Lagerbetrieb gehörenden Gebäude und Nebeneinrichtungen**

**2.1.1.1 Anzahl und Art der Lagergebäude**

Das Lager besteht aus einer eingeschossigen Lagerhalle. Die Halle erstreckt sich von Norden nach Süden. Sie ist durch drei Brandwände in vier Lagerbereiche unterteilt. In den beiden nördlichen Teilen (Brandabschnitt I und II) lagern in Regalen bzw. auf Paletten in Blocklagerung Pflanzenschutzmittel und Waschmittel; der südlich angrenzende Bereich (Brandabschnitt III) wird zur Lagerung von Düngemitteln, Erden und Torf benutzt. Der Lagerbereich am Südende der Halle (Brandabschnitt IV) wird als Weinlager genutzt.

Der Giftraum wird zur Lagerung von sehr giftigen und giftigen Pflanzenschutzmitteln sowie von Pflanzenschutzmitteln der VbF-Klassen AI/AII und B benutzt und liegt im nördlichen Lagerbereich; er ist feuerbeständig (F90) von dem ihn umgebenden Brandabschnitt getrennt.

**2.1.1.2 Art der Nebengebäude**

Es sind keine Nebengebäude vorhanden.

**2.1.1.3 Art der Nebeneinrichtungen**

Die Nebeneinrichtungen wie Lagerbüro und Sozialräume (Umkleideraum, Toiletten) sind im mittleren Teil des Pflanzenschutzmittellagers (Brandabschnitt II) untergebracht. Der Raum für die Gabelstapler befindet sich im südlichen Lagerbereich (Brandabschnitt III).

Im Brandabschnitt II ist der Warmluft erzeuger, ein Buderus-Kombitherm mit einem Ölbrenner Fabr. ABIG aufgestellt. Die Warmluft wird über Kanäle in die einzelnen Lagerbereiche geleitet. Dadurch sollen Frostschäden an den einzelnen Produkten vermieden werden.

Der Zugang zum Lager erfolgt durch die im Brandabschnitt II befindlichen Stahlrolltore; die vorgelagerte Ladezone ist überdacht. Im Eingangsbereich der Lagers befindet sich eine Bereitstellungsfläche für ein- oder ausgehende Paletten.

Im Freien befinden sich noch weitere Lagerflächen für leere Paletten, Paletten mit Torf und Gartenerde sowie Baumaterial.

**2.1.2 Örtliche Lage**

**2.1.2.1 Vermaßte Grundrisse**

Ein detaillierter Plan des Pflanzenschutzmittellagers mit den Brandabschnitten bzw. feuerbeständigen (F90)-Bereichen ist mit allen Aufmaßen (Maßstab 1:200) als Anlage beigelegt.

**2.1.2.2 Abstände zu anderen Anlagen und Gebäuden**

Das Lager liegt im Industriegebiet der Stadt .....  
Im Norden und Nordosten grenzt das Grundstück an einen Lokomotivschuppen und an Gleisanlagen der .....bahn.  
Im Nordwesten liegen die Betriebsanlagen des .....werks der Fa..... AG, .....weg .....

IS-Berichte Nr. 99 (1992)

72

Im Osten befinden sich die Gebäude und das Betriebsgelände der Fa. .... KG, Schrott- und Walzwerkerzeugnisse, .....str. ...  
Im Süden grenzt das Grundstück an das .....werk der Fa. ....  
Im Südosten befindet sich das Betriebsgelände des Beton- und Fertigteilwerks .....  
Im Westen wird das Grundstück von einem Dieselmotorkraftstoff- und Heizöl-Tanklager auf dem Grundstück der Fa. ....weg ..... begrenzt.  
Auf der westlichen Straßenseite des .....wegs befindet sich eine Fahrleitungsmeisterei der Deutschen Bundesbahn.

**2.1.2.3 Abstände zu Verkehrswegen**

Das Grundstück ist durch die ausgebaute Straße ".....weg" für den Straßenverkehr erschlossen. Östlich in ca. 250 m Entfernung verläuft der .....Kanal. Der Kanal ist schiffbar und wird für den Güterverkehr genutzt.  
Westlich und östlich der Lagerhalle verlaufen Eisenbahngleise auf den Nachbargrundstücken. Der geringste Abstand von der Halle beträgt ca. 8 m. Die mehrspurige Gleisanlage der .....bahn, die nur dem Werksverkehr dient, führt an der Nordostecke des Grundstücks vorbei.

**2.1.2.4 Standort des Lagers**

Das Grundstück liegt in einem Industriegebiet im Südosten der Stadt .....

**2.1.2.5 Besondere Standortmerkmale**

Das Lager liegt nicht in einer ausgewiesenen Wasserschutzzone. Das Industriegebiet ist nicht als erdbebengefährdet (Erdbebenzone 0, DIN 4149, Teil 1) ausgewiesen.

Das Gebiet ist weder erdrutschgefährdet noch besteht die Gefahr von Bergschäden.

Eine Hochwassergefährdung durch den .....Kanal ist aufgrund der Geländegegebenheiten auszuschließen.

Eine Flughafeneinflugschneise befindet sich nicht in dieser Gegend (der Flughafen ..... ist ca. 30 km entfernt).

**2.1.2.6 Verkehrserschließung des Lagers**

Die Erschließung für den Straßenverkehr erfolgt über die ausgebaute Straße ".....weg". Die Einfahrt in das Betriebsgelände liegt im Süden. Sie ist ca. 8 m breit.

Der Bereich um die Lagerhalle ist befestigt. Das Lager kann von allen vier Seiten umfahren werden (Einbahnstraßenregelung). Die Verkehrswege um die Halle dürfen nur von Anlieferern bzw. Abholern genutzt werden. Sonstige Fahrzeuge müssen auf dem Parkplatz südlich der Lagerhalle abgestellt werden.

Ein Gleisanschluß ist nicht vorhanden.

**2.1.3 Konstruktive Merkmale und Angaben zur Auslegung des Lagergebäudes**

**2.1.3.1 Bauart, Größe und Struktur des Lagergebäudes**

**Bauart**

Bei dem Gebäude handelt es sich um eine eingeschossige Lagerhalle. Sie ist in Stahlbetonskelett-Bauweise aus vorgefertigten Stützen, Riegeln und Bindern errichtet. Die Ausfachungen der Stützenfelder und die inneren Trennwände sind gemauert. Das Satteldach ist mit Gasbetonplatten gedeckt.

1 TC-Berichte Nr. 99 (1992)

73

### Größe

Das Lagergebäude ist im Grundriß rechteckig. Es ist ca. 120 m lang und 20 m breit. Das Rastermaß beträgt 6,11 m x 6,57 m. Die lichte Höhe beträgt ca. 6 m.

Vor der Haupteinfahrt in das Lager befindet sich ein überdachter Ladebereich. Die lichte Durchfahrts Höhe in diesem Bereich beträgt ca. 4 m.

### Struktur

Das Lager ist in vier Brandabschnitte und zwei feuerbeständige (F90)-Bereiche eingeteilt:

Brandabschnitt I: Lager für Pflanzenschutzmittel und Waschmittel im Nordteil der Halle. Die Paletten sind in Regalen gelagert oder in Blocklagerung angeordnet; die Lagerfläche beträgt ca. 915 m<sup>2</sup>.

Brandabschnitt II: Lager für Pflanzenschutzmittel und Waschmittel im Mittelteil der Halle. Die Paletten sind in Regalen gelagert oder in Blocklagerung angeordnet; die Lagerfläche beträgt ca. 556 m<sup>2</sup>.

Brandabschnitt III: Lager für Erden, Torf und Gartendünger im südlichen Teil der Halle. Die Lagerung der Paletten erfolgt in Regalen; die Lagerfläche beträgt ca. 525 m<sup>2</sup>.

Brandabschnitt IV: Weinlager am südlichen Ende der Halle. Die Lagerung der Paletten erfolgt in Regalen; die Lagerfläche beträgt ca. 525 m<sup>2</sup>.

VbF-/Giftraum: Dieser Raum liegt im südöstlichen Teil des Brandabschnittes I. Die Lagerung erfolgt in Regalen. Die Fläche beträgt ca. 55 m<sup>2</sup>.

Gabelstaplerraum: Der Raum für die Gabelstapler liegt im Südostteil des Brandabschnittes III. Die Fläche beträgt ca. 25 m<sup>2</sup>.

Der Büro- und Sozialbereich liegt im südöstlichen Teil des Brandabschnittes II. Brandschutztechnisch ist er von diesem Brandabschnitt nicht getrennt.

### 2.1.3.2 Bauausführung

#### 2.1.3.2.1 Bauausführung des Gebäudekörpers

##### Baugrund

Als Baugrund liegt der gewachsene tragfähige Boden vor.

##### Gebäudefundamentierung

Köcherfundamente für die Fertigteilstützen und Streifenfundamente in Stahlbeton für die Außenwände und Innenwände erreichen eine Tiefe entsprechend den statischen Anforderungen mindestens bis in die frostfreien Zonen.

##### Tragkonstruktion

Die Tragkonstruktion besteht aus vorgefertigten Stützen, Bindern und Riegeln aus Stahlbeton.

##### Außenwände

Das Außenmauerwerk aus Kalksandsteinen ist 24 cm stark und besteht aus vorgemauertem Schale aus Klinkern (1/2 Stein stark) mit Fugenglattstrich.

##### Innenwände

Der VbF-/Giftraum ist mit einer 24 cm starken unverputzten Wand aus Ziegelmauerwerk abgeteilt.

Der Staplerraum ist mit einer verputzten 24 cm starken Kalksandsteinwand vom Brandabschnitt III getrennt.

Die Trennwände zum Büro- und Sozialbereich sind gemauert und verputzt.

##### Brandwände

Die Brandwand zwischen Brandabschnitt I und II besteht aus 24 cm starkem Mauerwerk. Die Brandwand zwischen Brandabschnitt II und III besteht aus einer beidseitig verputzten Ziegelwand. Sie ist bis zu einer Höhe von ca. 3,5 m 36,5 cm und darüber 24 cm stark.

Die Brandwand zwischen Brandabschnitt III und IV besteht aus ca. 36 cm starkem Mauerwerk. Diese Wand umschließt auch den in den Brandabschnitt III hineintragenden Teil des Weinlagers.

### **Fußboden**

Im Hallenbereich besteht der Fußboden aus einer Stahlbetonplatte, die mit einem flüssigkeitsdichten Anstrich versehen ist. Der Anstrich ist gegen die aus Leckagen anfallenden Chemikalien beständig. Er ist an den Wänden ca. 20 cm hochgezogen.

### **Dachkonstruktion**

Die Dachhaut besteht aus Gasbetondielen, die auf Holzsparren aufliegen. Im Brandabschnitt II und III befindet sich an der Unterseite der Holzsparren eine zusätzliche Wärmedämmung aus Styropor.

### **Fenster**

Das Lager wird natürlich belichtet. Im Brandabschnitt I und im VbF-/Giftraum erfolgt die Belichtung durch die Oberlichter bzw. die Kuppeln der Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, im übrigen Teil der Lagerhalle durch ein durchgehendes Lichtband aus Betonfenstern in der westlichen Längswand. Die Räume des Sozial- und Bürobereichs werden durch Fenster belichtet und belüftet.

### **Türen und Tore**

Die Zufahrt in die Halle wird mit einem Rolltor verschlossen. Als Fluchttüren aus der Halle sind T-30-Türen eingesetzt. Die Durchgänge vom Brandabschnitt I zum Brandabschnitt II und vom Brandabschnitt II zum Brandabschnitt III sind mit Schiebetoren gesichert. Die Schiebetore haben einen Gittervorsatz, damit sie nicht zugestellt werden können. Der Zugang in den VbF-/Giftraum erfolgt ebenfalls durch eine Schiebetür. Der Zugang in den Staplerraum und in das Weinlager erfolgt jeweils über eine doppelflügelige Brandschutztür. Die Türen zum Büro und zum Sozialbereich erfüllen keine brandschutztechnischen Anforderungen.

### **2.1.3.2.2 Bauausführung von Trennwänden und Decken**

Siehe 2.1.3.2.1

### **2.1.3.2.3 Bauausführung einzelner Brandabschnitte**

Siehe 2.1.3.2.1

### **2.1.3.2.4 Ausführung der Auffangräume**

Im VbF-/Giftraum und im Brandabschnitt I befinden sich an den Zugängen nach außen und zum Brandabschnitt II 12 cm hohe Schwellen. Damit die Überfahrten mit Flurförderfahrzeugen möglich sind und keine Stolperfallen geschaffen werden, sind diese Bereiche mit Rampen versehen. Dadurch ergibt sich im VbF-/Giftraum ein Auffangvolumen von ca. 7 m<sup>3</sup> und im Brandabschnitt I ein Volumen von ca. 110 m<sup>3</sup>.

In gleicher Weise sind im Durchgang von Brandabschnitt II nach III sowie am Haupttor Schwellen angebracht; im Brandabschnitt II wurde dadurch ein Auffangraum mit einem Volumen von ca. 60 m<sup>3</sup> geschaffen. Innerhalb der übrigen Lagerbereiche sind keine Aufnahmevolumina für Löschwasser vorgesehen.

Die Auffangräume sind mit einem flüssigkeitsdichten Anstrich versehen (siehe 2.1.3.2.1); eine wasserrechtliche Eignungsfeststellung der Auffangräume oder ein IfBt-Prüfzeichen für die Beschichtungen /L2.45/ ist nicht vorhanden.

Die Oberdachte Ladezone vor dem Haupteingang ist leicht erhöht und geteert; eine Aufkantung ist nicht vorhanden.

### **2.1.4 Schutzzonen**

Der VbF-/Giftraum ist nach VbF bzw. TRBF 110 als explosionsgefährdeter Bereich, Zone 2, ausgewiesen.

### 2.1.5 Zugänglichkeit des Lagers

#### 2.1.5.1 Zugänglichkeit des Lagers für Rettungsdienste

Das Lager wird durch das öffentliche Straßennetz erschlossen. Die Zufahrt auf das Lagergelände erfolgt über den ".....weg". Um das Lager führt eine asphaltierte Straße. Durch Ladearbeiten kann die Umfahrung des Lagers eingeschränkt bzw. vorübergehend blockiert sein.

Eine Feuerwache der Berufsfeuerwehr ..... liegt ca. 2 km vom Lager entfernt. Die Feuerwehreinsatzzeit, d.h. die Zeit zwischen Alarmierung und ersten Löschmaßnahmen durch die Feuerwehr, beträgt weniger als 15 min.

#### 2.1.5.2 Flucht- und Rettungswege im Lager

Alle Lagerräume können über die Zufahrten für die Flurförderfahrzeuge und über Fluchttüren verlassen werden. Aus jedem Brandabschnitt und aus den feuerbeständig abgetrennten Bereichen (VbF-/ Giftraum, Stapelraum) führen mindestens zwei Ausgänge ins Freie bzw. in einen benachbarten Brandabschnitt.

Die Rettungswege sind gemäß §19 ASR /L2.36, L2.10/ sowie nach den Grundsätzen der VBG 125 /L2.5/ gut sichtbar ausgewiesen.

### 2.1.6 Technische Einrichtung und Ausrüstung des Lagers

#### 2.1.6.1 Stationäre technische Einrichtungen

##### Blitzschutzanlage

Das Zentrallager ist mit einer Blitzschutzanlage versehen. Die Lage und Anzahl der Ableitungen und Fangeinrichtungen ist dem Plan der Fa. .... vom ..... zu entnehmen.

Die Ableitungen sind mit Einzelerdern geerdet. Gemäß Ziffer 5.3.3 der DIN VDE 0185, Teil 1/11.82 /L2.51/ darf die Erdungsanlage einer Blitz-

schutzanlage jedoch nur im Sonderfalle aus Einzelerdern errichtet werden. Falls dieser Nachweis nicht gelingt, wird die Erdungsanlage als Ringerder ausgebildet. Die Ausführung und Dimensionierung der Fangleitungen und der Ableitungen wurde entsprechend der DIN VDE 0185/11.82 durchgeführt und das letzte Mal am ..... von der Herstellerfirma überprüft.

##### Aufzüge, Abfülleinrichtungen, Etikettieranlagen

Im Lager sind keine Aufzüge vorhanden; es werden keine Ab- bzw. Umfüllarbeiten vorgenommen. Es werden auch keine Etikettier- und Signierarbeiten durchgeführt.

##### Raumheizung

Die Lagerhalle wird in der kalten Jahreszeit beheizt, um Frostschäden an frostgefährdeten Produkten zu vermeiden (siehe 2.1.6.3.2).

##### Raumkühlung

Eine Raumkühlung ist für die zu lagernden Produkte nicht erforderlich und nicht vorhanden.

##### Lüftung

Die Lagerhalle wird natürlich belüftet. Im VbF-/Giftraum ist ein exgeschützter Lüfter installiert. Er besitzt ein Fördervolumen von 2855 m<sup>3</sup>/h bei einem Raumvolumen von ca. 400 m<sup>3</sup>.

##### Brandmeldeanlage

Das Lager ist mit einer automatischen Brandmeldeanlage ausgestattet (siehe 4.2.2.3).

##### Regale

Folgende Regale sind aufgestellt:

Brandabschnitt I:	Fabrikat Elektrolux Kind, Baujahr 1982, Kom Nr. 410492
	max. Fachbelastung P100-2,7 m - 2569 kg
	P100-1,9 m - 3900 kg



P 90 - 5000 kg  
max. Feldbelastung - 6970 kg  
bei einer max. Feldhöhe von 1500 mm  
Brandabschnitt III: Fabrikat Elektrolux Kind, Bj. 1981, Kom Nr.  
40953210492  
max. Fachbelastung 3134/2569 kg  
max. Feldbelastung 6500 kg  
bei einer max. Feldhöhe von 1500 mm  
VbF-/Giftraum: wie Brandabschnitt I  
Brandabschnitt II: Aufgrund des Alters der Regale liegen keine Herstellerangaben mehr vor. Es besteht die Anweisung je Platz < 600 kg einzulagern. Das entspricht einer max. Fachlast von 1800 kg oder einer Feldlast von 3600 kg.

Die Regale sind am Boden festgedübelt und so gegen mechanische Einflüsse wie Ausheben oder Umwerfen durch Gabelstapler geschützt. Im Bereich der Verkehrswege ist jeder Stiel gegen Anfahren mit einem massiven ca. 30 cm hohen Stahlrohr geschützt. Das Stahlrohr ist gelb-schwarz gestrichen und nicht mit dem Regal verbunden. Die Regale sind mit einem Seitenschutz versehen.

#### Elektro-Installation allgemein

Die Hauptverteilung des Lagers ist im "Gabelstapler-Raum" aufgestellt, wo auch die Batterien der Elektrostapler geladen werden. Sie ist aus 24 einzelnen Kunststoffkästen zusammengebaut, die zum größten Teil mit Klarsichtdeckeln verschlossen sind. In diesen Kästen sind alle erforderlichen elektrischen Betriebsmittel, wie Hauptsicherungen, Hauptschalter, Sammelschienen, Sicherungs-Lasttrennschalter, Fehlerstrom-Schutzschalter und Abgangsklemmen eingebaut.

Die Kunststoffkästen entsprechen der Schutzart "Schutzisolierung" gemäß Ziffer 5.1 der DIN/VDE 0100, Teil 410 /L2.58/. Für die von der Hauptverteilung abgehende Elektroinstallation wird als Schutzmaßnahme bei indirektem Berühren spannungsführender Teile die "Fehlerstrom-Schutzschaltung" gemäß Ziffer 6.1.3 der DIN/VDE 0100, Teil 410 angewendet.

Unmittelbar unterhalb der Hauptverteilung befindet sich eine Potentialausgleichsschiene, an der der nach Ziffer 6.1.2 der DIN/VDE 0100, Teil 410 erforderliche Hauptpotentialausgleich durchgeführt wird.

Von der Hauptverteilung führt ein Zuleitungskabel zu der Unterverteilung im "ZBV-Raum", von der die weitere stromkreismäßige Aufteilung für die Lagerhalle erfolgt. Die Unterverteilung ist ebenso wie die Hauptverteilung aus mehreren Kunststoffkästen zusammengebaut, in denen Fehlerstromschutzschalter und Stromkreissicherungsautomaten untergebracht sind.

Die Leitungsverlegung von der Hauptverteilung und der Unterverteilung zu den einzelnen Betriebsmitteln wie z.B. Leuchten, Schalter und Steckdosen wird überwiegend mit NYM-Leitungen durchgeführt, die sichtbar (auf Putz) an den verputzten Wänden und den Holzsparren befestigt sind. NYM-Leitungen sind für diese Verlegungsart zugelassen.

Die Ausleuchtung der Halle erfolgt mit schutzisolierten Leuchtstoffleuchten, die im Deckenbereich auf Holzsparren befestigt sind. Die Leuchten besitzen das "F"-Zeichen und sind deshalb für die unmittelbare Befestigung auf Holz geeignet und zugelassen.

Die verwendeten Lichtschalter und Steckdosen sind auf Putz installiert und eignen sich aufgrund ihrer gekapselten Bauweise für den Einsatz in feuchten Räumen.

Die Elektroinstallation und die zugehörigen Betriebsmittel wurden so errichtet und ausgewählt, daß sie den äußeren Einflüssen, denen sie ausgesetzt sein können, standhalten können und den einschlägigen DIN/VDE-Bestimmungen, insbesondere DIN/VDE 0100 - "Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V" entsprechen.

### **Elektroinstallation im VbF-/Giftraum**

Die installierten Leuchten sind explosionsgeschützt (ExeG4) und besitzen die PTB-Bescheinigung Nr. 1118/E 17012.

Die Brandmelder, die Rufanlage und die Türsicherungsanlage sind nicht explosionsgeschützt ausgeführt; beim Umbau des VbF-/Giftraums werden diese im VbF-Raum gegen explosionsgeschützte Ausführungen ausgewechselt.

Die Metallregale und die metallene Leitungspritsche sind nicht geerdet und werden in den Potentialausgleich einbezogen.

Der Abluftmotor hat eine explosionsgeschützte Ausführung und die PTB-Nr. 1118/M 25991. Eine Lüfterausfallmeldung ist nicht vorhanden.

Die Abluftöffnung ist oben, die Zuluftöffnung unten. Da die Gase und Dämpfe schwerer als Luft sind, wird beim Umbau des VbF-/Giftraums die Abluftöffnung unten und die Zuluftöffnung oben und raumdiagonal angeordnet werden. Eine Lüfterausfallmeldung ist vorgesehen.

Die Schiebetür zum Giftraum ist während der Betriebszeiten dauernd geöffnet. Die Schalter und Steckdosen rechts beim Eingang sind nicht explosionsgeschützt. Da diese Betriebsmittel in der Zone 2 (gemäß Ex-RL Nr. 2.1.1.1 /L2.59/) liegen, müssen hierfür die Anforderungen für das Errichten in Zone 2 gemäß Ziffer 6.3 der DIN/VDE 0165 /L2.57/ erfüllt werden.

Die Beschichtung des Fußbodens ist nicht elektrostatisch leitfähig.

### **2.1.6.2 Mobile technische Einrichtungen**

In dem gesamten Lagerbereich werden vier elektrobetriebene Gabelstapler eingesetzt.

### **2.1.6.3 Energieversorgung**

#### **2.1.6.3.1 Stromversorgung**

Das Pflanzenschutz-Zentrallager ist mit einem Erdkabel an das Niederspannungsnetz der Stadtwerke ..... angeschlossen. Die Versorgungsspannung beträgt 3 x 380/220 V AC. Das Erdkabel wurde entsprechend den EVU-Bestimmungen verlegt und wird an der NW-Ecke des Gebäudes in den Gabelstapler-Raum eingeführt, wo es in der dort aufgestellten Niederspannungshauptverteilung angeschlossen ist. Eine Ersatz- oder Notstromversorgung für das Lager steht nicht zur Verfügung.

Die vorhandenen Gefahrenmeldeeinrichtungen werden über eine batteriegepufferte Zentrale versorgt.

#### **2.1.6.3.2 Heizenergie**

Der Lagerbereich wird durch einen Warmluftzerzeuger, Buderus-Kombitherm mit einem Ölbrenner Fabr. ABIG, beheizt. Der Warmluftzerzeuger steht im südöstlichen Teil des Brandabschnittes II. Als Heizmedium dient Heizöl EL, das in einem unterirdischen Öltank (10 m<sup>3</sup>) bevorratet wird. Die Warmluft wird über Kanäle an der Decke der Halle in die einzelnen Lagerbereiche geleitet. An den Brandwänden sind Brandschutzklappen der Firma Wideboer installiert. Aufgrund des Alters des Bauwerks liegen hierfür keine Zulassungen vor. Das Abgasrohr besteht aus Stahlblech und wird nicht isoliert durch die Dachhaut geführt.

#### **2.1.6.3.3 Löschwasser**

Das Industriegebiet wird von der öffentlichen Wasserversorgung der Stadt ..... versorgt. Der nächste Hydrant, ein Überflurhydrant DN100, PN10/16, befindet sich an der Südseite des Lagergebäudes im Bereich des Kundenparkplatzes. Die Stadt ..... sichert einen Wasserfluß aus diesem Hydranten von ca. 3200 l/min zu.

## **2.2 Beschreibung des Betriebsablaufes**

### **2.2.1 Technischer Zweck des Lagers**

Der Lagerbetrieb dient zum Umschlag und zur Zwischenlagerung von Pflanzenschutzmitteln, Waschmitteln, Düngemitteln, Baumaterialien, Torf und Erde in ortsbeweglichen Verpackungen. Die Anlieferung vom Hersteller bzw. der Abtransport der Paletten an den Einzel- und Zwischenhandel erfolgt über z.T. firmeneigene Lastkraftwagen.

Um- oder Abfüllvorgänge findet nicht statt; es erfolgt ggf. eine Zusammenpackung von Einzelbinden verschiedener Produkte auf eine gemeinsame Palette entsprechend der ausgeführten Bestellungen.

### **2.2.2 Art der Arbeiten**

Die gesamte Lagerkapazität wird bis zu mehrere Male pro Jahr umgeschlagen. Aufgrund jahreszeitlich bedingter Nachfrageunterschiede schwanken die täglich umgesetzten Mengen beträchtlich.

Die angelieferten Pflanzenschutzmittel werden auf Identität mit den Lieferpapieren und auf Beschädigungen überprüft; danach erfolgt die Aufnahme der Lieferung in die Lagerbestandsliste und der Transport der Paletten an freie Regal- oder Blocklagerplätze.

Vor der Auslieferung an den Handel erfolgt anhand des Bestellscheins eine Zusammenstellung der Einzelbinde auf Paletten, die für den Transport durch Stretchen gesichert werden.

Der Abtransport erfolgt mit firmeneigenen und fremden Fahrzeugen, die vor der Beladung auf die Einhaltung der GGVS-Vorschriften überprüft werden.

Durch Anlieferung und Verkauf der Ware in Chargen soll ein möglichst geringer mittlerer Lagerbestand erreicht werden.

### **2.2.3 Lagerungsbedingungen**

Die Lagertemperaturen überschreiten aufgrund der vorhandenen Heizung nicht die in den Sicherheitsdatenblättern/Produktdatenblättern der einzelnen Hersteller angegebenen unteren Grenzen. Durch die baulichen Gegebenheiten ist ein Überschreiten der zulässigen Höchsttemperaturen auch bei hohen Außentemperaturen und starker Sonneneinstrahlung auszuschließen.

An die Luftfeuchtigkeit werden keine besonderen Anforderungen gestellt.

### **2.2.4 Lagerfunktionen**

#### **2.2.4.1 Warenannahme und Eingangskontrolle**

Alle Wareneingänge werden aufgrund des Lieferscheins auf Identität, Liefermenge und Unversehrtheit der Einzelbinde überprüft. Die Überprüfung auf Identität erfolgt über die Produktkennzeichnung. Paletten ohne Kennzeichnung werden nicht angenommen. Beschädigte Einzelbinde werden ordnungsgemäß entsorgt.

Paletten, die nicht den Anforderungen der Normen /L2.7, L2.8, L2.17, L2.18 und L2.19/ entsprechen, werden bei der Wareneingangskontrolle ausgemustert und durch geeignete Paletten ersetzt. Hinsichtlich der Beurteilungskriterien der Gebrauchsfähigkeit von Holz- und Gitterboxpaletten wird die Richtlinie /L2.43/ angewandt.

Nach der Annahme der Paletten erfolgt eine Aufnahme von Art und Menge in die Lagerbestandsliste; die Palette wird an einen freien Lagerplatz in einem der Klassifizierung entsprechenden Raum (VbF-/Giftraum bzw. Lagerräume für mindergiftige Pflanzenschutzmittel) eingelagert.

#### 2.2.4.2 Einlagern und Lagern

Die angenommene Palette wird in einen der Klassifizierung entsprechenden freien Regal- oder Blocklagerplatz im VbF-/Giftraum bzw. im Pflanzenschutzmittellager (Brandabschnitt I oder II) eingelagert.

Dabei können im Brandabschnitt I (Nordlager) bis zu 365 Mg Pflanzenschutzmittel bzw. Waschmittel auf Regal- oder Blocklagerplätzen gelagert werden. Die Mischlagerung mit Waschmitteln ist zulässig, da es sich bei Waschmitteln trotz eines evtl. Gehaltes an Perboraten nicht um brandfördernde Stoffe handelt, für die die TRGS 515 anzuwenden wäre. Die gleiche Mischlagerung erfolgt im Brandabschnitt II (Mittellager); die Lagerkapazität auf Regalplätzen sowie Freiflächen beträgt hier 104 Mg.

Alle Pflanzenschutzmittel, die nicht den VbF-Klassen A1/AII oder B bzw. den Gefahrstoffklassen T/T\* zugeordnet werden, werden in den Brandabschnitten I oder II gelagert (z.B. AIII-Flüssigkeiten, Feststoffe). VbF-Flüssigkeiten der Klassen A1/AII oder B sowie giftige und sehr giftige Stoffe werden zusammen im VbF-/Giftraum gelagert (Lagerkapazität 35 Mg). Die baulichen Voraussetzungen für die zukünftige Lagerung in zwei getrennten Räumen werden zur Zeit geplant.

Paletten mit Düngemitteln werden in Brandabschnitt III zusammen mit Erden und Torfen gelagert. Künftig werden nur noch Dünger der Gruppe C /L3.57/ gelagert (maximal 10 Mg). Die Lagerkapazität des Brandabschnitts III (Düngemittellager) beträgt insgesamt 324 Mg.

Brandfördernde Stoffe, für die die TRGS 515 /L2.47/ anzuwenden wäre, werden nicht gelagert.

Die Lagerbestandsliste enthält keine Zuordnung zum tatsächlichen Standort der Palette innerhalb eines Brandabschnitts.

Aufgrund der Größe des Lagers sind die Verkehrsflächen nicht auf dem Boden markiert. Die Regale sind im Bodenbereich mit einem schwarz-gelb ge-

kennzeichneten Anfahrerschutz versehen. Der Bereich der Notausgänge ist markiert und wird von Produktstapeln freigehalten.

Bei Blocklagerung werden bis zu 3 Paletten übereinander gestapelt. Bei der Einlagerung im Blocklagerbereich werden keine speziellen Inspektionsgänge vorgesehen. Eine Sichtkontrolle auf austretendes Lagergut kann durch die Palettenzwischenräume erfolgen.

#### 2.2.4.3 Auslagern, Versandbereitstellen, Verladen

Vor der Auslieferung erfolgt eine Kontrolle des Auslieferungsauftrags auf Identität Bestellschein/Ware, Menge und Unversehrtheit der Originalverpackung der Produkte. Eine Sicherung der Waren auf den Paletten erfolgt mit Kunststoff-Folien. Die Versandeinheiten werden entsprechend gekennzeichnet. Die Ausstellung der Begletpapiere erfolgt entsprechend der GGVS.

Die Auslieferung erfolgt teilweise mit firmeneigenen Lastkraftwagen. Diese Fahrzeuge werden regelmäßig gewartet und sind für den Transport des beschriebenen Lagerguts geeignet; die vorgeschriebene Schutzausrüstung ist vorhanden. Betriebsfremde Fahrer werden auf die Klassifizierung nach der GGVS aufmerksam gemacht; nötigenfalls werden lediglich Mengen von weniger als einer Tonne verladen. Betriebsfremden Fahrern wird nötigenfalls ein Gefahrgutkoffer zur Verfügung gestellt. Vor der Abfahrt werden Ladepapiere und Kennzeichnung des Fahrzeugs nach der GGVS nochmals überprüft.

#### 2.2.4.4 Lagerinformationssystem

Im Betrieb der ... ist ein Computernetzwerk vorhanden, an das sowohl das Pflanzenschutzmittellager als auch die Verwaltung angeschlossen sind. Im Lagerinformationssystem sind produktspezifische Daten, Lagermengen und Bestelldaten enthalten.

Die Daten werden fortlaufend aktualisiert, so daß jederzeit eine Aufstellung der insgesamt im Lager vorhandenen Produkte und Produktmengen möglich ist.

#### 2.2.4.4.1 Produktinformationen

Im Lagerinformationssystem sind die folgenden Produktdaten enthalten:

- Produktname
- Packungsgröße
- Artikelnummer
- Gebindegröße und Gebindegewicht
- GGVS/VbF-Einordnung
- GefStoffV-Kennzeichnung
- Angaben zum Wasserschutz
- Angaben zum Bienenschutz

Angaben zu produktspezifischen Lagerungsanforderungen ergeben sich aus den Kennzeichnungen nach GefStoffV und VbF.

#### 2.2.4.4.2 Lagerplatzverwaltung

Im EDV-System sind keine Angaben zur Lagerplatzverwaltung vorgesehen. Die Zuordnung des Lagerguts zu den jeweiligen Lagerabschnitten erfolgt anhand der VbF- und GefStoffV-Klassifizierung. Angaben zu maximal zulässigen Regalbelastungen sind deutlich sichtbar an den Regalen angebracht bzw. in den Betriebsanweisungen für die Beladung der Regale enthalten. Eine genaue Zuordnung einer Palette zu einem bestimmten Lagerplatz im Regal- oder Blocklager ist mittels der geführten Unterlagen bzw. der Daten im EDV-System nicht möglich.

#### 2.2.4.4.3 Bestandsführung

Aufgrund der ständigen Aktualisierung der Daten des EDV-Systems ist jederzeit eine Auflistung der im Lager vorhandenen Produkte mit Angabe der Packungsgrößen und Lagermengen möglich.

Angaben zu Zugangsdatum und Lagerplatz sind nicht enthalten.

#### 2.2.4.4.4 Belegübersicht

Angaben über maximale und tatsächliche Belegung eines Lagerabschnitts sind im EDV-System nicht enthalten. Die maximale Belegung wird durch Betriebsanweisungen geregelt.

#### 2.2.4.4.5 Führen von Lagerlisten nach §6 StörfallV

Aus den geführten EDV-Lagerlisten sind Handelsnamen, vorhandene Mengen, Angaben zu VbF und GefStoffV ersichtlich. Weitere Angaben zu den Gefahrstoffen sind bei der Klassifizierung nach GGVS aufgeführt.

Sicherheitsdatenblätter der gelagerten Produkte sind zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vollständig vorhanden; die Datenblätter werden im Hauptgebäude aufbewahrt. Sobald diese vollständig vorhanden sind, werden sie auch in den Einzellagern aufgelegt. Den Sicherheitsdatenblättern können nähere Angaben zu gefährdendem Reaktionsverhalten beim Löschen und bei Freiwerden der Stoffe entnommen werden.

3. Stoffbeschreibung

3.1 Bezeichnung der Stoffe

3.1.1 Angabe der Stoffe nach Anhang II

Im Pflanzenschutzmittellager können die in Tabelle 3.1.1.a aufgeführten Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung enthalten sein.

Die in Anhang II der Störfall-Verordnung genannten Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln sind zusammen mit den Handelsnamen der Produkte in Tabelle 3.1.1.b aufgeführt /L3.50/.

Als Verunreinigungen können in einigen Wirkstoffen Nitrosamine (z.B. N,N-Dimethylnitrosamin, Stoff-Nr. 137, Anhang II der Störfall-Verordnung) in unterschiedlichen Mengen enthalten sein /L3.16, L3.17, L3.21/.

Der Verband der Chemischen Industrie führt ein Screening-Programm auf das Vorhandensein von Spuren von TCDDs und TCDFs (zunächst 2,3,7,8-TCDD/TCDF, später die weiteren in der Gefahrstoff-Verordnung genannten chlorierten Dibenzodioxine bzw. Dibenzofurane) in chemischen Produkten durch /L3.73/.

Bei den untersuchten Substanzen (u.a. 2,4-D, MCPA) wurden für die jeweils untersuchten Isomere die Grenzwerte der Gefahrstoff-Verordnung eingehalten (2 ppb für 2,3,7,8-TCDD, 5 ppb für die Summe der weiteren genannten Isomere).

Weitere Untersuchungen werden sich u.a. auf den Wirkstoff Chloranil und 1,3,5-Trichlortriazin, ein Zwischenprodukt bei der Synthese von Triazin-Derivaten, erstrecken.

Tabelle 3.1.1.a

Stoffe nach Anh. II der Störfall-Verordnung, die in Pflanzenschutzmitteln vorkommen können

Wirkstoffname	Stoff-Nr.
Aldicarb	12
Atrazin	32
Azinphos-ethyl	34
Azinphos-methyl	35
Bromadiolon	51
Carbofuran	62
Chlorfenvinphos	70
Chlorphacinon	75
Cumatetriäthyl	87
Deiquat	97
Deiquatdibromid	97.1
Demeton-S-methyleulfon	100
Dialifos	101
Dicetophos	118
Dimethoat	129
DWOC	139
DWOC-Salze	139.1
Dimethoat, Salze und Ester	143
Disulfoton	148
Endosulfan	149
Ethoprophos	154
Fenbutatinoxid	161
Fenthion	163
Formetanat	170
Heptenophos	172
Isoperphos	179
Lindan	187
Malathion	188
Methamidophos	194
Methidathion	196
Methomyl	197
Methylisothiocyanat	200
Nevirphos	204
Omethoat	224
Paraquat-Dihydrochlorid	229.1
Parathion	230
Parathion-methyl	231
Phosphamidon	241
Aluminiumphosphid	242
Magnesiumphosphid	242
Zinkphosphid	242
Phosphorwasserstoff	247
Piproctanyl	248
Sulfotop	276
Terbufos	280
Thiolumsulfat	289
Thiabendazol	290
Tolylfluosid	299
Triacaphos	301
Azocyclotin	311.1
Verfarin	316
brennbare Gase	1
leicht entzündliche Flüssigkeiten	2
1,1,1-Trichlorethan	305

82

Tabelle 3.1.1.b

Zugelassene Pflanzenschutzmittel mit Stoffen, die in Anhang II der Störfall-Verordnung genannt sind

Firma	Nummer Anhang II	Stoffbezeichnung im Anhang II Störfall V	Enthalten in (Handelsname)	Gehalt im Produkt (Gew. % / g/l)	Zustand
ASU	129	Dimethoat	Aadimethoat	400 g/l	flüssig
ASU	002	Leicht entzündl. Fl.	Asgrano GF 2000	15,1 g/l	flüssig
ASU	290	Thiabendazol	Asgrano Spezial feuchtb.	25 g/l	flüssig
ASU	290	Thiabendazol	Asgrano Universal feuchtb.	25 g/l	flüssig
ASU	187	Lindan	Aslindan	204 g/l	flüssig
SAG	187	Lindan	Agronex	20 %	Pulver
SPI/URA	248	Piprocetyl	Aldein	50 g/l	flüssig
FSC	187	Lindan	Amisen Streu- und Glefmittel	1,3 %	Pulver
CGD	290	Thiabendazol	Arboson SF	25 g/l	flüssig
SAS	290	Thiabendazol	Arboson spez. feuchtblz	25 g/l	flüssig
SAS	290	Thiabendazol	Arboson spez. Wasserbelze	25 g/l	flüssig
CGD	290	Thiabendazol	Arboson SW	25 g/l	flüssig
CGD	290	Thiabendazol	Arboson SW + K	25 g/l	flüssig
CGD	290	Thiabendazol	Arboson UF	25 g/l	flüssig
SAS	290	Thiabendazol	Arboson Universal feuchtblz	25 g/l	flüssig
CGD	290	Thiabendazol	Arboson Universal Wasserbelze	25 g/l	flüssig
SAS	290	Thiabendazol	Arboson UW	25 g/l	flüssig
SAS	290	Thiabendazol	Arboson Wasserb. m. Krähenesch.	25 g/l	flüssig
SAG	242	Zinkphosphid	Arrax E-Köder	3,0 %	fest
SAG	242	Zinkphosphid	Arrax M-Köder klein	3,0 %	fest
SAG	032	Atrazin	Atrazin flüssig SHELL	480 g/l	flüssig
SPI	032	Atrazin	Atrazin fl.	480 g/l	flüssig
DPD	032	Atrazin	Atrazin fl. DU POWI	480 g/l	flüssig
URA	032	Atrazin	Atrazin fl. Spess-Uranie	480 g/l	flüssig
BAY	001	Brennbare Gase	Baymat-Zierpflanzenapray	30,0 %	Aerosol
BAY	002	Leicht entzündl. Fl.	Baymat-Zierpflanzenapray	16,9 %	Aerosol
ASU	149	Endosulfan	Beosil 35 F.	352 g/l	flüssig
NEU	002	Leicht entzündl. Fl.	Bio Blatt Nehltaumittel	192 g/l	flüssig
NEU	025	Ammoniak	Bio Blatt Nehltaumittel	2,4 g/l	flüssig
SAG	070	Chlorfenvinphos	Birlone fluid	240 g/l	flüssig
SAG	070	Chlorfenvinphos	Birlone Granulat	10,0 %	Granulat
BAY	276	Sulfotep	Bladefum II	18,0 %	fest
NEU	002	Leicht entzündliche Fl.	Blattglanz	58,0 g/l	flüssig
HOE/SCM	313	Triphenylzinverb.	Brestan 60	54,0 %	Pulver
SAG/SCM	051	Bromadiolon	Brumolin FF Neu	0,005 %	fest
CGD	290	Thiabendazol	Comifual FL	450 g/l	flüssig
SU	187	Lindan	Cortilan Neu	5,0 %	Granulat
DDW	280	Terbufos	Counter 2 G	2,0 %	Granulat
SPI/URA	316	Warfarin	Cumarex Fertilköder	0,04 %	fest
SPI/URA	316	Warfarin	Cumarex Köder und Streumittel	0,75 %	fest
SPI/URA	316	Warfarin	Cumarex Rattenring	0,04 %	fest
BAY	062	Carbofuran	Curaterr-Granulat	5,0 %	Granulat
DET	316	Warfarin	DETTA-Aabl-Rattentot	0,14 %	fest
SET	241	Phosphamidon	DETTA-Dimecron syst.	20,0 %	flüssig
DET	187	Lindan	DETTA Emulsionskonzentrat	5,0 %	flüssig
DET	187	Lindan	DETTA-Holzwannepräparat	1,0 %	flüssig
DET	316	Warfarin	DETTA-Mäuseköder (Köderdose)	0,025 %	fest
DET	242	Phosphide...	DETTA-Mäuse-Giftbörner	3,0 %	fest
DET	188	Malathion	DETTA-Malathion Emulsion	50,0 %	flüssig
DET	313	Triphenylzinverb.	DETTA-Pharao-Amisen-Köder	0,1 %	flüssig
DET	260	Botenen	DETTA-Pyrethrum Emulsion Cosmo	4,0 %	flüssig
DET	316	Warfarin	DETTA-Ratron-Frischköder	0,05 %	fest
DET	316	Warfarin	DETTA-Ratron-Puder	0,75 %	fest
DET	316	Warfarin	DETTA-Rattentränke	1,4 %	flüssig
DET	316	Warfarin	DETTA-Ratten-Fress-Ratron	0,2 %	fest
DET	316	Warfarin	DETTA-Ratten-Köderrohr	0,1 %	fest
DET	187	Lindan	DETTA-Sprüh-tot Ultra	0,2 %	Aerosol
DET	187	Lindan	DETTA-Ungexlieferpuder	0,7 %	fest
DET	242	Phosphide	DETTA-Werregpräparat	5,0 %	fest
DET	242	Phosphide	DETTA-Wühmaus-Killer	57,0 %	fest
CGD	241	Phosphamidon	DETTA-Wühmaus-Köder	3,0 %	fest
ICI	129	Dimethoat	Dimecron 20	200 g/l	flüssig
BAS/DGW/SAG	305	1,1,1-Trichlorethan	Dimethoat ICI	400 g/l	flüssig
BAY	230	Parathion	Duraban flüssig	290 g/l	flüssig
BAY	230	Parathion	E 605 forte	43,6 %	flüssig
SPI	230	Parathion	Ecombi	16,5 %	flüssig
SPI	230	Parathion	Eftol-OI	100 g/l	flüssig

Firma	Nummer Anhang II	Stoffbezeichnung im Anhang II Störfall V	Enthalten in (Handelsname)	Gehalt im Produkt (Gew. % / g/l)	Zustand
SAG	129	Dimethoat	Etisse Combi-DüngerstÄbchen	0,5 %	fest
SAG	001	Brennbare Gase	Etisse Pflanzenschutz	13,52 %	Aerosol
SAG	187	Lindan	ETISSO Pflanzenschutz spezial	0,5 %	Aerosol
ASU	032	Atrazin	FALI Atrazin 500 Fl.	480 g/l	flüssig
THO	001	Brennbare Gase	Flit Insekten-Spray	35,0 %	Aerosol
BAY/SCN	143	Dimethoat	Flüssig Herbofl	25,2 %	flüssig
BAY	230	Parathion	Folimat-OI	51,0 %	flüssig
ASU	187	Lindan	Gameter	1,45 %	fest
SAG	187	Lindan	Gama-Streuzen	1,5 %	fest
CGD	001	Brennbare Gase	Gartenspray Parexon	11,2 %	Aerosol
CGD	032	Atrazin	Gesaprim 50	48,0 %	fest
CGD	032	Atrazin	Gesaprim 500	480 g/l	flüssig
NEU	242	Phosphide	Gesaprim Neun-O	80,0 %	fest
ASU	242	Zinkphosphid	Giftwelzen	2,4 %	fest
ICI	229	Paraquat	Gramziel B	100 g/l	flüssig
BAY/SCN	034	Azirphos-ethyl	Gusathion K forte	33,3 %	fest
SAG	002	Leicht entzündl. Fl.	HaTe I	43,3 %	flüssig
SAG	002	Leicht entzündl. Fl.	HaTe 4	64,0 %	flüssig
SAG	002	Leicht entzündl. Fl.	HaTe Einzelmittel	41,3 %	flüssig
HOE	172	Neptenophos	Hostaquick	550 g/l	flüssig
SAG	129	Dimethoat	Insekten-Spritzmittel Boston	400 g/l	flüssig
SAG	149	Endosulfan	Insekten-Staubm. Hortex Neu	2,82 %	fest
DPD/SPI	197	Methomyl	Kalitest Reozenz C	780,0 g/l	flüssig
DPD/SPI/URA	197	Methomyl	Larmate 20 L	200 g/l	flüssig
BAY	163	Fenthion	Larmate 25 WP	25,0 %	fest
SCM	073	Chlorphacinon	Lebaycid	50,0 %	flüssig
SCM	073	Chlorphacinon	Lepit-Feldmausköder	0,0075 %	fest
XHX	187	Lindan	Lepit-Forstpellet	0,0075 %	fest
ASU	187	Lindan	Lindan 80 WP	80,0 %	fest
BAY	001	Brennbare Gase (Propan)	Lindan 800 Se	800 g/l	flüssig
BAY	001	Brennbare Gase (Butan)	Lizetan-Zierpflanzenapray	7,4 %	Aerosol
BAY	002	Leicht entzündl. Fl.	Lizetan-Zierpflanzenapray	42,5 %	Aerosol
BAY	224	Omeoht	Lizetan-Zierpflanzenapray	49,1 %	Aerosol
FSC	242	Zinkphosphid	Mäusegiftweizen	0,2 %	Aerosol
SPI/URA	032	Atrazin	Meis-Centrol	2,4 %	fest
SCH	231	Parathion-methyl	ME 605 Spritzpulver	45,0 %	fest
SCH	154	Ethoprophos	Wocap 20 GS	40,0 %	fest
SCH	035	Azirphos-methyl	Multapon	20,0 %	fest
SCH	100	Demeton-S-methylsulfon	Multapon	25,0 %	fest
NEU	242	Phosphide	Neudo Phosphid S	7,5 %	Pulver
NEU	002	Leicht entzündliche Fl.	Neudo Vital	56,0 %	fest
NEU	002	Leicht entzündl. Fl.	Neudosan	31,0 g/l	flüssig
SAG	001	Brennbare Gase	Neudosan AF	283,7 g/l	flüssig
SAG	001	Brennbare Gase	Nexa Lotte Amisenköder	6,0 g/l	flüssig
SAG	001	Brennbare Gase	Nexa Lotte Fliegenapray	5,95 %	fest
SAG	187	Lindan	Nexa Lotte Spez. Ungez. Spray	45,05 %	Aerosol
SAG	187	Lindan	Nexit 1000 fl.	30,0 %	Aerosol
SAG	187	Lindan	Nexit fl.	1000 g/l	flüssig
SCM	032	Atrazin	Nexit stark	255 g/l	flüssig
BAY	179	Isofephos	Novanoz Plus	80,0 %	fest
CGD	032	Atrazin	Oftanol T.	24,3 %	fest
THO	001	Brennbare Gase	Oleo Gesaprim 400	40,0 %	fest
THO	001	Brennbare Gase	Paral Insekten-Spray	370 g/l	flüssig
THO	001	Brennbare Gase	Paral-e-san gg. Schidl./Topfpl.	35,0 %	Aerosol
RPA	230	Parathion	Paral-e-san Insektenapray	20,0 %	Aerosol
ASU/BAS	230	Parathion	Parathion forte Agrotec	35,0 %	Aerosol
BAS/COM/URA	129	Dimethoat	Parathion P-O-K konz.	50,0 g/l	flüssig
BAY	311	Atazycloctin	Perfekthion	400 g/l	flüssig
SPI/URA	032	Atrazin	Peropal	25,0 %	fest
THO	001	Brennbare Gase	Peruran	20,0 %	fest
THO	001	Brennbare Gase	Pflanzen Paral Blattglanz-Spray	35,0 %	Aerosol
THO	001	Brennbare Gase	Pflanzen Paral für Gartentpl.	19,0 %	Aerosol
THO	001	Brennbare Gase	Pflanzen Paral gg. Blattläuse	19,0 %	Aerosol
THO	001	Brennbare Gase	Pflanzen Paral gg. Pilz./Balk.	12,0 %	Aerosol
INO	001	Brennbare Gase	Pflanzen Paral gg. Pilz./Rosen	20,0 %	Aerosol
SAG	187	Lindan	Pflanzen Paral gg. Schädlinge	20,0 %	Aerosol
BAS/SCD/SCN	032	Atrazin	Pflanzenapray Hortex	0,3 %	Aerosol
BAS/SCD/SCN	032	Atrazin	Primentre Neu	172 g/l	flüssig

LIS-Berichte Nr. 99 (1992)

3.1.2 Angabe der Stoffe, die bei einer Störung des bestimmungsgemäßen Lagerbetriebs - insbesondere im Brandfall - entstehen können

Beim Brand von organischen Verbindungen, wie z.B. Pflanzenschutzmitteln, findet in Abhängigkeit vom Sauerstoffüberschuß, der Verbrennungstemperatur und der Verweilzeit der Verbrennungsgase bei hohen Temperaturen eine mehr oder weniger vollständige Oxidation statt.

Hauptprodukte der Verbrennung sind CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O (bei Anwesenheit von Halogenen, Schwefel, Phosphor zusätzlich die entsprechenden Halogenwasserstoffsäuren, Schwefeloxide/Schwefelsäure, Phosphorsäure); daneben können aber in den Brandgasen neben den unzersetzt entweichenden Ausgangsverbindungen eine Unzahl von partiell oxidierten Produkten entstehen.

Nachdem jeder Brand in einem Lager mit Hunderten verschiedener Produkte ein einmaliges, nicht wiederholbares Ereignis darstellt, ist man bei der Untersuchung von Brandprodukten im allgemeinen auf Labor- oder Freilandversuche angewiesen. Da sich aber die realen Bedingungen, die zudem zeitabhängig noch sehr stark schwanken können, in solchen Versuchen nicht nachahmen lassen, können die dabei gewonnenen Ergebnisse sowohl qualitativ wie quantitativ nur als grobe Anhaltspunkte gewertet werden.

Gleichwohl sind solche Versuche trotz aller Unzulänglichkeiten die einzige Möglichkeit, ein Brandgeschehen zu simulieren und die aus Produkten der unvollständigen Oxidation von Pflanzenschutzmitteln resultierenden Gefahren abzuschätzen.

Erste Untersuchungen und Betrachtungen über die Verbrennung von Pflanzenschutzmitteln führten Kennedy et al. /L3.8, L3.9, L3.10, L3.22, L3.23, L3.24/ durch. Wichtige Ergebnisse wurden auch von Merz et al. /L3.14/, Denig /L3.15/, Römer et al. /L3.26/, Sistovaris et al. /L3.42/ sowie Gomez et al. /L3.36, L3.41/ und Bruneau et al. /L3.28/ beigetragen.

CO 4

Firma	Nummer Anhang II	Stoffbezeichnung (in Anhang II Stb-fol.V)	Enthalten in (Handelsname)	Gehalt im Produkt (Gew. % / g/l)	Zustand
MEU	316	Warfarin	Guirtox	0,13 %	fest
RPA	051	Bromadiolon	Rafia	0,005 %	fest Pulver
NEU	075	Chlorphacinon	Ravial fertigtüder B+H	0,005 %	fest
NEU	075	Chlorphacinon	Ravial Konzentrat	2,2 g/l	flüssig
ICI	097	Delquat	Regione	200 g/l	flüssig
SPI	129	Dimethoat	Rogor	404 g/l	flüssig
SAG	001	Brennbare Gase	Rosenspray Saprol	13,6 %	Aerosol
SAG	129	Dimethoat	Roxion	400 g/l	flüssig
BAS/SAG	129	Dimethoat	Salut	222 g/l	flüssig
COM	070	Chlorfenvinphos	Sapecron	10,0 %	fest
SPI	242	Zinkphosphid	Segetan-Gitweizen	2,4 %	fest
SAG	204	Meviphos	SHELL Phosdrin 50	530 g/l	flüssig
SAG	161	Perbutatinoxid	SHELL Torque	50,0 %	fest Pulver
SAG	161	Perbutatinoxid	SHELL Torque fl.	500 g/l	flüssig
DET	129	Dimethoat	SUBSTRAL-Pflanzenschutz-Stäbchen	0,4 %	fest
NEU	316	Warfarin	Sugan Köder	0,08 %	fest
NEU	316	Warfarin	Sugan Strömmittel	0,8 %	fest Pulver
BAY/SCH	143	Dimeterb	Super Herbol II	11,5 %	flüssig
FSC	242	Aluminiumphosphid	Super Schachtex	57,0 %	fest
BAT	194	Methamidophos	Tameron	51,0 %	flüssig
DOV	290	Thiabendazol	Tecto fl	451 g/l	flüssig
SAG/RPA	012	Aldicarb	Temik 5G	5,0 %	fest Granulat
ICI	229	Paraquat	Terraklene	100 g/l	flüssig
ASU	290	Thiabendazol	Tervanol F	1,0 %	flüssig Paste
HOE	149	Endosulfan	Thiodan 35 fl.	352 g/l	flüssig
SCH	107	Lindan	Top Borkenkäffermittel Schering	23 g/l	flüssig
SCH	002	Leicht entzündl. fl.	Top Dendrocol 17	432 g/l	flüssig
HOE/SCH	101	Dialifos	Torak	432 g/l	flüssig
SAG	032	Atrazin	Total Unkrautvernichter Ektorax	20,0 %	fest Pulver
VOG	014	Alkylchlorate	Tuta-Total Unkrautvernichter	75,0 %	fest Pulver
BAS/CGD	196	Methidathion	Ultracid	40,0 %	fest Pulver
CGD	196	Methidathion	Ultracid 40	40,0 %	fest Pulver
SAG	187	Lindan	Ungeziefermittel Jacutin fl.	9,0 %	flüssig
SAG	187	Lindan	Ungezieferpulver Jacutin	1,3 %	fest Pulver
DPD	226	Oxamyl	Vydate L	245 g/l	flüssig
SAG	242	Zinkphosphid	Wühmausköder Arrex	2,0 %	fest
ASU	242	Aluminiumphosphid	Wühmausköder-Pille	57,0 %	fest
NEU	002	Leicht entzündl. fl.	Zidil Dursban Konz. geruchsarm	56,7 g/l	flüssig
NEU	002	Leicht entzündliche fl.	Zidil Stall- u. Maitboxsprayer	769,0 g/l	flüssig
SAG	001	Brennbare Gase	Zimmerpflanzenpray Parexan	13,5 %	Aerosol

Firmen Kürzel	Firmenname
ASU	Stähler Agrochemie GmbH & Co. KG
BAS	BASF Aktiengesellschaft
BAY	Bayer AG
CGD	CIBA-GEIGY GmbH
COM	Compo GmbH
DET	Detia Freyberg GmbH
DOV	DOV Pflanzenschutz GmbH
DPD	DuPont de Nemours (Deutschland) GmbH
FSC	F. Schacht GmbH & Co. KG
HOE	Hoechst Aktiengesellschaft
ICI	Deutsche ICI GmbH
NEU	W. Neudorff GmbH KG
RPA	Rhone-Poulenc AGRO GmbH
SAG	Shell Agrar GmbH & Co. KG
SCH	Schering Aktiengesellschaft
SPI	C. F. Spiess & Sohn GmbH & Co.
TMO	Thomson-Siegel GmbH



Solche Untersuchungen über die Verbrennung von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln wie von anderen organischen Verbindungen, die gewisse Strukturanalogien zu solchen Wirkstoffen aufweisen, wurden als Ausgangsbasis für die im weiteren angegebenen Abschätzungen über Verbrennungsprodukte verwendet.

Beim Brand von Pflanzenschutzmitteln können stoffabhängig u.a. folgende Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung entstehen:

Stoff-Nr. nach Anh. II	
67	Chlor
93	Cyanwasserstoff
137	N,N-Dimethylnitrosamin
167	Fluorwasserstoff
191	Mercaptane
199	Methylisocyanat
200	Methylisothiocyanat
240	Phosgen
247	Phosphorwasserstoff
266	Schwefeloxide
268	Schwefelwasserstoff
274	Stickoxide
284	2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin (TCDD)

Eine Auflistung der aus den in den Handelsprodukten enthaltenen Wirkstoffen im Brandfall entstehenden toxikologisch relevanten Stoffe ist in der Tabelle 3.1.2.a aufgeführt.

In dieser Tabelle werden in der Spalte "Entstehende Stoffe"

- Dioxine nur dann genannt, wenn aus den Ausgangsstoffen leicht Precursor (2,x-polyhalogenierte Phenole) entstehen können.
- Nitrosamine nur dann genannt, wenn aus den Ausgangsstoffen leicht sekundäre Amine abgespalten werden können.
- Isocyanate nur dann genannt, wenn Carbamate oder Harnstoffderivate vorliegen.

Tabelle 3.1.2.a

Auflistung der bei der unvollständigen Verbrennung aus Wirkstoffen von Pflanzenschutzmitteln entstehenden Stoffe

Wirkstoffname	Stoff-Nr.	Entstehende Stoffe
2,4-D (Salze und Ester)	-	(Cl), PHDD/PHDF
8-Hydroxychinolin	-	(N), (S)
Acephat	-	(S), (N), (P)
Alachlor	-	(N), (Cl), (iso)
Aldicarb	12	(S), (N), (iso), (NNO)
Alfamectrin	-	(Cl), (N)
Altelchlorate	14	(Cl)
Altoxydim (Na-Salz)	-	(N)
Aluminiumphosphid	242	PHS, Al-Verb.
Amitraz	-	(N)
Amitrol	-	(N)
Anilazin	-	ClCN, (N), (Cl)
Anthrachinon	-	(N), (S), (iso)
Asulam	32	(N), (NNO), (Cl)
Atrazin	34	(S), (N), (P)
Azinphos-ethyl	35	(N), (P), (S)
Azinphos-methyl	36	(N), (P), (S)
Azoxycyotin	311.1	(N), (N)
Benalanyl	-	(N), (iso)
Benazolin	-	(N), (Cl), (iso)
Bendiocarb	-	(N), (iso)
Benomyl	-	(N), (iso)
Bentazon	-	(N), (S)
Benzoylprop-ethyl	-	(N), (Cl), (NNO)
Bifenox	-	(N), (Cl), PHDD/PHDF
Bifentanol	-	(N)
Brodifacoum	-	(Br)
Bromacil	-	(N), (Br), (iso)
Bromadiolon	51	(Br)
Bromfenoxim	-	(N), (Br), PHDD/PHDF
Bromphos	-	(Cl), (Br), PHDD/PHDF, (P)
Bromphos-ethyl	-	(Cl), (Br), PHDD/PHDF, (P)
Bromoxynil	-	(N), (Br), PHDD/PHDF
Bupiristat	-	(N), (S), DMN
Butocarboxim	-	(N), (S), (iso)
Butoxycarboxim	-	(N), (S), (iso)
Butylat	-	(N), (S), (iso), (NNO)
Calciumcyanamid	-	(N)
Calciumphosphid	-	PHS
Captafol	-	(N), (Cl), (S)
Carbendazim	-	(N), (iso)
Carbetamid	-	(N), (iso)
Carbofuran	62	(iso), (N)
Carbosulfan	-	(N), (S)
Carboxin	-	(N), (S)
Chinomethionat	-	DMN, (N), (S)
Chlorfeninfos	70	(Cl), (P)
Chlorflurenol	-	(Cl)
Chlorflurenol-methyl	-	(Cl)
Chloridazon	-	(N), (Cl)
Chloromequat	-	(N), (Cl)
Chlorosulfuron	-	(N), (Cl), (iso), DMN
Chlorphacinon	75	(Cl)
Chlorphosphim	-	(Cl), (P)
Chlorpropham	-	(N), (iso), (Cl)
Chlorpyrifos	-	(N), (Cl), (P), (S)
Chlorthalonil	-	(N), (Cl), (ClCN)
Chlortoluron	-	(N), (Cl), (iso)
Clofentezin	-	(N), (Cl)
Clopyralid	-	(N), (Cl)
Cumeteträtyl	87	(N)
Cyanamid	-	(N)
Cyanazin	-	(N), (Cl), ClCN, (NNO)
Cyflotol	-	(N), (S), (iso)
Cyfluthrin	-	(N), (Cl), (ClCN)
Cymoxanil	-	(N), (Cl), NF, PHDD/PHDF
Cypermethrin	-	(N), (iso)
Dalapon (Na-Salz)	-	(Cl)
Daminozid	-	(N), DMN
Dazomet	-	(N), (S), (iso)
Deiquet	97	(N), (Br)

Wirkstoffname	Stoff-Nr.	Entstehende Stoffe
Delquatlbramid	97.1	(H), (Br)
Deltamethrin	.	(Br), (H), (Cl)
Demeton-S-methyl	.	(P), (S)
Demeton-S-methylsulfon	100	(H), (S)
Desmetryn	101	(H), (Cl), (P), (S)
Dialifos	.	(H), (P), (S)
Diazinon	.	(Cl), PHDO/PHDF
Dicamba	.	(H), (Cl)
Dichlobenil	.	Hf, DMH, (H), (Cl)
Dichlofluanid	.	(Cl), PHDO/PHDF
Dichlorprop	.	(Cl), (P)
Dichlorvos	.	(H), (Cl)
Diclobutrazol	.	(Cl), PHDO/PHDF
Diclofop-(methyl)	118	(H), (HNO), (P)
Dicrotophos	.	.
Dicyclopentadien	.	(Cl)
Dienochlor	.	.
Difenacoum	.	(H), (S)
Difenzoquat (Sulfat)	.	(H), (Iso), Hf, (Cl)
Diflubenzuron	.	.
Dikegulac	.	(H), (Cl), (Iso), DMH
Dimeluron	129	(H), (P), (S), (Iso)
Dimethoat	.	(H)
Dinocap	.	(H)
Dinoterb, Salze und Ester	143	(P), (S)
Diaulfoton	148	(H), (S)
Dithiamon	.	(H), (Cl), (Iso), DMH
Diuron	139	(H)
DMOC	139.1	(H)
DMOC-Salze	.	(H)
Dodemorph	.	(Cl), (S)
Endosulfan	149	(H), (S), (Iso), (HNO)
EPIC	.	(Cl), (P)
Ethofen	.	(H), (S), (Iso)
Ethidimuron	.	(H), (S), (Iso)
Ethiofencarb	.	(H)
Ethirimol	.	(H)
Ethofumesat	.	(P), (S)
Ethoprophos	154	(H), (Cl), (S), (Iso)
Etridiazol	.	(H), (Cl)
Fenarimol	161	Sn, (Iso)
Fenbutatinoxid	.	(H)
Fenfuram	.	(H)
Fenpropathrin	.	(H)
Fenpropimorph	163	(P), (S)
Fenthion	.	Sn
Fentinacetat	.	(H), (Cl)
Fentihydroxid	.	(H), (Cl)
Fenvalerat	.	DMH, (Iso), (H), (S)
Ferbam	.	Hf
Flacoumifen	.	Hf, (H)
Fluazifop-butyl	.	Hf, (H), (S), (HNO)
Flubenzilamin	.	Hf, (Cl)
Fluorchloridon	.	.
Flurenol-(butyl)	.	(H), (Cl), Hf
Fluroxypyr	170	(H), (Iso)
Formetanat	.	(P), A1
Fosetyl	.	(H)
Fuberidazol	.	(H), (HNO)
Furalaxyl	.	(H)
Furmecycloz	.	(P), (H)
Glufosinat	.	(H), (P), (HNO)
Glyphosat	.	(H), (HNO)
Gumzotine	.	(Cl), (P)
Heptenophos	172	(H), (Iso), (HNO)
Hexazinon	.	(H)
Hymexazol	.	(H), (Cl)
Imazalil	.	(H), Hf, J2, J-PHDO/PHDF
Ioxynil	.	(H), (Iso)
Ipradion	179	(H), (P), (S)
Isofenphos	.	(H), DMH, (Iso)
Isofeturon	.	(H), (Iso), DMH
Karbutilat	.	Cu, Cl2
Kupferoxichlorid	.	Cu, (S)
Kupfersulfat	.	(H), (Iso)
Lenacil	.	.

Wirkstoffname	Stoff-Nr.	Entstehende Stoffe
Lindan	187	(Cl)
Linuron	.	(H), (Cl)
Magnesiumphosphid	242	(H), Ag-Verb.
Malathion	188	(P), (S)
Mancabez	.	Mn, Zn, (H), (S), (Iso)
Maneb	.	(H), (S), (Iso), Mn
MCPA (Salze und Ester)	.	(Cl), PHDO/PHDF
Mecoprop-(ester)	.	(Cl), PHDO/PHDF
Metazoxyl	.	(H), (HNO)
Metaldelhyd	.	Formaldehyd, Acetaldehyd
Metam-Natrium	.	(Iso), (H), (S)
Metamitron	.	(H)
Metazachlor	.	(H), (Cl)
Methabenzthiazuron	.	(H), (S), (Iso), (HNO)
Methamidophos	194	(P), (S), (Iso)
Methidathion	196	(H)
Methidathion	.	(H), (Iso) (P), (S)
Methiocarb	197	(H), (Iso) (S)
Methoprotryn	.	(H), (S), (HNO)
Methoxychlor	.	(Cl)
Methylbromid	.	(Br)
Methylisothiocyanat	200	(H), (S)
Metiram	.	(H), (S), Zn, (Iso)
Metobromuron	.	(Br), (Iso), (H)
Metolachlor	.	(H), (Cl)
Metoxuron	.	(H), (Cl), (Iso), DMH
Metrifluthrin	.	(H), (S)
Metsulfuron-(methyl)	.	(H), (S), (Iso)
Mevinphos	204	(P)
Monochlorbenzol	.	(Cl)
Monolinuron	.	(H), (Cl), (Iso)
Napropamid	.	(H), (HNO)
Natriumchlorat	.	(Cl)
Nitrothal-isopropyl	.	(H)
Nuarimol	.	(H), Hf, (Cl)
Omethoat	224	(H), (Iso) (S), (P)
Oxadixyl	.	(H), (Iso)
Oxydemeton-methyl	.	(P), (S)
Paraquat-Dihydrochlorid	229.1	(H), (Cl)
Parathion	230	(H), (P), (S)
Parathion-methyl	231	(H), (P), (S)
Penconazol	.	(H), (Cl)
Pencycuron	.	(H), (Cl), (Iso), (HNO)
Pendimethalin	.	(H), (HNO)
Permethrin	.	(Cl)
Phomedipharm	.	(H), (Iso)
Phoxalon	.	(H), (Cl), (P), (S), (Iso)
Phosphamidon	241	(H), (HNO), (Cl), (P)
Phoxim	.	(H), (P), (S)
Picloram	.	(H), (Cl)
Piperonylbutoxid	248	(Br), (H)
Piriproctanyl	.	DMH, (H), (Iso)
Pirimicarb	.	(H), (P), (S)
Pirimiphos-methyl	.	(H), (Cl), (Iso), (HNO)
Prochloraz	.	(H), (Cl)
Procymidon	.	(H), (Cl)
Promeqarb	.	(H), (Iso)
Propachlor	.	(H), (Cl), (Iso)
Propamocarb	.	(H), (Iso)
Propam	.	(H), (Iso)
Propiconazol	.	(H), (Cl)
Propineb	.	Zn, (H), (S), (Iso)
Proposur	.	(H), (Iso)
Propyzamid	.	(H), (Cl)
Pyrazophos	.	(H), (P), (S)
Pyrethrine	.	.
Pyridat	.	(H), (Cl), (S)
Quifalofop-(ethyl)	.	(H), (Cl)
Schwefel	.	(S)
Sethoxydim	.	(H), (S)
Simezin	.	(H), (Cl), (HNO)
Sulfachinoxalin	.	(H), (S)
Sulfotep	276	(Cl), (S)
TCA (Natriumsalz)	.	(Cl)
Tebutam	.	(H), (HNO)
Terbufos	280	(P), (S)

Wirkstoffname	Stoff-Nr.	Entstehende Stoffe
Terbutamol	.	(N), (NHO)
Terbutylm	.	(N), (S), (NHO)
Terbutylazin	.	(N), (Cl), ClCN, (NHO)
Thalliumsulfat	289	Thalliumverb.
Thiabendazol	290	(N), (S), (S), (Iso), (NHO)
Thiazefluron	.	(N), (S)
Thiocyclam	.	(N), (Iso) (S)
Thiofanox	.	(N), (S), (Iso)
Thiofanat-methyl	.	(N), (S), (Iso), DMN
Thiram	.	(Cl), (S), (P)
Tolclofos-(methyl)	.	DMN, (N), (Cl), HF, (S)
Tolyfluanid	299	(N), (Cl)
Triadimefon	.	(N), (Cl)
Triadimenol	.	(N), (Cl), (S), (Iso), (NHO)
Triallat	.	(N), (P), (S)
Triazophos	301	(Cl), (P)
Trichlorfon	.	(N), (Cl),
Triclopyr	.	(N)
Tridemorph	.	HF, (N)
Trifluralin	.	(N), (Cl), (Iso)
Triforin	.	(N), (Cl), (Iso)
Vinclozolin	316	(Iso), Zn, (N), (S)
Marfanin	.	PH <sub>3</sub> , Zn
Zineb	242	(N), Zn, (S), DMN
Zinkphosphid	.	
Ziram	.	

(Cl)	HCl, Cl <sub>2</sub> und COCl <sub>2</sub>
(Br)	HBr, Br <sub>2</sub>
(S)	SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> und entsprechende Säuren
(N)	HCN und NO <sub>x</sub>
(P)	organische und anorganische P-Verbindungen
DMN	Dimethylnitrosamin
PHDD/PHDF	Polyhalogenierte Dibenzodioxine und -furane
(Iso)	Isocyanate oder Isothiocyanate
(NHO)	andere Nitrosamine

Die Auswahl der im Abschnitt 3.1.2 betrachteten Stoffe erfolgte auf der Basis einer Abschätzung ihres toxischen Potentials in Relation zu den möglichen entstehenden Mengen bei einem Brand < 6 MW bzw. bei einem Vollbrand.

Für eine weitgehend konservative Abschätzung der Rauchgaskonzentrationen wird davon ausgegangen, daß der Brand < 6 MW jeweils nur solche Pflanzenschutzmittel erfaßt, aus denen die Brandprodukte mit hohen Bildungs-raten entstehen.

### 3.1.2.1 Polyhalogenierte Dibenzodioxine und -furane (PHDD/PHDF)

Halogenierte Dibenzodioxine und -furane entstehen in unterschiedlichen Mengen bei jeder unvollständigen Verbrennung von halogenhaltigen organischen Substanzen. Aus Pflanzenschutzmitteln können aufgrund des Vorhandenseins der Halogene F, Cl, Br und J eine Vielzahl von gemischt-halogenierten Dioxinen und Furanen mit unterschiedlichen Substitutionsgraden entstehen. Berücksichtigt man noch die Möglichkeit von Heteroatomen (N, S) in den Ringen sowie andere Substituenten als die Halogene (z.B. Nitro, Alkyl ...), so steigt die Anzahl der möglichen Isomere erheblich an.

In der Literatur liegen nur wenige Untersuchungen über die Bildung von PHDDs bzw. PHDFs aus Pflanzenschutzmitteln, die für die BRD zugelassen sind, vor. Zur Zeit werden vom Verband der Chemischen Industrie (VCI) in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt (UBA) diesbezügliche Versuche durchgeführt; Ergebnisse dieser Untersuchungen liegen jedoch noch nicht vor.

Lahaniatis et al. /L3.7/ konnten bei der Pyrolyse von 2,4-D kein 2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin (TCDD) nachweisen (die Nachweisgrenze lag bei 1 g/g eingesetzter Substanz). Es wurden jedoch Mono-, Di-, Tri- und Tetrachlordibenzofurane sowie Mono-, Di- und Trichlordibenzodioxine gefunden; eine quantitative Analyse wurde nicht durchgeführt.

Gomez et al. /L3.41/ konnten bei der Verbrennung bzw. Pyrolyse von Chlorphenoxyessigsäure-Herbiziden (2,4-D, 2,4-DP und MCPA) die Bildung von großen Mengen an Mono- und Dichlorbenzofuranen nachweisen; die Bildung von Dibenzodioxinen- und -furanen wurde nicht untersucht.

Nach /L3.47/ entstehen PHDDs bzw. PHDFs in größeren Mengen aus halogenierten Phenolen, kaum dagegen aus deren Ethern.

Obleich die Mehrzahl der Wirkstoffe Phenoether (z.B. 2,4-Dichlorphenoxy-Ether, Bromphos, Dicamba) sind, kommen auch Phenol-Derivate (Bromfenoxim, Bromoxynil, Ioxynil) vor.

Die Spaltung der Etherbindung erfolgt zudem bei 2,4-Dichlorphenoxy-Derivaten in der Festphase schon unter 200 °C in erheblichem Ausmaß /L3.37/. Bei der Gasphasen-Pyrolyse von 2,4-Chlorphenoxy-Derivaten bilden sich ebenfalls ab 300 °C größere Mengen der entsprechenden Phenole /L3.41/.

Aufgrund fehlender Einzelinformationen kann die PHDD- bzw. PHDF-Bildung aus Pflanzenschutzmitteln ebenso wie deren toxikologische Bedeutung jedoch nur abgeschätzt werden.

Eine toxikologische Einzelbewertung der bei Verbrennungsvorgängen stets in Gemischen von Mono- bis Octa-Isomeren auftretenden Dioxine und Furane ist nicht möglich; es wird daher die relative Toxizität der Isomere in TCDD-Äquivalenten (TCDD equivalency factors = TEFs) ausgedrückt (siehe 10.3.1).

Für eine ausreichend konservative Abschätzung wird für die Vielzahl der entstehenden Dioxine und Furane als TCDD-Äquivalenzfaktor ein Mittelwert von 0,01 angesetzt.

Stehl et al. fanden mit abgesicherter Analytik, daß bei der Verbrennung von Gras und Papier, das mit dem in der BRD nicht zugelassenen Pflanzenschutzmittel 2,4,5-T behandelt worden war, 1 bis  $5 \cdot 10^{-5}$  Gew.% in TCDD umgewandelt wurden. Bei Bränden, bei denen u.U. keine solch feine Verteilung und kein hoher Luftüberschuß vorliegt, ist mit deutlich höheren

Bildungsraten zu rechnen /L3.11/.

Lahantatis et al. /L3.7/ fanden bei der Pyrolyse von 2,4,5-T in O<sub>2</sub>-Atmosphäre bis zu 0,2 Gew.% TCDD (bei 600 °C) bzw. 0,001 Gew.% TCDD (bei 800 °C); aus 2,4,5-Trichlorphenol entstanden 0,5 Gew.% TCDD (bei 600 °C) bzw. 0,004 Gew.% (bei 800 °C).

Aus diesen Angaben wurde die PHDD/PHDF-Bildung aus Wirkstoffen, die leicht zu Precursoren umgewandelt werden können, für den Fall eines Brand < 6 MW zu  $10^{-5}$  abgeschätzt.

Bei Bränden, die größere Bereiche des Lagers erfassen, verbrennen nicht nur solche Wirkstoffe, aus denen leicht polyhalogenierte Phenole gebildet werden können (siehe Tabelle 3.1.2.a). Hier wurde der Umwandlungsfaktor mit  $10^{-8}$  abgeschätzt.

Unter Berücksichtigung der oben abgeschätzten mittleren Toxizität ergibt sich daraus für Brände < 6 MW ein Umwandlungsfaktor von  $10^{-7}$  und für größere Brände ein Umwandlungsfaktor von  $10^{-8}$  (ausgedrückt jeweils als 2,3,7,8-TCDD-Äquivalente)

Die Rauchgaskonzentration an 2,3,7,8-TCDD-Äquivalenten bei einem Brand < 6 MW ergibt sich daraus zu ca. 13 g/m<sup>3</sup>, bei einem Vollbrand zu ca. 1,3 g/m<sup>3</sup> abgeschätzt (Rauchgasvolumen jeweils 8 m<sup>3</sup>/kg verbrannter gelagerter Masse).

### 3.1.2.2 Nitrosamine

In der Flüssigphase ist eine Bildung von Nitrosaminen nicht nur aus sek. Aminen, sondern auch aus prim., tert. und quaternären Aminen, Amidn, Ammoniumverbindungen, Carbamaten, Cyanamiden, Guanidinen, Hydroxylaminen und Harnstoffderivaten mit einer Reihe von nitrosierenden Reagentien möglich /L3.17/. Da ein Großteil der verwendeten Pflanzenschutzmittel einer dieser Stoffklassen angehört, ist eine Bildung von Nitrosaminen sowohl aus den unzersetzten Wirkstoffen wie aus Spaltprodukten

LIS-Berichte Nr. 99 (1992)

00

möglich (diese Reaktionen können z.B. in Löschwasser erfolgen).

Eine Nitrosaminbildung in der Gasphase ist bisher nur bei sek. Aminen bekannt. Bei der unvollständigen Verbrennung bzw. Pyrolyse entstehen vor allem aus Harnstoffen /L3.36/ und Carbamaten /L3.35, L3.67/ mit sekundären Aminofunktionen sowie aus Dimethylammonium-Salzen von Carbon-säuren durch thermische Spaltung größere Mengen an sekundären Aminen. Zusammen mit den bei der Verbrennung von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen in vermehrtem Maß entstehenden Stickoxiden (bis zu einigen tausend ppm /L3.26/ für  $\lambda < 2$ ) kann in den Brandgasen eine Bildung von Nitrosaminen /L3.18, L3.19, L3.20, L3.29, L3.32, L3.34/ nicht ausgeschlossen werden.

Atrazin, Simazin und Carbaryl können als trockene Pulver durch Reaktion mit nitrosen Gasen nitrosiert werden /L3.65/.

Gomez et al. untersuchten die Pyrolyse von Diuron und Iprodion /L3.36/ sowie von Oxadiazon /L3.45/ in einer Helium-Atmosphäre. Für die Bildung von sek. Aminen ist es nicht unbedingt erforderlich, daß sek. Aminofunktionen im Ausgangsmolekül vorhanden sind; bei der Pyrolyse von Oxadiazon entstehen hauptsächlich Ethylamin und Dimethylamin. Die gefundenen Bildungs-raten decken einen weiten Bereich ab.

Merz et al. fanden, daß bei der Verbrennung von Linuron in Luft bei 600 °C ca. 6 Mol% 3,4-Dichloranilin gebildet werden, bei 900 °C wurde kein 3,4-Dichloranilin gefunden /L3.14/.

Nach /L3.19/ reagiert  $\text{NO}_2$  in der Gasphase sehr rasch (Umsatz von 90 % nach 2 bis 3 Minuten) mit Diethylamin zu Diethylnitrosamin. Mit ähnlich schnellen Umsatzraten muß auch bei der Nitrosierung mit Stickstoffmonoxid /L3.29/ bzw. mit gasförmiger salpetriger Säure /L3.32/ gerechnet werden.

Aufgrund der thermischen Instabilität der Nitrosamine kann sich der größte Teil der Nitrosamine erst in den teilverdünnten, abgekühlten Brandgasen bilden.

Nachdem bei der Verbrennung von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen vermehrt Stickoxide entstehen können /L3.26/, kann nicht ausgeschlossen werden, daß aufgrund der hohen Reaktionsgeschwindigkeit in der Gasphase während der Ausbreitung eine weitgehende Nitrosierung von darin vorhandenen sekundären Aminen erfolgt.

Nitrosamine werden zwar in der Atmosphäre unter UV-Einwirkung zu Nitraminen abgebaut /L3.30, L3.33/, die Halbwertszeiten sind jedoch so groß, daß davon aus toxikologischer Sicht keine Entlastung der betroffenen Bevölkerung erwartet werden könnte.

Konzentrationsabschätzungen basierend auf diesen Betrachtungen und den derzeitigen Kenntnissen wurden nicht vorgenommen, da die Ergebnisse mit zu großen Unsicherheiten verbunden wären. Für die Nitrosamine wurde daher auch keine Ausbreitungsbetrachtung durchgeführt.

### 3.1.2.3 Chlor und Phosgen

Bei der Verbrennung von chlorhaltigen organischen Verbindungen bildet sich über das Deacon-Gleichgewicht immer eine geringe Menge an Chlor, das mit dem in wechselnden Mengen immer vorhandenem Kohlenmonoxid teilweise zu Phosgen abreagieren kann.

Angaben über eine Chlorbildung beim Brand von Pflanzenschutzmitteln finden sich bei Kennedy et al. /L3.8, L3.10/; eine Mengenbestimmung wurde jedoch nicht vorgenommen.

Theoretische Abschätzungen über eine Berechnung der thermodynamischen Gleichgewichtskonzentrationen wurden von Holloman et al. /L3.22/ und Kennedy et al. /L3.23/ vorgenommen. Die über solche (Deacon)-Gleichgewichtsberechnungen erhaltenen Ergebnisse sind aber sehr kritisch zu sehen /L3.39/. Dies gilt in gleicher Weise für entsprechende Abschätzungsversuche für Phosgen /L3.31/.

Eine zuverlässigere Risikoabschätzung erlauben Versuche, bei denen chlorierte Kohlenwasserstoffe verbrannt wurden und Chlor bzw. Phosgen in den Brandgasen quantitativ bestimmt wurde /L3.3, L3.4, L3.5, L3.44/. Die dabei erhaltenen Ergebnisse zeigen, daß bei diesen Stoffen das in geringen Mengen gebildete Chlor und Phosgen gegenüber dem nahezu stöchiometrisch gebildeten Chlorwasserstoff und dem Kohlenmonoxid hinsichtlich der toxikologischen Bedeutung /L3.5, L3.40/ in den meisten Fällen zu vernachlässigen ist. Dies gilt dann natürlich umso mehr für den Brand von Pflanzenschutzmitteln, bei denen der Chlorgehalt im Mittel deutlich geringer als bei den untersuchten Chlorkohlenwasserstoffen ist.

Nach /L3.1/ kann bei der thermischen Zersetzung des Herbizids Na-Tri-chloracetat Phosgen entstehen; über die Bildungsraten wurden keine Angaben gemacht. Eine quantitative Abschätzung ist daher aufgrund der vorhandenen Informationen nicht möglich.

Phosgen setzt sich zwar in wässrigem Medium sehr rasch mit Wasser um; die Reaktion in der Gasphase /L3.2/ findet jedoch deutlich langsamer statt, so daß der größte Teil des gebildeten Phosgens sich mit den anderen Brandgasen ausbreitet.

### 3.1.2.4 Halogenwasserstoffe

Aus den in den Pflanzenschutzmitteln enthaltenen Halogenen bilden sich annähernd stöchiometrisch die entsprechenden Halogenwasserstoffsäuren. Aus den Wirkstoffen der Pflanzenschutzmittel können auf dieser Berechnungsgrundlage bei der Verbrennung bis zu 600 Mol% Halogenwasserstoffe (Lindan, Endosulfan) entstehen, der Mittelwert liegt nach unseren Abschätzungen etwa bei 150 Mol%.

Bei einem Brand < 6 MW, bei dem im ungünstigsten Fall nur höher chlorierte Verbindungen verbrennen, können daher u.U. höhere Konzentrationen auftreten als bei einem größeren Brand, bei dem ein Produktmix verbrennt.

Zur konservativen Abschätzung der Brandgaskonzentrationen werden folgende vereinfachende Annahmen gemacht:

Brand < 6 MW:

- Es verbrennen nur Präparate, die Lindan enthalten (angenommener mittlerer Wirkstoffgehalt 50 Gew.%, dabei ist die Masse des Verpackungsmaterials berücksichtigt)
- Es entstehen 600 Mol% Halogenwasserstoff aus dem Wirkstoff (Lindan)
- Aus 1 kg entstehen 8 m<sup>3</sup> Brandgas.

Größere Brände:

- 50% der verbrannten Masse sind Wirkstoffe; das mittlere Molgewicht beträgt 300 ME.
- Im Mittel entstehen 150 Mol% Halogenwasserstoffe aus den Pflanzenschutzmitteln (unter Berücksichtigung aller vorkommenden Halogene)
- Aus 1 kg entstehen 8 m<sup>3</sup> Brandgas.

Aufgrund der vorstehenden Annahmen errechnen sich im Brandgas folgende Konzentrationen an Halogenwasserstoffen:

bei Bränden < 6 MW: ca. 29000 ppm

bei größeren Bränden: ca. 7000 ppm

Da die Halogenwasserstoffe ebenso wie die freien Halogene toxikologisch als ungefähr gleichwertig beurteilt werden /L2.46 /, wurde bei den Ausbreitungsrechnungen auf eine Differenzierung verzichtet. Die Konzentrationsangabe ist daher als Summe aller Halogenwasserstoffe, ausgedrückt als HCl, zu verstehen.

### 3.1.2.5 Isocyanate

Bei der unvollständigen Verbrennung bzw. Pyrolyse entstehen vor allem aus Harnstoffderivaten /L3.36, L3.14/ und (Thio)carbamaten /L3.9/ die entsprechenden Iso(thio)cyanate. So stellten Merz et al. /L3.14/ fest, daß aus Linuron bei 600 °C unter Bedingungen, wie sie auch noch bei einem Brand < 6 MW in Räumen zu erwarten sind, bis zu 6 Mol% Dichlorphenylisocyanat, bei 900 °C (Temperaturbedingungen wie bei einem Vollbrand)

noch bis zu 0,3 Mol% Chlorphenylisocyanat entstehen.

Es ist bekannt, daß die Reaktion von Isocyanaten mit Wasser und Aminen in flüssiger Phase rasch abläuft; über die Umsetzung von Isocyanaten mit diesen Reaktionspartnern in der Gasphase liegen jedoch keine Erkenntnisse vor.

Die folgenden Konzentrationsabschätzungen basieren daher auf der Annahme, daß Isocyanate nicht in größeren Maße mit anderen Brandgaskomponenten reagieren, sondern sich unverändert zusammen mit den anderen Brandgaskomponenten ausbreiten.

Für Brände < 6 MW und für größere Brände wurden unterschiedliche Annahmen getroffen:

Brand < 6 MW:

- Es verbrennen nur Präparate, die Linuron enthalten (angenommener mittlerer Wirkstoffgehalt 50 Gew.%, dabei wurde die Masse des Verpackungsmaterials schon berücksichtigt)
- Es entstehen 6 Mol% Isocyanat aus dem Wirkstoff
- Aus 1 kg entstehen 8 m<sup>3</sup> Brandgas.

Größere Brände:

- Aus ca. 20 % der gelagerten Masse können Isocyanate entstehen.
- Im Mittel entstehen 0,3 Mol% Isocyanate aus den Pflanzenschutzmitteln; das mittlere Molgewicht beträgt 300 ME.
- Aus 1 kg entstehen 8 m<sup>3</sup> Brandgas.

Auf der Basis dieser Annahmen lassen sich für die Summe aller Isocyanate Rauchgaskonzentrationen von ca. 340 ppm (Brand < 6 MW) bzw. 5,6 ppm (Vollbrand) abschätzen.

### 3.1.2.6 Cyanwasserstoff

Bei der nicht vollständigen Verbrennung von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen bilden sich in Abhängigkeit von der Sauerstoffkonzentration und der Temperatur unterschiedliche Mengen an Cyanwasserstoff /L3.14, L3.43, L3.26, L3.42/.

Insbesondere bei niedrigen Verbrennungstemperaturen, die vor allem in der Anfangsphase von Bränden sowie in weitgehend geschlossenen Räumen aufgrund des Sauerstoffmangels auftreten können, sind hohe Cyanwasserstoff-Konzentrationen möglich.

Bei Bedingungen, die auch bei Bränden < 6 MW in Räumen auftreten können, finden sich in der Literatur folgende Angaben für die HCN-Bildung:

- Sistovaris et al. /L3.42/: bis 58 mg/g bei Linuron (600 °C)  
bis 30 mg/g bei Triazophos (600 °C)  
Merz et al. /L3.14/: bis 26 mg/g bei Parathion (600 °C)  
bis 66 mg/g bei Linuron (600 °C)

Daraus errechnen sich HCN-Konzentrationen (vereinfachte Annahme: 8 m<sup>3</sup> Brandgas pro kg) von bis zu 6800 ppm.

Bei Bedingungen, die größeren Bränden entsprechen:

- Sistovaris et al. /L3.42/: bis 2 mg/g für Linuron  
bis 2 mg/g bei Triazophos

Das ergibt HCN-Konzentrationen (vereinfachte Annahme: 8 m<sup>3</sup> Brandgas pro kg) von ca. 200 ppm.

Römer et al. /L3.26/ untersuchten bei Bränden von Hexamethyldiamin bzw. Imidazol die HCN-Bildung in Abhängigkeit des Luftüberschusses. Erst unterhalb einer Luftüberschußzahl von 2 begann ein steiler Anstieg der HCN-Konzentration von ca. 20-30 ppm auf über 1000 ppm.

Für die Ausbreitungsrechnung wird daher mit folgenden Annahmen gerechnet:

Bei Bränden < 6 MW entstehen unter ungünstigen Bedingungen HCN-Konzentrationen von ca. 1000 ppm.

Bei größeren Bränden, die sich ohne ausreichende Luftzufuhr gar nicht entwickeln können, wird von einer HCN-Konzentration von ca. 30 ppm ausgegangen.

### 3.1.2.7 Stickoxide

Bei jeder Verbrennung bilden sich aus dem Stickstoff und Sauerstoff der Luft Stickoxide. Die Stickoxidkonzentration ist stark abhängig von der Brandtemperatur. Verbrennt man stickstoffhaltige organische Verbindungen so können weit größere Stickoxidkonzentrationen (bis zu mehreren tausend ppm) entstehen.

So fanden Römer et al. /L3.26/ bei der Verbrennung von Hexamethylen-diamin  $\text{NO}_x$ -Konzentrationen von ca. 1000 ppm, die bei verringertem Luftüberschuß bis auf 3000 ppm stiegen.

Für die Ausbreitungsrechnung wird daher für die Brände in den Brandabschnitten mit gelagerten Pflanzenschutzmitteln bei Bränden < 6 MW in Räumen mit schlechter Luftzufuhr mit Stickoxidkonzentrationen von 3000 ppm, bei größeren Bränden mit 1000 ppm gerechnet.

Bei der thermischen Zersetzung von NPK-Düngern enthalten die entstehenden Gase nach /L3.58/ ca. 4,5 Gew.% Stickoxide; der Hauptteil des enthaltenen Stickstoffs entweicht als  $\text{N}_2$  bzw.  $\text{N}_2\text{O}$ .

Da die NPK-Dünger der Klasse C zwar brandfördernd wirken, einen Brand aber nicht selbst erhalten können, kann für den Brandabschnitt III (Düngemittelager) kein größerer Brand unterstellt werden; die verbrennende Menge wird daher mit 500 kg angenommen.

Nach /L3.58/ errechnet sich für diese Menge bei einem geschätzten Brandgasvolumen von  $8 \text{ m}^3/\text{kg}$  eine Stickoxidkonzentration im Brandgas von ca. 1200 ppm.

### 3.1.2.8 Schwefeloxide

Der in den Pflanzenschutzmitteln enthaltene gebundene Schwefel wird zum größten Teil in seine Oxide  $\text{SO}_2$  und  $\text{SO}_3$  überführt;  $\text{SO}_3$  reagiert mit dem in den Brandgasen in großen Mengen vorhandenen Wasserdampf hauptsächlich zu Schwefelsäure (als Nebel) ab.

Unter ungünstigen Bedingungen (niedrige Temperaturen, Sauerstoffmangel) können auch Verbindungen wie  $\text{H}_2\text{S}$  und  $\text{CS}_2/\text{COS}$  (hauptsächlich aus Dithio- und Thiocarbamaten /L3.35, L3.8, L3.10/) in größeren Mengen gebildet werden. Konzentrationsabschätzungen sind aufgrund von fehlenden Literaturangaben nicht möglich.

Bei höheren Temperaturen und ausreichendem Sauerstoffangebot sind diese Verbindungen jedoch nicht stabil und werden zu Schwefeloxiden oxidiert. Für die Ausbreitungsrechnung werden daher nur die Schwefeloxide (als  $\text{SO}_2$ ) betrachtet.

Beim Brand < 6 MW tritt der ungünstigste Fall ein, wenn ausschließlich Stoffe mit hohem S-Gehalt (Dithiocarbamate wie Maneb, Metiram, Thiram, Propineb usw.) verbrennen. Der Schwefelgehalt beträgt bei diesen Substanzen bis zu 50 Gew.%.

Berücksichtigt man noch, daß die Masse der Wirkstoffe nur ca. 50 % der Gesamtmasse beträgt und setzt man ein mittleres Rauchgasvolumen von ca.  $8 \text{ m}^3/\text{kg}$  Lagerinhalt an, so läßt sich die  $\text{SO}_2$ -Konzentration zu ca. 22000 ppm abschätzen.

Bei größeren Bränden können derart hohe mittlere Schwefelgehalte nicht mehr unterstellt werden. Basierend auf einem geschätzten mittleren S-Gehalt von 5 % (bezogen auf die Wirkstoffmasse) /L3.50/ läßt sich umgerechnet auf die gesamte Lagermasse ein mittlerer S-Gehalt von ca. 3 % abschätzen.

Unter der Annahme eines mittleren Rauchgasvolumens von ca.  $8 \text{ m}^3$  je kg Lagerinhalt berechnet sich daraus eine  $\text{SO}_2$ -Konzentration im Rauchgas von ca. 2600 ppm.

92

LIS-Berichte Nr. 99 (1992)



### 3.1.2.9 Organische und anorganische P-Verbindungen

Die organischen Phosphorsäureester sind thermisch nicht besonders stabil und zersetzen sich auch bei niedrigeren Brandtemperaturen weitgehend /L3.12, L3.13, L3.27/. Dabei entstehen aus den Phosphorsäureestern die stabilen anorganischen Sauerstoffsäuren des Phosphors (hauptsächlich Phosphorsäure), die sich in Form von Nebeln ausbreiten.

Lediglich geringe Mengen von den organischen Phosphorsäureestern entweichen unzerstört. Daneben können noch eine Vielzahl von thermisch aktivierten Teilabbau- und Umlagerungsprodukten /L3.46, L3.48, L3.49/ aus den Ausgangsverbindungen freigesetzt werden.

Da genauere Untersuchungen über diese Möglichkeiten zur Bildung hochtoxischer phosphororganischer Produkte im Brandfall nicht verfügbar sind, wurde eine Ausbreitungsbetrachtung nur für die Phosphoroxide (berechnet als  $H_3PO_4$ ) erstellt.

Der ungünstigste Fall (höchster vorkommender P-Gehalt im verbrennenden Lagergut) kann bei Bränden < 6 MW auftreten. Die maximalen P-Gehalte von reinen Wirkstoffen betragen ca. 20 Gew.% (Methamidophos, Glyphosat).

Berücksichtigt man noch, daß die Masse der Wirkstoffe nur ca. 50 % der Gesamtmasse beträgt und setzt man an, daß nur 10 % des Gesamt-P in die Atmosphäre freigesetzt werden (mittleres Rauchgasvolumen: ca.  $8 \text{ m}^3/\text{kg}$  Lagerinhalt), so läßt sich die  $H_3PO_4$ -Konzentration zu  $3,9 \text{ g/m}^3$  abschätzen.

Bei größeren Bränden können derart hohe mittlere Schwefelgehalte nicht mehr unterstellt werden. Basierend auf einem geschätzten mittleren P-Gehalt von 2 % (bezogen auf die Wirkstoffmasse) läßt sich umgerechnet auf die gesamte Lagermasse ein mittlerer P-Gehalt von ca. 1 % abschätzen.

Unter der Annahme eines mittleren Rauchgasvolumens von ca.  $8 \text{ m}^3$  je kg Lagerinhalt und der Annahme, daß nur 10 % des Gesamt-P in die Atmosphä-

re freigesetzt werden, berechnet sich daraus eine  $H_3PO_4$ -Konzentration im Rauchgas von ca.  $0,4 \text{ g/m}^3$ .

### 3.1.2.10 Phosphorwasserstoff

Phosphorwasserstoff kann sich bei Wassereinwirkung aus vorhandenen oder gebildeten Phosphiden entwickeln.

Als Rodentizide werden Aluminium-, Zink-, Calcium- und Magnesiumphosphid eingesetzt. Wenn die Verpackung bei einem Brand unbeschädigt bleibt, ist beim Löschen mit Wasser keine stärkere Phosphorwasserstoffbildung zu besorgen; ist jedoch die Verpackung von vielen Gebinden beschädigt, so kann es bei den Löschaktionen zu stärkeren Phosphorwasserstoff-Freisetzungen über 6 bis 12 h kommen.

Die Lagermenge von Phosphiden beträgt bis zu 500 kg (als Ca-Phosphid). Daraus können ca. 180 kg Phosphorwasserstoff gebildet werden.

Auch wenn im ungünstigsten Fall davon ausgegangen werden muß, daß bei einem Brand alle Behältnisse so beschädigt werden, daß bei den darauf folgenden Löschaßnahmen das Wasser eindringen kann und eine Phosphinbildung erfolgt, ist durch die relativ geringen freigesetzten Mengen an Phosphorwasserstoff (Freisetzungsdauer 6-12 h) nur für die nächste Umgebung, insbesondere für die mit der Brandbekämpfung beschäftigte Feuerwehr, ein toxikologisches Risiko zu erwarten. Auf eine Ausbreitungsbetrachtung wurde daher verzichtet.

Darüber hinaus sind Präparate im Handel, bei denen erst bei einer thermischen Reaktion Phosphide gebildet werden. Die Zündtemperaturen für diese Reaktion werden bereits bei Kleinbränden erreicht. Bei Kontakt mit (Lösch)wasser wird aus so gebildeten Phosphiden das Phosphin vollständig in weniger als 2 h freigesetzt. Die Lagerung dieser Artikel wird vom Sprengstoffgesetz geregelt; in Pflanzenschutzmittelagarn beträgt die maximal zulässige Lagermenge 200 kg. Aus dieser Menge können bis zu 3 kg Phosphorwasserstoff freigesetzt werden.

### 3.1.2.11 Schwermetalle

Eine Reihe von Pflanzenschutzmitteln sind Verbindungen des Sn, Zn, Mn, Fe und Tl. Diese Metalle werden bei der Verbrennung in die entsprechenden Oxide und Salze umgewandelt und aufgrund ihrer Schwerflüchtigkeit nur zum Teil als Staub/Nebel freigesetzt.

Im Lager der Fa.... finden sich keine Thalliumverbindungen. Die anderen Metalle wurden aufgrund der zu erwartenden niedrigen Konzentrationen in den Brandgasen (schwer flüchtige Oxide und Salze) bei der Ausbreitungsrechnung nicht berücksichtigt.

### 3.1.2.12 Unzersetzt freigesetzte Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln

In der veröffentlichten Literatur finden sich ein Reihe von Hinweisen, daß bestimmte Wirkstoffe thermisch sehr stabil sind und daher bei einem Brand in größeren Mengen unzersetzt entweichen können.

So fand Ahling /L3.38/, daß für die weitgehend vollständige Verbrennung von Lindan eine Temperatur von 800 °C bei einer Verweilzeit von 1,7 s erforderlich ist (d.h. Bedingungen, wie sie nur bei einem größeren Brand herrschen).

Mac Smith et al. /L3.12/ vertreten die Ansicht, daß bei einem Brand von Organophosphor-Verbindungen bis zu 10% unzersetzt entweichen können.

Ahling et al. /L3.13/ fanden, daß bei Verbrennungstemperaturen bis 600 °C bis zu 2 % Fenitrothion bzw. Malathion unzersetzt entweichen.

Bei der Verbrennung von Holz, das mit Chlorphenoxy- und Chlorpyridin-Herbiziden behandelt war, entweichen bis ca. 3% (bei rascher Verbrennung) bzw. bis zu 11% der Pestizide unzersetzt /L3.25/.

Basierend auf diesen Ergebnissen wurden folgende Annahmen für die Ausbreitungsrechnungen getroffen:

- bei Bränden < 6 MW entweichen 10% der Pflanzenschutzmittel unzersetzt
- bei größeren Bränden werden 3% der Pflanzenschutzmittel unzersetzt freigesetzt.

- Der mittlere Wirkstoffgehalt bezogen auf die gelagerte Gesamtmasse beträgt ca. 30 %
- Aus 1 kg entstehen 8 m<sup>3</sup> Brandgas.

Daraus errechnet sich für einen Brand < 6 MW eine Wirkstoffkonzentration von ca. 3,8 g/m<sup>3</sup>, für einen Vollbrand ca. 1,1 g/m<sup>3</sup>.

### 3.2 Stoff- und Reaktionskenndaten

Stoffdaten zu den Pflanzenschutzmitteln, die Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung enthalten, sind den als Anhang beigefügten Sicherheitsdatenblättern bzw. den IVA-Sicherheitsinformationsblättern /L3.50/ der Hersteller zu entnehmen.

Weitere Daten zur toxikologischen Beurteilung von Stoffen nach Anhang II der Störfall-Verordnung, die gelagert werden oder die bei einer Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs (insbesondere im Brandfall) entstehen, sind Abschnitt 10.3 dieser Sicherheitsanalyse zu entnehmen.

### 3.3 Zustand der Stoffe

Der Aggregatzustand der Pflanzenschutzmittel, die Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung enthalten, ist der Tabelle 3.1.1.b zu entnehmen.

### 3.4 Menge der Stoffe

Eine Angabe der Menge der einzelnen gelagerten Pflanzenschutzmittelpräparate ist aufgrund der sehr starken zeitlichen (z.T. saisonal bedingten) Schwankungen nicht möglich.

Durch die EDV-gestützte Bestandsführung kann aber zu jedem Zeitpunkt eine vollständige Liste der gelagerten Präparate erstellt werden.

94

LIS-Berichte Nr. 99 (1992)

#### 4. Beschreibung der sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlagenteile

##### 4.1 Anlagenteile mit besonderem Stoffinhalt

Die Lagerung der Pflanzenschutzmittel erfolgt in mehreren Brandabschnitten. Dabei können Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung in jedem dieser Abschnitte in sicherheitsbedeutsamer Menge vorhanden sein.

Die Stoffe werden ausschließlich in Originalverpackungen gelagert, die vom Hersteller für den Transport als geeignet ausgewählt wurden. Die Packungsgrößen betragen bis zu 50 dm<sup>3</sup>. Als Packungsmaterialien werden hauptsächlich Kunststoffe, Weißblech und Aluminium verwendet.

##### 4.2 Schutzeinrichtungen

###### 4.2.1 Rückhalteeinrichtungen

Zur Begrenzung des Freiwerdens von Schadstoffen sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

###### Auffangräume und Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen

Im Brandabschnitt I und im Giftraum sind an den Türen 12 cm hohe Schwellen angeordnet. Die Betonplatte des Bodens ist mit einer chemikalienbeständigen Beschichtung versehen (vgl. 2.1.3.2.3 und 2.1.3.2.4).

###### Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen im Außenbereich

Der Außenbereich ist asphaltiert, die Ränder sind mit einer Aufkantung versehen; in diesem Bereich und auf dem Dach anfallendes Wasser gelangt in einen Regenwasserkanal. Die Gullys der Oberflächenentwässerung können durch aufblasbare Blasen abgesperrt werden. Die Blasen befinden sich im Lagerbüro und beim Pfortner im .....werk.

###### Automatische Abschlußeinrichtungen der Lagerhalle

Die Brandschutztüren und -tore haben eine automatische Schließvorrichtung. Außerhalb der Betriebszeiten wird dafür Sorge getragen, daß die Brandschutztüren und Tore geschlossen sind.

##### Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Der Brandabschnitt I und der VbF-/Giftraum besitzen eine Rauch- und Wärmeabzugsanlage (RWA). Die RWA ist im Dach integriert, die Größe der Abzugsöffnungen entspricht den Anforderungen der DIN 18232 /L2.60, L2.61/; die RWA öffnet automatisch bei 70°C. Die Lichtkuppeln können manuell von gesicherter Stelle aus geöffnet werden.

##### Lüftungskanäle

In den Lüftungskanälen, die durch die Brandwände führen, sind Brandschutzklappen der Firma Wideboer eingebaut. Sie schließen sich bei unzulässiger Temperaturerhöhung automatisch und verhindern eine Verqualmung der Nachbarbereiche.

##### Kabelschutz

Die durch den Lagerbereich führenden Kabeltrassen sind im Bereich der Brandwände und feuerbeständigen Wände brandschutztechnisch nicht besonders abgeschottet.

##### 4.2.2 Brandschutzanlagen und Einrichtungen

###### 4.2.2.1 Brandwände

Vergleiche 2.1.3.2

###### 4.2.2.2 Brandschutztüren

Vergleiche 2.1.3.2

###### 4.2.2.3 Brandmeldeanlagen

Die Lagerhalle ist mit einer automatischen flächendeckenden Brandmeldeanlage (BMA) ausgerüstet. Es sind Rauchmelder installiert. Im Bereich der Notausgänge befinden sich Druckknopfmelder. Im Lager ist eine Brand-

meldezentrale der Fa. Siemens, Type BMS 32, aufgestellt. Die Meldungen werden im Lagerbüro des benachbarten .....werkes der Fa..... angezeigt und direkt zur ständig besetzten Wache der Berufsfeuerwehr ..... durchgestellt.

Die Aufteilung und die genaue Lage der einzelnen Melder sind in den Plänen, die bei der Brandmeldezentrale aufliegen, eingetragen.

Die Brandmeldeanlage wurde entsprechend den Anforderungen der DIN VDE 0833 - Teil 3/8.82 - "Gefährmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall" errichtet und wird regelmäßig von der Fa. Siemens gewartet und auf Funktionsfähigkeit geprüft.

#### 4.2.2.4 Brandbekämpfungsanlagen

Als Brandbekämpfungsanlagen sind im Bereich der Notausgänge und der Zufahrten für die Flurförderfahrzeuge tragbare Feuerlöscher (PG 6 und PG 12) sowie vier Wandhydranten mit Druckschläuchen installiert. Die Wasserversorgung der Wandhydranten erfolgt über 2"-Rohre.

#### 4.2.3 Explosionsschutzmaßnahmen

Die Lüftungsanlage im Giftraum ist exgeschützt ausgeführt; entsprechend der TRbF 110 /L2.32/ ist ein fünffacher Außenluftwechsel im Raum gewährleistet.

#### 4.2.4 Blitzschutzanlage

Das Zentrallager ist mit einer Blitzschutzanlage mit Einzelerdern versehen (Beschreibung siehe unter 2.1.6.1.1).

### 4.3 Sonstige zur Betriebssicherheit erforderlichen Anlagenteile

#### Einrichtungen zum Stofftransport, Notentsorgungs-Vorrichtungen

Im Bereich der Regale stehen Tonnen, die zum Teil mit Sägemehl gefüllt sind. Bei Leckagen von flüssigem Produkt wird die Flüssigkeit mit dem Sägemehl gebunden und dann ordnungsgemäß entsorgt.

#### Alarm-, Warn- und Sicherheitseinrichtungen

Das Lager besitzt eine Einbruchmeldeanlage, deren Zentrale im Lagerbüro aufgestellt ist und die Typenbezeichnung "Universelle Notrufnebenmelder-Zentrale - UNZ 1005" besitzt. Von hier führen Leitungen zu den Sensoren, die an allen Ausgangstüren des Lagers und an den Fenstern im Bürobereich angebracht sind.

Außerhalb der Betriebszeiten geht der Alarm an die ständig besetzte Pforte im .....werk.

Außerhalb der Betriebszeit werden turnusmäßig Rundgänge in unregelmäßigen Abständen (dreimal pro Nacht) von einem Bewachungsunternehmen durchgeführt.

Die Einbruchmeldeanlage wurde entsprechend den Anforderungen der DIN VDE 0833 - Teil 3/8.82 errichtet und wird regelmäßig von der Fa. .... in ..... gewartet und auf Funktionsfähigkeit geprüft.

#### 4.3.1 Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen außerhalb des Lagergebäudes

Die Flächen im Freien, die zum Lagerumschlag benötigt werden, sowie die Lagerzufahrt selbst sind befestigt. Der Boden besteht aus Feinasphalt mit einer seitlichen Aufkantung im Bordsteinbereich. Dadurch besteht in dem befestigten Bereich ein Aufnahmevermögen von ca. 245 m<sup>3</sup>. Hier anfallendes Wasser fließt über die Gullys in das städtische Kanalsystem. Eine Absperrung der Gullys kann durch Blasen erfolgen. Darüberhinaus sind keine Rückhalteeinrichtungen vorhanden.

LIS-Berichte Nr. 99 (1992)

96

## Art der Zuführung aus dem Gebäude

Innerhalb der Lagerhalle befinden sich keine Abflüsse im Lagerbereich. Fallen hier größere Mengen von Flüssigkeiten an, werden sie durch die Feuerwehr entsorgt.

## 5. Beschreibung der Gefahrenquellen

### 5.1 Betriebliche (lagerspezifische) Gefahrenquellen

Bei der Lagerung und Handhabung von Paletten können folgende Ereignisse zum Freisetzen brennbarer oder explosibler Stoffe führen:

- Durchkorrodieren von metallischen Gebinden,
- mechanische Beschädigung von Gebinden beim Ein- und Auslagern,
- Unfälle wie Abstürzen von Gebinden aus großer Höhe,
- Beschädigung von Gebinden bei unzulässiger Überstapelung

Dies können die Voraussetzungen zu einem Brand oder einer Explosion sein.

Ein Inbrandgeraten von ausgetretenem Produkt oder gelagerten brennbaren Stoffen (Verpackungsmaterial, Produkte) kann durch folgende denkbare Ereignisse erfolgen:

- Entzündung von ausgetretenem Lagergut an denkbaren Zündquellen wie Funken aus statischer Entladung, aus Reib-, Schlag- oder Schleifvorgängen oder aus elektrischen Betriebsmitteln
- Einwirkung von Wärmequellen auf gelagerte brennbare Stoffe wie z. B. heiße Oberflächen von Lampen
- Exotherme Reaktion zwischen verschiedenen ausgetretenen Produkten
- Offenes Feuer, Glut von Zigaretten, Schweißvorgänge
- Brandstiftung
- Unsachgemäße Handhabung von Stoffen nach Klasse 1c, Ziffer 27 der GGVS

- der Austritt von brennbaren Flüssigkeiten, deren Flammpunkt überschritten ist und die Entzündung an einer denkbaren Zündquelle (siehe oben)
- die Aufwirbelung von ausgetretenem brennbarem Staub und die Entzündung an einer denkbaren Zündquelle (siehe oben).

### 5.2 Umgebungsbedingte Gefahrenquellen

#### 5.2.1 Benachbarte Anlagen

Auf dem nordwestlichen Gelände der ..... AG wird eine Luftzerlegungs-Anlage betrieben. Folgende Lagerbehälter sind vorhanden:

- 50 m<sup>3</sup> Heizöl, oberirdisch
- 30 m<sup>3</sup> Dieselkraftstoff, unterirdisch
- 20 m<sup>3</sup> Wasserstoff, 40-bar-Druckbehälter
- 400 m<sup>3</sup> Sauerstoff, tiefkalt verflüssigt

Die Druckgase sind in stehenden, zylindrischen Bodentanks gelagert. Der Standort der einzelnen Lagertanks geht, aus dem Lageplan hervor.

Die südliche Freifläche des Werksgeländes dient als Leergutlager für Druckgasflaschen (ca. 400 Flaschen mit einem Fassungsvermögen von 8 bis 500 kg); der Restinhalt entleerter Acetylenflaschen beträgt ca. 1 kg. Die vollen Ammoniakfässer (18 Fässer je 500 kg) lagern unmittelbar an der Linde-Anlage.

Am nördlich gelegenen Lokschuppen der .....bahn stehen 2 oberirdische Lagerbehälter mit je 25 m<sup>3</sup> Dieselkraftstoff.

Auf dem westlich gelegenen Verkaufslager der Fa. .... GmbH sind 6 Behälter mit je 50 m<sup>3</sup> und ein Behälter mit 60 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen für Heizöl AIII aufgestellt.

Auf dem östlich gelegenen Betriebsgelände der Fa. ...., Schrotthandel, befindet sich ein unterirdischer Dieselkraftstoffbehälter mit 30 m<sup>3</sup> Inhalt sowie im Keller des Verwaltungsgebäudes ein Heizöltank mit 20 m<sup>3</sup> Volumen.

Auf dem südöstlich gelegenen Gelände des Betonsteinwerks ..... sind 2 Heizölbehälter (2 m<sup>3</sup> bzw. 4,2 m<sup>3</sup> Inhalt) vorhanden.

Alle genannten Behälter sind in den Plänen eingezeichnet.

Die sich auf dem Gelände der Fahrleitungsmeisterei der Deutschen Bundesbahn befindlichen Behälter für brennbare Flüssigkeiten sind in den Plänen eingezeichnet.

### 5.2.2 Benachbarte Verkehrsanlagen

Auf den nordöstlich vorbeiführenden Gleisanlagen der .....bahn werden von der Deutschen Bundesbahn in unregelmäßigen Zeitabständen, je nach Absatzlage für Flüssiggas, bis zu 4 Flüssiggas-Kesselwagen pro Tag bereitgestellt, die dann nach ..... abtransportiert werden. Der Bereitstellungsraum für die Kesselwagen ist in den Plänen gekennzeichnet.

Über den Verkehrsumfang mit Gefahrgütern auf dem Gleiskörper der Deutschen Bundesbahn im westlichen Bereich (zur Fa. .... GmbH) liegen ebenso wie über den möglichen Transport gefährlicher Güter auf der benachbarten Straße ".....weg" keine Angaben vor. Der Transport dieser Güter wird entsprechend einschlägiger Vorschriften (GGVS, GGVE usw.) durchgeführt.

Eine Einwirkung durch den Verkehr auf dem .....Kanal ist aufgrund der Entfernung nicht zu erwarten. Da der Flughafen ..... ca. 30 km entfernt ist und über dem Lagerstandort keine Einflugschneise verläuft, kommt eine Gefährdung durch den Luftverkehr nicht in Betracht.

### 5.2.3 Naturbedingte Gefahrenquellen

Aus den naturbedingten Zuständen oder Ereignissen werden vernünftigerweise keine besonderen Gefahrenquellen abgeleitet.

Gegen die äußeren Lasten, wie Schnee, Wind etc. ist der Komplex ausreichend bemessen. Dies wurde im Baugenehmigungsverfahren bereits überprüft. Eine Blitzschutzanlage ist vorhanden.

Der Standort ist weder hochwassergefährdet oder erdbebengefährdet noch liegt er in einem Erdbebengebiet (siehe auch 2.1.2.6).

### 5.3 Eingriff Unbefugter

Lagerräume, die der TRGS 514 /L2.30/ und der TRBF 110 /L2.32/ unterliegen, dürfen nicht dem allgemeinen Verkehr zugänglich sein. Das Betreten der Räume ist daher Unbefugten verboten. Auf das Verbot wird durch eine deutlich sichtbare und gut lesbare Aufschrift hingewiesen.

Das Grundstück ist mit einem ca. 2 m hohen Zaun mit einer Übersteigersicherung aus Stacheldraht eingefriedet. Außentüren und Fenster sind mit Öffnungskontakten ausgerüstet.

Außerhalb der Betriebszeit sind die Türen und Fenster geschlossen. Die Einbruchmeldeanlage ist in Betrieb. Der Alarm wird an eine ständig besetzte Stelle (Pforte im benachbarten .....werk) geleitet. Während der Betriebszeit ist durch die ständige Anwesenheit von Lagerpersonal sichergestellt, daß das Lager nicht durch unbefugte Personen betreten wird.

Im Lager Beschäftigten, die nicht den entsprechenden Sachkundenachweis besitzen, ist der Zugang zum Giftraum verboten.

TRC-Berichte Nr. 00 (10021)

98

## 6. Beschreibung der Störfallvoraussetzungen

Als Störfalleintrittsvoraussetzung werden Ereignisse angesehen, die bei Wirksamwerden einer Gefahrenquelle eintreten. Sie wurden bereits im Zusammenhang mit der Beschreibung der verschiedenen Gefahrenquellen in Abschnitt 5 dargelegt.

Die Voraussetzungen für den Eintritt eines Störfalls infolge einer Freisetzung von Stoffen liegen vor, wenn

- Produkte freigesetzt werden und dies nicht sofort erkannt oder beseitigt wird, oder
- die Freisetzung zwar erkannt wird, die Stoffe aber nicht in der Halle zurückgehalten werden können, sondern in die Kanalisation verschleppt werden oder in den Boden eindringen können bzw. bei gasförmigen Stoffen in die Atmosphäre freigesetzt werden.

Die Voraussetzungen für den Eintritt eines Störfalls infolge eines Inbrandgeratens von Stoffen liegen vor, wenn

- der Brand nicht unmittelbar erkannt (Personal) oder nicht automatisch gemeldet oder nicht über die zur Verfügung stehenden Kommunikationseinrichtungen (Telefon, Druckknopfmelder) gemeldet wird und
- die Feuerwehr und/oder das Personal nicht innerhalb kurzer Zeit mit der Brandbekämpfung beginnt und
- der Brand durch eine automatisch wirkende Löschanlage (falls vorhanden) nicht gelöscht wird
- der Brand eine Größe erreicht hat, daß die baulichen Maßnahmen nicht mehr ausreichen, um die Umgebung vor den Auswirkungen des Brandes (z.B. Wärmestrahlung, Brandgase bzw. Pyrolyseprodukte, Druckwelle durch ausgelöste Explosion) zu schützen.

Die Voraussetzungen für den Eintritt eines Störfalls infolge einer Explosion von Gasgemischen liegen vor, wenn

- eine Freisetzung von brennbaren Gasen oder brennbaren Stäuben erfolgt und
- die vorhandene technische oder natürliche Lüftung nicht ausreicht, die Entstehung von zündfähigen Gas-Luft- bzw. Staub-Luft-Gemischen zu

verhindern und

- durch das gleichzeitige Auftreten einer Zündquelle das zündfähige Gemisch gezündet wird und
- die Druckwelle entweder in der Umgebung Schäden hervorruft (an Menschen oder Gebäuden) oder im Lagerinneren zur Entstehung eines Brandes mit den oben beschriebenen Auswirkungen für die Umgebung führt.

## 7. Darlegung der störfallverhindernden Vorkehrungen

### 7.1 Vorkehrungen hinsichtlich der Beanspruchung bei bestimmungsgemäßem Betrieb

Beim bestimmungsgemäßen Betrieb gehen keine Gefahren vom Bauwerk, der Anlage oder den ordnungsgemäß gelagerten Produkten aus. Lediglich Gefahrenquellen, die von außen einwirken können, sind in diesem Fall zu betrachten.

#### 7.1.1 Benachbarte Anlagen und Gebäude

Bei einem Brand im benachbarten Tanklager der Fa. .... ist ein Übergreifen des Brandes auf das Pflanzenschutzmittellager nicht auszuschließen. Bei rechtzeitigem Eingreifen der Feuerwehr kann jedoch das Gebäude des Pflanzenschutzmittellagers durch eine intensive Wasserberieselung ausreichend gekühlt werden, um ein Inbrandgeraten der Lagerhalle zu verhindern.

Die nicht vollständig auszuschließende Möglichkeit einer Explosion einer geleerten Acetylgasflasche auf dem Gelände des .....werks der ..... AG löst unserer Meinung nach keine Folgeexplosionen bzw. Brände aus, die zu einem Störfall im Pflanzenschutzmittellager führen würden.

### 7.1.2 Verkehrsbedingte Einflüsse

Das Pflanzenschutzmittellager befindet sich nicht im Lande- oder Startbereichs eines Flugplatzes mit erhöhtem Risiko.

Eine Gefährdung des Lagers durch evtl. Gefahrguttransporte auf dem .....weg (übersichtliche innerstädtische Straße mit einer Geschwindigkeitsbeschränkung auf 50 km/h) bzw. auf den benachbarten Werksstraßen (geringes Verkehrsaufkommen sowie innerbetriebliche Geschwindigkeitsbeschränkungen) ist vernünftigerweise ebenso auszuschließen wie eine Gefährdung durch den Transport gefährlicher Güter auf den benachbarten Schienenwegen (geringes Verkehrsaufkommen mit niedrigen Geschwindigkeiten, nur gelegentliches Rangieren von Gefahrguttransporten).

### 7.1.3 Umwelteinflüsse

Das Gelände, auf dem das Lager steht, ist weder als hochwasser- bzw. erdrutsch-, noch als erdbebengefährdet eingestuft. Eine Gefährdung aus diesen Ursachen ist daher nicht zu unterstellen.

Das Gebäude selbst ist gegen die zu erwartenden Wind- und Schneelasten statisch ausgelegt, die Bodenplatte ist entsprechend den maximal auftretenden Gesamtlasten bemessen, die Fundamente entsprechen in Art und Ausführung den Anforderungen des vorliegenden Baugrundes.

### 7.2 Vorkehrungen hinsichtlich der Beanspruchung bei Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs

#### 7.2.1 Maßnahmen zur Verhinderung der Freisetzung von Stoffen durch Korrosion, Bedienungsfehler, Herunterfallen von Gebinden, Einsturz von Regalen

Eine Freisetzung von Stoffen durch solche Ursachen soll durch die im folgenden aufgeführten Vorkehrungen verhindert werden:

- Die Lagerung erfolgt ausschließlich in unveränderten Fertigpackungen der jeweiligen Hersteller; die Verpackungen sind vom Hersteller für den Transport und die Lagerung als geeignet ausgewählt worden.
- Die Gebinde sind auf den Paletten durch Folienverpackung der Palette bzw. Stretchen gegen Herunterfallen gesichert.
- Es werden nur normgerechte Paletten und Gitterboxen verwendet
- Die Ein- und Auslagerung sowie der Transport der Paletten wird nur durch ausgebildetes und ständig belehrtes Personal durchgeführt. Eine Lagerung erfolgt nur auf dafür vorgesehenen Flächen.
- Bei der Blocklagerung sind ausreichende Verkehrsflächen und Abstände für Sichtkontrollen vorhanden. Über die jeweils zulässige Stapelhöhe liegen Garantien des Herstellers bzw. Lieferanten vor.
- Es werden an den Paletten regelmäßig Sichtkontrollen durchgeführt.
- Es sind sichere Verkehrswege für die Gabelstapler ausgewiesen.
- Die Regale sind für die aufzunehmenden Lasten ausgelegt und durch Anfahrerschutz gesichert.
- Austretende brennbare Stoffe werden sofort nach der Erkennung ordnungsgemäß beseitigt.

#### 7.2.2 Maßnahmen zur Verhinderung von Bränden

##### Entfernen von brennbaren Abfällen

Zur Vermeidung von Bränden werden im Lager regelmäßig Kontrollen durchgeführt (vgl. 8.4). Bei den Kontrollen wird insbesondere auf Ordnung und Sauberkeit geachtet, d.h. leicht brennbare Abfälle, Reste von Verpackungsmaterial z.B. Kartonagen, Folien, Holzwolle und Kunststoffchips werden sofort, spätestens bei Arbeitsschluß, entfernt.

##### Vermeiden von Zündquellen

Zur Auslösung eines Brandes bedarf es bei der vorliegenden Brandlast und dem zur Verfügung stehenden Luftsauerstoff nur noch einer Zündquelle. Die Wahrscheinlichkeit, daß eine geeignete Zündquelle, wie heiße Oberflächen, offenes Feuer oder Heißenarbeiten bei Reparaturarbeiten im Lager auftritt, kann nicht völlig ausgeschlossen werden und ist daher zu unterstellen. Auch unter der Berücksichtigung einer automatischen,



flächendeckenden Brandfrüherkennung und der Brandbekämpfungseinrichtungen ist es äußerst wichtig, daß die in Frage kommenden möglichen Zündgefahren berücksichtigt werden und durch bauliche Maßnahmen bzw. durch Betriebsanweisungen soweit als irgend möglich eingeschränkt werden.

Zur Vermeidung von Zündgefahren wurden die folgenden Maßnahmen ergriffen (vgl. 8.4):

- Vermeidung von heißen Oberflächen z.B. von elektrischen Geräten, mobilen Heizgeräten, Beleuchtungskörpern usw.:

Derartige Geräte werden, wenn überhaupt, nur zeitweise und nur mit Erlaubnis der Lagerleitung und unter Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen eingesetzt. Auf einen ausreichenden Abstand zum Lagergut wird geachtet. Dieser Abstand wird auch bei den Beleuchtungskörpern eingehalten.

Die Beheizung des Lagers erfolgt durch den in 2.1.6.3.2 beschriebenen Warmluft erzeuger. Falls ein Einsatz mobiler Heizgeräte erforderlich ist, werden diese so aufgestellt, daß die Oberflächentemperatur des Lagergutes nicht unzulässig erhöht wird. Wie unter 2.1.4 ausgeführt, werden im VbF-/Giftraum nur ex-geschützte Geräte installiert und betrieben.

Bei Dienstschluß wird dafür gesorgt, daß das Licht und alle elektrischen Geräte abgeschaltet sind (u.U. Netzstecker herausziehen), ggf. werden nicht benötigte Stromkreise abgeschaltet.

Sicherheits-, Fernmelde- und Brandmeldeanlagen bleiben dauernd betriebsbereit und werden nicht abgeschaltet. Feuerstätten, soweit vorhanden, werden gelöscht.

- Vermeidung von offenem Feuer:

Offenes Feuer ist strengstens untersagt. In allen Lagerräumen besteht Rauchverbot. Rauchen ist nur in bestimmten, dafür vorgesehenen Räumen gestattet.

- Regelung für Reparaturarbeiten:

Schweiß-, Löt-, Schleif- und Bohrarbeiten, also Arbeiten mit offener

Flamme oder Funkenbildung, wie sie bei Reparaturen anfallen, bedürfen der schriftlichen Genehmigung der Betriebsleitung oder von dafür beauftragten sachkundigen Mitarbeitern.

Im Einzelfall werden die jeweils erforderlichen sicherheitstechnischen Maßnahmen ergriffen und durchgeführt (z. B. Bereitstellung von Feuerlöschern, gegebenenfalls Auslagern des Ex-Bereiches, Kontrolle des Arbeitsplatzes vor Verlassen auf glimmende Teile etc.).

Die Aufstellung und Benützung anderer als dienstlich zur Verfügung gestellter elektrischer Geräte ist ohne besondere Genehmigung untersagt. Mängel an Brandschutzeinrichtungen und Schäden an elektrischen Installationen sowie Anzeichen hierfür, z. B. flackerndes Licht, Schmorgerüche usw. sind sofort dem Brandschutzbeauftragten oder dem betrieblichen Vorgesetzten zu melden. Schäden an elektrischen Installationen z. B. durchgebrannte Sicherungen, schadhafte Steckdosen und Leitungen werden nur durch Fachkräfte repariert.

- Vermeidung chemischer Reaktionen:

Die Zusammenlagerungsverbote einzelner Produkte werden beachtet und eingehalten. Somit wird die chemische Reaktion von miteinander unverträglichen Lagergütern weitgehend vermieden. Die Einhaltung des Zusammenlagerungsverbotes wird durch das EDV-gestützte Lagerinformationssystem bei der Einlagerung sichergestellt und durch regelmäßige Überprüfung, z.B. Inventuren gewährleistet.

#### **Brandfrüherkennung und Brandmeldung**

Für den Fall, daß trotz aller Vorsorge ein Brand entsteht, wird die in allen Lagerräumen installierte automatische Brandmeldeanlage einen Brand frühzeitig anzeigen und Alarm bei der Berufsfeuerwehr ..... und im Lagerbüro auslösen. Während der Betriebszeiten erfolgt eine erste Brandbekämpfung durch betriebliche Kräfte. Die weiteren Maßnahmen zur Brandbekämpfung werden von der Berufsfeuerwehr ..... durchgeführt.

## **7.2.3 Maßnahmen zur Verhinderung von Explosionen**

### **7.2.3.1 Maßnahmen gegen die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre**

Die gleichen Vorkehrungen, wie sie zur Verhinderung der Stofffreisetzung in 7.2.1 dargestellt wurden, sind auch zur Verhinderung einer Bildung von explosionsfähiger Atmosphäre wirksam. Darüber hinaus sind noch folgende Maßnahmen gegen die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre vorgesehen:

- Begrenzung der Einlagerungshöhe für brennbare Flüssigkeiten im VbF-/Giftraum
- regelmäßige Reinigung des Bodens, um die Ablagerung und ggf. Aufwirbelung brennbarer Stäube zu vermeiden.

### **7.2.3.2 Lüftungsmaßnahmen**

Durch die im 4.2.3 beschriebenen Lüftungsmaßnahmen wird ein mindestens fünffacher Luftwechsel im VbF-/Giftraum erreicht.

### **7.2.3.3 Vermeidung von Zündquellen**

Im VbF-/Giftraum ist die elektrotechnische Installation explosionsgeschützt ausgeführt (siehe 2.1.6.1).

## **8. Darlegung der störfallbegrenzenden Vorkehrungen**

### **8.1 Freisetzung von Stoffen**

Durch die regelmäßig durchgeführten Sichtkontrollen können sicherheitsrelevante Mengen an freigesetzten Stoffen rasch erkannt werden. Einzelheiten über die sofortige, gefahrlose und vollständige Beseitigung von Leckagen sind in Betriebsanweisungen geregelt:

- Verhalten bei Stofffreisetzung (u.a. Entfernen aus dem Gefahrenbereich, Information der Vorgesetzten)

- Sichere Beseitigung und ordnungsgemäße Entsorgung (u.a. Art der zu verwendenden Schutzausrüstung, Materialien zur Aufnahme von freigesetztem Produkt, Wege der Entsorgung)
- Verhalten bei Kontamination von Personen mit Gefahrstoffen (Erste-Hilfe-Maßnahmen bei Augen-, Hautkontakt, bei Verschlucken oder Inhalation)

Die Art und Größe der Auffangeinrichtungen für Leckagen ist bereits in 2.1.3 beschrieben. Eine Rückhaltung von gasförmigen Emissionen z.B. aus Druckgasdosen im VbF-/Giftraum ist nicht vorgesehen.

## **8.2 Brände**

### **8.2.1 Maßnahmen zur Brandbekämpfung**

Anzahl, Art und Aufstellungsorte von Feuerlöschern und Wandhydranten zur Bekämpfung von Entstehungsbränden sind im Bereich der Notausgänge tragbare Pulverlöcher (PG 12, PG 6) sowie insgesamt vier Wandhydranten mit Druckschlauch vorgesehen.

Die tragbaren Feuerlöcher entsprechen /L2.9/, die Wandhydranten entsprechen /L2.16/.

Anzahl der für die Erstbekämpfung eingewiesenen Personen des Lagerpersonals

Es ist vorgesehen, daß alle im Lagerbereich Beschäftigten in die Bedienung der Feuerlöschgeräte eingewiesen werden.

Zeit bis zum Beginn des Feuerwehreinsatzes

Die zuständige Wache der Berufsfeuerwehr ..... ist ca. 2000 m von dem Lager entfernt. Aufgrund ihrer Ausrüstung und ihrer Ausbildung kann die Berufsfeuerwehr innerhalb von 15 Minuten nach Alarmierung mit der Brandbekämpfung beginnen. Dies entspricht der Klasse F 2 gemäß Ziffer 2.4 /L2.30/.

**Löschwasserversorgung (Anzahl und Entfernung von Hydranten, Löschiel-  
stung)**

Im Süden des Lagers im Bereich des Kundenparkplatzes steht ein Überflur-  
hydrant, seine Leistung beträgt ca. 3200 l/min (Zusicherung der Stadt  
.....).

## **8.2.2 Maßnahmen zur Schadensbegrenzung**

### **8.2.2.1 Maßnahmen gegen die Brandausbreitung, baulicher Brandschutz**

Die Art des Lagergutes und die Belegung je Lagerabschnitt ist in  
2.2.4.2 beschrieben.

Die Auslegung der Brandwände sowie von tragenden Stützen und Trägern  
wurde in 2.1.3 beschrieben.

#### **Art der Feuerschutzabschlüsse (Türen und Tore):**

Zugang zum Giftraum: Brandschutzschiebetor der TTZ-Hagen-Schiebetü-  
re mit Zulassung vom IfBt.

Notausgangstüren: T-90-1-Türen

zum Staplerladerraum: zweiflüglige T-90-1-Tür

Durchfahrt zum Weinlager: zweiflüglige Brandschutztür, Fabr. ....

Zwischen Brandabschnitt I und Brandabschnitt II bzw. zwischen Brandab-  
schnitt II und Brandabschnitt III sind Brandschutzschiebetore einge-  
baut.

#### **Ausführung von Kabeln und Rohrleitungsdurchführungen durch Brandwände (Brandschutzklappen)**

Durch die Brandwände und die feuerbeständigen Wände werden nur die unbe-  
dingt erforderlichen Kabel, Rohrleitungen und Kanäle geführt. Im Be-  
reich der Kanäle sind Brandschutzklappen der Firma Wideboer eingebaut.  
Die Durchführungen der Kabeltrassen sind nicht verschlossen. Es ist be-  
absichtigt, diese Öffnungen mit einem brandschutztechnischen zugelasse-  
nen Material zu verschließen.

#### **Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA)**

Der VbF-/Giftraum und der Brandabschnitt I verfügen über eine RWA. Die  
für die RWA zur Verfügung stehende Fläche überschreitet die in /L2.39/  
angegebenen Mindestflächen.

#### **Schutz der Nachbaranlagen und der -gebäude (Abstände, Aktionen der Feu- erwehr)**

Die Abstände zu den Nachbaranlagen und -gebäuden sind ausreichend bemes-  
sen, um die Aktionen der Feuerwehr nicht zu beeinträchtigen /L2.23/.  
Durch betriebliche Anweisungen wird geregelt, daß der Bereich um das La-  
ger sofort geräumt werden kann. Außerdem dürfen im Außenbereich des Ge-  
bäudes direkt neben dem Gebäude keine brennbaren Produkte gelagert wer-  
den.

Die beschriebenen baulichen Brandschutzmaßnahmen reichen aus, um auch  
ohne weitere Brandbekämpfungsmaßnahmen ein Übergreifen des Feuers für  
eine Zeit von 90 Minuten auf einen benachbarten Brandabschnitt wirksam  
zu verhindern.

### **8.2.2.2 Dimensionierung von Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen**

Im Anhang I der TRGS 514 /L2.30/ wird ein Brandschutzkonzept dargelegt,  
das dem Schutz der Gewässer vor kontaminiertem Löschwasser dient. Es  
nennt hierzu Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes in Abhängigkeit  
von der Lagermenge und führt Richtwerte für die Löschwasser-Rückhaltevo-  
lumina in Abhängigkeit von den Kombinationen an Branderkennungs- und  
Brandbekämpfungsmaßnahmen auf.

Die Anforderungen dieses Brandschutzkonzeptes beziehen sich auf das La-  
gern sehr giftiger und giftiger Stoffe in Verpackungen und ortsbewegli-  
chen Behältern.

Die Anforderungen dieses Brandschutzkonzeptes richten sich jeweils nach  
der gesamten Lagerkapazität (zulässige Lagermenge) des Lagerabschnit-  
tes. Als Lagerabschnitt gilt der Teil des Lagers, der von anderen Räu-  
men mindestens durch feuerbeständige Wände und gegebenenfalls Decken ab-

getrennt ist.

Bezogen auf das Pflanzenschutzmittellager ergeben sich folgende Randbedingungen:

Löschwasserversorgung: L 3, d.h. Wasserfluß 3200 l/min

Brandbekämpfung : F 2, d.h. Feuerwehr beginnt innerhalb von 15 min nach Alarmierung mit der Brandbekämpfung

Branderkennung und

Meldung : B 2, d.h. Automatische Brandmeldung mit Durchschaltung zur Feuerwehr

Diese Daten führen zu der Brandstufe 5 mit der Maßgabe, 1 m<sup>3</sup> Löschwasser pro Tonne Lagerkapazität zurückzuhalten.

Aufgrund der Absenkung des Bodens stehen im VbF-/Giftraum ca. 7 m<sup>3</sup> für die Löschwasser-Rückhaltung zur Verfügung. Sollte mehr Löschwasser anfallen, wird dies in dem benachbarten Brandabschnitt I und in dem befestigten Außenbereich zurückgehalten.

Im Brandabschnitt I beträgt das Auffangvolumen aufgrund der Türschwellen ca. 110 m<sup>3</sup> bei einer maximalen Lagerkapazität von max. 365 Mg; der Auffangraum in Brandabschnitt II hat ein Volumen von ca. 60 m<sup>3</sup> (Lagerinhalt max. 104 Mg).

Weitere Rückhaltekapazitäten sind auf der geteerten Fläche um das Gebäude vorhanden; die Regenwassergullys können dabei mit Blasen abgedichtet werden (siehe 4.3.1).

### 8.3 Maßnahmen zur Schadensbegrenzung bei Explosionen

Es sind keine Maßnahmen vorhanden, die die Auswirkungen von Explosionen im Lagergebäude begrenzen könnten (z.B. Druckentlastungseinrichtungen)

### 8.4 Organisatorische Schutzvorkehrungen und betriebliche Alarm und Gefahrenpläne

#### Ärztliche Betreuung, Erste Hilfe-Organisation und Rettungsdienste

Der Betrieb hat die Ausbildung von Ersthelfern veranlaßt und hält für die Erstversorgung von Verletzten ausreichende Erste-Hilfe-Einrichtungen bereit.

Dazu gehören auch Reinigungsmöglichkeiten nach Kontakt mit gesundheitsgefährdenden und giftigen Stoffen. Die geforderte Mindestausrüstung, Verbandskästen, Augenspülflaschen und Duschen sind vorhanden. Persönliche Schutzmittel, Arbeitskleidung und persönliche Schutzausrüstung werden bereitgestellt und gesondert aufbewahrt.

Verunreinigte Arbeitskleidung, z.B. durch Pflanzenschutzmittel, wird vom Arbeitgeber fachgerecht gereinigt oder, wenn erforderlich, vernichtet und ersetzt.

#### Flucht- und Rettungswege

Die Flucht- und Rettungswege werden entsprechend /L2.10/ gekennzeichnet und sind mit einer Notbeleuchtung versehen (siehe auch 2.1.5).

#### Betrieblicher Alarm- und Gefahrenabwehrplan

Ein betrieblicher Alarm- und Gefahrenabwehrplan ist erstellt. Der Plan wurde mit den zuständigen Behörden abgestimmt. Die zur Gefahrenabwehr bei Bränden erforderlichen vorbeugenden Maßnahmen wurden mit den zuständigen Dienststellen für den Brandschutz abgesprochen. Die Absprachen sind in die Einsatzpläne umgesetzt, die allen beteiligten Stellen zur Verfügung stehen und auf dem aktuellen Stand gehalten werden. Die Einsatzpläne weisen auf die besonderen Maßnahmen hin, die bei der Brandbekämpfung im Pflanzenschutzmittellager zu beachten sind. Diese Maßnahmen sind:

- Schließen der Gullys,
- Vorgehen der Feuerwehr mit schwerem Atemschutz,
- Alarmierung von Personen innerhalb und außerhalb des Lagers,
- Alarmierung der Lagerleitung bzw. ihrer Vertreter.

Das Ansprechen der automatischen Brandmeldeanlage löst im Lagerbetrieb und bei der Feuerwehr Alarm aus. Innerhalb des Lagerbetriebes wird der Alarm weitergegeben.

#### **Einsatzpläne für die Feuerwehr**

Die Einsatzpläne dienen der Feuerwehr der raschen Orientierung im Lager und der Festlegung der taktischen Maßnahmen bei der Brandbekämpfung.

Sie enthalten folgende Angaben:

- Anschrift des Objekts
- Art der Nutzung
- Anzahl/Beschreibung des Gebäudes
- Lage der feuerbeständigen Wände und der Brandwände
- Lage der Zugänge
- Bedienstellen von Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen
- Standort der Feuerlöscher und Wandhydranten
- Angaben über Art und Menge der in den einzelnen Lagerabschnitten vorhandenen feuergefährlichen Stoffe und Giftstoffe
- Lage der Löschwasserentnahmestellen, z.B. Hydranten

#### **Zugang zum Lager außerhalb der Betriebszeiten**

In der Südostecke der Lagerhalle ist ein Feuerwehrschränkkasten installiert. In ihm werden die Schlüssel zum Lager aufbewahrt. Der Zugang in das Lager ist der Feuerwehr jederzeit möglich.

#### **Lagerlisten**

Der Bestand der im Lager befindlichen Güter wird EDV-mäßig geführt und verwaltet. Bei Bedarf wird der Einsatzleitung zur Unterrichtung eine Fassung der Lagerlisten (Aufstellung, welche Art von Stoffen und welche Menge sich in den einzelnen Brandabschnitten befinden) übergeben. Die Lagerlisten werden auf einem aktuellen Stand gehalten.

#### **Alarmierung von Personen innerhalb und außerhalb des Lagers**

Die Alarmierung der Feuerwehr erfolgt automatisch über die Brandmeldezentrale. Das anwesende Betriebspersonal wird ebenfalls alarmiert. Zur weiteren Unterrichtung der zuständigen Stellen steht eine Nebenstel-

lenanlage mit einer ausreichenden Zahl amtsberechtigter Telefone zur Verfügung.

Eine eventuelle Alarmierung der Bevölkerung erfolgt durch die Einsatzleitung der Feuerwehr:

- Aufforderung zum Schließen von Fenstern und Türen
- Abstellen von Klimaanlage
- ggf. können von der Einsatzleitung der Feuerwehr Maßnahmen zur Evakuierung der Bevölkerung eingeleitet werden

#### **Benennung, Ausbildung und Einweisung von betrieblichen Kräften zur Bekämpfung von Gefahren.**

Das Lagerpersonal wird nach der Unfallverhütungsvorschrift UVV, VbF und Gefahrstoffverordnung in regelmäßigen Zeitabständen (zweimal pro Jahr) über die auftretenden Gefahren sowie über Maßnahmen zur Gefahrenabwehr unterrichtet. Dies geschieht in einer Betriebsunterweisung, in der die den Betrieb betreffenden gesetzlichen Vorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Betriebsanweisungen, Alarmpläne und der sichere Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen erläutert wird.

Die theoretischen Unterweisungen werden für die im Lagerbereich Beschäftigten durch die Einweisung in die vorhandenen Brandschutzeinrichtungen ergänzt.

Die Teilnehmer an den Betriebsunterweisungen bestätigen dies durch ihre Unterschrift.

Die Geschäftsleitung hat die für das Lager verantwortlichen Personen benannt.

#### **Regeln für das Verhalten der Beschäftigten im Gefahrenfall**

Die ..... hat die zutreffenden Vorschriften aus den gesetzlichen Verordnungen in einer leicht verständlichen Betriebsanweisung dargestellt (die Überarbeitung der Betriebsanweisungen entsprechend den Vorgaben der TRGS 555 /L2.48/ wird z.Zt. durchgeführt). Die Betriebsanweisung ist im Betrieb veröffentlicht; auf sie wird bei den Betriebsunterweisungen eingegangen. Neben den Vorschriften

der VbF, Gefahrstoffverordnung und der Verordnung über Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe (VAWS) werden auch berücksichtigt:

- Unfallverhütungsvorschriften
- Angaben zu Betriebs- und Arbeitsabläufen
- Hinweis auf anlagen- und produktspezifische Gefahren
- Hinweise auf Sicherheitseinrichtungen
- Maßnahmen bei Betriebsstörungen

In den Betriebsanweisungen wird auf

- die Handhabung, Bedienung und Wartung von Lagereinrichtungen, z.B. Flurfördergeräte
- Brandverhütungsmaßnahmen, z.B. Hinweis auf das Rauchverbot, auf das Verbot des Umgangs mit offenem Feuer, Sicherheitsmaßnahmen bei Arbeiten mit erhöhten Zündgefahren, Lageranweisungen für Produkte
- Feuerlöscheinrichtungen und Rettungswesen, z.B. Standort der Feuerlöcher und Wandhydranten
- den Gebrauch der persönlichen Schutzkleidung
- Gewässerschutzmaßnahmen, z.B. Schließen der Gullys
- die Beseitigung ausgelaufener Produkte, z.B. Aufsaugen von Flüssigkeiten mit Absorptionsmitteln und die ordnungsgemäße Entsorgung des angefallenen Materials
- die Regelung der innerbetrieblichen Verantwortlichkeit im Gefahrenfall eingegangen.

**Benennung einer im Gefahrenfall verantwortlichen Person.**

Gemäß §5, Abs. 2 der Störfall-Verordnung hat der Betreiber eine Person oder Stelle mit der Begrenzung der Auswirkung von Störfällen zu beauftragen und diese der zuständigen Behörde zu benennen. Die Fa.

..... in ..... benennt für das Lager in .....

.....weg ...:

.....

**Information der Behörden**

Gemäß §5, Abs. 3 der Störfall-Verordnung informiert der Betreiber bei einem Störfall die für die Gefahrenabwehr zuständigen Behörden und Ein-

satzkräfte. Er trägt dafür Sorge, daß die zuständigen Behörden - Bauordnungsamt der Stadt ....., Berufsfeuerwehr der Stadt ....., Gesundheitsamt der Stadt ....., Wasserwirtschaftsamt der Stadt ..... - unverzüglich informiert sowie umfassend und sachkundig beraten werden.

**9. Ergänzende Anforderungen**

**9.1 Prüfung, Überwachung und Wartung der Sicherheitseinrichtungen**

**9.1.1 Prüfungen bei der Errichtung**

Bei der Errichtung wurden von den beauftragten Fachfirmen die einschlägigen Vorschriften beachtet. Entsprechende Errichtungsbescheinigungen liegen u.a. für die Blitzschutzanlage, die ex-geschützte Einrichtung im VbF-/Giftraum und die Brandmeldeanlage vor.

**9.1.2 Wiederkehrende Prüfung, Überwachung und Wartung beim Betrieb**

Die Überwachung des Lagerbetriebes obliegt dem Gewerbeaufsichtsamt. Die Sicherheitseinrichtungen des Lagers, wie z. B. Gefahrenmelde- und Brandbekämpfungsanlagen, Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen, Blitzschutzanlagen und elektrische Einrichtungen werden regelmäßig gewartet und in vorgeschriebenen Zeitabständen auf ihre ordnungsgemäße Funktion und ihren Zustand geprüft. Mit der Prüfung werden Fachbetriebe bzw. Sachverständige beauftragt. Die richtige Funktion der Sicherheitseinrichtung wird in einem Prüfprotokoll bescheinigt.

**9.2 Schutz des Lagerpersonals**

**9.2.1 Organisatorische Maßnahmen**

In dem Lager sind Betriebsanweisungen für Gefahrstofflager der Fa. .... ausgehängt, die eine Reihe von Anweisungen enthalten, die unmittelbar dem Schutz des Lagerpersonals dienen (siehe auch 8.4):  
- der Zugang zum Lager ist Unbefugten nicht gestattet

- im Gefahrstofflager ist Essen, Trinken, Rauchen, Feuer und offenes Licht verboten
- Gefahrstoffe dürfen nicht in unmittelbarer Nähe von Nahrungsmitteln, Arzneimitteln, Futtermitteln einschließlich Zusatzstoffen und Genussmitteln aufbewahrt werden
- Feuer und Heißenarbeiten dürfen nur von einem Sachkundigen oder unter ständiger Aufsicht eines Sachkundigen nach vorheriger schriftlicher Erlaubnis des Arbeitgebers durchgeführt werden
- Gefahrstoffe dürfen nicht gelagert werden
  - in Durchgängen und Durchfahrten
  - in Treppenhäusern
  - in allgemein zugänglichen Fluren
  - auf Dächern und Zwischendecken von Büroräumen
  - in Arbeitsräumen
- Flucht- und Rettungswege sowie Feuerwehrezufahrten und Hydranten sind freizuhalten

Weiterhin sind Anweisungen zum Verhalten bei Bränden und bei Auslaufen von Produkten sowie zur Ersten Hilfe enthalten.

Zusätzlich sind in allgemeinen Arbeitsanweisungen für Gabelstaplerfahrer Regelungen getroffen:

- Das Fahren der Gabelstapler ist ohne Auftrag der Betriebsleitung strengstens untersagt.
- Das Mitfahren auf den Geräten ist nicht gestattet.
- Der Auftrag zum Führen der Stapler erfolgt durch die Betriebsleitung und zwar in der Regel durch Aushändigung eines Fahrausweises und gilt grundsätzlich nur für das Betriebsgelände.

Zweimal jährlich finden Betriebunterweisungen der Beschäftigten statt, deren Inhalt auch schriftlich festgehalten wird; die Mitarbeiter bestätigen die Teilnahme mit ihrer Unterschrift. In den Betriebsunterweisungen wird auf die oben genannten Punkte sowie auf die Kennzeichnung und Eigenschaften der verwendeten Stoffe näher eingegangen; weiterhin werden nähere Anweisungen zum Umgang mit Gefahrstoffen und Schutzmaßnahmen getroffen und erläutert.

In dem für jeden Mitarbeiter zugänglichen Alarmplan wird geregelt, welche Stellen und Personen in welcher Reihenfolge zu benachrichtigten sind.

### 9.2.2 Technische Maßnahmen

Im VbF-/Giftraum ist eine technische Lüftung vorhanden. Die Fluchtwege sind gekennzeichnet und werden freigehalten.

### 9.2.3 Schutzausrüstung und betriebliche Schutzeinrichtungen

Neben den Türen und in den einzelnen Lagerabschnitten sind Feuerlöscher und Verbandkästen (mit Augenspülflaschen) angebracht. Wasch- und Duschgelegenheiten befinden sich im mittleren Bereich des Lagers.

Jeder Mitarbeiter erhält eine persönliche Schutzausrüstung (Arbeitskleidung, Handschuhe aus beständigem Material, Schutzschuhe, Atemschutzgerät).

## 10. Angaben über Störfallauswirkungen

### 10.1 Brandszenarien und Berechnungsmethoden

Für das Pflanzenschutzmittellager ist ein Brand der wahrscheinlichste und bezogen auf mögliche Auswirkungen der größte Störfall. Für alle anderen angenommenen Gefahrenquellen wurde dargelegt, daß eine Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs aufgrund der getroffenen Maßnahmen so beherrscht werden kann, daß ein Störfall nicht eintreten kann.

Für das Pflanzenschutzmittellager wurden daher Betrachtungen über die Auswirkungen von fünf möglichen Brandszenarien vorgenommen:

- Fall 1: Brand < 6 MW:

Ausgehend von einem Kleinbrand, der nach einer gewissen Zeit von den Branderkennungsanlagen festgestellt und der zuständigen Feuerwehr gemeldet wird, kann sich der Brand bis zum Beginn des Löscheinsatzes durch die Feuerwehr deutlich ausweiten, da keine automatischen Löschanlagen vorhanden sind und außerhalb der Betriebszeiten auch keine erste Brandbekämpfung durch das Personal vorgenommen werden kann.

Dabei kann der Brand eine Größe erreichen, die einer thermischen Leistung von knapp unter 6 MW entspricht. Diese Brandgröße ist nicht durch eine größere Wahrscheinlichkeit ausgezeichnet, sondern stellt aus folgenden Gründen den ungünstigsten Fall für Brände dieser Größenordnung dar und wird daher für die Ausbreitungsbetrachtungen herangezogen:

Bei einem Brand, bei dem der angenommene Wärmestrom der freigesetzten Brandgase knapp unter 6 MW liegt ist, werden für die Umgebung die höchsten Immissionskonzentrationen errechnet. Dies ist darauf zurückzuführen, daß einerseits bei der Ausbreitungsberechnung keine thermische Überhöhung berücksichtigt werden kann (d.h. bodennahe Ausbreitung) und andererseits die Schadstoffkonzentrationen im Brandgas aufgrund der unvollständigeren Verbrennung deutlich höher als bei Vollbränden anzusetzen sind. Bei dem entstehenden Rauchgasvolumen ist der Rückhalteeffekt durch das vorhandene Lagerraumvolumen vernachlässigbar.

Abhängig vom Löscherfolg der Feuerwehr werden zwei Fälle unterschieden:

Fall 1a: Der Feuerwehr gelingt es, den Brand rasch zu löschen.

Fall 1b: Die Feuerwehr hat Schwierigkeiten bei der Brandbekämpfung; die Größe des Brandes bleibt einige Zeit nahezu gleich (d.h. bei einer Größe, die einer thermischen Leistung von knapp unter 6 MW entspricht). Der weitere Verlauf des Brandes wurde bei den Berechnungen nicht mehr berücksichtigt.

Die Berechnungen für einen solchen angenommenen Brand sind für jeden der Brandabschnitte I, II bzw. für den Vbf-/Giftraum gültig.

- Fälle 2 - 4: Vollbrände in den Brandabschnitten I, II und im Vbf-/Giftraum:

Trifft die Feuerwehr nicht rechtzeitig ein oder ist es ihr nicht möglich, den Brand unter Kontrolle zu bringen, so kann sich der Brand nach einem flash-over bis zum Vollbrand ausweiten.

Ein solcher unterstellter Vollbrand entwickelt sich immer aus einem Kleinbrand und einem Brand < 6 MW; daher können in der Anfangsphase eines Vollbrands zeitweise auch immer die für den Fall I (Brand < 6 MW) berechneten Immissionskonzentrationen in der Umgebung auftreten.

- Fall 5: Brand im Brandabschnitt III (Düngemittellager):

Für den Brandabschnitt III wurde aufgrund der geringeren Brandlasten (hauptsächlich Verpackungsmaterial und Paletten) und der Nichtbrennbarkeit der gelagerten Düngemittel (Düngemittel der Klasse C wirken zwar brandfördernd, können aber einen Brand nicht unterhalten) kein größerer Brand unterstellt.

Speziell für die Ausbreitung störfallbedingter Freisetzung wurde die VDI-Richtlinie 3783 geschaffen. Dabei ist zunächst nach Blatt 2, das zur Zeit als Entwurf vorliegt, zu prüfen, ob für den Nahbereich ein Schwergaseffekt berücksichtigt werden muß.

Dies ist hier bei allen fünf unterstellten Bränden nicht der Fall ( $\rho_{\text{Rauchgas}} < \rho_{\text{UmgebungsLuft}}$ ); daher werden die ortsabhängigen Immissionskonzentrationen gemäß Blatt 1 berechnet. Dabei wird eine mittlere Ausbreitungssituation mit einer Windgeschwindigkeit von 3 m/s und eine ungünstigste Ausbreitungssituation mit einer Sperrschicht in niedriger Höhe und 1 m/s als ungünstigste Windgeschwindigkeit berücksichtigt. Die Gültigkeit der Ergebnisse nach VDI 3783, Blatt 1, ist auf Entfernungen größer 100 m vom Quellort eingeschränkt.

Für die drei Vollbrände (Fälle 2-4) wurden aufgrund der abgeschätzten Rauchgastemperaturen die Berechnungen nach VDI 3783, Blatt 1, mit Berücksichtigung einer thermischen Überhöhung durchgeführt. Diese Überhöhung hängt neben der Temperatur auch von der Temperaturschichtung (labil, neutral, stabil) ab.



Wenn, wie bei den angenommenen Fällen 1 (Brand < 6 MW) und 5 (Brand im Düngemittelager), der Wärmestrom der freigesetzten Brandgase unter 6 MW liegt, kann nach VDI-Richtlinie 3783, Blatt 1, keine Überhöhung berücksichtigt werden.

Alle Ausbreitungsrechnungen wurden immer für den gesamten Rauchgasstrom durchgeführt. Gemäß dem zugrundeliegenden Ausbreitungsmodell sind die errechneten Aufpunktkonzentrationen für die einzelnen Stoffe bei gleichen Ausbreitungsbedingungen (an der Quelle und in der Umgebung) streng proportional dem Emissionsmassenstrom dieses Stoffes, bzw. hier proportional der Massenkonzentration des zu betrachtenden Stoffes im emittierten Strom, da ja alle Stoffe mit diesem Volumenstrom an der Quelle in die Umgebung gelangen.

Deshalb können für die Umrechnung die folgenden Tabellen mit den sog. Verdünnungsfaktoren verwendet werden. Der Verdünnungsfaktor gibt dabei das Verhältnis der (Massen-)Konzentration am Aufpunkt zur (Massen-)Konzentration im emittierten Quellstrom für alle Stoffe gültig an. Werden dabei die Massenkonzentrationen im Quellstrom auf Umgebungsbedingungen umgerechnet, so können mit den so definierten Verdünnungsfaktoren neben Massenkonzentrationen auch Volumenanteile einheitlich berechnet werden.

Die in 3.1.2 abgeschätzten Konzentrationen der einzelnen Schadstoffe in den jeweiligen m<sup>3</sup> Rauchgas (8 m<sup>3</sup> je kg verbrannter Masse) wurden als Ausgangskonzentrationen für die Verrechnung mit den oben beschriebenen Verdünnungsfaktoren angesetzt.

Für den Fall 1 (Brand < 6 MW) wurden in 3.1.2 folgende Schadstoff-Konzentrationen abgeschätzt:

Halogenwasserstoffe	29000 ppm
Schwefeloxide	22000 ppm
Stickoxide	3000 ppm
Cyanwasserstoff	1000 ppm
Isocyanate	340 ppm <sup>1)</sup>
Unzeretzte Wirkstoffe	3,8 g/m <sup>3</sup>
Dioxine als 2,3,7,8-TCDD-Äquivalente	13 g/m <sup>3</sup>
Anorg. P als H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	3,9 g/m <sup>3</sup>

Die Abschätzungen ergaben für Vollbrände (Fälle 2,3 und 4) folgende Konzentrationen:

Halogenwasserstoffe	7000 ppm
Schwefeloxide	2600 ppm
Stickoxide	1000 ppm
Cyanwasserstoff	30 ppm
Isocyanate	5,6 ppm <sup>1)</sup>
Unzeretzte Wirkstoffe	1,1 g/m <sup>3</sup>
Dioxine als 2,3,7,8-TCDD-Äquivalente	1,3 g/m <sup>3</sup>
Anorg. P als H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0,4 g/m <sup>3</sup>

<sup>1)</sup> Ohne Berücksichtigung eventueller Reaktionen mit anderen Brandgaskomponenten

In Fall 5 (Brand im Düngemittelager) wurde nur die Entstehung von Stickoxiden betrachtet. Die Quellkonzentration wurde in 3.1.2.7 zu 1200 ppm abgeschätzt.

Die Berechnung der Immissionskonzentrationen wurde in allen fünf Brand- und Ausbreitungsmodellen in gleicher Weise vorgenommen.

Die berechneten und in den Tabellen aufgeführten Immissionskonzentrationen sind Maximalkonzentrationen, die nur zeitweise auftreten. Die Gesamtdauer der Schadstoffeinwirkung entspricht ungefähr der Dauer der Schadstofffreisetzung.

## 10.2 Ausbreitung von Brandgasen

### 10.2.1 Brand < 6 MW

Dieser Brandfall wird in zwei unterschiedliche Szenarien aufgeteilt:

- Brand mit raschem Löscherfolg (Fall 1a)
- Brand mit Schwierigkeiten bei der Brandbekämpfung (Fall 1b)

#### Fall 1a: Rascher Löscherfolg der Feuerwehr

Bis zum Eintreffen der Feuerwehr wird angenommen, daß sich in jeweils zwei Minuten die Abbrandrate und damit der Emissionsmassenstrom verdoppelt bis eine Abbrandrate von 1,5 kg/s erreicht ist.

Wegen des raschen Löscherfolgs der Feuerwehr wird der maximale Emissionsmassenstrom nur für eine Zeit von 3 Minuten angenommen. Für weitere 3 Minuten reduziert sich der Emissionsmassenstrom auf 2/3 des Maximums. Danach klingt der Brand in 6 Minuten mit 1/3 des maximalen Emissionsmassenstroms aus.

Bei einem Rauchgasvolumen von 8 m<sup>3</sup> pro kg brennbarem Material resultiert ein maximaler Volumenstrom von 12 m<sup>3</sup>/s. Der maximale Massenstrom beträgt bei einer Dichte des Rauchgases von 1,34 kg/m<sup>3</sup> 16,1 kg/s.

Für die Berechnung nach VDI 3783, Blatt 1 werden als weitere Parameter verwendet:

Rauhigkeitsklasse (z0 = 0,5)	3
mittlere Bebauungshöhe	10 m
Quelldimensionen	Punktquelle
Quellhöhe	4 m

Folgende Massenströme wurden eingesetzt:

	Zeit [Minute]	Massenstrom [kg/s]	Volumenstrom [m <sup>3</sup> /s]
Phase 1	1. - 2.	0,021	0,016
Phase 2	3. - 4.	0,086	0,064
Phase 3	5. - 6.	0,343	0,256
Phase 4	7. - 8.	1,372	1,024
Phase 5	9. -10.	5,489	4,096
Phase 6	11. -13.	16,080	12,000
Phase 7	14. -16.	10,720	8,000
Phase 8	17. -22.	5,360	4,000

Die maximale Abbrandrate von 1 kg/s brennbarem Material führt mit einem mittlerem Heizwert von 15 000 kJ/kg zu einer Wärmeemission von ca. 23,2 MW. Geht man von einem Wärmeverlust von 75 % durch Aufheizung der Umgebung und Verdampfung von Löschwasser aus, so resultiert daraus eine Wärmeemission von 5,8 MW. Dies bedeutet, daß für die Ausbreitungsrechnung nach VDI 3783 keine thermische Überhöhung der Brandgasfahne berücksichtigt werden darf.

### Zusammenstellung der Ergebnisse:

Entfernung [m] Aufpunkthöhe 1 m	Verdünnungsgrad	
	mittlere Ausbreitungssituation	ungünstigste
Quelle	1	1
100	2,8*10 <sup>-3</sup>	1,7*10 <sup>-2</sup>
150	1,4*10 <sup>-3</sup>	1,1*10 <sup>-2</sup>
200	8,3*10 <sup>-4</sup>	8,3*10 <sup>-3</sup>
300	4,1*10 <sup>-4</sup>	5,9*10 <sup>-3</sup>
400	2,5*10 <sup>-4</sup>	4,6*10 <sup>-3</sup>
500	1,7*10 <sup>-4</sup>	3,8*10 <sup>-3</sup>
600	1,2*10 <sup>-4</sup>	3,2*10 <sup>-3</sup>
700	8,9*10 <sup>-5</sup>	2,7*10 <sup>-3</sup>
800	6,9*10 <sup>-5</sup>	2,4*10 <sup>-3</sup>
900	5,5*10 <sup>-5</sup>	2,1*10 <sup>-3</sup>
1000	4,4*10 <sup>-5</sup>	1,9*10 <sup>-3</sup>

Unter Berücksichtigung dieser Verdünnungsfaktoren sowie der in 3.1.2 abgeschätzten Rauchgaskonzentrationen errechnen sich die in der Tabelle 10.2.1.a dargestellten Konzentrationen der entstehenden Stoffe in Abhängigkeit von der Entfernung. Die Immissionskonzentrationen für die mittlere Ausbreitungssituation lassen sich in gleicher Weise durch Multiplikation der Verdünnungsfaktoren mit den abgeschätzten Quellkonzentrationen errechnen.

LIS-Berichte Nr. 99 (1992)

Tabelle 10.2.1.a

Ergebnis der Ausbreitungsrechnung:

Brand < 6 MW (Fall 1a)

Konzentrationen der Einzelstoffe in Abhängigkeit der Entfernung vom Brandort  
Ungünstigste Ausbreitungssituation

Entfernung	Verd.-faktor	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)
Quelle	1	20000	22000	3000	1000	340	3800	13000	39000
100	1,7E-02	500	380	52	17	5,9	64	230	68
150	1,1E-02	310	240	32	11	3,7	41	140	42
200	8,3E-03	240	180	25	8,3	2,8	32	108	32
300	5,9E-03	170	130	18	5,9	2,0	22	77	23
400	4,6E-03	130	100	14	4,6	1,6	18	60	18
500	3,8E-03	110	83	11	3,8	1,3	14	49	15
600	3,2E-03	93	70	9,6	3,2	1,1	12	41	12
700	2,7E-03	79	60	8,2	2,7	0,93	10	36	10
800	2,4E-03	70	53	7,2	2,4	0,82	9,1	31	9,4
900	2,1E-03	62	47	6,4	2,1	0,72	8,1	28	8,3
1000	1,9E-03	54	42	5,8	1,9	0,65	7,3	25	7,5

1) Kohlenwasserstoffe in ppm

2) Schwermetalle in ppm

3) Stickoxide in ppm

4) Cyanwasserstoff in ppm

5) Isocyanate in ppm

6) Umgesetzte Wirkstoffe in mg/m<sup>3</sup>

7) Dioxine als 2,3,7,8-TCDF-Aquivalente in ng/m<sup>3</sup>

8) Anorg. P als H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> in mg/m<sup>3</sup>

Fall 1b: Erhebliche Schwierigkeiten bei der Brandbekämpfung

Der Unterschied zum Fall 1a liegt darin, daß bei diesem Brandfall die maximale Abbrandrate bis von der 11. bis zur 22. Minute anhält, da es nicht gelingt, den Brand in kurzer Zeit unter Kontrolle zu bringen.

Die Eingabedaten für die Ausbreitungsrechnung entsprechen denen aus Fall 1a, wobei abweichend davon folgende Emissionsraten verwendet werden:

	Zeit [Minute]	Massenstrom [kg/s]	Volumenstrom [m <sup>3</sup> /s]
Phase 1	1. - 2.	0,021	0,016
Phase 2	3. - 4.	0,086	0,064
Phase 3	5. - 6.	0,343	0,256
Phase 4	7. - 8.	1,372	1,024
Phase 5	9. - 10.	5,489	4,096
Phase 6	11. - 22.	16,080	12,000

Zusammenstellung der Ergebnisse:

Entfernung [m]	Verdünnungsgrad	
	mittlere Ausbreitungssituation	ungünstigste Ausbreitungssituation
Aufpunkthöhe 1 m		
Quelle	1	1
100	2,8*10 <sup>-3</sup>	1,7*10 <sup>-2</sup>
150	1,4*10 <sup>-3</sup>	1,1*10 <sup>-2</sup>
200	8,4*10 <sup>-4</sup>	8,3*10 <sup>-3</sup>
300	4,1*10 <sup>-4</sup>	6,0*10 <sup>-3</sup>
400	2,5*10 <sup>-4</sup>	4,8*10 <sup>-3</sup>
500	1,7*10 <sup>-4</sup>	4,1*10 <sup>-3</sup>
600	1,2*10 <sup>-4</sup>	3,5*10 <sup>-3</sup>
700	9,4*10 <sup>-5</sup>	3,1*10 <sup>-3</sup>
800	7,5*10 <sup>-5</sup>	2,8*10 <sup>-3</sup>
900	6,1*10 <sup>-5</sup>	2,6*10 <sup>-3</sup>
1000	5,1*10 <sup>-5</sup>	2,4*10 <sup>-3</sup>

Unter Berücksichtigung dieser Verdünnungsfaktoren sowie der in 3.1.2 abgeschätzten Rauchgaskonzentrationen errechnen sich die in der Tabelle 10.2.1.b dargestellten Konzentrationen der entstehenden Stoffe in Abhängigkeit von der Entfernung. Die Immissionskonzentrationen für die mittlere Ausbreitungssituation lassen sich in gleicher Weise durch Multiplikation der Verdünnungsfaktoren mit den abgeschätzten Quellkonzentrationen errechnen.

Tabelle 10.2.1.1.b

Ergebnis der Ausbreitungsrechnung:  
Brand < 6 MW (Fall 1b)  
Konzentrationen der Einzelstoffe in Abhängigkeit der Entfernung vom Brandort  
Ungünstigste Ausbreitungssituation

Entfernung	Verd.-faktor	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)
Quelle	1	29000	22000	3000	1000	340	3600	13000	3900
100	1,7E-02	500	300	52	17	5,9	66	230	68
150	1,1E-02	310	240	32	11	3,7	41	160	42
200	8,3E-03	240	180	25	8,3	2,8	32	110	33
300	6,0E-03	180	130	18	6,0	2,1	23	78	24
400	4,8E-03	140	110	15	4,8	1,6	18	63	19
500	4,1E-03	120	89	12	4,1	1,4	15	53	16
600	3,5E-03	100	78	11	3,5	1,2	13	44	14
700	3,1E-03	91	69	9,4	3,1	1,1	12	41	12
800	2,8E-03	82	62	8,5	2,8	0,96	11	37	11
900	2,6E-03	75	57	7,7	2,6	0,87	9,8	33	10
1000	2,4E-03	69	52	7,1	2,4	0,81	9,0	31	9,2

- 1) Halogenwasserstoffe in ppm
- 2) Schwefeloxide in ppm
- 3) Stickoxide in ppm
- 4) Cyanwasserstoff in ppm
- 5) Isocyanate in ppm
- 6) Unersetzte Mikrostoffe in mg/m<sup>3</sup>
- 7) Dioxine als 2,3,7,8-TCDF-Aquivalente in ng/m<sup>3</sup>
- 8) Acorb.-P als Hg PO<sub>4</sub> in mg/m<sup>3</sup>

10.2.2 Vollbrand in Brandabschnitt I (Pflanzenschutzmittellager)

Da die Dachkonstruktion teilweise aus brennbaren Materialien besteht, ist bei einem größeren Brand damit zu rechnen, daß sich die Integrität des Daches rasch auflöst und ein nahezu unbeschränkter Zutritt von Luft-sauerstoff zum Brand möglich ist; dementsprechend ist während der Vollbrandphase auch mit hohen Abbrandraten zu rechnen.

Es wurde deshalb angenommen, daß 40 % (146 Mg) der maximal möglichen Lagermenge innerhalb von 30 Minuten verbrennen können. Daraus ergibt sich bei einem geschätzten Rauchgasvolumen von 8 m<sup>3</sup>/kg brennbaren Materials insgesamt ein Rauchgasvolumen (0 °C, 101325 Pa) von 116800 m<sup>3</sup>.

Bei einer Emissionsdauer von 30 Minuten und einer Dichte (0 °C, 101325 Pa) von 1,34 kg/m<sup>3</sup> (mit 7 Vol% CO<sub>2</sub>) ergeben sich der Volumenstrom des Rauchgases im Normzustand zu 649 m<sup>3</sup>/s und der Massenstrom zu 870 kg/s. Die Freisetzung der Rauchgase erfolgt über die Rauch- und Wärmeabzugsklappen (RWA) mit einer Fläche von insgesamt 8,64 m<sup>2</sup>.

Für die Berechnung der entfernungsabhängigen Konzentrationen in 1 m Höhe nach VDI-Richtlinie 3783, Blatt 1, werden als weitere Parameter verwendet:

Rauhigkeitsklasse (z0=0,5 m)	3
mittlere Bebauungshöhe	10 m
Quellhöhe	8 m
Emissionsdauer	1800 s
Quellstärke	870 kg/s
Rauchgastemperatur	800 °C

Durch die beim Brand vorherrschenden Rauchgastemperaturen von 800 °C ergibt sich eine Wärmeemission von 697 MW. Als Emissionsfläche (x=3 m, y=3 m) wird eine Punktquelle betrachtet, da die Abweichung zwischen einer Punkt- und einer Flächenquelle bei derartig großen Wärmeemissionen vernachlässigbar ist.

Zusammenstellung der Ergebnisse:

Entfernung [m] Aufpunkthöhe 1 m	Verdünnungsfaktor	
	mittlere Ausbreitungssituation	ungünstigste Ausbreitungssituation
Quelle	1	1
100	< 1+10 <sup>-6</sup>	2,0+10 <sup>-4</sup>
150	< 1+10 <sup>-6</sup>	2,6+10 <sup>-4</sup>
200	< 1+10 <sup>-6</sup>	2,9+10 <sup>-4</sup>
300	< 1+10 <sup>-6</sup>	2,8+10 <sup>-4</sup>
400	< 1+10 <sup>-6</sup>	2,5+10 <sup>-4</sup>
500	< 1+10 <sup>-6</sup>	2,1+10 <sup>-4</sup>
600	< 1+10 <sup>-6</sup>	1,8+10 <sup>-4</sup>
700	< 1+10 <sup>-6</sup>	1,6+10 <sup>-4</sup>
800	< 1+10 <sup>-6</sup>	1,4+10 <sup>-4</sup>
900	< 1+10 <sup>-6</sup>	1,4+10 <sup>-4</sup>
1000	< 1+10 <sup>-6</sup>	1,2+10 <sup>-4</sup>

Unter Berücksichtigung dieser Verdünnungsfaktoren sowie der in 3.1.2 abgeschätzten Rauchgaskonzentrationen errechnen sich die in Tabelle 10.2.2.a dargestellten Konzentrationen der entstehenden Stoffe in Abhängigkeit von der Entfernung. Die Immissionskonzentrationen für die mildere Ausbreitungssituation lassen sich in gleicher Weise durch Multiplikation der Verdünnungsfaktoren mit den abgeschätzten Quellkonzentrationen errechnen.

Tabelle 10.2.2.a

Ergebnis der Ausbreitungsrechnung:  
Vollbrand in Brandabschnitt I (Pflanzenschutzmittellager)  
Konzentrationen der Einzelstoffe in Abhängigkeit der Entfernung vom Brandort  
Ungünstigste Ausbreitungssituation

Entfernung	Verd.-Faktor	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)
Quelle	1	7000	2600	1000	30000	5600	1100	1300	400
100	2,0E-04	1,4	0,52	0,20	6,0	1,1	0,22	0,26	0,08
150	2,6E-04	1,8	0,67	0,26	7,7	1,4	0,28	0,33	0,10
200	2,9E-04	2,0	0,75	0,29	8,7	1,6	0,32	0,38	0,12
300	2,8E-04	2,0	0,73	0,28	8,4	1,6	0,31	0,37	0,11
400	2,5E-04	1,7	0,65	0,25	7,5	1,4	0,27	0,32	0,10
500	2,1E-04	1,5	0,54	0,21	6,3	1,2	0,23	0,27	0,08
600	1,8E-04	1,3	0,47	0,18	5,4	1,0	0,20	0,24	0,07
700	1,6E-04	1,1	0,42	0,16	4,8	0,90	0,18	0,21	0,06
800	1,4E-04	1,0	0,37	0,14	4,3	0,81	0,16	0,19	0,06
900	1,4E-04	0,96	0,36	0,14	4,1	0,77	0,15	0,18	0,05
1000	1,2E-04	0,87	0,32	0,12	3,7	0,69	0,14	0,16	0,05

- 1) Halogenwasserstoffe in ppm
- 2) Schwefeloxide in ppm
- 3) Stickoxide in ppm
- 4) Cyanwasserstoff in ppb
- 5) Isocyanate in ppb
- 6) Unzersetzte Wirkstoffe in mg/m<sup>3</sup>
- 7) Dioxine als 2,3,7,8-TCDD-Äquivalente in ng/m<sup>3</sup>
- 8) Anorg. P als H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> in mg/m<sup>3</sup>

### 10.2.3 Vollbrand in Brandabschnitt 11 (Pflanzenschutzmittellager)

Aufgrund der Annahme, daß 40 % (41,6 Mg) der maximal möglichen Lagermenge verbrennen, ergibt sich bei einem geschätzten Rauchgasvolumen von 8 m<sup>3</sup>/kg brennbarem Material insgesamt ein Rauchgasvolumen (0 °C, 101325 Pa) von 332800 m<sup>3</sup>.

Bei einer angenommenen Emissionsdauer von 30 Minuten und einer Dichte (0 °C, 101325 Pa) von 1,34 kg/m<sup>3</sup> (mit 7 Vol% CO<sub>2</sub>) ergeben sich der Volumenstrom des Rauchgases zu 185 m<sup>3</sup>/s und der Massenstrom zu 248 kg/s.

Für die Berechnung der entfernungsabhängigen Konzentrationen in 1 m Höhe nach VDI-Richtlinie 3783, Blatt 1, werden als weitere Parameter verwendet:

Rauhigkeitsklasse (z0=0,5 m)	3
mittlere Bebauungshöhe	10 m
Quellhöhe	8 m
Emissionsdauer	1800 s
Quellstärke	248 kg/s
Rauchgastemperatur	800 °C

Durch die beim Brand vorherrschenden Rauchgastemperaturen von 800 °C ergibt sich eine Wärmeemission von 199 MW.

### Zusammenstellung der Ergebnisse:

Entfernung [m] Aufpunkthöhe [m]	Verdünnungsfaktor	
	mittlere Ausbreitungssituation	ungünstigste
Quelle	]	]
100	< 1*10 <sup>-6</sup>	4,8*10 <sup>-4</sup>
150	< 1*10 <sup>-6</sup>	4,6*10 <sup>-4</sup>
200	< 1*10 <sup>-6</sup>	4,1*10 <sup>-4</sup>
300	< 1*10 <sup>-6</sup>	3,1*10 <sup>-4</sup>
400	< 1*10 <sup>-6</sup>	2,4*10 <sup>-4</sup>
500	< 1*10 <sup>-6</sup>	1,8*10 <sup>-4</sup>
600	< 1*10 <sup>-6</sup>	1,5*10 <sup>-4</sup>
700	< 1*10 <sup>-6</sup>	1,2*10 <sup>-4</sup>
800	< 1*10 <sup>-6</sup>	1,1*10 <sup>-4</sup>
900	< 1*10 <sup>-6</sup>	9,5*10 <sup>-5</sup>
1000	< 1*10 <sup>-6</sup>	8,5*10 <sup>-5</sup>

Unter Berücksichtigung dieser Verdünnungsfaktoren sowie der in 3.1.2 abgeschätzten Rauchgaskonzentrationen errechnen sich die in Tabelle 10.2.3.a dargestellten Konzentrationen der entstehenden Stoffe in Abhängigkeit von der Entfernung. Die Immissionskonzentrationen für die mittlere Ausbreitungssituation lassen sich in gleicher Weise durch Multiplikation der Verdünnungsfaktoren mit den abgeschätzten Quellkonzentrationen errechnen.

LIS-Berichte Nr. 99 (1992)

Tabelle 10.2.3.a

Ergebnis der Ausbreitungsrechnung:  
 Vollbrand in Brandabschnitt II (Pflanzenschutzmittellager)  
 Konzentrationen der Einzelstoffe in Abhängigkeit der Entfernung vom Brandort  
 Ungünstigste Ausbreitungssituation

Entfernung	Verd.-Faktor	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)
Quelle	1	7000	2600	1000	30000	5600	1100	1300	400
100	4,0E-04	3,4	1,25	0,48	14	2,7	0,53	0,62	0,19
150	4,6E-04	3,2	1,19	0,46	14	2,6	0,50	0,60	0,18
200	4,1E-04	2,9	1,07	0,41	12	2,3	0,45	0,54	0,16
300	3,1E-04	2,2	0,82	0,31	9,4	1,8	0,35	0,41	0,13
400	2,4E-04	1,7	0,62	0,24	7,1	1,3	0,26	0,31	0,09
500	1,8E-04	1,3	0,47	0,18	5,4	1,0	0,20	0,24	0,07
600	1,5E-04	1,0	0,39	0,15	4,5	0,83	0,16	0,19	0,06
700	1,2E-04	0,87	0,32	0,12	3,7	0,69	0,14	0,16	0,05
800	1,1E-04	0,76	0,28	0,11	3,2	0,60	0,12	0,14	0,04
900	9,5E-05	0,66	0,25	0,09	2,8	0,53	0,10	0,12	0,04
1000	8,5E-05	0,60	0,22	0,09	2,6	0,48	0,09	0,11	0,03

- 1) Halogenwasserstoffe in ppm
- 2) Schwefeloxyde in ppm
- 3) Stickoxyde in ppm
- 4) Cyanwasserstoff in ppm
- 5) Isocyanate in ppm
- 6) unersetzte Kohlenstoffe in mg/m<sup>3</sup>
- 7) Dioxine als 2,3,7,8-TCDF-Äquivalente in ng/m<sup>3</sup>
- 8) Anorg.-P als kg PO<sub>4</sub> in mg/m<sup>3</sup>

10.2.4 Vollbrand im VbF-/Giftraum

Aufgrund der Annahme, daß 40 % (14 Mg) der maximal möglichen Lagermenge verbrennen, ergibt sich bei einem geschätzten Rauchgasvolumen (0 °C, 101325 Pa) von 112000 m<sup>3</sup>. Bei einer angenommenen Brenndauer von 15 Minuten und einer Dichte (0 °C, 101325 Pa) von 1,34 kg/m<sup>3</sup> (mit 7 Vol% CO<sub>2</sub>) ergeben sich der Volumenstrom des Rauchgases zu 124 m<sup>3</sup>/s und der Massenstrom zu 167 kg/s. Die Freisetzungsfläche (RWA) beträgt 0,72 m<sup>2</sup>.

Für die Berechnung der entfernungsabhängigen Konzentrationen in 1 m Höhe nach VDI-Richtlinie 3783, Blatt 1, werden als weitere Parameter verwendet:

Rauhigkeitsklasse (z0=0,5 m)	3
mittlere Bebauungshöhe	10 m
Quellhöhe	B m
Emissionsdauer	900 s
Quellstärke	167 kg/s
Rauchgastemperatur	800 °C

Durch die beim Brand vorherrschenden Rauchgastemperaturen von 800 °C ergibt sich eine Wärmeemission von 134 MW.

Zusammenstellung der Ergebnisse:

Entfernung [m]	Verdünnungsfaktor	
	mittlere Ausbreitungssituation	ungünstigste Ausbreitungssituation
Aufpunkthöhe 1 m		
Quelle	1	1
100	< 1*10 <sup>-6</sup>	5,3*10 <sup>-4</sup>
150	< 1*10 <sup>-6</sup>	4,8*10 <sup>-4</sup>
200	< 1*10 <sup>-6</sup>	4,1*10 <sup>-4</sup>
300	< 1*10 <sup>-6</sup>	2,9*10 <sup>-4</sup>
400	< 1*10 <sup>-6</sup>	2,2*10 <sup>-4</sup>
500	< 1*10 <sup>-6</sup>	1,7*10 <sup>-4</sup>
600	< 1*10 <sup>-6</sup>	1,4*10 <sup>-4</sup>
700	< 1*10 <sup>-6</sup>	1,1*10 <sup>-4</sup>
800	< 1*10 <sup>-6</sup>	9,4*10 <sup>-5</sup>
900	< 1*10 <sup>-6</sup>	8,0*10 <sup>-5</sup>
1000	< 1*10 <sup>-6</sup>	7,0*10 <sup>-5</sup>

Unter Berücksichtigung dieser Verdünnungsfaktoren sowie der in 3.1.2 abgeschätzten Rauchgaskonzentrationen errechnen sich die in Tabelle 10.2.4.a dargestellten Konzentrationen der entstehenden Stoffe in Abhängigkeit von der Entfernung. Die Immissionskonzentrationen für die mittlere Ausbreitungssituation lassen sich in gleicher Weise durch Multiplikation der Verdünnungsfaktoren mit den abgeschätzten Quellkonzentrationen errechnen.

Tabelle 10.2.4.a

Ergebnis der Ausbreitungsrechnung:  
 Vollbrand im VbF-/Giftraum  
 Konzentrationen der Einzelstoffe in Abhängigkeit der Entfernung vom Brandort  
 Ungünstigste Ausbreitungssituation

Entfernung	Verd.-Faktor	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)
Quelle	1	7000	2600	1000	30000	5600	1100	1300	400
100	5,3E-04	3,7	1,4	0,53	16	3,0	0,58	0,69	0,21
150	4,8E-04	3,4	1,2	0,48	14	2,7	0,53	0,62	0,19
200	4,1E-04	2,9	1,1	0,41	12	2,3	0,45	0,54	0,16
300	2,9E-04	2,0	0,75	0,29	8,7	1,6	0,32	0,38	0,12
400	2,2E-04	1,5	0,56	0,22	6,5	1,2	0,24	0,28	0,09
500	1,7E-04	1,2	0,44	0,17	5,1	0,95	0,19	0,22	0,07
600	1,4E-04	0,96	0,36	0,14	4,1	0,77	0,15	0,18	0,05
700	1,1E-04	0,78	0,29	0,11	3,4	0,63	0,12	0,15	0,04
800	9,4E-05	0,66	0,24	0,09	2,8	0,53	0,10	0,12	0,04
900	8,0E-05	0,56	0,21	0,08	2,4	0,45	0,09	0,10	0,03
1000	7,0E-05	0,49	0,18	0,07	2,1	0,39	0,08	0,09	0,03

- 1) Halogenwasserstoffe in ppm
- 2) Schwefeloxide in ppm
- 3) Stickoxide in ppm
- 4) Cyanwasserstoff in ppb
- 5) Isocyanate in ppb
- 6) Unzeretzte Wirkstoffe in  $mg/m^3$
- 7) Dioxine als 2,3,7,8-TCDD-Äquivalente in  $ng/m^3$
- 8) Anorg. P. als  $H_3PO_4$  in  $mg/m^3$



### 10.2.5 Brand in Brandabschnitt III (Düngemittelager)

Es wurde ein Brand im Düngemittelager betrachtet, bei dem 500 kg der gelagerten Düngemittel (einschließlich Verpackung und Paletten) verbrannten. Damit ergibt sich bei einem geschätzten Rauchgasvolumen von 8 m<sup>3</sup> pro kg brennbaren Materials insgesamt ein Rauchgasvolumen unter Normalbedingungen (0 °C, 101325 Pa) von 4000 m<sup>3</sup>. Bei einer Emissionsdauer von 900 Sekunden und einer Dichte (0 °C, 101325 Pa) von 1,34 kg/m<sup>3</sup> (mit 7 Vol% CO<sub>2</sub>) ergeben sich der Volumenstrom zu 4,44 m<sup>3</sup>/s und der Massenstrom zu 5,96 kg/s.

Die Freisetzungsfläche beträgt 2 m<sup>2</sup>.

Durch die abgeschätzte Rauchtemperatur von 300 °C ergibt sich eine Wärmeemission von 1,75 MW beträgt.

Für die Berechnung der entfernungabhängigen Konzentrationen in 1 m Höhe nach VDI-Richtlinie 3783, Blatt 1, werden als weitere Parameter verwendet:

Rauhigkeitsklasse (z=0,5 m)	3
mittlere Bebauungshöhe	10 m
Quelldimensionen	x = 2 m
	y = 0 m
	z = 1 m
Quellhöhe	5 m
Emissionsdauer	900 s
Quellstärke	3 kg/(m <sup>2</sup> *s)
Rauchgastemperatur	300 °C

### Zusammenstellung der Ergebnisse:

Entfernung [m] Aufpunkthöhe 1 m	Verdünnungsfaktor	
	mittlere Ausbreitungssituation	ungünstigste Ausbreitungssituation
Quelle	1	1
100	1,1*10 <sup>-3</sup>	7,0*10 <sup>-3</sup>
150	5,7*10 <sup>-4</sup>	4,5*10 <sup>-3</sup>
200	3,5*10 <sup>-4</sup>	3,4*10 <sup>-3</sup>
300	1,7*10 <sup>-4</sup>	2,5*10 <sup>-3</sup>
400	1,0*10 <sup>-4</sup>	2,0*10 <sup>-3</sup>
500	7,2*10 <sup>-5</sup>	1,7*10 <sup>-3</sup>
600	5,1*10 <sup>-5</sup>	1,5*10 <sup>-3</sup>
700	4,0*10 <sup>-5</sup>	1,3*10 <sup>-3</sup>
800	3,1*10 <sup>-5</sup>	1,2*10 <sup>-3</sup>
900	2,6*10 <sup>-5</sup>	1,1*10 <sup>-3</sup>
1000	2,2*10 <sup>-5</sup>	1,0*10 <sup>-3</sup>

Unter Berücksichtigung dieser Verdünnungsfaktoren sowie der in 3.1.2 abgeschätzten Rauchgaskonzentrationen errechnen sich die in Tabelle 10.2.5.a dargestellten Konzentrationen der entstehenden Stoffe in Abhängigkeit von der Entfernung. Die Immissionskonzentrationen für die mittlere Ausbreitungssituation lassen sich in gleicher Weise durch Multiplikation der Verdünnungsfaktoren mit den abgeschätzten Quellkonzentrationen errechnen.

Tabelle 10.2.5.a

Ergebnis der Ausbreitungsrechnung:  
Brand in Brandabschnitt III (Düngemittellager)  
Konzentrationen von Stickoxiden in Abhängigkeit der Entfernung vom Brandort  
Ungünstigste Ausbreitungssituation

Entfernung	Verd.-faktor	MOx in ppm
Quelle	1	1200
100	7,0E-03	8,4
150	4,5E-03	5,4
200	3,4E-03	4,1
300	2,5E-03	3,0
400	2,0E-03	2,4
500	1,7E-03	2,0
600	1,5E-03	1,7
700	1,3E-03	1,6
800	1,2E-03	1,4
900	1,1E-03	1,3
1000	1,0E-03	1,2

### 10.3 Toxikologische Bewertung der Stoffe

Im folgenden sind für die betrachteten Stoffe einige toxikologische Daten zusammengefaßt:

#### 10.3.1 Polyhalogenierte Dibenzodioxine und -furane (PHDD/PHDF)

Bei der unvollständigen Verbrennung von halogenierten organischen Verbindungen entsteht eine Vielzahl von Dioxinen und Furanen mit unterschiedlichem Halogenierungsgrad; da in Pflanzenschutzmitteln alle Halogene von Fluor bis Jod vorkommen, ist auch die Bildung von gemischt-halogenierten Dioxinen und Furanen möglich.

Der Versuch einer toxikologischen Bewertung von Gemischen von PCDDs und PCDFs wurde u.a. in /L3.11, L3.52, L3.61 und L3.62/ unternommen. Dabei wurden die aus tierexperimentellen Werten gewonnenen Toxizitätsdaten als relative Toxizität dieser Isomere bezogen auf das 2,3,7,8-TCDD ausgedrückt; für diesen Vergleich wurde nicht nur die akute Toxizität, sondern die Gesamtheit der toxischen Wirkungen betrachtet. Diese "TCDD equivalency factors (TEFs)" wurden z.B. in /L3.61/ für die Penta- bis Octa-Isomere zwischen 0,001 und 0,5 angegeben; die relativen Toxizitätsfaktoren für niedriger chlorierte Isomere werden dabei mit 0 bis 0,01 angegeben. Das aus 2,4-Dichlorphenoxy-Derivaten entstehende 2,7-DCDD ist für die Maus nur etwa ein zehntausendstel so giftig wie das 2,3,7,8-TCDD /L3.51/.

Für nichtchlorierte bzw. gemischt-halogenierte Dioxine und Furane wurden derartige Versuche einer Abschätzung der relativen Toxizität in Bezug auf das 2,3,7,8-TCDD bisher nicht vorgenommen. Aus diesem Grund und weil beim Brand von Pflanzenschutzmitteln die Zusammensetzung des entstehenden Gemischs von PCDDs und PCDFs sehr starken Streuungen unterliegt, wurde der TCDD-Äquivalenzfaktor für die Vielzahl der entstehenden Dioxine und Furane zu 0,01 postuliert.

2,3,7,8-TCDD gilt als eine der giftigsten synthetischen Substanzen. Hinsichtlich der Empfindlichkeit gegen diese Verbindung treten starke Spezies-Unterschiede auf; in /L3.54/ sind für diese Verbindung die folgenden Daten für die akute Toxizität angegeben:

LD50 Maus Haut 0,080 mg/kg  
LD50 Maus oral 0,114 mg/kg  
LD50 Ratte oral 0,0225 mg/kg  
LDLo Kaninchen oral 0,010 mg/kg  
LD50 Meerschweinchen oral 0,0005 mg/kg

Die Aufnahme von PCDDs und PCDFs ist über Inhalation, Ingestion sowie bei dermale Kontakt möglich. Bei der störfallbedingten Freisetzung erfolgt die Belastung der Bevölkerung hauptsächlich über die beiden ersten Pfade.

In /L3.61/ wird die Normalbelastung der Bevölkerung über diese Pfade abgeschätzt. So ergibt sich für einen Erwachsenen über die Inhalation bei einem Atemvolumen von ca. 20 m<sup>3</sup> Stadtluft/Tag und vollständiger Absorption eine tägliche Aufnahme von 2-6 pg TCDD-Äquivalenten. Über die Nahrung werden jedoch wesentlich größere Mengen aufgenommen. Die angeführten Abschätzungen geben eine durchschnittliche tägliche Aufnahme über diesen Weg von ca. 150 pg TCDD-Äquivalenten an (bei besonderen Ernährungsgewohnheiten kann es über die Bioakkumulation der PCDDs und PCDFs zu deutlich höheren Aufnahmen kommen).

Aufgrund der langen Halbwertszeit von PCDDs und PCDFs im menschlichen Körper (8 Jahre für TCDD /L3.61/, höhere halogenierte Isomere weisen noch längere Halbwertszeiten auf) führt eine einmalige größere, z.B. störfallbedingte Aufnahme zu hohen und langandauernden PCDD- und PCDF-Konzentrationen in menschlichem Gewebe.

Das bedeutet, daß bei einer Risikobewertung auf der Basis aufgenommener Dosen die pharmakokinetischen Daten berücksichtigt werden müssen. Einen Weg dazu zeigen die in /L3.61/ aufgeführten Humandaten auf, über die sich ein Zusammenhang zwischen den bei Gewebeanalysen gefundenen Werten

und beobachteten Wirkungen herstellen läßt; eine Beeinträchtigung der Gesundheit ist danach erst bei einer Aufnahme zu erwarten, die zu einer Gewebekonzentration von mehreren tausend ppt TCDD-Äquivalenten führt. Dies ist im allgemeinen erst bei einer Dauerexposition der Fall, welche etwa 80 bis 100fach höher ist, als sie normalerweise besteht (nach pharmakokinetischen Berechnungen führt eine tägliche Aufnahme von 100 pg TCDD-Äquivalenten unter der Annahme einer Halbwertszeit von 8 Jahren beim Menschen zu Gehalten im Fett von ca. 30 ppt /L3.61/).

Konservative Schätzungen über die tolerierbare tägliche Aufnahme (ADI-Wert) beim Menschen reichen von 1 bis 10 pg TCDD-Äquivalente pro kg Körpergewicht /L3.11, L3.63/. In diesen ADI-Werten sind je nach Berechnungsart Sicherheitsfaktoren von 100 bis 5000 enthalten, so daß ihre Überschreitung noch keine akute Gefährdung bedeuten muß. Der aus Tierversuchen erhaltene "No Observed Effect Level" (NOEL) beträgt 1 ng TCDD-Äquivalente je kg und Tag /L3.11, L3.61/.

### 10.3.2 Chlor

Für Chlor gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

MAK: 1,5 mg/m<sup>3</sup> (0,5 ppm) (Spitzenbegr. 1)  
TLV-TWA: 1,5 mg/m<sup>3</sup>  
TLV-STEL: 3,0 mg/m<sup>3</sup>  
PDK: 1,0 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

TA Luft-IW1: 0,1 mg/m<sup>3</sup>  
TA-Luft-IW2: 0,3 mg/m<sup>3</sup> /L1.4/

Chlor ist ein giftiges und stark ätzendes Gas, welches eine starke Reizwirkung auf die Schleimhäute ausübt. Eine Luftkonzentration von 3 mg/m<sup>3</sup> (1 ppm) führt beim Menschen noch zu einer Belästigung durch Reizung der Augen-, Nasen- und Rachenschleimhäute /L3.54/.

Konzentrationen von 60 mg/m<sup>3</sup> (20 ppm) in der Luft über 30 Minuten gelten noch als gefährlich. Der LCLO-Wert bei Inhalation wird für den Men-

schen mit 2,5 g/m<sup>3</sup> (837 ppm) über 30 Minuten angegeben; Konzentrationen von ca. 3 g/m<sup>3</sup> (1000 ppm) über 10 Minuten sind für den Menschen tödlich /L3.54/.

### 10.3.3 Phosgen

Für Phosgen gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

MAK: 0,4 mg/m<sup>3</sup> (0,1 ppm) (Spitzenbegr. 11,1)  
TLV-TWA: 0,4 mg/m<sup>3</sup>  
PDK: 0,5 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

Eine Konzentration von 4 mg Phosgen/m<sup>3</sup> über 50 Minuten verursacht Lungenödeme; 12 mg/m<sup>3</sup> rufen bei Kurzeinwirkung Reizung der Nasen- und Rachenschleimhäute hervor. Tödliche Phosgenmengen können leicht unbemerkt eingeatmet werden /L3.54/.

Für die akute Toxizität beim Menschen sind in /L3.54/ die folgenden Daten veröffentlicht:

LC50 Inhalation 3200 mg/m<sup>3</sup> (780 ppm)  
TCLo Inhalation 100 mg/m<sup>3</sup> (25 ppm) über 30 Minuten.

### 10.3.4 Halogenwasserstoffe

Für Halogenwasserstoffe gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

HF: MAK: 2 mg/m<sup>3</sup> (3 ppm) (Spitzenbegr. 1)  
TLV-TWA: 2,5 mg/m<sup>3</sup> (als F)  
PDK: 0,05 mg/m<sup>3</sup> (als F; Stand 1987)

HCl: MAK: 7 mg/m<sup>3</sup> (5 ppm) (Spitzenbegr. 1)  
TLV-TWA: 7 mg/m<sup>3</sup>  
PDK: 5 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

HBr: MAK 17 mg/m<sup>3</sup> (5 ppm) (Spitzenbegr. 1)  
TLV-TWA 10 mg/m<sup>3</sup>  
PDK 2 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

Für Jodwasserstoff existiert derzeit (Stand 1989) kein Grenzwert.

Eine Konzentration von mehr als 33 mg Fluorwasserstoff pro m<sup>3</sup> Luft (40 ppm) ist bereits nach kurzer Einwirkungszeit gefährlich und wirkt bei einer Einwirkung über 30 bis 60 Minuten tödlich /L3.54/. Der TCLo-Wert (Mensch, Inhalation) ist in /L3.54/ mit 73 mg/m<sup>3</sup> (88 ppm) bei Einwirkung über eine Minute angegeben.

Die Geruchsschwelle von Bromwasserstoff liegt bei 2 ppm. Bei einer Konzentration von 5 - 6 ppm tritt nach wenigen Minuten ein Reizung der Augen und der Nasen- und Rachenschleimhaut auf /L3.64/.

Chlorwasserstoff bildet in feuchter Luft rasch Aerosole und ist als Gas und als Aerosol ein starker Reizstoff für die Schleimhäute der oberen Atemwege und der Augen. Die Geruchsschwelle liegt bei 0,2 mg/m<sup>3</sup>; eine Reizwirkung der Atemwege erfolgt ab Konzentrationen von ca. 3 ppm. Direkte Lebensgefahr besteht beim Menschen nach 5minütigem Einatmen von 1000 bis 2000 ppm Chlorwasserstoff. Die Inhalation größerer Mengen an Chlorwasserstoff führt zu Nekrosen in den Atemwegen /L3.65/.

### 10.3.5 Isocyanate

Isocyanate wirken stark reizend und ätzend auf Haut, Augen, Atemwege und Atemorgane. Bei längerem Kontakt ist eine Sensibilisierung der Haut möglich. Grenzwerte sind als Beispiel für Methylisocyanat aufgeführt (Stand 1989):

MAK: 0,025 mg/m<sup>3</sup> (0,01 ppm) (Spitzenbegr. 1)  
TLV-TWA: 0,05 mg/m<sup>3</sup>  
PDK: 0,05 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

Alle in der MAK-Wert-Liste aufgeführten Isocyanate (z.B. 2,4-Diisocyanatoluol, 2,6-Diisocyanatoluol, Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat) haben einen Grenzwert von 0,01 ppm (d.h. < 0,1 mg/m<sup>3</sup>).

Nach /L3.54/ liegt die Reizschwelle für Methylisocyanat bei 0,5 ppm (1,25 mg/m<sup>3</sup>); es können Nachwirkungen wie Konjunktivitis, Bronchitis und Asthma auftreten.

Der TClO-Wert (Mensch, Inhalation) ist mit 5 mg/m<sup>3</sup> (2 ppm) angegeben /L3.54/.

### 10.3.6 Cyanwasserstoff

Für Cyanwasserstoff gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

MAK: 11 mg/m<sup>3</sup> (10 ppm) (Spitzenbegr. II, I)  
TLV-TWA: 10 mg/m<sup>3</sup>  
PDK: 0,3 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

Die tödliche Menge bei der Einatmung ist 1 mg/kg Körpergewicht; für einen erwachsenen Menschen sind ca. 50 mg die mittlere tödliche Dosis /L3.54/.

In /L3.54/ sind die folgenden LClO-Werte (Mensch, Inhalation) angegeben:

120 mg/m<sup>3</sup>/1 Stunde (110 ppm)  
200 mg/m<sup>3</sup>/10 Minuten (180 ppm)

### 10.3.7 Stickoxide

Für Stickstoffdioxid gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

MAK: 9 mg/m<sup>3</sup> (5 ppm) (Spitzenbegr. I)  
TLV-TWA: 6 mg/m<sup>3</sup>  
TLV-STEL: 10 mg/m<sup>3</sup>  
PDK: 2 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

MIK 1/2 Std.: 0,2 mg/m<sup>3</sup> /L2.50/  
MIK 24 Std.: 0,1 mg/m<sup>3</sup> /L2.50/

TA Luft-IW1: 0,1 mg/m<sup>3</sup>  
TA Luft-IW2: 0,3 mg/m<sup>3</sup> /L1.4/

Stickstoffdioxid gehört zu den Lungenreizstoffen; nach einer Latenzzeit von 3-24 Stunden können Lungenödeme auftreten. Bei einer Konzentration von ca. 0,18 mg/m<sup>3</sup> (0,1 ppm) in der Atemluft treten die ersten Symptome auf; 18 - 36 mg/m<sup>3</sup> (9 - 19 ppm) verursachen Reizungen der Schleimhäute. 1,26 g/m<sup>3</sup> (700 ppm) wirken beim Menschen in 30 Minuten tödlich /L3.54/.

In /L3.54/ werden die folgenden TClO-Werte (Mensch, Inhalation) angegeben:

360 mg/m<sup>3</sup>/1 Minute (180 ppm)  
160 mg/m<sup>3</sup>/40 Minuten (84 ppm).

Für Stickstoffmonoxid gilt in den USA folgender Grenzwert (Stand 1989):

TLV-TWA: 25 mg/m<sup>3</sup> (30 ppm)

Stickstoffmonoxid ist weniger toxisch als Stickstoffdioxid. Aufgrund des thermodynamischen Gleichgewichts zwischen Stickstoffmonoxid und -dioxid wird das Vergiftungsbild hauptsächlich vom immer vorhandenen Stickstoffdioxid-Anteil bestimmt /L3.54/. Die toxischen Wirkungen von Stickstoffdioxid sind oben beschrieben.

Für die akute Toxizität sind in /L3.54/ die folgenden Werte angegeben:

LClO Maus Inhalation 320 ppm  
LC50 Kaninchen Inhalation 315 ppm/15 Minuten

### 10.3.8 Schwefeloxide

Für Schwefeldioxid gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

- MAK: 5 mg/m<sup>3</sup> (2 ppm) (Spitzenbegr. I)
- TLV-TWA: 5 mg/m<sup>3</sup>
- TLV-STEL: 10 mg/m<sup>3</sup>
- PDK: 10 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

TA Luft-1W1: 0,14 mg/m<sup>3</sup>

TA Luft-1W2: 0,40 mg/m<sup>3</sup> /L1.4/

Die Wirkung des Schwefeldioxids beruht in erster Linie auf der Schädigung der feuchten Schleimhäute durch Bildung von schwefliger Säure; es resultieren starke Reizerscheinungen und Bronchitis. Konzentrationen von mehr als ca. 1000 - 1500 mg/m<sup>3</sup> (400 - 500 ppm) über einige Minuten sind lebensbedrohlich /L3.56/.

Für Schwefeltrioxid existiert in der UdSSR ein PDK-Wert von 1 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987).

Für Schwefelsäure gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

- MAK: 1 mg/m<sup>3</sup> im Gesamtstaub (Spitzenbegr. I)
- TLV-TWA: 1 mg/m<sup>3</sup>
- TLV-STEL: 3 mg/m<sup>3</sup> ("tentative value")
- PDK: 1 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

Schwefelsäure-Dämpfe und -Nebel reizen die Augen, die Nasen- und Rachen-Schleimhäute sowie die Atemwege; dabei treten starker Hustenreiz, Hustenanfälle und Atemnot auf. Die Folge kann schließlich eine chronische Bronchitis sein. Bereits Konzentrationen weit unter 0,1 Vol.% machen die Atmung unmöglich /L3.64/.

Schwefeltrioxid hat grundsätzlich dieselben toxischen Wirkungen wie Schwefelsäure. Die Inhalation des Gases oder des im Kontakt mit Luftfeuchtigkeit entstehenden Schwefelsäure-Nebels verursacht eine Reizung und Ätzung der Schleimhäute, der Augen und der Atemwege (ab 10 ppm relativ rasch) /L3.64/.

### 10.3.9 Organische und anorganische Phosphorverbindungen

Im Brandfall können aus phosphorhaltigen Pflanzenschutzmitteln Verbindungen wie z.B. Phosphorsäuren oder Phosphorsäureester freigesetzt werden. Aus (Thio)phosphorsäureestern bildet sich ein komplexes Gemisch von Umlagerungs- und Abbauprodukten; da sich einerseits über deren qualitative und quantitative Zusammensetzung keine Abschätzungen machen lassen und zum anderen die Toxizität derartiger Verbindungen zu einem starken Maß von der Art der veresterten Alkohole abhängt (einige Phosphorsäureester, wie z.B. Trimethylphosphat sind Stoffe mit begründetem Verdacht auf krebserzeugendes Potential), war eine toxikologische Bewertung dieser Brandprodukte nicht möglich.

Der größte Teil der organischen (Thio)Phosphorsäureester wird zu Phosphorsäuren oxidiert. Für Phosphorsäure ist nur in den USA ein Grenzwert festgelegt (Stand 1989):

- TLV-TWA: 1 mg/m<sup>3</sup>
- TLV-STEL: 3 mg/m<sup>3</sup>

In der Bundesrepublik Deutschland existiert ein Grenzwert für Phosphor-pentoxid (1 mg/m<sup>3</sup> im Gesamtstaub, Spitzenbegr. I). Aufgrund der relativ hohen Luftfeuchtigkeit in den Brandgasen kann davon ausgegangen werden, daß der größte Teil des Phosphor-pentoxids mit Wasser zu Phosphorsäure reagiert.

Phosphorsäure hat keine spezifische toxische Wirkung. Ein gesundheitsschädigender Effekt kommt nur über ihre lokale Reizwirkung zustande; diese führt zu Bindehautentzündung, Luftröhrenreizung und Übelkeit /L3.64/.

### 10.3.10 Phosphorwasserstoff

Für Phosphorwasserstoff gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

MAK:	0,15 mg/m <sup>3</sup>	(0,1 ppm)	(Spitzenbegr. I)
TLV-TWA:	0,4 mg/m <sup>3</sup>		
TLV-STEL:	1 mg/m <sup>3</sup>		
PDK:	0,1 mg/m <sup>3</sup>		(Stand 1987)

Phosphorwasserstoff ist ein Giftstoff für Zentralnervensystem, Blut und Stoffwechsel. Vergiftungen treten nur nach inhalatorischer Aufnahme ein. Die Reizschwelle beträgt 150 bis 300 mg/m<sup>3</sup> (100 - 200 ppm) bei 30 Minuten Expositionsdauer; dabei treten noch keine schweren Schäden ein /L3.54/.

In /L3.54/ wird für die Inhalation beim Menschen ein LC<sub>50</sub>-Wert von 1500 mg/m<sup>3</sup> (1000 ppm) angegeben; 3000 mg/m<sup>3</sup> (2000 ppm) wirken für den Menschen nach kurzer Zeit tödlich.

### 10.3.11 Schwermetalle

In Pflanzenschutzmitteln können im wesentlichen Verbindungen der Metalle Zinn, Zink, Kupfer, Mangan, Eisen und Thallium enthalten sein, die beim Brand z.B. in Form ihrer Oxide freigesetzt werden können.

Das größte Toxizitätspotential weisen hierbei die Thalliumverbindungen auf (MAK-Wert und TLV-TWA-Wert 0,1 mg/m<sup>3</sup>); derartige Verbindungen werden jedoch nicht gelagert.

Weitere Grenzwerte für Schwermetalle bzw. ihre Oxide sind (Stand 1989):

Anorg. Zinnverbindungen:

MAK:	2 mg/m <sup>3</sup>	(als Sn im Ges.-Staub, Spitzenbegr. II)
TLV-TWA:	2 mg/m <sup>3</sup>	(als Sn)

Zinkoxid:

MAK (Rauch):	5 mg/m <sup>3</sup>	(im Feinstaub, Spitzenbegr. III)
TLV-TWA (Rauch):	5 mg/m <sup>3</sup>	
TLV-STEL (Rauch):	10 mg/m <sup>3</sup>	
PDK:	0,5 mg/m <sup>3</sup>	(Stand 1987)
TLV-TWA (Staub):	10 mg/m <sup>3</sup>	

Kupfer:

MAK (Rauch):	0,1 mg/m <sup>3</sup>	(im Ges.-Staub, Spitzenbegr. II)
TLV-TWA (Rauch):	0,2 mg/m <sup>3</sup>	

### 10.3.12 Unzersetzte Pflanzenschutzmittel

Eine Auflistung der MAK-, TLV- und PDK-Werte ist in Tabelle 10.3.a zusammengestellt (Stand 1989).

In /L3.54/ sind für einige Wirkstoffe LC<sub>50</sub>-Werte (Ratte, Inhalation) angegeben:

Azinphos-Methyl	69 mg/m <sup>3</sup> /1 Stunde
Carbofuran	85 mg/m <sup>3</sup>
Mevinphos	140 mg/m <sup>3</sup> /1 Stunde
Parathion	84 mg/m <sup>3</sup> /4 Stunden
Parathion-methyl	120 mg/m <sup>3</sup> /4 Stunden
Warfarin	320 mg/m <sup>3</sup>

Für den größten Teil der Wirkstoffe gibt es keine Arbeitsplatz-Grenzwerte. Eine toxikologische Beurteilung von Immissions-Konzentrationen wird zusätzlich dadurch erschwert, daß für die Mehrzahl der Stoffe keine toxikologischen Daten für Konzentrationen unterhalb des LC<sub>50</sub>-Werts (z.B. LC<sub>50</sub>, TC<sub>50</sub>) verfügbar sind /L3.53, L3.55/.

Tabelle 10.3.a

Arbeitsplatz-Grenzwerte für Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln  
(Alle Angaben in µg/m<sup>3</sup>)

Name	Stoff-Nr.	MAK	TLV	PKR
2,4-D (Salze und Ester)		10G	10	1
Amitrol		0,2G	0,2	5
Anthrachinon				5
Atrazin	32	2G	5	2
Azinphos-methyl	35	0,2G	0,2	-
Azocyclotin	311.1	0,1G(Sn)	0,1(Sn)	-
Benomyl			10	-
Bromacil			10	-
Bromophos				0,5
Calciumcyanamid		5G (CN)	0,5	-
Calciumcyanid			5(CN)	0,3(MCN)
Captafol			0,1	-
Carbendazim				0,1
Carbofuran	62		0,1	-
Carboxin				1
Chloridazon				0,5
Chloromequat				0,3
Chlorpropham				2
Chlorpyrifos			0,2	-
Cyanamid				0,5
Cyanwasserstoff		11	10	0,3
Cyflotol				1
Dalapon (Na-Salz)		6		-
Dasomet				2
Demeton-S-methyl			0,5	0,1
Desmetryn				2
Diazinon		1G	0,1	0,2
Dicamba				1
Dichlorvos		1	1	0,2
Dicretophos	118		0,25	-
Dicyclopentadien			30	1
Dimethoat	129			0,5
Dinocap				0,2
Diaulfoton	148		0,1	-
Diuron			10	-
DNOC u. Salze	139	0,2G	0,2	0,05
Dodemorph				5
Endosulfan	149		0,1	0,1
EPIC				2
Fenbutatinoxid	161	0,1(Sn)	0,1(Sn)	-
Fenthion	163	0,2G	0,2	-
Ferban		15G	10	-
Kupferazla				0,15(Cu in CuCl) 0,5(Cu in CuSO <sub>4</sub> )
Lindan	187	0,5G	0,5	0,01
Linuron				1
Malathion	188	15G	10	0,5
Maneb				0,5
Nitraldehyd				0,2
Methomyl	197		2,5	-
Methoxychlor		15G	10	-
Methylbromid		20	20	1
Methylisothiocyanat	200			0,1
Metrifluthin			5	-
Mevinphos	204	0,1	0,1	-
Monochlorbenzol		230	350	100/50
Natriumchlorat				5
Paraquat-Dihydrochlorid	229.1	0,1G	0,1	-
Parathion	230	0,1G	0,1	0,05
Parathion-methyl	231		0,2	0,1
Pharmedipham				2
Phosalon				0,5
Phosphorwasserstoff	247	0,15	0,4	0,1
Phoxim				0,1
Picloram			10	2/3(K,Na)
Propachlor				0,5
Propam				2
Propoxur		2G	0,5	-
Pyrethrine		5G	5	-
Schwefel				6
Simezin				2
Sulfotep	276	0,2	0,2	-
Thalliumulfat	289	0,1G(Tl)	0,1(Tl)	0,01(Tl)
Thiram		5G	1	0,5
Triallat				1
Trichlorfon				0,5
Trifluralin				5
Warfarin	316	0,5G	0,1	0,001
Zineb				0,5

## 11. Zusammenfassung der Ergebnisse

Als Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen, denen die in 10.1 dargestellten Brandszenarien und die Annahme von ungünstigsten Ausbreitungsbedingungen zugrunde liegen, ergeben sich für die betrachteten Stoffe folgende, nur kurzzeitig vorhandene, maximale Immissionskonzentrationen (die Immissionsdauer ist etwa so lang wie die Freisetzungsdauer):

Die höchsten Immissions-Konzentrationen können bei einem Brand < 6 MW (Fall 1) auftreten. In unmittelbarer Nähe zum Brandort (100 m) können die Immissions-Konzentrationen folgende Werte erreichen:

- Halogenwasserstoffe: 500 ppm
- Schwefeloxide: 380 ppm
- Stickoxide: 52 ppm
- Cyanwasserstoff: 17 ppm
- Isocyanate: 5,9 ppm
- Anorg. P-Verbindungen: 68 mg/m<sup>3</sup>
- Unzersetzte Wirkstoffe: 66 mg/m<sup>3</sup>

Im Nahbereich können während der gesamten Belastungsdauer (ca. 30 min) ca. 40 ng TCDD-Äquivalente (für den Fall vollständiger Resorption) aufgenommen werden. Diese Menge ist halb so groß wie eine Tagesdosis, die unter Zugrundelegung des NOEL-Werts von 1 ng/kg Körpergewicht und Tag errechnet wurde.

Bei einer toxikologischen Gesamtbeurteilung wären jedoch noch Effekte wie die Deposition der Dioxine und Furane in der Umgebung und daraus resultierende Belastungen u.a. über den Nahrungspfad zu berücksichtigen.

Da einem Vollbrand immer auch eine Brandphase vorausgeht, die dem Fall 1 (Brand < 6 MW) entspricht, können ähnlich hohe Immissions-Konzentrationen können auch in der Anfangsphase eines Vollbrandes auftreten (Entstehungsbrand). Durch die sich im weiteren Verlauf eines Vollbrandes ausbildende thermische Überhöhnung der Brandgase sinken die in der Umgebung auftretenden Immissions-Konzentrationen deutlich ab (Fälle 2-4).



In unmittelbarer Nähe zum Brandort (100 m) können die Immissions-Konzentrationen im ungünstigsten Fall (Vollbrand im VbF/Giftraum [Fall 4])

folgende Werte erreichen:

- Halogenwasserstoffe: 3,7 ppm
- Schwefeloxide: 1,4 ppm
- Stickoxide: 0,53 ppm
- Cyanwasserstoff: 16 ppb
- Isocyanate: 3,0 ppb
- Anorg. P-Verbindungen: 0,21 mg/m<sup>3</sup>
- Unzersetzte Wirkstoffe: 0,58 mg/m<sup>3</sup>

Die Belastung durch die Dioxinimmissionen sinkt deutlich unter eine über den NOEL-Wert errechnete Tagesdosis.

Für den angenommenen Fall eines Brandes im Düngemittellager (Fall 5) können im Nahbereich unter ungünstigsten Bedingungen Stickoxid-Konzentrationen von 8,4 ppm auftreten.

**BEISPIELHAFT E SICHERHEITSANALYSEN ZU**

**PFLANZENSCHUTZMITTELLÄGERN**

**Literaturhinweise**

- 1. Gesetze und Verordnungen**
- 2. Technische Regeln**
- 3. Sonstige Veröffentlichungen**

- L. Gesetze und Verordnungen
- L1.1 Bayerische Bauordnung (BayBO), GVBl BY, 1982, Nr.18, S.420-449, geändert durch: GVBl BY, 1986, Nr.15, S.214
- L1.2 Verordnung zur Durchführung der Bayerischen Bauordnung (DVBayBO), GVBl BY, 1982, Nr.18, S.452-456
- L1.3 Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV), BGBl I, 1975, Nr.32, S.729-742, zuletzt geändert durch: BGBl I, 1983, Nr.35, S.1057
- L1.4 Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TALuft), GMB1, 1986, Nr.7, S.95
- L1.5 Zweite Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfallverordnung (2. StörfallVwV), GMB1, 1982, Nr.14, S.205-215
- L1.6 Verordnung über Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten zu Lande (VbF), BGBl I, Nr.8, S.229-253
- L1.7 Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen (ElExV), BGBl I, 1980, Nr.8, S.214-220
- L1.8 Verordnung über die Verhütung von Bränden (VVB), GVBl BY, 1981, Nr.8, S.101-105
- L1.9 Verordnung zur Änderung von Verordnung über die Verhütung von Bränden, GVBl BY, 1982, Nr.34, S.1114
- L1.10 Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf Straßen (Gefahrgutverordnung Straße - GGVS), BGBl I, 1985, Nr.40, S.1550-1559
- L1.11 Verordnung über gefährliche Stoffe (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV), BGBl I, 1986, Nr.47, S.1470-1487
- L1.12 Verordnung über Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe (Anlagenverordnung - VAWS), GVBl BY, 1981, Nr.26, S.514
- L1.13 Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung) - 12. BImSchV, BGBl I, 1988, Nr.20, S.611-621;626-629
- L1.14 Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfallverordnung (1. StörfallVwV), GMB1, 1981, Nr.12, S.178-183
- L1.15 Gewerbeordnung, vom 1. Jan. 1978 in der Fassung vom 1. Jan 1987, BGBl I, 1987, Nr.8, S.425-461

- L1.16 Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen (Druckbehälterverordnung - DruckbehV) vom 27. Feb. 1980 in der Fassung vom 21. April 1989, BGBl I, 1989, Nr.20, S.643-669

2. Technische Regeln

- L2.1 VBG 1, "Allgemeine Vorschriften", vom 1. April 1977, in der Fassung vom 1. Oktober 1984
- L2.2 VBG 5, "Kraftbetriebene Arbeitsmittel", vom 1. April 1987
- L2.3 VBG 12a, "Flurförderzeuge", vom 1. April 1973, in der Fassung von 1980
- L2.4 VBG 61, "Gase", vom 1. April 1974, in der Fassung vom 1. April 1977
- L2.5 VBG 125, "Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz", vom 1. April 1980
- L2.6 DIN 4102, Teil 1, Ausgabe Mai 1981, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Baustoffe, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
- L2.7 DIN 15142, Teil 1, Ausgabe Februar 1973, Flurfördergeräte; Boxpaletten, Rungenpaletten, Hauptmaße und Stapelvorrichtungen
- L2.8 DIN 15146, Teil 2 und 3, Ausgabe November 1986, Vierwege-Flachpaletten aus Holz,
- L2.9 DIN 14406, Teil 1, Ausgabe Feb. 1983, Tragbare Feuerlöscher; Begriffe, Bauarten, Anforderungen
- L2.10 DIN 4066, Ausgabe Nov. 1984, Hinweisschilder für den Brandschutz
- L2.11 DIN 4102, Teil 3, Ausgabe Sept. 1977, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Brandwände und nichttragende Außenwände, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
- L2.12 DIN 4102, Teil 4, Ausgabe März 1981, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
- L2.13 DIN 4102, Teil 6, Ausgabe Sept. 1977, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Lüftungsleitungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
- L2.14 DIN 1946, Raumluftechnik
- L2.15 DIN 1045, Ausgabe Juli 1988, Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung
- L2.16 DIN 14461, Feuerlösch-Schlauchanschlußeinrichtungen

- L2.17 DIN 15147, Ausgabe Juli 1985, Flachpaletten aus Holz; Gütebedingungen
- L2.18 DIN 15155, Ausgabe Dez. 1986, Paletten; Gitterboxpalette mit zwei Vorderwandklappen
- L2.19 UIC 435-2 V, Ausgabe Jan. 1987, Gütenorm für Europäische Vierwege-Flachpaletten aus Holz
- L2.20 DIN 4149, Teil 1, Ausgabe April 1981, Bauten in deutschen Erdbebengebieten
- L2.21 DIN 18225, Ausgabe Juni 1988, Industriebau; Verkehrswege in Industriebauten
- L2.22 DIN 18225, Beiblatt 1, Ausgabe Juni 1988, Industriebau; Verkehrswege in Industriebauten; Vorschriften
- L2.23 DIN 14090, Ausgabe Juni 1977, Flächen für die Feuerwehr auf Grundstücken
- L2.24 DIN VDE 0833, Teil 2, Ausgabe August 1982, Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall; Festlegungen für Brandmeldeanlagen (BMA)
- L2.25 DIN VDE 0510, Ausgabe Jan. 1977, VDE-Bestimmung für Akkumulatoren und Batterie-Anlagen
- L2.26 DIN VDE 0510, Teil 7, Ausgabe Aug. 1988, Akkumulatoren und Batterie-Anlagen; Einsatz von Gerätebatterien
- L2.27 VDI 3589, Ausgabe Mai 1981, Auswahlkriterien und Testmöglichkeiten für Flurförderzeuge (Gabelstapler und Schubgabelstapler)
- L2.28 VDI 2199, Ausgabe Juni 1986, Empfehlungen für bauliche Planungen beim Einsatz von Flurförderzeugen
- L2.29 TRGS 511, "Ammoniumnitrat", BArbB1, 1987, Nr.9, S.56, geändert durch: BArbB1, 1988, Nr.9, S.66
- L2.30 TRGS 514, "Lagern sehr giftiger und giftiger Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern", BArbB1, 1987, Nr.9, S.65-69, zuletzt geändert durch: BArbB1, 1989, Nr.10, S.84-89
- L2.31 TRbF 100, "Allgemeine Sicherheitsanforderungen", BArbB1, 1980, Nr.7, zuletzt geändert durch: BArbB1, 1989, Nr.5, S.67
- L2.32 TRbF 110, "Läger", BArbB1, 1980, Nr.7, S.77, zuletzt geändert durch: BArbB1, 1989, Nr.5, S.68
- L2.33 ASR 5, Ausgabe Oktober 1979, "Lüftung",

LIS-Berichte Nr. 99 (1992)

128

- L2.34 DIN 14675, Ausgabe Jan. 1984, Brandmeldeanlagen; Aufbau
- L2.35 ASR 6/1, Ausgabe April 1976, "Raumtemperaturen"
- L2.36 ASR 17/1,2, Ausgabe Januar 1988, "Verkehrswege"
- L2.37 VdS 2093, Ausgabe Juli 1983, Richtlinien für CO<sub>2</sub>-Feuerlöschanlagen, Planung und Einbau
- L2.38 VdS 2095, Ausgabe Mai 1983, Richtlinien für automatische Brandmeldeanlagen; Planung und Einbau
- L2.39 VdS 2098, Ausgabe März 1979, Richtlinien für Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA); Planung und Einbau
- L2.40 DVGW-Arbeitsblatt W 405, Ausgabe Juli 1978, Bereitstellung von Löschwasser durch die öffentliche Trinkwasserversorgung
- L2.41 TRG 300, "Besondere Anforderungen an Druckgasbehälter, Druckgaspackungen", BArbBl, 1983, Nr.9, S.72
- L2.42 TRbF 180, "Betriebsvorschriften", BArbBl, 1980, Nr.7/8, S.117-123, zuletzt geändert: BArbBl, 1988, Nr.3, S.59
- L2.43 ZH 1/428, Ausgabe Okt. 1988, "Richtlinien für Lagereinrichtungen und -geräte"
- L2.44 DVGW-Arbeitsblatt W 331, Ausgabe Feb. 1983, Hydranten
- L2.45 Standsicherheits- und Brauchbarkeitsnachweise für beschichtete Auffangräume aus Stahlbeton zur Lagerung wassergefährdender Flüssigkeiten, IfBt-Mitteilungen 2/1989, S.43
- L2.46 TRGS 900, "Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (MAK-Werte 1989)", BArbBl, 1990, Nr.1, S.63-131
- L2.47 TRGS 515 "Lagern von brandfördernden Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern", BArbBl, 1987, Nr.10, S.120-125, zuletzt geändert durch BArbBl, 1989, Nr.10, S.89-94
- L2.48 TRGS 555, "Betriebsanweisung und Unterweisung nach §20 GefStoffV", BArbBl, 1989, Nr.3, S.85-87  
TRGS 555, Anhang 1, "Beispiele für arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene Betriebsanweisungen", BArbBl, 1989, Nr. 10, S.62-71
- L2.49 TRGS 552, "Nitrosamine", BArbBl, 1988, Nr.9, S.61, geändert durch: BArbBl, 1989, Nr.3, S.84
- L2.50 VDI 2310, Blatt 12, Ausgabe Juni 1985, Maximale Immissions-Werte zum Schutz des Menschen; Maximale Immissions-Konzentrationen für Stickstoffdioxid.

- L2.51 DIN VDE 0185 Teil 1, Ausgabe Nov. 1982, Blitzschutzanlage; Allgemeines für das Errichten, Teil 2, Ausgabe Nov. 1982, Blitzschutzanlage, Errichten besonderer Anlagen,
- L2.52 DIN 18232, Teil 2, Ausgabe Sept. 1984, Baulicher Brandschutz im Industriebau; Rauch- und Wärmeabzugsanlagen; Rauchabzüge, Bemessung, Anforderungen und Einbau
- L2.53 DIN 40050, Ausgabe Juli 1980, IP-Schutzarten; Berührungs-, Fremdkörper- und Wasserschutz für elektrische Betriebsmittel
- L2.54 DIN 40719, Teil 3, Ausgabe April 1979, Schaltungsunterlagen; Regeln für Stromlaufpläne der Elektrotechnik
- L2.55 VBG 4, "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel", vom 1. April 1979
- L2.56 VDI 3783 Blatt 1, Ausgabe Mai 1987, Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre; Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzung; Sicherheitsanalyse  
Blatt 2, Entwurf Dez. 1988, Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre; Ausbreitung von störfallbedingten Freisetzung schwerer Gase; Sicherheitsanalyse
- L2.57 DIN VDE 0165, Ausgabe Sept. 1983, Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen, geändert Sept. 1986
- L2.58 DIN VDE 0100 Teil 410, Ausgabe Nov. 1983, Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Schutzmaßnahmen, Schutz gegen gefährliche Körperströme, geändert März 1986 und August 1988  
Teil 720, Ausgabe März 1983, Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Feuergefährdete Betriebsstätten
- L2.59 ZH 1/10, Ausgabe März 1985, "Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch Explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung - Explosionsschutz-Richtlinien (EX-RL)"
- L2.60 DIN 18232, Teil 1, Ausgabe Sept. 1981, Baulicher Brandschutz; Rauch- und Wärmeabzugsanlagen; Begriffe und Anwendung
- L2.61 DIN 18232, Teil 2, Ausgabe Sept. 1984, Baulicher Brandschutz im Industriebau; Rauch- und Wärmeabzugsanlagen; Rauchabzüge; Bemessung, Anforderungen und Einbau
- L2.62 DIN 4844, Teil 1, Ausgabe Mai 1980, Sicherheitskennzeichnung; Begriffe, Grundsätze und Sicherheitszeichen
- L2.63 DIN 4844, Teil 2, Ausgabe Nov. 1982, Sicherheitskennzeichnung; Sicherheitsfarben

- L2.64 DIN VDE 0510, Teil 2, Ausgabe Juli 1986, Akkumulatoren und Batterieanlagen; Ortsfeste Batterieanlagen
- L2.65 Sicherheitstechnische Anforderungen an Flüssiggasanlagen, Entwurf 08/89 11, TRB 810 Flüssiggaslagerbehälteranlagen
- L2.66 DIN 3222, Ausgabe Jan. 1986, Überflurhydranten PN 16
- L2.67 DIN 3221, Ausgabe Jan. 1986, Unterflurhydranten PN 16
- L2.68 DIN 14489, Ausgabe Mai 1985, Sprinkleranlagen; Allgemeine Grundlagen
- L2.69 VdS 2092, Ausgabe Juni 1987, Richtlinien für Sprinkleranlagen; Planung und Einbau
- L2.70 DIN 14493, Teil 1 bis 4, Ausgabe Juli 1977, Ortsfeste Schaumlöschanlagen
- L2.71 VdS 2109, Ausgabe Feb. 1985, Richtlinien für Sprühwasser-Löschanlagen; Planung und Einbau
- L2.72 DIN 14494, Ausgabe März 1979, Sprühwasser-Löschanlagen, ortsfest, mit offenen Düsen
- L2.73 ZH 1/206, Ausgabe April 1988, "Sicherheitsregeln für CO<sub>2</sub>-Feuerlöschanlagen"
- L2.74 DIN 18256, Teil 1, Ausgabe Juli 1979, Baubeschläge; Türschilder mit Drückerführung, Langschilder
- L2.75 DIN 18257, Ausgabe Juli 1979, Baubeschläge; Sicherheitstürschilder, Anforderungen
- L2.76 DIN 14096, Ausgabe April 1983  
Teil 1, Brandschutzordnung; Allgemeines und Regeln für das Erstellen des Teils A (Aushang)  
Teil 2, Brandschutzordnung; Regeln für das Erstellen des Teils B (für Personen ohne besondere Brandschutzaufgaben)  
Teil 3, Brandschutzordnung; Regeln für das Erstellen des Teils C (für Personen mit besonderen Brandschutzaufgaben)
- L2.77 DIN 18232, Teil 1, Ausgabe Sept. 1981, Baulicher Brandschutz; Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Begriffe und Anwendung
- L2.78 DIN 14095, Teil 1, Ausgabe Okt. 1981, Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen
- L2.79 DIN 18230, Teil 1 und Beiblatt 1, Ausgabe Sept. 1987, Baulicher Brandschutz im Industriebau; Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer

- L2.80 DIN 18230, Teil 2, Ausgabe Sept. 1987, Baulicher Brandschutz im Industriebau; Ermittlung des Abbrandfaktors m
- L2.81 Entwurf der Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen bei der Lagerung von wassergefährdeten Stoffen (LÖRÜRL), Projektgruppe "Brandschutz im Industriebau" der Fachkommission Bauaufsicht der ARGEBAU
- L2.82 DIN 1988, Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen, Ausgabe Dez. 1988
- L2.83 ISO/IEC TR 9122-1, Toxicity testing of fire effluents - Part 1: General

3. Sonstige Veröffentlichungen

- L3.1 Dehmlow, E.V., Franke, K.-H.  
Is Phosgene Formed in the Thermal Decomposition of Sodium Trichloroacetate?  
Z. Naturforsch. B: Anorg. Chem., Org. Chem. 33B(6) 686-7 (1978)
- L3.2 Keiser, H., Reichold, E.  
Measurements of the Hydrolytic Decomposition of Gaseous Phosgene under Atmospheric Conditions  
Staub-Reinh. Luft, 48 (1988) 239-241
- L3.3 Hori, M., Suzuki, M., Kakinoki, H., Kobayashi, Y.  
Determination of Phosgene in Combustion Gases of Vinyl Chloride Monomer by High Performance Liquid Chromatography after Absorption in Aniline Solution  
Bunseki Kagaku, 33(8), 430-434 (1984)
- L3.4 Hori, M., Furuya, T., Kobayashi, Y.  
Simple method for the evaluation of conversion efficiency of carbonyl halide into sym-diphenylurea in the determination of carbonyl halide with aniline absorbing solution  
Bunseki Kagaku 34(4), 211-214 (1985)
- L3.5 O'Mara, M.M., Crider, L.B., Daniel, R.L.  
Combustion Products from Vinyl Chloride Monomer  
Amer. Ind. Hyg. Ass. J. 32(3), 153-156 (1971)
- L3.6 Ballschmiter, K., Zoller, W., Buchert, H., Class, Th.  
Correlation between Substitution Pattern and Reaction Pathway in the Formation of Polychlorodibenzofurans  
Fres. Z. Anal. Chem., 322, 587-594 (1985)
- L3.7 Lahaniatis, E.S., Clausen, E., Bieniek, D., Korte, F.  
Bildung von 2,3,7,8-TCDD bei der Thermolyse von ausgewählten chlorierten organischen Verbindungen  
Chemosphere, 14(2), 233-238 (1985)
- L3.8 Kennedy, M.V., Stojanovic, Boris J., Shuman, Fred L.  
Analysis of Decomposition Products of Pesticides  
J. Agr. Food Chem. 20(2), 341-343 (1972)
- L3.9 Kennedy, M.V., Stojanovic, B.J., Shuman, F.L.  
Chemical and Thermal Methods for Disposal of Pesticides Residue Rev. 29, 89-104 (1969)
- L3.10 Kennedy, M.V., Stojanovic, B.J., Shuman, F.L.  
Chemical and Thermal Aspects of Pesticide Disposal  
J. Environ. Qual. 1(1), 63-65 (1972)
- L3.11 Umweltbundesamt Berlin  
Sachstand Dioxine  
1984
- L3.12 Mac Smith, W., Ledbetter, J. O.  
Hazards from Fires Involving Organophosphorus Insecticides  
Amer. Ind. Hyg. Ass. J. 32(7), 468-474 (1971)
- L3.13 Ahling, B., Wiberger, K.  
Incineration of Pesticides Containing Phosphorus  
J. Environ. Qual. 8(1), 12-13 (1979)
- L3.14 Merz, W., Neu, H.-J., Kuck, M., Winkler, K., Gorbach, S., Muffler, H.  
Ein Verfahren zur Erzeugung und analytischen Charakterisierung von Brandgasen  
Fres. Z. Anal. Chem. 325, 449-460 (1986)
- L3.15 Denig, R.  
Brandsimulation durch Mikroverbrennung  
Fres. Z. Anal. Chem. 330, 116-119 (1988)
- L3.16 Oliver, J.E.  
Nitrosamines from Pesticides  
Chemtech 9(6), 366-371 (1979)
- L3.17 Keefer, L.K.  
Possible Mechanisms of Nitrosamine Formation in Pesticides  
ACS Symp. Ser. 174, 133-147 (1981)
- L3.18 Bittersohl, G., Heberer, H.  
Zur Nitrosaminproblematik bei der Aminrestgasgewinnung  
Z. ges. Hyg. 29(5), 270-271 (1983)
- L3.19 Gehlert, P., Rolle, W.  
Über die Bildung von Diäthylnitrosamin durch Reaktion von Diäthylamin mit Stickstoffdioxid in der Gasphase  
Experientia 33(5), 579-581 (1977)
- L3.20 Lohs, K., Rolle, W., Gehlert, P.  
Nitrosamine in der Atmosphäre  
Sitzungsber. Akad. Wiss. DDR. H.2N, 99-105 (1978)
- L3.21 Eisenbrand, G.  
N-Nitrosoverbindungen in Nahrung und Umwelt  
Stuttgart 1981
- L3.22 Holloman, M.E., Hutto, F.Y., Kennedy, M.V., Swanson, C.R.  
Thermal Degradation of Selected Chlorinated Herbicides  
J. Agr. Food Chem. 26(6), 1194-1198 (1976)
- L3.23 Kennedy, M.V., Holloman, M.E., Hutto, F.Y.  
Thermal Degradation of Selected Fungicides and Insecticides  
ACS Symp. Ser. 73, 81-99 (1978)
- L3.24 Stojanovic, B.J., Hutto, Fay, Kennedy, M.V., Shuman, F.L.  
Mild Thermal Degradation of Pesticides  
J. Environ. Qual. 1(4), 397-401 (1972)

ITS-Berichte Nr. 00 (1993)

- L3.25 Bush, P.B., Neary, D.G., McMahon, C.K., Taylor, J.W.  
Suitability of Hardwoods Treated with Phenoxy and Pyridine  
Herbicides for Use as Firewood  
Arch. Environ. Contam. Toxicol. 16, 333-341 (1987)
- L3.26 Römer, R., Hemmer, G.  
Schadstoffemissionsermittlung von Freibränden durch Frei-  
brand-Simulation  
Chem. Ing. Tech. 58(8), 677-679 (1986)
- L3.27 Bertoni, G., Libertì, A., Bellina Agostinone, C., D'Antonio, M.,  
Pettinari, L., Leoni, V.  
Identification by Gaschromatography Mass-Spectrometry of the  
Products Obtained from Thermal Decomposition of Azinphosmethyl  
(Guthion)  
Ann. Chim. (Rome), 76(1-2), 19-28 (1986)
- L3.28 Bruneau, C., Soyer, N., Brault, A.  
Mild Pyrolysis of Phosalone  
J. Anal. Appl. Pyrol., 10(2), 107-116 (1986)
- L3.29 Rolle, W., Gehlert, P., Renner, E.  
Kinetische Untersuchungen über die Bildung von Diethylni-  
trosamin  
Z. Chem., 18(3), 99-101 (1978)
- L3.30 Crosby, D.G., Humphrey, J.R., Mollanen, K.W.  
The Photodecomposition of Dipropyl Nitrosamin Vapor  
Chemosphere 9(1), 51-54 (1980)
- L3.31 Bjerre, A.  
Health Hazard Assessment of Phosgene Formation in Gases of  
Combustion of Polyvinyl Chloride Using a Simplified Method of  
Mathematical Modelling  
Ann. Occup. Hyg., 28(1), 49-59 (1984)
- L3.32 Hanst, P.L., Spence, J.W., Miller, M.  
Atmospheric Chemistry of N-Nitroso Dimethylamine  
Environ. Sci. Technol., 11(4) 403-405 (1977)
- L3.33 Pitts, J.N., Grosjean, D., Van Cauwenberghe, K., Schmidt, J.P.,  
Fitz, D.R.  
Photooxidation of Aliphatic Amines Under Simulated Atmospheric  
Conditions: Formation of Nitrosamines, Nitramines, Amides, and  
Photochemical Oxidant  
Environ. Sci. Technol., 12(8) 946-953 (1978)
- L3.34 Glasson, W.A.  
An Experimental Evaluation of Atmospheric Nitrosamine Formation  
Environ. Sci. Technol., 13(9) 1145-1146 (1979)
- L3.35 Johnson, D.E., DeLane, J.C.  
Pyrolysis of Triallate  
J. Agr. Food Chem., 35(2) 829-835 (1987)

- L3.36 Gomez, J., Bruneau, C., Soyer, N., Brault, A.  
Identification of Thermal Degradation Products from Diuron and  
Iprodione  
J. Agr. Food Chem., 30(1) 180-182 (1982)
- L3.37 Hee, S., Sutherland, R.G.  
The Pyrolysis of Some Amine Salts of 2,4-Dichlorophenoxyacetic  
Acid  
J. Agr. Food Chem., 22(1) 86-90 (1974)
- L3.38 Ahling, B.  
The Combustion of Waste Containing DDT and Lindan  
Sci. Total Environ., 9(2) 117-124 (1978)
- L3.39 Mal'tseva, A.S., Frolov, Yu.E., Rozlovskii, A.I.  
Establishment of Deacon Equilibrium in a Flame  
Fiz. Goreniya Vzryva, 19(5) 80-83 (1983)
- L3.40 Hartzell, G.E., Grand, A.F., Switzer, W.G.  
Modelling of Toxicological Effects of Fire Gases: VI. Further  
Studies on the Toxicity of Smoke Containing Hydrogen Chloride  
J. Fire Sci., 5(6) 368-391 (1987)
- L3.41 Gomez, M.J., Bruneau, C., Soyer, N., Brault, A.  
Thermal Degradation of Chlorophenoxy Acid Herbicides  
J. Agr. Food Chem. 36(3) 649-653 (1988)
- L3.42 Sistovaris, N., Asshauer, J., Jeske, V., Schuster, F.  
Combustion processes in laboratory devices - fire simulations  
using the lambda' concept - extent of formation of hydrocyanic  
acid and aromatic compounds  
Fres. Z. anal. Chem. 334 221-225 (1989)
- L3.43 Hartzell, G., Packham, S.C., Switzer, W.G.  
Toxic Products from Fires  
Am. Ind. Hyg. Ass. J., 44(4) 248-255 (1983)
- L3.44 Brown, J.E., Birky, M.M.  
Phosgene in the Thermal Decomposition Products of Poly(Vinyl  
Chloride): Generation, Detection and Measurement  
J. Anal. Toxicol., 4(4), 166-174 (1980)
- L3.45 Thermal Degradation of Oxadiazon  
Gomez, J., Bruneau, C., Soyer, N., Brault, A.  
J. Agr. Food Chem. 30(4) 772-775 (1982)
- L3.46 McPherson, J.B., Johnson, G.A.  
Thermal Decomposition of Some Phosphorothioate Insecticides  
J. Agr. Food Chem. 4(1) 42-49 (1956)
- L3.47 Lohs, K., Swart, H., Junghans, A.  
Accidental Formation of Toxic-Substances in Lab and Factory  
Z. Chem. 25(6) 197-206 (1985)



- L3.48 Markowska,A., Nowiccki,T.  
Mechanism of Thermal Isomerization of O,O-Diphenylester-O-Methylester Thiophosphate - Kinetic Study  
Nouv. J. Chim., 3(6), 409-413 (1979)
- L3.49 WHO Study Group  
Recommended Health-based Limits in Occupational Exposure to Pesticides  
WHO Technical Report Series 677
- L3.50 Industrieverband Agrar e.V.  
Erstellung von Sicherheitsanalysen nach Störfallverordnung für Pflanzenschutzmittelläger  
1989
- L3.51 Schwetz,B.A., Norris,J.M., Sparschu,G.L. Rowe,V.K., Gehring,P.J., Emerson,J.L., Gerbig,C.G.  
Toxicology of chlorinated dibenzo-p-dioxins  
Environ. Health Perspect., 5, 87-99 (1973)
- L3.52 NATO/CCMS  
Pilot Study On International Information Exchange On Dioxins and Related Compounds  
Report Nr. 176, August 1988
- L3.53 Industrieverband Pflanzenschutz e.V.  
Wirkstoffe in Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln. Physikalisch-chemische und toxikologische Daten  
Frankfurt 1982
- L3.54 Austenat,L., Zink,C.  
Handbuch Stoffdaten zur Störfall-Verordnung  
UBA-Forschungsbericht 10409105, Berlin 1985
- L3.55 Zimmermann, S.  
Gabelstapler Fahrschule, Resch Verlag, 5. Auflage 1986
- L3.56 Kühn,R., Birett,K.  
Merkblätter Gefährliche Arbeitsstoffe  
München 1988
- L3.57 Baumann,G., Lewerenz,W.  
Lehrbuch für Handelsfachpacker, Verlag Dr. Max Gehlen, 3. Auflage 1988
- L3.58 Schäfer,H.K.  
Sicherheitsmaßnahmen bei der Lagerung chemischer Produkte. Neue Empfehlungen der Verbandes der Chemischen Industrie  
Chem. Ing. Techn., 60(1),9-16 (1988)
- L3.59 Einsatzmöglichkeiten explosionsgeschützter Flurförderzeuge, K 10/B7, Druck Klose+Co Braunschweig
- L3.60 Industrieverband Pflanzenschutz e. V.  
Sicherheitsprüfliste für Pflanzenschutzmittelläger (mit Erläuterungen);
- L3.61 Schlatter,C., Poiger,H.  
Chlorierte Dioxine und Dibenzofurane (PCDDs/PCDFs)  
UMSF-Z. Umweltchem. Ökotox. 2, 11-17 (1989)
- L3.62 Barnes,D.G., Bellin,J., Cleverly,D.  
Interim Procedures for Estimating Risks Associated with Exposures to Mixtures of Chlorinated Dibenzodioxins and -Dibenzofurans (CDDs and CDFs)  
Chemosphere, 15(9-12), 1895-1903 (1986)
- L3.63 Ahlborg,U.G., Victorin,K.  
Impact on Health of Chlorinated Dioxins and Other Trace Organic Emissions  
Waste Management Res. 5, 203-224 (1987)
- L3.64 Ullmann, Encyklopädie der Technischen Chemie, 4. Auflage
- L3.65 Kommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der DFG  
Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe; Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten  
Verlag Chemie, Weinheim 1988
- L3.66 Industrieverband Pflanzenschutz e.V.  
IPS-Leitlinie, Brandschutz in Pflanzenschutzmittellägern, Ausgabe 1986
- L3.67 Johnson,D.E., DeLane,J.C., Wisted,E.E.  
Pyrolysis of S-Alkyl dimethylthiocarbamates  
J. Org. Chem. 52(16), 3688-3690 (1978)
- L3.68 Industrieverband Pflanzenschutz e.V  
Musterbetriebsanweisung für Pflanzenschutzmittelläger, 2. Auflage 1988
- L3.69 Brandausbreitung bei verschiedenen Stoffen die in lagermäßiger Anordnung gestapelt sind, Brandschutzforschung der Bundesländer  
Teil 1, Bericht 55, Dezember 1985  
Teil 2, Bericht 58, November 1986  
Teil 3, Bericht 64, März 1988  
Teil 4, Bericht 65, Juni 1988
- L3.70 Wärmebilanzrechnungen für Brandräume mit unterschiedlichen Randbedingungen (Teil 1), Materialprüfstelle Braunschweig, Heft 46, Februar 1981
- L3.71 Nimsch,P.,  
Brandschutz in Chemielägern, in: VCI, Brände und ihre Vermeidung, Heft 1/1987

- L3.72 VdS-Richtlinien für Lager von gefährlichen Stoffen, Lagerkapazität und Löschwasserrückhaltung, VdS Köln
- L3.72 Hinweise zum Umgang mit Löschwässers bei Bränden in Düngelagern oder bei der Zersetzung von ammoniumnitratihaltigen Düngemitteln, Fachverband der Stickstoffindustrie, Juni 1988
- L3.73 Verband der chemischen Industrie  
VCI-Prüfprogramm Dioxine, Frankfurt 1986
- L3.74 Spafford,R.B., Dismukes,E.B., Dillon,H.K.  
Analysis of Thermal Decomposition Products of Flue Gas  
Conditioning Agents  
EPA-600/7-79-179 / SOR1-EAS-79-267 / PB80-111818

130 Bericht Nr. 00 (1992)

**Ermittlung und Bewertung des  
Standes der Sicherheitstechnik bei  
Pflanzenschutzmittellägern anhand  
einer Sicherheitsanalyse**

- Beispielhafte Sicherheitsanalysen zu  
Pflanzenschutzmittellägern -

**Band 3**

Sicherheitsanalyse nach § 7 Storfal-Verordnung  
für ein Pflanzenschutzmittellager

**INHALTSVERZEICHNIS**

	Blatt		Blatt
<b>0. Vorwort</b>	7	<b>2.1.6.1 Stationäre technische Einrichtungen</b>	16
<b>1. Allgemeine Angaben</b>	8	<b>2.1.6.2 Mobile technische Einrichtungen</b>	21
1.1 Lage und Anschrift des Lagers	8	<b>2.1.6.3 Energieversorgung</b>	21
1.2 Eigentumsverhältnisse und Nutzung	8	<b>2.2 Beschreibung des Betriebsablaufes</b>	22
1.3 Störfallrelevanz der Anlage	8	2.2.1 Technischer Zweck des Lagers	22
1.4 Lagerkapazität	8	2.2.2 Art der Arbeiten	23
1.5 Genehmigungssituation	9	2.2.3 Lagerungsbedingungen	23
<b>2. Beschreibung des Lagers und des Betriebsablaufs</b>	9	2.2.4 Lagerfunktionen	24
2.1 Beschreibung des Lagers	9	2.2.4.1 Warenannahme und Eingangskontrolle	24
2.1.1 Angaben über die zum Lagerbetrieb gehörenden Gebäude und Nebeneinrichtungen	9	2.2.4.2 Einlagern und Lagern	24
2.1.1.1 Anzahl und Art der Lagergebäude	9	2.2.4.3 Auslagern, Versandbereitstellen, Verladen	27
2.1.1.2 Art der Nebengebäude	10	2.2.4.4 Lagerinformationssystem	28
2.1.1.3 Art der Nebeneinrichtungen	10	<b>3. Stoffbeschreibung</b>	29
2.1.2 Örtliche Lage	10	3.1 Bezeichnung der Stoffe	29
2.1.2.1 Vermaßte Grundrisse	10	3.1.1 Angabe der Stoffe nach Anhang II	29
2.1.2.2 Abstände der Lagergebäude untereinander	10	3.1.2 Angabe der Stoffe, die bei einer Störung des bestimmungsgemäßen Lagerbetriebs - insbesondere im Brandfall - entstehen können	34
2.1.2.3 Abstände zu anderen Anlagen und Gebäuden	11	3.1.2.1 Polyhalogenierte Dibenzodioxine und -furane (PHDD/PHDF)	41
2.1.2.4 Abstände zu Verkehrswegen	11	3.1.2.2 Nitrosamine	43
2.1.2.5 Standort des Lagers	11	3.1.2.3 Chlor und Phosgen	45
2.1.2.6 Besondere Standortmerkmale	11	3.1.2.4 Halogenwasserstoffe	46
2.1.2.7 Verkehrserschließung des Lagers	12	3.1.2.5 Isocyanate	47
2.1.3 Konstruktive Merkmale und Angaben zur Auslegung des Lagergebäudes	12	3.1.2.6 Cyanwasserstoff	48
2.1.3.1 Bauart, Größe und Struktur des Lagergebäudes	12	3.1.2.7 Stickoxide	49
2.1.3.2 Bauausführung des Gebäudes	13	3.1.2.8 Schwefeloxide	49
2.1.3.3 Ausführung des Auffangraums	13	3.1.2.9 Organische und anorganische P-Verbindungen	50
2.1.4 Schutzzonen	15	3.1.2.10 Phosphorwasserstoff	51
2.1.5 Zugänglichkeit des Lagers	16	3.1.2.11 Schwermetalle	52
2.1.5.1 Zugänglichkeit des Lagers für Rettungsdienste	16	3.1.2.12 Unzersetzt freigesetzte Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln	52
2.1.5.2 Flucht- und Rettungswege im Lager	16	3.2 Stoff- und Reaktionskenndaten	53
2.1.6 Technische Einrichtung und Ausrüstung des Lagers	16	3.3 Zustand der Stoffe	53

ITS-Berichte Nr. 99 (1992)

3.4	Menge der Stoffe	53	7.2.3.1	Maßnahmen gegen die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre	69
4.	<b>Beschreibung der sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlagenteile</b>	54	7.2.3.2.	Luftungsmaßnahmen	69
4.1	Anlagenteile mit besonderem Stoffinhalt	54	7.2.3.3	Vermeidung von Zündquellen	69
4.2	Schutzeinrichtungen	54	8.	<b>Darlegung der störfallbegrenzenden Vorkehrungen</b>	69
4.2.1	Rückhalteeinrichtungen	54	8.1	Freisetzung von Stoffen	69
4.2.2	Brandschutzanlagen und -einrichtungen	56	8.2	Brände	70
4.2.3	Explosionsschutzmaßnahmen	58	8.2.1	Maßnahmen zur Brandbekämpfung	70
4.2.4	Blitzschutzanlage	59	8.2.2	Maßnahmen zur Schadensbegrenzung	71
4.3	Sonstige zur Betriebssicherheit erforderlichen Anlagenteile	59	8.2.2.1	Maßnahmen gegen die Brandausbreitung, baulicher Brandschutz	71
5.	<b>Beschreibung der Gefahrenquellen</b>	60	8.2.2.2.	Dimensionierung von Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen	73
5.1	Betriebliche (lagerspezifische) Gefahrenquellen	60	8.3	Maßnahmen zur Schadensbegrenzung bei Explosionen	74
5.2	Umgebungsbedingte Gefahrenquellen	61	8.4	Organisatorische Schutzvorkehrungen und betriebliche Alarm und Gefahrenpläne	74
5.3	Eingriff Unbefugter	61	9.	<b>Ergänzende Anforderungen</b>	79
6.	<b>Beschreibung der Störfallvoraussetzungen</b>	62	9.1	Prüfung, Überwachung und Wartung der Sicherheitseinrichtungen	79
7.	<b>Darlegung der störfallverhindernden Vorkehrungen</b>	63	9.1.1	Prüfungen bei der Errichtung	79
7.1	Vorkehrungen hinsichtlich der Beanspruchung bei bestimmungsgemäßen Betrieb	63	9.1.2	Wiederkehrende Prüfung, Überwachung und Wartung beim Betrieb	80
7.1.1	Benachbarte Anlagen und Gebäude	63	9.2	Schutzmaßnahmen für das Lagerpersonals	80
7.1.2	Verkehrsbedingte Einflüsse	64	9.2.1	Organisatorische Schutzmaßnahmen	80
7.1.3	Umwelteinflüsse	64	9.2.2	Technische Schutzmaßnahmen	81
7.2	Vorkehrungen hinsichtlich der Beanspruchung bei Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs	65	9.2.3	Schutzausrüstung und betriebliche Schutzeinrichtungen	81
7.2.1	Maßnahmen zur Verhinderung der Freisetzung von Stoffen durch Korrosion, Bedienungsfehler, Herunterfallen von Gebinden, Einsturz von Regalen	65	10.	<b>Angaben über Störfallauswirkungen</b>	82
7.2.2	Maßnahmen zur Verhinderung von Bränden	66	10.1	Brandszenarien und Berechnungsmethoden	82
7.2.3	Maßnahmen zur Verhinderung von Explosionen	69	10.2	Ausbreitung von Brandgasen	86
			10.2.1	Brand im Lagerraum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel	86
			10.2.2	Brand im Giftraum	89

	Blatt	
10.2.3	Brand im VbF-Raum	92
10.3	Toxikologische Bewertung der Stoffe	96
10.3.1	Polyhalogenierte Dibenzodioxine und -furane (PHDD/PHDF)	96
10.3.2	Chlor	98
10.3.3	Phosgen	99
10.3.4	Halogenwasserstoffe	99
10.3.5	Isocyanate	100
10.3.6	Cyanwasserstoff	101
10.3.7	Stickoxide	101
10.3.8	Schwefeloxide	103
10.3.9	Organische und anorganische Phosphorverbindungen	104
10.3.10	Phosphorwasserstoff	105
10.3.11	Schwermetalle	105
10.3.12	Unzersetzte Pflanzenschutzmittel	106
10.3.13	Kohlendioxid (Löschgase)	108
11.	Zusammenfassung der Ergebnisse	109

## 0. Vorwort

Der vorliegende Abschlußbericht des Forschungsvorhabens "Beispielhafte Sicherheitsanalysen zu Pflanzenschutzmittellägern" ist in drei Bände gegliedert.

Band 1 (Grundsätzliche Aspekte für die sicherheitstechnische Ausgestaltung eines Pflanzenschutzmittellagers) stellt in der Form einer Sicherheitsanalyse nach den Anforderungen der 2. Störfall-Verwaltungsvorschrift ein fiktives Pflanzenschutzmittellager mit den nach Meinung der Verfasser erforderlichen sicherheitstechnischen Anforderungen vor; dabei werden im wesentlichen nur die sicherheitstechnisch relevanten Ausstattungsmerkmale beschrieben. Darüber hinaus wird dargestellt, welche Aspekte bei der Auswahl aus mehreren alternativen Lösungsmöglichkeiten zu berücksichtigen sind.

*Solche Textpassagen mit Erläuterungen und Begründungen für die Auswahl bestimmter Sicherheitssysteme sind zur Verdeutlichung in Band 1 in kursiver Schrift gesetzt.*

Ein weiterer Schwerpunkt von Band 1 besteht darin, aufzuzeigen, welche Auswirkungen bei unterschiedlicher sicherheitstechnischer Ausrüstung des Pflanzenschutzmittellagers aufgrund einer konservativen theoretischen Betrachtung denkbar sind und wie diese begrenzt werden können.

In Band 2 und 3 sind diesen grundsätzlichen Betrachtungen zum Stand der Sicherheitstechnik in Pflanzenschutzmittellägern (Band 1) Beschreibungen eines bestehenden (Band 2) und eines geplanten (Band 3) Pflanzenschutzmittellagers zur Dokumentation des vorhandenen und derzeit praktizierten Standes der Technik - ebenfalls in Form von Sicherheitsanalysen entsprechend den Anforderungen der 2. Störfall-Verwaltungsvorschrift - beispielhaft gegenüber gestellt.

Eventuelle Mängel in den vorhandenen bzw. geplanten Sicherheitsmaßnahmen dieser Läger werden in Band 2 und 3 jedoch weder explizit aufgezeigt und bewertet, noch werden Vorschläge zur Behebung dieser Mängel gemacht. Lediglich in die Planung der zu errichtenden Anlage fließen einige Erkenntnisse, die während der Arbeiten zu diesem Forschungsvorhaben gewonnen wurden, mit ein.

## 1. Allgemeine Angaben

### 1.1 Lage und Anschrift des Lagers

Das Lager der Fa. .... befindet sich im Industriegebiet der Stadt ..... in der ..... Straße .. (Flur-Nr. ...., Eigentümer ..).

### 1.2 Eigentumsverhältnisse und Nutzung

Die Fa. .... in ....., .....str. ..., unterhält in ....., .....str. .. eine Zweigstelle. Die Lagerhalle dient zur Zwischenlagerung und für den Umschlag von Tiernahrung, Saatgut, Folien, Gartenbedarf und Pflanzenschutzmitteln.

Der Verkauf erfolgt an landwirtschaftliche Lagerhäuser und Wiederverkäufer.

### 1.3 Störfallrelevanz der Anlage

Das Pflanzenschutzmittellager ist eine Anlage zum Lagern von mehr als 100 Mg Pflanzenschutz- oder Schädlingsbekämpfungsmitteln oder ihrer Wirkstoffe (Anhang I, Nr. 13 der Störfall-Verordnung).

Die im Lager vorhandenen Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung sind im Abschnitt 3.1.1 aufgeführt.

Die vorliegende Sicherheitsanalyse wurde nur für den geplanten Erweiterungsbau erstellt.

### 1.4 Lagerkapazität

Die Lagerkapazität des bisherigen Lagers beträgt ca. 600 Mg.

Der Erweiterungsbau wird ca. 660 Paletten aufnehmen können. Bei einer durchschnittlichen Belegung mit 0,4 Mg je Palette ergibt sich eine Lagermenge von ca. 264 Mg.

## 1.5 Genehmigungssituation

Die Anzeige einer genehmigungsbedürftigen Anlage nach §67 Abs. 2 BImSchG erfolgte beim Umweltschutzamt der Stadt ..... am ..... und beim Amt für öffentliche Ordnung in ..... am .....

Die vorhandene Lagerhalle von ca. 1800 m<sup>2</sup> Fläche soll um 571 m<sup>2</sup> erweitert werden. Der Erweiterungsbau wird ausschließlich für die Lagerung von Pflanzenschutzmitteln benutzt werden; eine Lagerung von Pflanzenschutzmitteln zusammen mit anderen gehandelten Waren findet dann nicht mehr statt.

Der Antrag auf Genehmigung zur Errichtung einer Anlage nach §4 BImSchG wurde am ..... gestellt.

Genehmigungsbescheide für den Erweiterungsbau liegen noch nicht vor.

## 2. Beschreibung des Lagers und des Betriebsablaufes

### 2.1 Beschreibung des Lagers

#### 2.1.1 Angaben über die zum Lagerbetrieb gehörenden Gebäude und Nebeneinrichtungen

##### 2.1.1.1 Art und Anzahl der Lagergebäude

Es ist geplant, die bestehende Lagerhalle für Landwirtschaftsbedarf um

einen ca. 20 m langen Anbau zu erweitern. In diesem Anbau werden

- ein Lagerraum für Stoffe, die der VbF unterliegen,
- ein Giftraum für Stoffe, die der TRGS S14 zuzuordnen sind und
- ein Lagerraum für mindergiftige und ätzende Pflanzenschutzmittel untergebracht.

Die bestehende Lagerhalle ist eingeschossig und erstreckt sich von Norden nach Süden. An der nördlichen Stirnseite befindet sich ein zweigeschossiger Verwaltungstrakt mit Büro- und Sozialräumen. Dieser Bereich ist von der bestehenden Lagerhalle durch eine Brandwand und T-30-Türen abgetrennt.

Der Anbau wird an der südlichen Stirnseite der bestehenden Lagerhalle errichtet und mit einer Brandwand und einem T-90-Schiebetor von der be-

stehenden Lagerhalle getrennt. An der Ostseite der Lagerhalle befindet sich unter einem Vordach der Ladebereich.

#### **2.1.1.2 Art der Nebengebäude**

Entlang der Ostseite erstreckt sich in einem Abstand von ca. 8 m an der Grundstücksgrenze eine einseitig offene Halle. Sie dient zur Lagerung von Düngemitteln und Erden. Die zum Betrieb des Lagers erforderlichen Einrichtungen sind im wesentlichen im Verwaltungstrakt untergebracht.

#### **2.1.1.3 Art der Nebeneinrichtungen**

Der Lagerbereich wird um drei weitere Lagerräume erweitert. Durch diese Erweiterung wird der vorhandene Verwaltungstrakt nicht betroffen. Es werden keine weiteren Büro- oder Sozialräume geschaffen.

Die Zahl der Arbeitsplätze wird nicht erhöht. Die Zahl der Parkplätze bleibt ebenfalls gleich.

Zu dem Betrieb gehören ein LKW (<7,5 Mg) sowie mehrere Gabelstapler.

### **2.1.2 Örtliche Lage**

#### **2.1.2.1 Vermaßte Grundrisse**

Die Grundrisse sind in dem Plan M 1:100 (siehe Anlage) dargestellt. Das Gebäude ist in Brandabschnitte bzw. feuerbeständig abgegrenzte Bereiche unterteilt.

#### **2.1.2.2 Abstände der Lagergebäude untereinander**

Die Abstände zu der benachbarten offenen Halle und zu den Grundstücksgrenzen sind in dem Plan M 1:200 dargestellt.

#### **2.1.2.3 Abstände zu den anderen Anlagen und Gebäuden**

Das Pflanzenschutz- und Düngemittellager liegt im Gelände des ..... Hafens. Nördlich und südlich befinden sich Industrie- und Gewerbeanlagen und die dazugehörigen Verwaltungsgebäude. Westlich des Lagers liegt unbebautes Gelände, östlich ein Lagerplatz für Baumaterialien; daran schließt der Kai mit dem Hafenbecken an.

#### **2.1.2.4 Abstände zu Verkehrswegen**

Das Grundstück grenzt an die ..... Straße und wird von ihr erschlossen. In ca. 100 m Entfernung liegt das Hafenbecken; weitere 400 m entfernt befindet sich der .....-Kanal.

#### **2.1.2.5 Standort des Lagers**

Das Grundstück liegt in dem erschlossenen Industriegebiet der Gemarkung ....., Flurstück Nr. .... Der Bebauungsplan für dieses Gebiet ist in der Anlage beigefügt.

#### **2.1.2.6 Besondere Standortmerkmale**

Das Industriegebiet ist weder als hochwasser- noch als erdrutsch- bzw. erdbebengefährdet (Erdbebenzone 0, DIN 4149, Teil 1) ausgewiesen. Eine Flughafeneinflugschneise befindet sich nicht in dieser Gegend. Die Bundesautobahn A.. verläuft östlich, die Bundesstraße B.. westlich und nördlich des Industriegebietes.



### 2.1.2.7 Verkehrserschließung des Lagers

Die Verkehrsanbindung des Lagers erfolgt über das öffentliche Straßennetz. Nach wenigen Kilometern Fahrstrecke werden die Zubringer der Bundesautobahn A. erreicht. Das Lager verfügt über keinen Gleisanschluß. Das Lager liegt zwar im Hafengebiet, es grenzt aber nicht an eine Binnenwasserstraße oder an ein Hafenbecken.

### 2.1.3 Konstruktive Merkmale und Angaben zur Auslegung des Lagergebäudes (Anbau für Pflanzenschutzmittel)

#### 2.1.3.1 Bauart, Größe und Struktur des Lagergebäudes

##### Angaben zur Bauart

Der Anbau ist ca. 20 m lang, 31 m breit und bis zum First des schwach geneigten Satteldaches 9,3 m hoch. Er wird in einen VbF-Raum, einen Gift-raum und in einen Lagerraum für mindergiftige und ätzende Pflanzenschutzmittel unterteilt.

Der Anbau besteht aus einer Stahlbetonskelettkonstruktion mit Dachbindern aus Stahlbeton. Die östliche und westliche Außenwand und das Dach werden von einem wärmedämmten Trapezblech gebildet. Die nördliche Wand zu dem bestehenden Lager wird als Brandwand ausgeführt und 50 cm über das Dach geführt. Die südliche Außenwand besteht aus Gasbetonplatten und ist mit Trapezblech verkleidet.

Der Boden im Anbau wird durch eine wasserdichte Stahlbetonplatte gebildet. Er ist gegenüber dem angrenzenden Gelände als Wanne ausgebildet; dadurch steht ein Auffangvolumen für Löschwasser zur Verfügung. Innerhalb des Anbaus wird der VbF- und der Gift-raum mit Wänden aus Gasbeton feuerbeständig (F90) vom übrigen Gebäude abgetrennt. Unterhalb des Daches aus Trapezblech werden feuerbeständige Massivdecken eingezogen. Die lichte Höhe in diesen Räumen beträgt ca. 7,4 m.

In der Dachkonstruktion ist eine Rauch- und Wärmeabzuganlage installiert. Die Größe der einzelnen Öffnungen beträgt 1,2 x 1,2 m.

Die Zufahrt von dem bestehenden Lager in den Anbau und vom Anbau in den Gift-raum wird jeweils durch ein T-90-Brandschutzschiebetor bzw. eine -tür gebildet. Der VbF-Raum ist nur von außen zugänglich. Jeder Raum kann mindestens über zwei Ausgänge verlassen werden. Die zulässige Fluchtweglänge wird nicht überschritten.

Entlang der östlichen Längsseite wird ein ca. 2,8 m überstehendes Vordach angebracht, unter dessen Schutz die Flurförderfahrzeuge verkehren und die Verladearbeiten durchgeführt werden.

Die Pflanzenschutzmittel werden auf ihren Paletten in Stahlregalen eingelagert. Im VbF- und im Gift-raum liegt die höchste Lagerebene bei 3 m, sonst bei 6 m.

##### Angaben zur Struktur

Brandabschnitt 1: Lagerraum für mindergiftige und ätzende Stoffe, Fläche ca. 458 m<sup>2</sup>

Brandabschnitt 2: VbF-Raum, Lagerraum für Medien, die der VbF unterliegen, sowie für giftige Stoffe (T und T') soweit sie in diesen Medien gelöst sind; Fläche ca. 70 m<sup>2</sup>

Brandabschnitt 3: Gift-raum, Lagerraum für giftige und sehr giftige Stoffe, die der TRGS 514 unterliegen; Fläche ca. 44 m<sup>2</sup>.

#### 2.1.3.2 Bauausführung des Gebäudes

##### Gebäudefundamentierung

Die Fertigteilstützen aus Stahlbeton stehen in Köcherfundamenten, die mit Bohrpfehlen in die tragfähigen Kiesschichten gegründet sind.

##### Tragkonstruktion

Die Tragkonstruktion besteht aus Stahlbetonfertigteilen. Die Stützen tragen die Dachbinder und werden mit Riegeln ausgesteift. Die Standfestigkeit des Bauwerks wird im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens nachgewiesen. Auf den Bindern ist die Dachhaut, bestehend aus Stahltrapezblechprofilen mit einer 120 mm dicken nichtbrennbaren Wärmedämmung mit

einer Folienlage als Dampfsperre, montiert.

#### **Außenwände**

An der Ost- und Westseite bestehen die Außenwände aus wärmeisoliertem Trapezblech und aus Stahlkassettenblechen, an der Südseite aus einer 20 cm dicken Wand aus Gasbetonplatten, die mit Trapezblechen verkleidet ist.

#### **Trennwände**

Die Trennwände zwischen dem Lagerraum für mindergiftige Stoffe und dem Giftraum sowie dem VbF-Raum bestehen aus 20 cm dicken Gasbetonplatten.

#### **Zwischendecke**

Über dem VbF-Lagerraum und Giftraum liegt eine 20 cm dicke Stahlbetondecke. Sie wird feuerbeständig (F90) ausgeführt.

#### **Brandwand**

Die Wand zwischen dem bestehenden Lager und dem Neubau wird aus Kalksandsteinen nach DIN 106 mit einer Stärke von 24 cm, beidseitig verputzt, ausgeführt. Sie reicht 50 cm über die Dachhaut nach DIN 4102, Teil 3, Abschnitt 4 /L2.11/.

#### **Boden**

Der Boden besteht aus einer 25 cm dicken, wasserdichten Stahlbetondecke mit 6 cm starkem Verbundestrich. Im Bereich der Außenwände und der Wand zum Altbau wird die Decke 16 cm aufgekantet. Dadurch wird eine Wanne von 10 cm Tiefe gebildet.

#### **Fenster**

Das Lager hat keine Fenster. Die Räume werden über Lichtkuppeln belichtet, die zugleich als Rauch- und Wärmeabzugsanlagen dienen.

#### **Türen und Tore**

Innerhalb der Brandwand (zwischen bestehendem Lager und Anbau) wird ein T-90-Schiebetor eingebaut, in die Durchfahrt vom Anbau zum Giftraum eine doppelflügelige T-90-Tür. Als Fluchttüren in den Außenwänden sind T-30-Türen geplant. Die Zufahrtstore für die Flurförderfahrzeuge in den

Außenwänden werden mit Rollläden verschlossen, die für die eingesetzten Löschverfahren ausreichend dicht sind.

#### **2.1.3.3 Ausführung des Auffangraumes**

Als Boden ist eine wasserdichte Stahlbetondecke vorgesehen. Der Boden in den einzelnen Brandabschnitten wird weitgehend fugenlos mit entsprechender Bewehrung hergestellt. Im Brandabschnitt 2 werden Blechwannen unter die Regale gestellt.

Die Beschichtung erfolgt entsprechend der Richtlinie "Standortsicherheits- und Brauchbarkeitsnachweise für beschichtete Auffangräume aus Stahlbeton zur Lagerung wassergefährdender Flüssigkeiten - Fassung Januar 1989" /L2.45/.

Für die Auffangräume wird eine wasserrechtliche Eignungsfeststellung durchgeführt.

Um ein Aufnahmevolumen für Löschwasser zu schaffen, ist eine 10 cm tiefe Wanne vorhanden. Im Bereich der Außenwände und zur bestehenden Halle ist die Stahlbetondecke aufgekantet. Im Bereich der Fluchttüren befinden sich Schwellen. Bei den Ein- und Ausfahrten in dem Neubau sind Rampen vorgesehen, damit die Flurförderfahrzeuge in die einzelnen Lagerbereiche fahren können.

#### **2.1.4 Schutzzonen**

Der VbF-Raum ist nach VbF bzw. TRbF 110 als explosionsgefährdeter Bereich, Zone 2, ausgewiesen.

## **2.1.5 Zugänglichkeit des Lagers**

### **2.1.5.1 Zugänglichkeit des Lagers für Rettungsdienste**

Das Lager wird durch das öffentliche Straßennetz erschlossen. Die Zufahrt auf das Lagergelände erfolgt von der ..... Straße durch zwei Einfahrten im Norden und Süden des Geländes.

Die Feuerwache der Berufsfeuerwehr ..... liegt ca. 1500 m nördlich des Lagers.

Die Zufahrt für die Einsatzfahrzeuge der Feuerwehr und der Rettungsdienste ist im Lagergelände an drei Seiten entlang der Lagerhalle möglich. Sie ist über befestigte Verkehrsflächen im Sinne des Art. 4 der BayBO dauernd und sicher möglich. Die Flächen auf dem Grundstück entsprechen der DIN 14090 /L2.22/. Die vierte Seite des Lagers grenzt unmittelbar an die ..... Straße. Ausgänge befinden sich nicht in diesem Bereich.

### **2.1.5.2 Flucht- und Rettungswege im Lager**

Alle Lagerräume können über die Zufahrten für die Flurförderfahrzeuge und über eine Fluchttüre verlassen werden. Aus dem Lagerraum für mindergiftige und ätzende Stoffe führt noch eine zweite Fluchttür.

Die Rettungswege werden gemäß §19 ASR /L2.36, L2.10/ sowie nach den Grundsätzen der VBG 125 /L2.5/ gut sichtbar ausgewiesen.

Die Zufahrt in den Lagerbereich erfolgt über befestigte Flächen.

## **2.1.6 Technische Einrichtungen und Ausrüstungen des Lagers**

### **2.1.6.1 Stationäre technische Einrichtungen**

#### **Regale**

Die Lagerung von Gebinden und Behältern erfolgt mit wenigen Ausnahmen (Blocklagerung) in Regalen.

Die vorgesehenen Regale entsprechen den Richtlinien für Lagereinrichtungen und Geräte /L2.4/.

Die Standsicherheit der Regale ist in jedem Betriebszustand gegeben.

Zur Gewähr der Standsicherheit sind die Regale am Boden, den Wänden, den Decken bzw. untereinander befestigt. Zum sicheren Lagern von Gebinden und Behältern sind die Regale darüber hinaus mit folgenden Schutz-zeineinrichtungen versehen:

- Mit einem 0,3 m hohen Anfahrerschutz, der nicht mit dem Regal verbunden ist und der eine Energie von mindestens 400 Nm aufnehmen kann.
- Mit einem Seitenschutz (außer wenn von dieser Seite gelagert wird).
- Mit einer Tiefenaufgabe (wenn Paletten so eingelagert werden, daß die Mittelklötze keine Auflage haben).
- Mit Durchschiebesicherungen (wenn Regale so dicht hintereinander stehen, daß die Paletten näher als 10 mm zusammenkommen können).
- Mit einer Aushebesicherung.

Die Regale sind mit folgenden Daten gekennzeichnet:

- Hersteller oder Einführer
- Typbezeichnung
- Baujahr oder Kommissionsnummer
- zulässige Fach- und Feldlasten

#### **Paletten**

Die Ausführung der eingesetzten Flachpaletten aus Holz bzw. Gitterboxpaletten entspricht der DIN 15142 /L2.7/, der DIN 15146 /L2.8/, der DIN 15147 /L2.17/, der DIN 15155 /L2.18/ und der Gütenorm für europäische Flachpaletten aus Holz /L2.19/.

Die Flachpaletten aus Holz entsprechend /L2.19/ können wie folgt belastet werden:

- Mit einer beliebigen Last bis max. 1000 kg.
- Mit einer gleichförmig verteilten Last bis max. 1500 kg.
- Mit einer zusätzlichen Auflast bis max. 4000 kg, wenn die gestapelten Paletten vollflächig aufliegen.

Die Gitterboxpaletten nach DIN 15155 /L2.18/ werden entsprechend den Richtlinien für Lagereinrichtung und -geräte /L2.43/ bei gleichmäßig verteilter Last mit höchstens 1000 kg belastet; sie werden einschließlich der Grundpalette höchstens fünffach gestapelt.

Die vorgenannten Paletten sind z.T. mit folgenden Angaben gekennzeichnet:

- Zeichen EUR und DB
- Hersteller
- Herstellungsjahr

Paletten, die nicht den o. g. Anforderungen entsprechen, werden im Lager nicht eingesetzt.

#### Raumkühlung und -heizung

Im Neubau wird der VbF-Raum beheizt, damit frostgefährdete Produkte keinen Schaden nehmen. Die Erwärmung der Raumluft erfolgt über Warmwasserwärmeaustauscher. Eine Raumkühlung ist aufgrund der eingelagerten Produkte nicht erforderlich.

#### Lüftung

Der VbF-Raum wird mit einer ex-geschützten Lüftungsanlage be- und entlüftet. Mit der Lüftungsanlage wird ein fünffacher Luftwechsel aufrechterhalten. Der sonstige Lagerbereich wird natürlich belüftet.

#### Blitzschutzanlage

Da sich in dem Gebäude eine erlaubnisbedürftige Anlage zur Lagerung brennbarer Flüssigkeiten befindet, erhält das Gebäude gemäß Ziffer 8 der TRbF 100 eine Blitzschutzanlage. Bei der Errichtung der Blitzschutzanlage werden die Normen DIN/VDE 0185, Teile 1 und 2, /L2.51/ zugrundegelegt.

Für das Errichten wird ein Plan erstellt, aus dem

- die Art und Lage der Blitzfangeinrichtungen,
  - die Anzahl und Lage der Ableitungen,
  - die Erdungsanlage,
  - der "Innere Blitzschutz" (Blitzschutzpotentialausgleich, Überspannungsschutz) und
  - die verwendeten Leitermaterialien mit den Dimensionierungen
- ersichtlich sind.

Die Blitzschutzanlage wird von einer Fachfirma erstellt. Die nach VbF vorgeschriebene Abnahmeprüfung und die im Turnus von 3 Jahren stattfindenden Wiederholungsprüfungen werden auf Veranlassung der Betriebsleitung von einem Sachverständigen durchgeführt.

#### Elektroinstallation allgemein

Das Pflanzenschutzmittellager erhält eine Elektroinstallation, die gemäß den einschlägigen Bestimmungen und Normen von einem Elektro-Projektanten geplant und von einem zugelassenen Elektro-Fachbetrieb sach- und fachgerecht errichtet wird. Im speziellen wird davon ausgegangen, daß es sich bei dem Lager um eine feuergefährdete Betriebsstätte handelt, bei der insbesondere die Anforderungen der DIN/VDE 0100, Teil 720, /L2.58/ berücksichtigt werden.

Für das Errichten der Elektroinstallation werden technische Unterlagen, wie z. B. Schalt-, Lage- und Verteilungspläne, Leitungsverzeichnis usw. angefertigt, aus denen im einzelnen folgende Angaben ersichtlich sind:

- Art des Anschlusses an das öffentliche Energie-Versorgungs-Unternehmen (EVU)
- Art und Ausführung der angewandten Maßnahmen zum Schutz bei indirektem Berühren spannungsführender Teile
- stromkreismäßige Aufteilung der verwendeten elektrischen Betriebsmittel und deren Leistungen
- Schutzarten der elektrischen Betriebsmittel nach DIN 40050 /L2.53/
- Leitungsarten und deren Verlegung
- Leitungsquerschnitte und Nennströme der zugeordneten Überstrom-Schutzeinrichtungen
- Beleuchtungsstärke in den Räumen
- Einbau-Lage der elektrischen Betriebsmittel (Leuchten, Steckdosen, Schalter usw.)

Ferner werden für Hilfs- und Steuerstromkreise Stromlaufpläne nach DIN 40719, Teil 3 /L2.54/ angefertigt, aus denen die schaltungstechnischen Zusammenhänge der gesteuerten Betriebsmittel eindeutig wiedergegeben werden.

Die Prüfung der Elektroinstallation vor der ersten Inbetriebnahme sowie die erforderlichen Wiederholungsprüfungen werden entsprechend der Unfallverhütungs-Vorschrift VBG 4 /L2.55/ durchgeführt.

#### **Elektroinstallation im VbF-Raum**

Da im VbF-Lager brennbare Flüssigkeiten nur gelagert, aber nicht abgefüllt werden, ist für diesen Raum die Schutzzone 2 gemäß der VbF festzulegen.

Aus diesem Grund wird für das Errichten der Elektroinstallation die "Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen (ElexV) /L1.7/ zugrundegelegt und insbesondere die Norm DIN/VDE 0165 /L2.57/ berücksichtigt.

Die eingesetzten elektrischen Betriebsmittel werden entsprechend den Temperaturklassen und Explosionsgruppen der gelagerten brennbaren Flüssigkeiten und Stoffe ausgewählt.

Die Zulässigkeit der elektrischen Betriebsmittel wird entweder durch Baumuster-Prüfbescheinigungen gemäß §8 der ElexV oder durch Bescheinigungen nach Ziffer 6.3 der DIN/VDE 0165 nachgewiesen.

Nach Fertigstellung der Elektroinstallation wird die Anlage erst in Betrieb genommen, nachdem gemäß §13 VbF ein Sachverständiger nach §24c GewO eine Abnahmeprüfung durchgeführt und eine Bescheinigung über die Prüfung ausgestellt hat.

Außerdem veranlaßt die Betriebsleitung, daß die Anlage gemäß §15 VbF regelmäßig alle 3 Jahre von einem Sachverständigen nach §24c GewO überprüft wird.

#### **2.1.6.2 Mobile technische Einrichtungen**

Nach TRbF 110 ist ein Einsatz von ex-geschützten Elektro-Gabelstaplern nicht erforderlich; es werden ausschließlich nicht ex-geschützte Elektro-Gabelstapler verwendet. Diesel- bzw. flüssiggasgetriebene Gabelstapler werden aufgrund der von ihnen ausgehenden Emissionen nicht eingesetzt; zudem weisen einzelne Räume ein Raumvolumen von weniger als 2000 m<sup>3</sup> auf, so daß dadurch die Gefahrenmeldesysteme Fehlalarme auslösen würden und ein erhöhter Wartungsaufwand erforderlich würde.

Der Einsatz und Betrieb der Gabelstapler erfolgt auf der Grundlage der einschlägigen Vorschriften wie der VBG 12a /L2.3/, der VBG 5 /L2.2/, der VBG 1 /L2.1/, der VDI 3859 /L2.27/ und der VDI 2199 /L2.28/.

Die Batterie (mit Fabrikschild) ist so am Gabelstapler eingebaut, daß ein direktes oder indirektes Berühren unter Spannung stehender Teile oder ein unbeabsichtigtes Verschieben (besonders beim Umkippen) verhindert wird. Beim Laden der Batterie wird beachtet, daß die Betriebsstromkreise des Staplers nicht eingeschaltet werden. Für das Laden der Batterie steht ein separater Laderaum zur Verfügung, der entsprechend be- und entlüftet ist. Die Elektro-Installationen in diesem Raum entsprechen den Vorschriften der VDE 0510/DIN 57510 /L2.25/.

Zur Reinigung des Lagers dient eine fahrbare Kehrmaschine. Andere elektrisch betriebene Werkzeuge oder Maschinen werden nur im Ausnahmefall und nach vorheriger Genehmigung durch den Lagerleiter eingesetzt.

#### **2.1.6.3 Energieversorgung**

##### **Heizung**

Das Warmwasser für die Lagerhallenbeheizung wird in einer zentralen Warmwasserheizungsanlage erzeugt. Der Heizungskessel wird mit Heizöl EL befeuert.

### Löschwasser

Der Lagerbereich wird von der öffentlichen Wasserversorgung mit Wasser versorgt. Zur Entnahme des Löschwassers stehen in der näheren Umgebung Überflurhydranten zur Verfügung. Ein Überflurhydrant ist im Bereich der Hordeinfahrt, weitere Hydranten befinden sich im Abstand von 100 m entlang der ..... Straße. Das Lager verfügt über keine eigene Löschwasser-versorgung. Eine Löschwasserentnahme aus dem benachbarten Hafenbecken ist möglich, aber nicht vorbereitet.

### Stromversorgung

Das Pflanzenschutzmittellager wird über ein Erdkabel an das öffentliche Elektrizitäts-Versorgungs-Unternehmen angeschlossen. Die Versorgungsspannung beträgt 3 x 380/220 V AC.

Das Erdkabel wird unterirdisch entsprechend den Technischen-Anschlußbestimmungen (TAB) des EVU's verlegt und mündet in die Niederspannungshauptverteilung des Lagers.

Eine Netzersatz- oder Notstromversorgung für das Lager ist nicht vorgesehen.

## 2.2 Beschreibung des Betriebsablaufes

### 2.2.1 Technischer Zweck des Lagers

Der Lagerbetrieb dient zum Umschlag und zur Lagerung von Pflanzenschutzmitteln und anderen landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Bedarfsmaterialien in ortsbeweglichen Verpackungen. Die Anlieferung vom Hersteller bzw. der Abtransport der Paletten an den Einzel- und Zwischenhandel erfolgt über z.T. firmeneigene Lastkraftwagen. Der Verkauf erfolgt ausschließlich an landwirtschaftliche Lagerhäuser und Wiederverkäufer.

Um- oder Abfüllvorgänge finden nicht statt; es erfolgt ggf. eine Zusammenpackung von Einzelgebinden verschiedener Produkte auf eine gemeinsame Palette entsprechend den ausgeführten Bestellungen.

### 2.2.2 Art der Arbeiten

Die gesamte Lagerkapazität wird im Mittel mehrmals pro Jahr umgeschlagen. Aufgrund jahreszeitlich bedingter Nachfrageunterschiede schwanken die umgesetzten Tagesmengen beträchtlich.

So wurden im März 1989 ca. 200 Warenanlieferungen vorgenommen; täglich erfolgten bis zu 50 Auslieferungen, d.h. ca. 1000 Vorgänge pro Monat mit jeweils mehreren Einzelpositionen.

Die angelieferten Pflanzenschutzmittel werden auf Identität mit den Lieferpapieren und auf Beschädigungen überprüft; danach erfolgt die Aufnahme der Lieferung in die Lagerbestandsliste und der Transport der Paletten an freie Regallagerplätze.

Vor der Auslieferung erfolgt anhand des Bestellscheins eine Zusammenstellung der Einzelgebinde auf Paletten, die für den Transport durch Stretchen gesichert werden. Die Sicherung des Lagergutes auf den Paletten ist in 2.2.4.3 beschrieben.

Der Abtransport erfolgt mit firmeneigenen und fremden Fahrzeugen, die vor der Beladung auf die Einhaltung der GGVS-Vorschriften sowie Vorhandensein der vorgeschriebenen Ausrüstung (Warntafel, Feuerlöscher, Schutzmaske usw.) überprüft werden.

Durch Anlieferung und Verkauf der Ware in Chargen soll ein möglichst geringer mittlerer Lagerbestand erreicht werden.

### 2.2.3 Lagerungsbedingungen

Die Lagertemperaturen überschreiten auch im Sommer nicht die in den Sicherheitsdatenblättern/Produktdatenblättern der einzelnen Hersteller angegebenen zulässigen Höchsttemperaturen; durch die Beheizungsmöglichkeiten im Winter nehmen auch kälteempfindliche Produkte keinen Schaden. An die Luftfeuchtigkeit werden keine besonderen Anforderungen gestellt.

## 2.2.4 Lagerfunktionen

### 2.2.4.1 Warenannahme und Eingangskontrolle

Alle Wareneingänge werden aufgrund des Lieferscheins auf Identität, Liefermenge und Unversehrtheit der Einzelbinde überprüft. Die Überprüfung auf Identität erfolgt über die Produktkennzeichnung. Paletten ohne Kennzeichnung werden nicht angenommen. Beschädigte Einzelbinde werden ordnungsgemäß entsorgt.

Paletten, die nicht den Anforderungen der in 2.1.6.1 genannten Normen entsprechen, werden bei der Wareneingangskontrolle ausgemustert und durch geeignete Paletten ersetzt.

Hinsichtlich der Beurteilungskriterien der Gebrauchsfähigkeit von Holzpaletten und Gitterboxpaletten werden die Richtlinien gemäß /L2.43/ angewandt.

Nach der Annahme der Paletten erfolgt vor der Einlagerung eine Aufnahme von Art und Menge in die EDV-gestützte Lagerbestandsliste.

### 2.2.4.2 Einlagern und Lagern

Die angenommene Palette wird an einen freien Regallagerplatz in einem der Klassifizierung entsprechenden Raum (VbF-Raum, Giftraum bzw. Lageraum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel) eingelagert. Dabei sind im Lagerraum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel ca. 500 Palettenplätze, im VbF-Raum ca. 90 und im Giftraum ca. 70 Palettenplätze vorhanden.

Brandfördernde Stoffe wie Natriumchlorat oder Düngemittel werden im Pflanzenschutzmittellager nicht gelagert; die TRGS 515 /L2.47/ findet daher keine Anwendung.

Lebensmittel und -zusatzstoffe, Futtermittel und -zusatzstoffe, Genussmittel oder kosmetische Mittel werden nicht gelagert.

## VbF-Raum

Brennbare Flüssigkeiten werden ausschließlich im VbF-Lagerraum gelagert. Bei der Zusammenlagerung von brennbaren Flüssigkeiten (nach VbF) mit anderen Stoffen wird folgendes beachtet:

Brennbare Flüssigkeiten, die giftig oder sehr giftig sind, werden zusammen mit den anderen brennbaren Flüssigkeiten im VbF-Raum und nicht im Giftraum gelagert /L2.32 und L2.29/.

Druckgaspackungen (Spraydosen) werden nach Maßgabe der TRG 300 /L2.41/ in diesem Raum gelagert, vgl. /L2.32/.

## Giftraum

Im Giftraum werden sehr giftige und giftige Stoffe gelagert. Sie werden nicht zusammengelagert mit:

- hochentzündlichen, leichtentzündlichen oder selbstentzündlichen Stoffen
- Druckgasen (Ausnahmen sind in /L2.41/ geregelt)

Ferner werden sie nicht mit Materialien zusammengelagert, die in ihrer Art und Menge geeignet sind, zur schnellen Entstehung oder Ausbreitung von Bränden beizutragen z.B. Papier, Kartonagen, brennbaren Verpackungstoffen.

## Lagerraum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel

In diesem Brandabschnitt werden alle Pflanzenschutzmittel gelagert, die nicht ihrer besonderen Eigenschaften wegen in die beiden anderen Brandabschnitte (VbF-Raum, Giftraum) eingelagert werden.

Zur Wahrung des beim Betrieb des Lagers erforderlichen Sicherheitsstandards werden folgende Maßnahmen getroffen:

- Lagern der Güter in dem für sie bestimmten Abschnitt
- Einhaltung der ordnungsgemäßen Flächenbelegung
- Festlegung der Art und Maximalmenge der Lagergüter und
- freier Zugang zu den Regalen.

Die Zusammenlagerungsverbote gemäß den Herstellerangaben und den einschlägigen Vorschriften /L2.29, L2.30, L2.31, L2.32, L2.41 und L2.42/ werden eingehalten.

In den Verkehrswegen werden keine Paletten abgestellt. Von den Verkehrswegen aus werden die Produkte in den Regalen ein- und ausgelagert. Von diesen Wegen aus werden die erforderlichen regelmäßigen Inspektionen durchgeführt.

Im Vbf-Lagerraum werden unter den Regalen Blechwannen aufgestellt, die auslaufende Produkte auffangen. Die Blechwannen werden so aufgestellt, daß Flüssigkeitslachen an einer gut sichtbaren Stelle zusammenlaufen. Damit ist eine schnelle Detektion sichergestellt. Die Ränder der Wannen werden so ausgebildet, daß sie gegen mechan. Einflüsse ausreichend widerstandsfähig sind bzw. von den Rädern der Gabelstapler nicht beschädigt werden.

Beim Einlagern und Lagern werden die in 2.2.4.3 behandelten Palettensicherungsmaßnahmen beachtet.

Gemäß /L2.4, L2.21, L2.22 und L2.36/ werden bei den Verkehrswegen bzw. Gängen folgende Abmessungen eingehalten:

- Verkehrswege für Fußgänger zwischen Lagereinrichtungen (Regale) sind mindestens 1,25 m breit
- Verkehrswege für kraftbetriebene Flurförderzeuge (z.B. Gabelstapler) sind so bemessen, daß auf beiden Seiten des Arbeitsmittels ein Sicherheitsabstand von mindestens 0,5 m gewährleistet ist. Bei der Bemessung ist auch der Platzbedarf für Rangiervorgänge berücksichtigt.
- Durchgänge zwischen Regalen haben eine lichte Höhe von mindestens 2 m.

In der Regel erfolgt die Lagerung in Regalen. Nur wenn alle Regallagerplätze belegt sind, werden auf den Verkehrswegen zwischen den Regalen in geringem Umfang Paletten gelagert. Dabei werden folgende Sicherungsmaßnahmen getroffen:

- Bei vollflächiger, ebener und horizontaler Auflage darf die unterste Palette im Stapel nur das Vierfache der zulässigen einzelnen Palettenlast aufnehmen.
- Gitterboxpaletten dürfen bei gleichmäßig verteilter Last (1000 kg)

höchstens fünffach gestapelt werden.

- Gefährdete Ecken von Blockstapeln werden durch einen Anfahrerschutz gesichert.

Die Verkehrsregelung ist an die Straßenverkehrsordnung angelehnt. Als Verkehrszeichen werden die im öffentlichen Straßenverkehr eingesetzten Verkehrszeichen eingesetzt. Vor jeder Hallenausfahrt ist ein Stoppschild angebracht. Die max. Fahrgeschwindigkeit der Gabelstapler ist auf 6 km/h begrenzt.

#### 2.2.4.3 Auslagern, Versandbereitstellen, Verladen

Vor dem Auslagern wird sichergestellt, daß für den Transport nur von der Lagerleitung zugelassene Ladehilfen verwendet werden und daß diese Ladehilfen sich in einem ordnungsgemäßen Zustand befinden.

Für das Auslagern werden die Gebinde auf den Paletten wie folgt gesichert:

- Durch eine Verbandsstapelung mit Verzurrung für gleich große Gebinde bzw. Kartons.
- Durch eine Verbandsstapelung mit Stretchen und Verzurrung für gleich große Gebinde, die gegen Witterungseinflüsse geschützt werden müssen.
- Durch eine Verbandsstapelung mit Haftstoff zwischen den einzelnen Lagen bei Kunststoff- bzw. Papiersäcken.
- Fässer und Tonnen werden auf Faßpaletten gelagert. Sehr kleine Gebinde werden auf Gitterboxpaletten gelagert.

Vor der Auslieferung erfolgt eine Kontrolle des Auslieferungsauftrags auf Identität Bestellschein/Ware, Menge und Unversehrtheit der Originalverpackung der Produkte. Die Versandeinheiten werden entsprechend gekennzeichnet.

Vor der Beladung des Transportfahrzeuges wird der Laderaum auf scharfe bzw. spitze Gegenstände untersucht, welche die Gebinde und Behälter beschädigen könnten. Nach der Beladung wird kontrolliert, ob die Ladung



auf der Ladefläche ausreichend gesichert ist.

Die Auslieferung erfolgt teilweise mit firmeneigenen Lastkraftwagen. Diese Fahrzeuge werden regelmäßig gewartet und sind für den Transport des beschriebenen Lagerguts geeignet; die vorgeschriebene Schutzausrüstung ist vorhanden.

Vor der Abfahrt werden Ladepapiere und Kennzeichnung des Fahrzeugs nach der GGVS nochmals überprüft.

#### 2.2.4.4 Lagerinformationssystem

Zur Zeit wird ein EDV-gestütztes Lager-Informationssystem aufgebaut, aus dem die Lagerbelegung und die Produkte hervorgehen.

Nach Abschluß der Arbeiten sind die Lagerdaten (Wareneingang, -ausgang, -bestand) nicht nur in der Zweigstelle in ....., sondern auch in der Zentrale in ..... ständig verfügbar.

Die Produktdaten wird folgende Daten enthalten:

- handelsübliche Stoffbezeichnung
- Hersteller bzw. Importeur
- Artikelnummer
- Packungsgröße
- Gebindegröße
- Gebindegewicht
- GGVS-Einordnung
- VbF-Einstufung
- GefStoffV-Kennzeichnung
- Lagermenge und Lagerort
- Gefährliche Reaktionen mit Löschmitteln und bei Freisetzung der Stoffe.

Aufgrund der ständigen Aktualisierung der Daten des EDV-Systems ist jederzeit eine Auflistung der im Lager vorhandenen Produkte mit Angabe der Packungsgrößen und Lagermengen möglich.

Diese Verzeichnisse werden gesichert und kurzfristig verfügbar aufbewahrt. Neben den Lagerlisten werden Informationsunterlagen über eine wirksame Gefahrenabwehr zur Schadensbekämpfung erstellt, die auf Verlangen den für die Gefahrenabwehr und Schadensbekämpfung zuständigen Stellen vorgelegt werden bzw. bei einem Brand kurzfristig der Einsatzleitung zur Verfügung gestellt werden können.

Die Zuordnung des Lagerguts zu den jeweiligen Lagerabschnitten erfolgt anhand der VbF- und GefStoffV-Klassifizierung.

Das Lagerinformationssystem läßt eine genaue Zuordnung einer bestimmten Palette zu einem bestimmten Palettenplatz zu und enthält auch Angaben über das Zugangsdatum der Palette; dies ist deshalb erforderlich, da wegen der begrenzten Haltbarkeit verschiedener Produkte grundsätzlich die ältere Ware zuerst zum Versand gebracht werden muß.

Sicherheitsdatenblätter der gelagerten Produkte und Sicherheitsinformationen der Hersteller sind im Lager verfügbar. Den Sicherheitsdatenblättern werden ggf. nähere Angaben zu gefährlichen Reaktionen mit Löschmitteln und bei Freisetzung der Stoffe entnommen.

- 3. Stoffbeschreibung
- 3.1 Bezeichnung der Stoffe
- 3.1.1 Angabe der Stoffe nach Anhang II

Im Pflanzenschutzmittellager können die in Tabelle 3.1.1.a aufgeführten Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung enthalten sein.

Die in Anhang II der Störfall-Verordnung genannten Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln sind zusammen mit den Handelsnamen der Produkte in Tabelle 3.1.1.b aufgeführt /L3.50/.

Tabelle 3.1.1.a

Stoffe nach Anh. II der Störfall-Verordnung, die in Pflanzenschutzmitteln vorkommen können

Wirkstoffname	Stoff-Nr.
Aldicarb	12
Atrazin	32
Azinphos-ethyl	34
Azinphos-methyl	35
Bromadiolon	51
Carbofuran	62
Chlorfenvinphos	70
Chlorphacinon	75
Cumatetriaryl	87
Delquat	97
Delquatdibromid	97.1
Demeton-S-methylsulfon	100
Dialifos	101
Dicratophos	118
Dimethoat	129
DMOC	139
DMOC-Salze	139.1
Dinoterb, Salze und Ester	143
Disulfoton	148
Endosulfan	149
Ethionphos	154
Fenbutatinoxid	161
fenthion	163
Formetanat	170
Heptenophos	172
Isofenphos	179
Lindan	187
Malathion	188
Methamidophos	194
Methidathion	196
Methomyl	197
Methylisothiocyanat	200
Nevlphos	204
Omethoat	224
Paraquat-Dihydrochlorid	229.1
Parathion	230
Parathion-methyl	231
Phosphamidon	241
Phosphamidon	242
Aluminiumphosphid	242
Magnesiumphosphid	242
Zinkphosphid	242
Zinkphosphid	242
Phosphorwasserstoff	247
Piprocetyl	248
Sulfotep	276
Terbufos	280
Thalliumsulfat	289
Thiabendazol	290
Totylfluamid	299
Triatophos	301
Azocyclotin	311.1
Warfarin	316
brennbare Gase	1
leicht entzündliche Flüssigkeiten	2
1,1,1-Trichlorethan	305

Tabelle 3.1.1.b

Zugelassene Pflanzenschutzmittel mit Stoffen, die in Anhang II der Störfall-Verordnung genannt sind

Firma	Nummer Anhang II	Stoffbezeichnung im Anhang II Störfall V	Enthalten in (Handelsname)	Gehalt im Produkt (Gew. % / g/l)	Zustand
ASU	129	Dimethoat	Aadimethoat	400 g/l	flüssig
ASU	002	Leicht entzündl. Fl.	Aggrano GF 2000	15,1 g/l	flüssig
ASU	290	Thiabendazol	Aggrano Spezial Feuchtb.	25 g/l	flüssig
ASU	290	Thiabendazol	Aggrano Universal Feuchtb.	25 g/l	flüssig
ASU	187	Lindan	Aalindan	204 g/l	flüssig
SAG	187	Lindan	Agronex	20 %	fest
SPI/URA	248	Piprocetyl	Alden	50 g/l	flüssig
FSC	187	Lindan	Amelsen Streu- und Gleitmittel	1,3 %	fest
CGD	290	Thiabendazol	Arbosan SF	25 g/l	flüssig
BAS	290	Thiabendazol	Arbosan spez. Feuchtbl.	25 g/l	flüssig
BAS	290	Thiabendazol	Arbosan spez. Wasserbeize	25 g/l	flüssig
CGD	290	Thiabendazol	Arbosan SV	25 g/l	flüssig
CGD	290	Thiabendazol	Arbosan SV + K	25 g/l	flüssig
CGD	290	Thiabendazol	Arbosan UF	25 g/l	flüssig
BAS	290	Thiabendazol	Arbosan Universal Feuchtbl.	25 g/l	flüssig
BAS	290	Thiabendazol	Arbosan Universal Wasserbeize	25 g/l	flüssig
CGD	290	Thiabendazol	Arbosan UN	25 g/l	flüssig
BAS	290	Thiabendazol	Arbosan Wasserb.m.Krähench.	25 g/l	flüssig
SAG	242	Zinkphosphid	Arrex E-Köder	3,0 %	fest
SAG	242	Zinkphosphid	Arrex H-Köder klein	3,0 %	fest
SAG	032	Atrazin	Atrazin flüssig SHEL	480 g/l	flüssig
SPI	032	Atrazin	Atrazin fl.	480 g/l	flüssig
DPD	032	Atrazin	Atrazin fl. DU POMT	480 g/l	flüssig
URA	032	Atrazin	Atrazin fl. Spiess-Urania	480 g/l	flüssig
BAY	001	Brennbare Gase	Baymat-Zierpflanzenspray	30,0 %	Aerosol
BAY	002	Leicht entzündl. Fl.	Baymat-Zierpflanzenspray	14,9 %	Aerosol
ASU	149	Endosulfan	Beosil 35 P.	352 g/l	flüssig
NEU	003	Leicht entzündl. Fl.	Big Blatt Mehltaumittel	192 g/l	flüssig
NEU	025	Ammoniak	Big Blatt Mehltaumittel	2,4 g/l	flüssig
SAG	070	Chlorfenvinphos	Birane Fluid	24,0 g/l	flüssig
SAG	070	Chlorfenvinphos	Birane Granulat	10,0 %	fest
BAY	276	Sulfotep	Bladafun II	18,0 %	fest
NEU	002	Leicht entzündliche Fl.	Blattglanz	58,0 g/l	flüssig
HOE/SCH	313	Triphenylzinverb.	Brestan 60	54,0 %	fest
SAG/SCH	051	Bromadiolon	Brunolin FF Neu	0,005 %	fest
COM	290	Thiabendazol	Comfuval FL	450 g/l	flüssig
SU	187	Lindan	Cortilan Neu	5,0 %	fest
DCW	280	Terbufos	Counter 2 G	2,0 %	fest
SPI/URA	316	Warfarin	Cumarex Fertlgköder	0,04 %	fest
SPI/URA	316	Warfarin	Cumarex Köder und Streumittel	0,75 %	fest
SPI/URA	316	Warfarin	Cumarex Rattenring	0,04 %	fest
BAY	062	Carbofuran	Curaterr-Granulat	5,0 %	fest
DEI	316	Warfarin	DETTA-Aabi-Rattentot	0,14 %	fest
SET	241	Phosphamidon	DETTA-Dimecron syst.	20,0 %	flüssig
DEI	187	Lindan	DETTA-Emulsionskonzentrat	5,0 %	flüssig
DEI	187	Lindan	DETTA-Holzschutzpräparat	1,0 %	flüssig
DEI	316	Warfarin	DETTA-Mäuse-Köder (Köderdose)	0,025 %	fest
DEI	242	Phosphide...	DETTA-Mäuse-Giftkörner	3,0 %	fest
DEI	188	Malathion	DETTA-Malathion Emulsion	50,0 %	flüssig
DEI	313	Triphenylzinverb.	DETTA-Pharao-Amelsen-Köder	0,1 %	flüssig
DEI	260	Ratemon	DETTA-Pyrethrum Emulsion Cosmo	4,0 %	flüssig
DEI	316	Warfarin	DETTA-Ratron-Frischköder	0,05 %	fest
DEI	316	Warfarin	DETTA-Ratron-Puder	0,75 %	fest
DEI	316	Warfarin	DETTA-Rattentränke	1,4 %	flüssig
DEI	316	Warfarin	DETTA-Ratten-Fress-Ratron	0,2 %	fest
DEI	316	Warfarin	DETTA-Ratten-Köderrohr	0,1 %	fest
DEI	187	Lindan	DETTA-Sprüh-tot Ultra	0,25 %	Aerosol
DEI	187	Lindan	DETTA-Umgezieferpuder	0,7 %	fest
DEI	187	Lindan	DETTA-Werrenpräparat	5,0 %	fest
DEI	242	Phosphide	DETTA-Wühlmaus-Killer	57,0 %	fest
DEI	242	Phosphide	DETTA-Wühlmaus-Köder	3,0 %	fest
CGD	290	Thiabendazol	Dimecron 20	200 g/l	flüssig
ICI	129	Dimethoat	Dimecron ICI	400 g/l	flüssig
BAS/DCW/SAG	305	1,1,1-Trichlorethan	Dursaban flüssig	290 g/l	flüssig
BAY	230	Parathion	E 605 forte	43,6 %	flüssig
BAY	230	Parathion	Ecombi	16,5 %	flüssig
SPI	230	Parathion	Eftol-01	100 g/l	flüssig

150

Firma	Nummer Anhang II	Stoffbezeichnung im Anhang II Störfall V	Enthalten in (Handelsname)	Gehalt im Produkt (Gew. % / g/l)	Zustand
SAG	129	Dimethoat	Etisso Combi-Düngerstäbchen	0,5 %	fest
SAG	001	Brennbare Gase	Etisso Pflanzenschutz	13,2 %	Aerosol
SAG	187	Lindan	Etisso Pflanzenschutz spezial	0,5 %	Aerosol
ASU	032	Atrazin	Fall Atrazin 500 fl.	48,0 %	flüssig
TMO	001	Brennbare Gase	Flit Insekten-Spray	35,0 %	Aerosol
BAT/SCM	143	Dinoterb	Flüssig Herbogil	23,2 %	flüssig
BAT	230	Parathion	Folidol-01	10,7 %	flüssig
BAT	224	Omethoat	Folimat	51,0 %	flüssig
ASU	187	Lindan	Gameterr	1,45 %	fest
SAG	187	Lindan	Game-Streuer	1,5 %	fest
SAG	001	Brennbare Gase	Gartenspray Parexan	11,2 %	Aerosol
CGD	032	Atrazin	Gesaprim 50	48,0 %	fest
CGD	032	Atrazin	Gesaprim 500	48,0 %	flüssig
CGD	032	Atrazin	Gesaprim Neun-0	80,0 %	fest
NEU	242	Phosphide	Gifweizen	2,4 %	fest
ASU	242	Zinkphosphid	Gifweizen P 140	2,4 %	fest
ICI	229	Paraquat	Gramixel 9	100 g/l	flüssig
BAT/SCM	034	Azinphos-ethyl	Gusathion K forte	33,3 %	fest
SAG	002	Leicht entzündl. fl.	Hale 1	43,3 %	flüssig
SAG	002	Leicht entzündl. fl.	Hale 4	64,0 %	flüssig
SAG	002	Leicht entzündl. fl.	Hale Einheitsmittel	43,3 %	flüssig
HOE	172	Heptenphos	Hostaquick	55,0 g/l	flüssig
SAG	129	Dimethoat	Insekten-Spritzmittel Roxion	40,0 g/l	flüssig
SAG	149	Endosulfan	Insekten-Stäbchen-Norton Neu	2,82 %	fest
NEU	002	Leicht entzündliche fl.	Kalitest Reagenz C	78,0 g/l	flüssig
DPD/SPI	197	Methomyl	Lannate 20 L	20,0 g/l	flüssig
DPD/SPI/URA	197	Methomyl	Lannate 25 WP	25,9 %	fest
BAT	163	Fenitrothion	Lebaycid	50,0 %	flüssig
SCH	073	Chlorphacinon	Lepit-Feldmausköder	0,0075 %	fest
SCH	073	Chlorphacinon	Lepit-Fortspellet	0,0075 %	fest
IKX	187	Lindan	Lindan 80 WP	80,0 %	fest
ASU	187	Lindan	Lindan 800 Sc	80,0 g/l	flüssig
BAT	001	Brennbare Gase (Propan)	Lizetan-Zierpflanzenspray	7,5 %	Aerosol
BAT	001	Brennbare Gase (Butan)	Lizetan-Zierpflanzenspray	42,5 %	Aerosol
BAT	002	Leicht entzündl. fl.	Lizetan-Zierpflanzenspray	49,1 %	Aerosol
BAT	224	Omethoat	Lizetan-Zierpflanzenspray	0,2 %	Aerosol
FSC	242	Zinkphosphid	Mausegiffweizen	2,4 %	fest
SPI/URA	032	Atrazin	Mais-Centrol	45,0 %	fest
BAT	231	Parathion-methyl	ME 605 Spritzpulver	40,0 %	fest
SCM	134	Ethiofophos	Mocap 20 GS	20,0 %	fest
SCM	035	Azinphos-methyl	Multapon	25,0 %	fest
SCM	100	Ometon-S-methylsulfon	Multapon	7,5 %	fest
NEU	242	Phosphide	Neudo Phosphid S	56,0 %	fest
NEU	002	Leicht entzündliche fl.	Neudo Vital	31,0 g/l	flüssig
NEU	002	Leicht entzündl. fl.	Neudosan	283,7 g/l	flüssig
NEU	002	Leicht entzündl. fl.	Neudosan AF	6,0 g/l	flüssig
SAG	029	Na-Kakodylat	Nesa Lotte Amelisenköder	5,95 %	fest
SAG	001	Brennbare Gase	Nesa Lotte Fliegenspray	45,05 %	Aerosol
SAG	001	Brennbare Gase	Nesa Lotte Spez.Ungez.Spray	30,0 %	Aerosol
SAG	187	Lindan	Nexit 1000 fl.	1000 g/l	flüssig
SAG	187	Lindan	Nexit fl.	255 g/l	flüssig
SAG	187	Lindan	Nexit stark	80,0 %	fest
SCM	032	Atrazin	Novanox Plus	24,3 %	fest
BAT	179	Isofenphos	Oftamol 1.	40,0 %	fest
CGD	032	Atrazin	Oleo Gesaprim 400	37,0 g/l	flüssig
TMO	001	Brennbare Gase	Paral Insekten-Spray	35,0 %	Aerosol
TMO	001	Brennbare Gase	Paral-o-san 99-Schndl./Toplfp.	20,0 %	Aerosol
TMO	001	Brennbare Gase	Paral-o-san Insekten-spray	35,0 %	Aerosol
RPA	230	Parathion	Parathion forte Agrotec	50,0 %	flüssig
ASU/BAS	230	Parathion	Parathion P-O-X kont.	50,0 g/l	flüssig
BAS/COM/URA	129	Dimethoat	Perfekthion	40,0 g/l	flüssig
BAT	311	Azoxychlorin	Peropel	25,0 %	fest
SPI/URA	032	Atrazin	Peruran	20,0 %	fest
TMO	001	Brennbare Gase	Pflanzen Paral Blattganz Spray	35,0 %	Aerosol
TMO	001	Brennbare Gase	Pflanzen Paral für Gartempfl.	10,0 %	Aerosol
TMO	001	Brennbare Gase	Pflanzen Paral gg Blattläuse	10,0 %	Aerosol
TMO	001	Brennbare Gase	Pflanzen Paral gg Blattl. / Bars	12,0 %	Aerosol
TMO	001	Brennbare Gase	Pflanzen Paral gg Blattl. / Bars	20,0 %	Aerosol
TMO	001	Brennbare Gase	Pflanzen Paral gg Schädlinge	20,0 %	Aerosol
TMO	001	Brennbare Gase	Pflanzen Paral gg Schädlinge	0 %	Aerosol
SAG	187	Lindan	Pflanzen Paral	0 %	Aerosol
BAS/SCD/SCH	032	Atrazin	Primextra neu	17,2 g/l	flüssig

Firma	Nummer Anhang II	Stoffbezeichnung im Anhang II Störfall V	Enthalten in (Handelsname)	Gehalt im Produkt (Gew. % / g/l)	Zustand
NEU	316	Warfarin	Quirlton	0,13 %	fest
RPA	051	Bromodiflon	Rafix	0,005 %	fest
NEU	075	Chlorphacinon	Raviak fertigtüder 8+8	0,205 %	fest
NEU	075	Chlorphacinon	Raviak Konzentrat	2,2 g/l	flüssig
ICI	097	Delquat	Reglone	200 g/l	flüssig
SPI	129	Dimethoat	Rogor	404 g/l	flüssig
SAG	001	Brennbare Gase	Rosenspray Saprol	13,6 %	Aerosol
SAG	129	Dimethoat	Roxion	400 g/l	flüssig
BAS/SAG	129	Dimethoat	Sapecon	222 g/l	flüssig
COM	070	Chlorfenvirphos	Salut	2,4 %	fest
SPI	242	Zinkphosphid	Segelan-Gitweizen	10,0 %	fest
SAG	204	Heviphos	SNELL Phosdrin 50	530 g/l	fest
SAG	161	Fenbutatinoxid	SNELL Torque	50,0 %	flüssig
SAG	161	Fenbutatinoxid	SNELL Torque fl.	500 g/l	flüssig
DEI	129	Dimethoat	SUBSTRAL-Pflanzenschutz-Stäbchen	0,4 %	fest
NEU	316	Warfarin	Sugan Köder	0,08 %	fest
NEU	316	Warfarin	Sugan Streumittel	0,8 %	fest
BAT/SCM	143	Dinoterb	Super Herbogil	11,5 %	flüssig
FSC	242	Aluminiumphosphid	Super Schachtos	37,0 %	fest
BAT	194	Methamidophos	Tamaron	51,0 %	flüssig
DOV	290	Thiabendazol	Tecto fl	45,1 g/l	flüssig
SAG/RPA	012	Aldicarb	Tenik 50	5,0 %	fest
ICI	229	Paraquat	Terraklene	100 g/l	flüssig
ASU	290	Thiabendazol	Tervanol F	1,0 %	flüssig
HOE	149	Endosulfan	Top Dendrocol 17	352 g/l	flüssig
SCH	187	Lindan	Top Borkenkäfermittel Schering	23 g/l	flüssig
SCH	002	Leicht entzündl. fl.	Toral	432 g/l	flüssig
HOE/SCM	101	Alldifos	Total Unkrautvernichter Ektoren	20,0 %	fest
SAG	032	Atrazin	Tuta-Total Unkrautvernichter	75,0 %	fest
VOG	014	Alkylchlorate	Ultradid	40,0 %	fest
BAS/CGD	196	Methidathion	Ultradid 40	40,0 %	fest
CGD	196	Lindan	Ungeziefermittel Jacutin fl.	9,0 %	flüssig
SAG	187	Lindan	Ungezieferpulver Jacutin	1,3 %	fest
DPD	226	Oxamyl	Vydate L	245 g/l	flüssig
SAG	242	Zinkphosphid	Wulmausköder Arrez	2,0 %	fest
ASU	242	Aluminiumphosphid	Wulmausköder Arrez	2,0 %	fest
NEU	002	Leicht entzündl. fl.	Zidil Durban Konz. geruchsarm	56,7 g/l	fest
NEU	002	Leicht entzündliche fl.	Zidil Stall- u. Melkborsprayer	76,0 g/l	flüssig
SAG	001	Brennbare Gase	Zimmerpflanzenspray Parexan	13,5 %	Aerosol

Firmenkürzel	Firmenname
ASU	Stähler Agrochemie GmbH & Co. KG
BAS	BASF Aktiengesellschaft
BAT	Bayer AG
CGD	CIBA-GEIGY GmbH
COM	Compo GmbH
DEI	Detia Freyberg GmbH
DOV	DOV Pflanzenschutz GmbH
DPD	DuPont de Nemours (Deutschland) GmbH
FSC	F. Schacht GmbH & Co. KG
HOE	Noechst Aktiengesellschaft
ICI	Deutsche ICI GmbH
RPA	W. Weudorff GmbH KG
SAG	Rhone-Poulenc AGRO GmbH
SCH	Shell Agrar GmbH & Co. KG
SPI	Schering Aktiengesellschaft
TMO	C. F. Spiess & Sohn GmbH & Co. Thompson-Siegel GmbH

LIS-Berichte Nr. 99 (1992)

Als Verunreinigungen können in einigen Wirkstoffen Nitrosamine (z.B. N,N-Dimethylnitrosamin, Stoff-Nr. 137, Anhang II der Störfall-Verordnung) in unterschiedlichen Mengen vorhanden sein /L3.16, L3.17, L3.21/.

Der Verband der Chemischen Industrie führt ein Screening-Programm auf das Vorhandensein von Spuren von TCDDs und TCDFs (zunächst 2,3,7,8-TCDD/TCDF, später die weiteren in der Gefahrstoff-Verordnung genannten chlorierten Dibenzodioxine bzw. Dibenzofurane) in chemischen Produkten durch /L3.73/.

Bei den untersuchten Substanzen (u.a. 2,4-D, MCPA) wurden für die jeweils untersuchten Isomere die Grenzwerte der Gefahrstoff-Verordnung eingehalten (2 ppb für 2,3,7,8-TCDD, 5 ppb für die Summe der weiteren genannten Isomere).

Weitere Untersuchungen werden sich u.a. auf den Wirkstoff Chloranil und 1,3,5-Trichlortriazin, ein Zwischenprodukt bei der Synthese von Triazin-Derivaten, erstrecken.

### 3.1.2 Angabe der Stoffe, die bei einer Störung des bestimmungsgemäßen Lagerbetriebs - insbesondere im Brandfall - entstehen können

Beim Brand von organischen Verbindungen, wie z.B. Pflanzenschutzmitteln, findet in Abhängigkeit vom Sauerstoffüberschuß, der Verbrennungstemperatur und der Verweilzeit der Verbrennungsgase bei hohen Temperaturen eine mehr oder weniger vollständige Oxidation statt.

Hauptprodukte der Verbrennung sind CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O (bei Anwesenheit von Halogenen, Schwefel, Phosphor zusätzlich die entsprechenden Halogenwasserstoffsäuren, Schwefeloxide/Schwefelsäure, Phosphorsäure); daneben können aber in den Brandgasen neben den unzersetzt entweichenden Ausgangsverbindungen eine Unzahl von partiell oxidierten Produkten entstehen.

Nachdem jeder Brand in einem Lager mit vielen Hunderten verschiedenen Produkten ein einmaliges, nicht wiederholbares Ereignis darstellt, ist man bei der Untersuchung von Brandprodukten im allgemeinen auf Labor- oder freibrandversuche angewiesen. Da sich aber die realen Bedingungen, die zudem zeitabhängig noch sehr stark schwanken können, in solchen Versuchen nicht nachahmen lassen, können die dabei gewonnenen Ergebnisse sowohl qualitativ wie quantitativ nur als eine grobe Information gewertet werden.

Gleichwohl sind solche Versuche trotz aller Unzulänglichkeiten die einzige Möglichkeit, ein Brandgeschehen zu simulieren und die aus Produkten der unvollständigen Oxidation resultierenden Gefahren abzuschätzen.

Erste Untersuchungen und Betrachtungen über die Verbrennung von Pflanzenschutzmitteln führten Kennedy et al. /L3.8, L3.9, L3.10, L3.22, L3.23, L3.24/ durch.

Wichtige Ergebnisse wurden auch von Merz et al. /L3.14/, Denig /L3.15/, Römer et al. /L3.26/, Sistovaris et al. /L3.42/ sowie Gomez et al. /L3.36, L3.41/ und Bruneau et al. /L3.28/ beigetragen.

Solche Untersuchungen über die Verbrennung von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln wie von anderen organischen Verbindungen, die gewisse Struktur analogien zu solchen Wirkstoffen aufweisen, wurden als Ausgangsbasis für die im weiteren angegebenen Abschätzungen über Verbrennungsprodukte verwendet.

Beim Brand von Pflanzenschutzmitteln können stoffabhängig u.a. folgende Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung entstehen:

Stoff-Nr. nach Anh. II	
67	Chlor
93	Cyanwasserstoff
137	N,N-Dimethylnitrosamin
167	Fluorwasserstoff
191	Mercaptane
199	Methylisocyanat

200	Methylisothiocyanat
240	Phosgen
247	Phosphorwasserstoff
266	Schwefeloxide
268	Schwefelwasserstoff
274	Stickoxide
284	2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin (TCDD)

Einige toxikologisch relevante Stoffe, die im Brandfall aus den in den Handelsprodukten enthaltenen Wirkstoffen entstehen können, sind in der Tabelle 3.1.2.a aufgeführt.

In dieser Tabelle werden in der Spalte "Entstehende Stoffe"

- Dioxine nur dann genannt, wenn aus den Ausgangsstoffen leicht Precursor (2,x-polyhalogenierte Phenole) entstehen können.
- Nitrosamine nur dann genannt, wenn aus den Ausgangsstoffen leicht sekundäre Amine abgespalten werden können.
- Isocyanate nur dann genannt, wenn entsprechende Carbamate oder Harnstoffderivate vorliegen.

Tabelle 3.1.2.a

Auflistung der bei der unvollständigen Verbrennung aus Wirkstoffen von Pflanzenschutzmitteln entstehenden Stoffe

Wirkstoffname	Stoff-Nr.	Entstehende Stoffe
2,4-D (Salze und Ester)	-	(Cl), PHDD/PHDF
8-Hydroxychinolin	-	(N), (S)
Acephat	-	(S), (N), (P)
Alachlor	-	(N), (Cl), (Iso)
Aldicarb	12	(S), (N), (Iso), (NNO)
Aifamethrin	-	(Cl), (N)
Alkalicarbonate	14	(Cl)
Allodylin (Na-Salz)	-	(N)
Aluminiumphosphid	242	PH3, Al-Verb.
Amtraz	-	(N)
Amitrol	-	(N)
Anilazin	-	ClCN, (N), (Cl)
Anthrachinon	-	-
Asulam	-	(N), (S), (Iso)
Atrazin	32	(N), (NNO), (Cl)
Azinphos-ethyl	34	(S), (N), (P)
Azinphos-methyl	35	(N), (P), (S)
Azocyclotin	311.1	Sn, (N)
Bemalanyl	-	(N), (Iso)
Benzolin	-	(N), (Cl), (Iso)
Bendiocarb	-	(N), (Iso)
Beromyl	-	(N), (Iso)
Bentazon	-	(N), (S)
Bentylprop-ethyl	-	(N), (Cl), (NNO)
Bifenox	-	(N), (Cl), PHDD/PHDF
Bifertanol	-	(N)
Brodifacoum	-	(Br)
Bromacil	-	(N), (Br), (Iso)
Bromadiolon	51	(Br)
Bromfenoxim	-	(N), (Br), PHDD/PHDF
Bromphos	-	(Cl), (Br), PHDD/PHDF, (P)
Bromphos-ethyl	-	(Cl), (Br), PHDD/PHDF, (P)
Bromoxynil	-	(N), (Br), PHDD/PHDF
Bupirimat	-	(N), (S), DMN
Butocarboxim	-	(N), (S), (Iso)
Butoxycarboxim	-	(N), (S), (Iso)
Butylat	-	(N), (S), (Iso), (NNO)
Calciumcyanamid	-	(N)
Calciumphosphid	-	PH3
Captafol	-	(N), (Cl), (S)
Carbendazim	-	(N), (Iso)
Carbetamid	-	(N), (Iso)
Carbofuran	62	(Iso), (N)
Carbosulfan	-	(Iso), (N), (S)
Carboxin	-	(N), (S)
Chinomethionat	-	CO2, (N), (S)
Chlorfeninfos	70	(Cl), (P)
Chlorflurenol	-	(Cl)
Chlorflurenol-methyl	-	(Cl)
Chloridazon	-	(N), (Cl)
Chloromequat	-	(N), (Cl)
Chloroxuron	-	(N), (Cl), (Iso), DMN
Chlorphacinon	75	(Cl)
Chlorphonium	-	(Cl), (P)
Chlorpropham	-	(N), (Iso), (Cl)
Chlorpyrifos	-	(N), (Cl), (P), (S)
Chlorthalonil	-	(N), (Cl), (ClCN)
Chlortaluron	-	(N), (Cl), (Iso)
Clofentezin	-	(N), (Cl)
Clopyralid	-	(N), (Cl)
Cumate-trialyl	87	(N), (Cl)
Cyanamid	-	(N)
Cyanazin	-	(N), (Cl), ClCN, (NNO)
Cycloat	-	(N), (S), (Iso)
Cyfluthrin	-	(N), (Cl), NF, PHDD/PHDF
Cymoxanil	-	(N), (Iso)
Cypermethrin	-	(N), (Cl)
Dalapon (Na-Salz)	-	(Cl)
Daminozid	-	(N), DMN
Dazomet	-	(N), (S), (Iso)
Deiquat	97	(N), (Br)

Wirkstoffname	Stoff-Nr.	Entstehende Stoffe
Delgaidibromid	97.1	(N), (Br)
Deltamethrin	-	(Br), (N), (Cl)
Demeton-S-methyl	-	(P), (S)
Demeton-S-methylsulfon	100	(P), (S)
Desmetyrn	-	(N), (S)
Dialifos	101	(N), (Cl), (P), (S)
Diazinon	-	(N), (P), (S)
Dicamba	-	(Cl), PHOD/PHOF
Dichlobenil	-	(N), (Cl)
Dichlorfuanid	-	NF, DMN, (N), (Cl)
Dichlorprop	-	(Cl), PODO/PHOF
Dichlorvos	-	(Cl), (P)
Diclobutrazol	-	(N), (Cl)
Diclofop-(methyl)	-	(Cl), PHOD/PHOF
Dicrotophos	118	(N), (NNO), (P)
Dicyclpentadien	-	-
Dienochlor	-	(Cl)
Difenacoum	-	-
Difenzquat (Sulfat)	-	(N), (S)
Diflubenzuron	-	(N), (Iso), NF, (Cl)
Dikegulac	-	-
Dimeturon	-	-
Dimethoat	129	(N), (Cl), (Iso), DMN
Dinocap	-	(N), (P), (S), (Iso)
Dinoterb, Salze und Ester	143	(N)
Disulfoton	148	(N)
Dithianon	-	(P), (S)
Diuron	-	(N), (S)
DMC	139	(N), (Cl), (Iso), DMN
DMOC-Salze	139.1	(N)
Dodemorph	-	(N)
Endosulfan	149	(N)
EPIC	-	(Cl), (S)
Etheton	-	(N), (S), (Iso), (NNO)
Ethidimuron	-	(N), (S), (P)
Ethiofencarb	-	(N), (S), (Iso)
Ethirimol	-	(N)
Ethofumesat	-	(S)
Ethoprophos	154	(P), (S)
Etridiazol	-	(N), (Cl), (S), (Iso)
Fenarimol	-	(N), (Cl)
Fenbutatinoxid	161	Sn
Fenfuram	-	(N), (Iso)
Fenproprathrin	-	(N)
Fenpropimorph	-	(N)
Fenthion	163	(P), (S)
Fenthiacetat	-	Sn
Fentihydroxid	-	Sn
Fenvalerat	-	(N), (Cl)
Ferbam	-	DMN, (Iso), (N), (S)
Floucoumifen	-	NF, (N)
Fluazifop-butyl	-	NF, (N), (S), (NNO)
Flubenzimin	-	NF, (Cl)
Fluorchloridon	-	-
Flurenol-(butyl)	-	-
Fluroxypyr	-	(N), (Cl), N <sup>1</sup>
Formetanat	170	(N), (Iso)
Fosetyl	-	(P), Al
Fuberidazol	-	(N)
Furalaxyl	-	(N), (NNO)
Furmecyclox	-	(N)
Glufosinat	-	(P), (N)
Glyphosat	-	(N), (P), (NNO)
Guazatine	-	(N), (NNO)
Heptenophos	172	(Cl), (P)
Hexazinon	-	(N), (Iso), (NNO)
Hymezazol	-	(N)
Imazalil	-	(N), (Cl)
Isaziflur	-	(N), N <sup>1</sup> , J <sup>2</sup> , J-PHOD/PHOF
Isynil	-	(N), (Iso)
Isprodion	-	(N), (P), (S)
Isofenphos	179	(N), DMN, (Iso)
Isoproturon	-	(N), (Iso), DMN
Karbutilat	-	(N), (Iso), (S)
Kupferoxichlorid	-	Cu, Cl <sub>2</sub>
Kupfersulfat	-	Cu, (S)
Lenacil	-	(N), (Iso)

Wirkstoffname	Stoff-Nr.	Entstehende Stoffe
Lindan	187	(Cl)
Linuron	-	(N), (Cl)
Magnesiumphosphid	242	PH <sub>3</sub> , Mg-Verb.
Malathion	188	(P), (S)
Mancozeb	-	Mn, Zn, (N), (S), (Iso)
Marsab	-	(N), (S), (Iso), Mn
MCPA (Salze und Ester)	-	(Cl), PHOD/PHOF
Mecoprop-(ester)	-	(Cl), PHOD/PHOF
Metalaxyl	-	(N), (NNO)
Metalddehyd	-	Formaldehyd, Acetaldehyd
Metam-Natrium	-	(Iso), (N), (S)
Metamitron	-	(N)
Metazachlor	-	(N), (Cl)
Methabenzthiazuron	-	(N), (S), (Iso), (NNO)
Methamidophos	194	(P), (S), (Iso)
Methidathion	-	(N)
Methidathion	196	(N), (Iso) (P), (S)
Methiocarb	-	-
Methomyl	197	(N), (Iso) (S)
Methoprotryn	-	(N), (S), (NNO)
Methoxychlor	-	(Cl)
Methylbromid	-	(Br)
Methylisothiocyanat	200	(N), (S)
Metiram	-	(N), (S), Zn, (Iso)
Metobromuron	-	(Br), (Iso), (N)
Metolachlor	-	(N), (Cl)
Metosuron	-	(N), (Cl), (Iso), DMN
Metribuzin	-	(N), (S)
Metsulfuront-methyl	-	(N), (S), (Iso)
Mevinphos	204	(P)
Monochlorbenzol	-	(Cl)
Monilifuron	-	(N), (Cl), (Iso)
Napropamid	-	(N), (NNO)
Natriumchlorat	-	(Cl)
Nitrothal-isopropyl	-	(N)
Nuarimol	-	(N), NF, (Cl)
Omethoat	224	(N), (Iso) (S), (P)
Oxadixyl	-	(N), (Iso)
Oxydemeton-methyl	-	(P), (S)
Paraquat-Dihydrochlorid	229.1	(N), (Cl)
Parathion	250	(N), (P), (S)
Parathion-methyl	231	(N), (P), (S)
Penconazol	-	(N), (Cl)
Pencycuron	-	(N), (Cl), (Iso), (NNO)
Pendimethalin	-	(N), (NNO)
Permethrin	-	(Cl)
Phermedipharm	-	(N), (Iso)
Phoslon	-	(N), (Cl), (P), (S), (Iso)
Phosphamidon	241	(N), (NNO), (Cl), (P)
Phosin	-	(N), (P), (S)
Picloram	-	(N), (Cl)
Piperonylbutoxid	-	(N), (Cl)
Piproctanyl	248	(Br), (N)
Pirimicarb	-	DMN, (N), (Iso)
Pirimiphos-methyl	-	(N), (P), (S)
Prochloraz	-	(N), (Cl), (Iso), (NNO)
Procyamidon	-	(N), (Cl)
Promecarb	-	(N), (S)
Propachlor	-	(N), (Cl), (Iso)
Propamocarb	-	(N), (Iso)
Propham	-	(N), (Iso)
Propiconazol	-	(N), (Cl)
Propineb	-	Zn, (N), (S), (Iso)
Propoxur	-	(N), (Iso)
Propyzamid	-	(N), (Cl)
Pyrazophos	-	(N), (P), (S)
Pyrethrine	-	-
Pyridat	-	(N), (Cl), (S)
Quizalofop-(ethyl)	-	(N), (Cl)
Schwefel	-	(S)
Sethoxydin	-	(N), (S)
Simezin	-	(N), (Cl), (NNO)
Sulfachinoxalin	-	(N), (S)
Sulfotep	276	(P), (S)
TCA (Natriumsalz)	-	(Cl)
Tebufos	-	(N), (NNO)
Terbufos	280	(P), (S)

Wirkstoffname	Stoff-Nr.	Entstehende Stoffe
Terbuteton	-	(N), (NNO)
Terbutryn	-	(N), (S), (NNO)
Terbutylazin	-	(N), (Cl), ClCN, (NNO)
Thalliumsulfat	289	Thalliumverb.
Thiabendazol	290	(N), (S)
Thiazoffuron	-	HF, (N), (S), (Iso), (NNO)
Thiocyclam	-	(N), (S)
Thiofanos	-	(N), (Iso) (S)
Thiofanat-methyl	-	(N), (S), (Iso)
Thiram	-	(N), (S), (Iso), DMH
Tolclofos-(methyl)	-	(Cl), (S), (P)
Tolyfluanid	299	DMH, (N), (Cl), HF, (S)
Triadimefon	-	(N), (Cl)
Triadimenol	-	(N), (Cl)
Triallat	-	(N), (Cl), (S), (Iso), (NNO)
Triazophos	301	(N), (P), (S)
Trichlorfon	-	(Cl), (P)
Triclopyr	-	(N), (Cl)
Tridemorph	-	(N)
Trifluralin	-	HF, (N)
Triflorin	-	(N), (Cl), (Iso)
Vinclozolin	-	(N), (Cl), (Iso)
Warfarin	316	-
Zineb	-	(Iso), Zn, (N), (S)
Zinkphosphid	242	PH <sub>3</sub> , Zn
Ziram	-	(N), Zn, (S), DMH

(Cl)	HCl, Cl <sub>2</sub> und COCl <sub>2</sub>
(Br)	HBr, Br <sub>2</sub>
(S)	SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> und entsprechende Säuren
(N)	HCN und NO <sub>x</sub>
(P)	organische und anorganische P-Verbindungen
DMH	Dimethylnitrosamin
PHDD/PHDF	Polyhalogenierte Dibenzodioxine und -furane
(Iso)	Isocyanate oder Isothiocyanate
(NNO)	andere Nitrosamine

Die Auswahl der im folgenden betrachteten Stoffe erfolgte auf der Basis einer Abschätzung ihres toxischen Potentials sowie der möglichen entstehenden Mengen bei einem Kleinbrand. Ein Brand < 6 MW bzw. ein Großbrand wurde aufgrund der vorhandenen brandschutztechnischen Ausrüstung nicht unterstellt (vgl. 10.1).

Im folgenden wird für eine weitgehend konservative Abschätzung der Rauchgaskonzentrationen davon ausgegangen, daß der Kleinbrand jeweils nur solche Pflanzenschutzmittel erfaßt, aus denen die Brandprodukte mit hohen Bildungsraten entstehen.

### 3.1.2.1 Polyhalogenierte Dibenzodioxine und -furane (PHDD/PHDF)

Halogenierte Dibenzodioxine und -furane entstehen in unterschiedlichen Mengen bei jeder unvollständigen Verbrennung von halogenhaltigen organischen Substanzen. Aus Pflanzenschutzmitteln können aufgrund des Vorhandenseins der Halogene F, Cl, Br und J eine Vielzahl von gemischt-halogenierten Dioxinen und Furanen mit unterschiedlichen Substitutionsgraden entstehen. Berücksichtigt man noch die Möglichkeit von Heteroatomen (N, S) in den Ringen sowie andere Substituenten als die Halogene (z.B. Nitro, Alkyl ...), so steigt die Anzahl der möglichen Isomere erheblich an.

In der Literatur liegen nur wenige Untersuchungen über die Bildung von PHDDs bzw. PHDFs aus Pflanzenschutzmitteln, die für die BRD zugelassen sind, vor. Zur Zeit laufen jedoch diesbezügliche Untersuchungen in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt; Ergebnisse dieser Untersuchungen liegen jedoch noch nicht vor.

Lahaniatis et al. /L3.7/ konnten bei der Pyrolyse von 2,4-D kein 2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin (TCDD) nachweisen (die Nachweisgrenze lag bei 1 g/g eingesetzter Substanz). Es wurden jedoch Mono-, Di-, Tri- und Tetrachlordibenzofurane sowie Mono-, Di- und Trichlordibenzodioxine gefunden; eine quantitative Analyse wurde nicht durchgeführt. Gomez et al. /L3.41/ konnten bei der Verbrennung bzw. Pyrolyse von

Chlorphenoxyessigsäure-Herbiziden (2,4-D, 2,4-DP und MCPA) die Bildung von großen Mengen an Mono- und Dichlorbenzofuranen nachweisen; die Bildung von Dibenzodioxinen- und -furanen wurde nicht untersucht.

Nach /L3.47/ entstehen PHDDs bzw. PHDFs in größeren Mengen aus halogenierten Phenolen, kaum dagegen aus deren Ethern.

Obgleich die Mehrzahl der Wirkstoffe Phenoether (z.B. 2,4-Dichlorphenoxy-Ether; Bromophos, Dicamba) sind, kommen auch Phenol-Derivate (Bromfenoxim, Bromoxynil, Ioxynil) vor.

Die Spaltung der Etherbindung erfolgt zudem bei 2,4-Dichlorphenoxy-Derivaten in der Festphase schon unter 200 °C in erheblichem Ausmaß /L3.37/. Bei der Gasphasen-Pyrolyse von 2,4-Chlorphenoxy-Derivaten bilden sich ebenfalls ab 300 °C größere Mengen der entsprechenden Phenole /L3.41/.

Aufgrund fehlender Einzelinformationen kann die PHDD- bzw. PHDF-Bildung aus Pflanzenschutzmitteln ebenso wie deren toxikologische Bedeutung jedoch nur abgeschätzt werden.

Eine toxikologische Einzelbewertung der bei Verbrennungsvorgängen stets in Gemischen von Mono- bis Octa-Isomeren auftretenden Dioxine und Furane ist nicht möglich; es wird daher die relative Toxizität der Isomere in TCDD-Äquivalenten (TCDD equivalency factors = TEFs) ausgedrückt (siehe 10.3.1).

Für eine ausreichend konservative Abschätzung wird für die Vielzahl der entstehenden Dioxine und Furane als TCDD-Äquivalenzfaktor ein Mittelwert von 0,01 angesetzt.

Stehl et al. fanden mit abgesicherter Analytik, daß bei der Verbrennung von Gras und Papier, das mit dem in der BRD nicht zugelassenen Pflanzenschutzmittel 2,4,5-T behandelt worden war, 1 bis  $5 \cdot 10^{-5}$  Gew.% in TCDD umgewandelt wurden. Bei Kleinbränden, bei denen u.U. keine solche feine Verteilung und kein hoher Luftüberschuß vorliegt, ist mit deutlich höheren Bildungsraten zu rechnen /L3.11/.

Lahanatis et al. /L3.7/ fanden bei der Pyrolyse von 2,4,5-T in O<sub>2</sub>-Atmosphäre bis zu 0,2 Gew.% TCDD (bei 600 °C) bzw. 0,001 Gew.% TCDD (bei 800 °C); aus 2,4,5-Trichlorphenol entstanden 0,5 Gew.% TCDD (bei 600 °C) bzw. 0,004 Gew.% (bei 800 °C).

Aus diesen Angaben wurde für die unvollständige Verbrennung die PHDD/PHDF-Bildung aus Wirkstoffen, die leicht zu Precursoren umgewandelt werden können, für den Fall eines Kleinbrandes zu  $10^{-5}$  abgeschätzt.

Unter Berücksichtigung der oben abgeschätzten mittleren Toxizität ergeben sich Umwandlungsraten von  $10^{-7}$  (ausgedrückt als TEFs).

Für einen Kleinbrand, bei dem ausschließlich solche Wirkstoffe verbrennen, aus denen leicht polyhalogenierte Phenole gebildet werden können (siehe Tabelle 3.1.2.a), wurde die Rauchgaskonzentration an 2,3,7,8-TCDD-Äquivalenten daher zu ca. 13 g/m<sup>3</sup> abgeschätzt (spezifisches Rauchgasvolumen: 8 m<sup>3</sup>/kg verbrannter gelagerter Masse).

### 3.1.2.2 Nitrosamine

In der Flüssigphase ist eine Bildung von Nitrosaminen nicht nur aus sek. Aminen, sondern auch aus prim., tert. und quaternären Aminen, Amiden, Ammoniumverbindungen, Carbamaten, Cyanamiden, Guanidinen, Hydroxylaminen und Harnstoffderivaten mit einer Reihe von nitrosierenden Reagentien möglich /L3.17/. Da ein Großteil der verwendeten Pflanzenschutzmittel einer dieser Stoffklassen angehört, ist eine Bildung von Nitrosaminen sowohl aus den unzersetzten Wirkstoffen wie aus Spaltprodukten möglich (diese Reaktionen können z.B. in Löschwasser erfolgen).

Eine Nitrosaminbildung in der Gasphase ist bisher nur bei sek. Aminen bekannt. Bei der unvollständigen Verbrennung bzw. Pyrolyse entstehen vor allem aus Harnstoffen /L3.36/ und Carbamaten /L3.35, L3.67/ mit sekundären Aminofunktionen sowie aus Dimethylammonium-Salzen von Carbonsäuren durch thermische Spaltung größere Mengen an sekundären Aminen.



Zusammen mit den bei der Verbrennung von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen in vermehrtem Maß entstehenden Stickoxiden (bis zu einigen tausend ppm /L3.26/ für  $\lambda < 2$ ) kann in den Brandgasen eine Bildung von Nitrosaminen /L3.18, L3.19, L3.20, L3.29, L3.32, L3.34/ nicht ausgeschlossen werden.

Atrazin, Simazin und Carbaryl können als trockene Pulver durch Reaktion mit nitrosen Gasen nitrosiert werden /L3.65/.

Gomez et al. untersuchten die Pyrolyse von Diuron und Iprodion /L3.36/ sowie von Oxadiazon /L3.45/ in einer Helium-Atmosphäre. Für die Bildung von sek. Aminen ist es nicht unbedingt erforderlich, daß sek. Aminofunktionen im Ausgangsmolekül vorhanden sind; bei der Pyrolyse von Oxadiazon entstehen hauptsächlich Ethylamin und Dimethylamin. Die gefundenen Bildungsraten decken einen weiten Bereich ab.

Merz et al. fanden, daß bei der Verbrennung von Linuron in Luft bei 600 °C ca. 6 Mol% 3,4-Dichloranilin gebildet werden, bei 900 °C wurde kein 3,4-Dichloranilin gefunden /L3.14/.

Nach /L3.19/ reagiert  $\text{NO}_2$  in der Gasphase sehr rasch (Umsatz von 90 % nach 2 bis 3 Minuten) mit Diethylamin zu Diethylnitrosamin. Mit ähnlich schnellen Umsatzraten muß auch bei der Nitrosierung mit Stickstoffmonoxid /L3.29/ bzw. mit gasförmiger salpetriger Säure /L3.32/ gerechnet werden.

Aufgrund der thermischen Instabilität der Nitrosamine kann sich der größte Teil der Nitrosamine erst in den teilverdünnten, abgekühlten Brandgasen bilden.

Nachdem bei der Verbrennung von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen vermehrt Stickoxide entstehen können /L3.26/, kann nicht ausgeschlossen werden, daß aufgrund der hohen Reaktionsgeschwindigkeit in der Gasphase während der Ausbreitung eine weitgehende Nitrosierung von darin vorhandenen sekundären Aminen erfolgt.

Nitrosamine werden zwar in der Atmosphäre unter UV-Einwirkung zu Nitraminen abgebaut /L3.30, L3.33/, die Halbwertszeiten sind jedoch so groß, daß davon aus toxikologischer Sicht keine Entlastung der betroffenen Bevölkerung erwartet werden könnte.

Konzentrationsabschätzungen basierend auf diesen Betrachtungen und den derzeitigen Kenntnissen wurden nicht vorgenommen, da die Ergebnisse mit zu großen Unsicherheiten verbunden wären. Für die Nitrosamine wurde daher auch keine Ausbreitungsbetrachtung durchgeführt.

### 3.1.2.3 Chlor und Phosgen

Bei der Verbrennung von chlorhaltigen organischen Verbindungen bildet sich über das Deacon-Gleichgewicht immer eine geringe Menge an Chlor, das mit dem in wechselnden Mengen immer vorhandenem Kohlenmonoxid teilweise zu Phosgen abreagieren kann.

Angaben über eine Chlorbildung beim Brand von Pflanzenschutzmitteln finden sich bei Kennedy et al. /L3.8, L3.10/; eine Mengenbestimmung wurde jedoch nicht vorgenommen.

Theoretische Abschätzungen über eine Berechnung der thermodynamischen Gleichgewichtskonzentrationen wurden von Holloman et al. /L3.22/ und Kennedy et al. /L3.23/ vorgenommen. Die über solche (Deacon)-Gleichgewichtsberechnungen erhaltenen Ergebnisse sind aber sehr kritisch zu sehen /L3.39/. Dies gilt in gleicher Weise für entsprechende Abschätzungsversuche für Phosgen /L3.31/.

Eine zuverlässigere Risikoabschätzung erlauben Versuche, bei denen chlorierte Kohlenwasserstoffe verbrannt wurden und Chlor bzw. Phosgen in den Brandgasen quantitativ bestimmt wurde /L3.3, L3.4, L3.5, L3.44/. Die dabei erhaltenen Ergebnisse zeigen, daß bei diesen Stoffen das in geringen Mengen gebildete Chlor und Phosgen gegenüber dem nahezu stöchiometrisch gebildeten Chlorwasserstoff und dem Kohlenmonoxid hinsichtlich der toxikologischen Bedeutung /L3.5, L3.40/ in den meisten Fällen

zu vernachlässigen ist. Dies gilt dann natürlich umso mehr für den Brand von Pflanzenschutzmitteln, bei denen der Chlorgehalt im Mittel deutlich geringer als bei den untersuchten Chlorkohlenwasserstoffen ist.

Nach /L3.1/ kann bei der thermischen Zersetzung des Herbizids Na-Tri-chloracetat Phosgen entstehen; über die Bildungs-raten wurden keine Angaben gemacht. Eine quantitative Abschätzung ist daher aufgrund der vor-handenen Informationen nicht möglich.

Phosgen setzt sich zwar in wässrigem Medium sehr rasch mit Wasser um; die Reaktion in der Gasphase /L3.2/ findet jedoch deutlich langsamer statt, so daß der größte Teil des gebildeten Phosgens sich mit den ande-ren Brandgasen ausbreitet.

#### 3.1.2.4 Halogenwasserstoffe

Aus den in den Pflanzenschutzmitteln enthaltenen Halogenen bilden sich annähernd stöchiometrisch die entsprechenden Halogenwasserstoffsäuren. Aus den Wirkstoffen der Pflanzenschutzmittel können auf dieser Berech-nungsgrundlage bei der Verbrennung bis zu 600 Mol% Halogenwasserstoffe (Lindan, Endosulfan) entstehen, der Mittelwert liegt nach unseren Ab-schätzungen etwa bei 150 Mol%.

Bei einem Kleinbrand, bei dem nur höher chlorierte Verbindungen verbren-nen, können daher u.U. höhere Konzentrationen auftreten als bei einem größeren Brand.

Zur konservativen Abschätzung der Brandgaskonzentrationen bei einem Kleinbrand werden folgende vereinfachende Annahmen gemacht:

- Es verbrennen nur Präparate, die Lindan enthalten (angenommener mitt-lerer Wirkstoffgehalt 50 Gew.%, dabei ist die Masse des Verpackungsmaterials berücksichtigt)
- Es entstehen 600 Mol% Halogenwasserstoff aus dem Wirkstoff (Lindan)
- Aus 1 kg entstehen 8 m<sup>3</sup> Brandgas.

Aufgrund der vorstehenden Annahmen errechnen sich im Brandgas eine Kon-zentrationen von ca. 29000 ppm Halogenwasserstoffen.

Da die Halogenwasserstoffe ebenso wie die freien Halogene toxikologisch als ungefähr gleichwertig beurteilt werden /L2.46/, wurde bei den Aus-breitungsrechnungen auf eine Differenzierung verzichtet. Die Konzentri-onsangabe ist daher als Summe aller Halogenwasserstoffe, ausgedrückt als HCl, zu verstehen.

#### 3.1.2.5 Isocyanate

Bei der unvollständigen Verbrennung bzw. Pyrolyse entstehen vor allem aus Harnstoffderivaten /L3.36, L3.14/ und (Thio)carbamaten /L3.9/ die entsprechenden Iso(thio)cyanate. So stellten Merz et al. /L3.14/ fest, daß aus Linuron bei 600 °C unter Bedingungen wie bei einem Kleinbrand bis zu 6 Mol% Dichlorphenylisocyanat, bei 900 °C (Temperaturbedingungen wie bei einem Großbrand) noch bis zu 0,3 Mol% Chlorphenylisocyanat ent- stehen.

Es ist bekannt, daß die Reaktion von Isocyanaten mit Wasser und Aminen in flüssiger Phase rasch abläuft; über die Umsetzung von Isocyanaten mit diesen Reaktionspartner in der Gasphase liegen jedoch keine Erkennt-nisse vor.

Die folgenden Konzentrationsabschätzungen basieren daher auf der Annah-me, daß Isocyanate nicht in größeren Maße mit anderen Brandgaskomponen-ten reagieren, sondern sich unverändert zusammen mit den anderen Brand-gaskomponenten ausbreiten.

Für Kleinbrände wurden folgende vereinfachende Annahmen getroffen:

- Es verbrennen nur Präparate, die Linuron enthalten (angenommener mitt-lerer Wirkstoffgehalt 50 Gew.%, dabei wurde die Masse des Verpackungs-materials schon berücksichtigt)

- Es entstehen 6 Mol% Isocyanat aus dem Wirkstoff
- Aus 1 kg entstehen 8 m<sup>3</sup> Brandgas.

Auf der Basis dieser Annahmen läßt sich für die Summe aller Isocyanate eine Rauchgaskonzentrationen von ca. 340 ppm abschätzen.

### 3.1.2.6 Cyanwasserstoff

Bei der nicht vollständigen Verbrennung von stickstoffhaltigen organischen Verbindungen bilden sich in Abhängigkeit der Sauerstoffkonzentration und der Temperatur unterschiedliche Mengen an Cyanwasserstoff /L3.14, L3.43, L3.26, L3.42/.

Insbesondere bei niedrigen Verbrennungstemperaturen, die vor allem in der Anfangsphase von Bränden sowie in weitgehend geschlossenen Räumen aufgrund des Sauerstoffmangels auftreten können, sind hohe Cyanwasserstoff-Konzentrationen möglich.

Bei Bedingungen, die Kleinbränden entsprechen, finden sich in der Literatur folgende Angaben für die HCN-Bildung:

Sistovaris et al. /L3.42/: bis 58 mg/g bei Linuron (600 °C)  
bis 30 mg/g bei Triazophos (600 °C)

Merz et al. /L3.14/: bis 26 mg/g bei Parathion (600 °C)  
bis 66 mg/g bei Linuron (600 °C)

Daraus errechnen sich HCN-Konzentrationen (vereinfachte Annahme: 8 m<sup>3</sup> Brandgas pro kg) von bis zu 6800 ppm.

Römer et al. /L3.26/ untersuchten bei Bränden von Hexamethyldiamin bzw. Imidazol die HCN-Bildung in Abhängigkeit des Luftüberschusses. Erst unterhalb einer Luftüberschußzahl von 2 beginnt ein steiler Anstieg der HCN-Konzentration von ca. 20-30 ppm auf über 1000 ppm.

Für die Ausbreitungsrechnung wird daher damit gerechnet, daß bei Kleinbränden unter ungünstigen Bedingungen HCN-Konzentrationen von ca. 1000 ppm auftreten können.

### 3.1.2.7 Stickoxide

Bei jeder Verbrennung bilden sich aus dem Stickstoff und Sauerstoff der Luft Stickoxide. Diese Stickoxidkonzentration ist stark abhängig von der Brandtemperatur.

Verbrennt man stickstoffhaltige organische Verbindungen so können weit größere Stickoxidkonzentrationen (bis zu mehreren tausend ppm) entstehen.

So fanden Römer et al. /L3.26/ bei der Verbrennung von Hexamethyldiamin NO<sub>x</sub>-Konzentrationen von ca. 1000 ppm, die bei verringertem Luftüberschuß bis auf 3000 ppm stiegen.

Für die Ausbreitungsrechnung wird daher bei Kleinbränden mit schlechter Luftzufuhr mit Stickoxidkonzentrationen von ca. 3000 ppm gerechnet.

### 3.1.2.8 Schwefeloxide

Der in den Pflanzenschutzmitteln enthaltene gebundene Schwefel wird zum größten Teil in seine Oxide SO<sub>2</sub> und SO<sub>3</sub> überführt; SO<sub>3</sub> reagiert mit dem in den Brandgasen in großen Mengen vorhandenen Wasserdampf hauptsächlich zu Schwefelsäure (als Nebel) ab.

Unter ungünstigen Bedingungen (niedrige Temperaturen, Kleinbrand) können auch Verbindungen wie H<sub>2</sub>S und CS<sub>2</sub>/COS (hauptsächlich aus Dithio- und Thiocarbamaten /L3.35, L3.8, L3.10/) in größeren Mengen gebildet werden. Konzentrationsabschätzungen sind aufgrund von fehlenden Literaturangaben nicht möglich.

Bei höheren Temperaturen und ausreichendem Sauerstoffangebot sind diese Verbindungen jedoch nicht stabil und werden zu Schwefeloxiden oxidiert. Für die Ausbreitungsrechnung werden daher nur die Schwefeloxide (als SO<sub>2</sub>) betrachtet.

Bei Kleinbränden tritt der ungünstigste Fall ein, wenn ausschließlich Stoffe mit hohem S-Gehalt (Dithiocarbamate wie Maneb, Metiram, Thiram,

Propineb usw.) verbrennen. Der Schwefelgehalt beträgt bei diesen Substanzen bis zu 50 Gew.-%.

Berücksichtigt man noch, daß die Masse der Wirkstoffe nur ca. 50 % der Gesamtmasse beträgt und setzt man ein mittleres Rauchgasvolumen von ca. 8 m<sup>3</sup>/kg Lagerinhalt an, so läßt sich die SO<sub>2</sub>-Konzentration zu ca. 22000 ppm abschätzen.

### 3.1.2.9 Organische und anorganische P-Verbindungen

Die organischen Phosphorsäureester sind thermisch nicht besonders stabil und zersetzen sich auch bei niedrigeren Brandtemperaturen weitgehend /L3.12, L3.13, L3.27/. Dabei entstehen aus den Phosphorsäureestern die stabilen anorganischen Sauerstoffsäuren des Phosphors (hauptsächlich Phosphorsäure), die sich in Form von Nebeln ausbreiten.

Lediglich geringe Mengen von den organischen Phosphorsäureestern entweichen unzersetzt. Daneben können noch eine Vielzahl von thermisch aktivierten Teilabbau- und Umlagerungsprodukten /L3.46, L3.48, L3.49/ aus den Ausgangsverbindungen freigesetzt werden.

Da genauere Untersuchungen über diese Möglichkeiten zur Bildung hochtoxischer phosphororganischer Produkte im Brandfall nicht verfügbar sind, wurde eine Ausbreitungsbetrachtung nur für die Phosphoroxide (berechnet als H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) erstellt.

Der ungünstigste Fall (höchster vorkommender P-Gehalt im verbrennenden Lagergut) kann bei Kleinbränden auftreten. Die maximalen P-Gehalte von reinen Wirkstoffen betragen ca. 20 Gew.-% (Methamidophos, Glyphosat). Berücksichtigt man noch, daß die Masse der Wirkstoffe nur ca. 50 % der Gesamtmasse beträgt und setzt man an, daß nur 10 % des Gesamt-P in die Atmosphäre freigesetzt werden (mittleres Rauchgasvolumen ca. 8 m<sup>3</sup>/kg Lagerinhalt), so läßt sich die H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-Konzentration zu 3,9 g/m<sup>3</sup> abschätzen.

### 3.1.2.10 Phosphorwasserstoff

Phosphorwasserstoff kann sich bei Wassereinwirkung aus vorhandenen oder gebildeten Phosphiden entwickeln.

Als Rodentizide werden Aluminium-, Zink-, Calcium- und Magnesiumphosphid eingesetzt. Wenn die Verpackung bei einem Brand unbeschädigt bleibt, ist beim Löschen mit Wasser keine stärkere Phosphorwasserstoffbildung zu besorgen; ist jedoch die Verpackung von vielen Gebinden beschädigt, so kann es bei den Löschaktionen zu stärkeren Phosphorwasserstoff-Freisetzungen über 6 bis 12 h kommen.

Die Lagermenge von Phosphiden betrug am 2.3.1989 ca. 100 kg (ca. 30 kg reine Wirkstoffe, aus denen ca. 11 kg Phosphin gebildet werden können). Auch wenn im ungünstigsten Fall davon ausgegangen werden muß, daß bei einem Brand alle Behältnisse so beschädigt wurden, daß bei den darauffolgenden Löschaßnahmen das Wasser eindringen kann und eine Phosphinbildung erfolgt, ist durch die relativ geringen freigesetzten Mengen an Phosphorwasserstoff (Freisetzungsdauer 6-12 h) nur für die nächste Umgebung, insbesondere für die mit der Brandbekämpfung beschäftigte Feuerwehr, ein toxikologisches Risiko zu erwarten. Auf eine Ausbreitungsbetrachtung wurde daher verzichtet.

Darüber hinaus sind Präparate im Handel, bei denen erst bei einer thermischen Reaktion Phosphide gebildet werden. Die Zündtemperaturen für diese Reaktion werden bereits bei Kleinbränden erreicht. Bei Kontakt mit (Lösch)wasser wird aus so gebildeten Phosphiden das Phosphin vollständig in weniger als 2 h freigesetzt. Die Lagerung dieser Artikel wird vom Sprengstoffgesetz geregelt; in Pflanzenschutzmittellagern beträgt die maximal zulässige Lagermenge 200 kg. Aus dieser Menge könnten bis zu 3 kg Phosphorwasserstoff freigesetzt werden. Der Lagerbestand an solchen Stoffen ist nur sehr gering; die daraus entstehende Menge an Phosphorwasserstoff braucht daher nicht berücksichtigt werden.

### 3.1.2.11 Schwermetalle

Eine Reihe von Pflanzenschutzmitteln sind Verbindungen des Sn, Zn, Mn, Fe und Ti. Diese Metalle werden bei der Verbrennung in die entsprechenden Oxide und Salze umgewandelt und aufgrund ihrer Schwerflüchtigkeit nur zum Teil als Staub/Nebel freigesetzt.

Im Lager der Fa. .... finden sich keine Thalliumverbindungen. Die anderen Metalle wurden aufgrund ihrer niedrigen Konzentrationen in den Brandgasen (schwer flüchtige Oxide und Salze) bei der Ausbreitungsrechnung nicht berücksichtigt.

### 3.1.2.12 Unzersetzt freigesetzte Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln

In der veröffentlichten Literatur finden sich eine Reihe von Hinweisen, daß bestimmte Wirkstoffe thermisch sehr stabil sind und daher bei einem Brand in größeren Mengen unzersetzt entweichen können.

So fand Ahling /L3.38/, daß für die weitgehend vollständige Verbrennung von Lindan eine Temperatur von 800 °C bei einer Verweilzeit von 1,7 s erforderlich ist (d.h. Bedingungen, wie sie nur bei einem größeren Brand herrschen).

Mac Smith et al. /L3.12/ vertreten die Ansicht, daß bei einem Brand von Organophosphor-Verbindungen bis zu 10% unzersetzt entweichen können.

Ahling et al. /L3.13/ fanden, daß bei Verbrennungstemperaturen bis 600 °C bis zu 2 % Fenitrothion bzw. Malathion unzersetzt entweichen. Bei der Verbrennung von Holz, das mit Chlorphenoxy- und Chlorpyridin-Herbiziden behandelt war, entwichen bis ca. 3% (bei rascher Verbrennung) bzw. bis zu 11% der Pestizide unzersetzt /L3.25/.

Basierend auf diesen Ergebnissen wurden folgende Annahmen für die Ausbreitungsrechnungen getroffen:

- Bei Kleinbränden entweichen 10% der Pflanzenschutzmittel unzersetzt
- Der mittlere Wirkstoffgehalt bezogen auf der gelagerte Gesamtmasse beträgt ca. 30 %
- Aus 1 kg entstehen 8 m<sup>3</sup> Brandgas.

Daraus errechnet sich für einen Kleinbrand eine Wirkstoffkonzentration von ca. 3,8 g/m<sup>3</sup>.

## 3.2 Stoff- und Reaktionsdaten

Stoffdaten zu den Pflanzenschutzmitteln, die Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung enthalten, sind den als Anhang beigefügten Sicherheitsdatenblättern bzw. den IVA-Sicherheitsinformationsblättern /L3.50/ der Hersteller zu entnehmen.

Weitere Daten zur toxikologischen Beurteilung von Stoffen nach Anhang II der Störfall-Verordnung, die gelagert werden oder die bei einer Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs (insbesondere im Brandfall) entstehen, sind Abschnitt 10.3 dieser Sicherheitsanalyse zu entnehmen.

## 3.3 Zustand der Stoffe

Der Aggregatzustand der Pflanzenschutzmittel, die Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung enthalten, ist der Tabelle 3.1.1.b zu entnehmen.

## 3.4 Menge der Stoffe

Eine Angabe der Menge der einzelnen gelagerten Pflanzenschutzmittelpräparate ist aufgrund der sehr starken zeitlichen (z.T. saisonal bedingten) Schwankungen nicht möglich. Der Bestand an Pflanzenschutzmitteln mit Wirkstoffen nach Anhang II (siehe Tabelle 3.1.1.b) am Stichtag 2.3.1989 ist als Anlage beigefügt. Durch die EDV-gestützte Bestandsfüh-

rung kann aber zu jedem Zeitpunkt eine vollständige Liste der gelagerten Präparate erstellt werden.

**4. Beschreibung der sicherheitstechnisch bedeutsamen Anlagenteile**  
**4.1 Anlagenteile mit besonderem Stoffinhalt**

Die Lagerung der Pflanzenschutzmittel erfolgt in mehreren Brandabschnitten. Dabei können Stoffe nach Anhang II der Störfall-Verordnung in jedem dieser Abschnitte in sicherheitsbedeutsamer Menge vorhanden sein.

Die Stoffe werden ausschließlich in Originalverpackungen gelagert, die vom Hersteller für den Transport als geeignet ausgewählt wurden. Die Packungsgrößen betragen bis zu 50 dm<sup>3</sup>. Als Packungsmaterialien werden hauptsächlich Kunststoffe, Weißblech und Aluminium verwendet.

**4.2 Schutzeinrichtungen**  
**4.2.1 Rückhalteeinrichtungen**

Zur Begrenzung des Freiwerdens von Schadstoffen sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

**Auffangräume**

Im Neubau wird der Boden gegenüber dem anstehenden Gelände um 10 cm abgesenkt. Im Bereich der Fluchttüren sind Schwellen vorgesehen. Die Bodenplatte wird aus wasserdichtem Stahlbeton ausgeführt. Abgesehen von der statisch erforderlichen Bewehrung wird stets die Mindestbewehrung nach Abschnitt 6.2 der DIN 1045 /L2.15/ eingelegt. Arbeits- und Dehnfugen werden vermieden. Werden Arbeitsfugen erforderlich, werden sie wasserundurchlässig nach DIN 1045 Abs. 10.2.3 /L2.15/ ausgeführt. Werden Dehnfugen erforderlich, werden sie außerhalb des flüssigkeitsbeaufschlagten Bereiches und nur nach Maßgabe der "Besonderen Bestimmungen" der Prüfbescheide für das Beschichtungssystem ausgeführt und abdichtet.

Entlang der Trennwände zum VbF-Lagerraum wird die Bodenplatte ebenfalls 10 cm hochgezogen. Die Kanten werden ausgerundet.

Im VbF-Lagerraum werden unter den Regalen Stahlwannen aufgestellt. Ihre Kanten werden ausreichend widerstandsfähig gegen Anfahren von Gabelstaplern ausgebildet. Sie werden so aufgestellt, daß Flüssigkeitslachen sicher erkannt werden.

Die Auffangräume werden entsprechend den wasserrechtlichen Bestimmungen ausgeführt (siehe 2.1.3.3)

**Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen**

Durch die Absenkung des Lagerbodens und durch den Einbau von Schwellen zwischen den Lagerräumen im Neubau werden Auffangvolumina für Löschwasser geschaffen. Die einzelnen Volumina betragen im VbF-Raum ca. 7 m<sup>3</sup>, im Giftraum ca. 4,5 m<sup>3</sup> und im Lagerraum für Pflanzenschutzmittel ca. 46 m<sup>3</sup>. Die Böden in den Lagerräumen erhalten keine Abflußöffnungen.

Die Auflage des Wasserwirtschaftsamtes ....., die vorhandenen Schächte mit Schiebern zu versehen, damit im Brandfalle das Löschwasser nicht in das Hafenbecken fließt, wird erfüllt. Der Außenbereich mit Lagerhalle ist gepflastert, bzw. asphaltiert.

Es ist beabsichtigt, den befestigten Außenbereich so zu gestalten, z.B. Umfassung durch eine Schwelle, daß hier zusätzliches Volumen für die Aufnahme kontaminierten Löschwassers geschaffen wird.

**Rauch- und Wärmeabzugsanlage (RWA)**

Die bestehende Halle ist mit einer Rauch- und Wärmeabzugsanlage ausgerüstet, die einzelne Brandabschnitte im Neubau erhalten ebenfalls eine RWA. Die Rauch- und Wärmeabzugsanlagen können einzeln, für jeden Brandabschnitt getrennt, von sicherer Stelle ausgelöst werden. Die für die RWAs erforderlichen Querschnitte werden entsprechend /L2.33, L2.35/ bemessen.

162

#### 4.2.2 Brandschutzanlagen und -einrichtungen

##### Brandwände

Zwischen der bestehenden Lagerhalle und dem Neubau steht eine 24cm starke Brandwand. Sie wird 50 cm über die Oberkante der Dachhaut geführt. Die Trennwände zwischen VbF-Lagerraum, Giftraum und Lagerraum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel werden feuerbeständig (F90) aus 20 cm starken Stahlbetonplatten ausgeführt. Die Anschlüsse dieser Wände an die Stahlbetonstützen werden entsprechend /L2.12/ ausgeführt.

##### Dachkonstruktion

Die Dachkonstruktion besteht aus Stahlbetonbindern, die auf den Stahlbetonstützen lagern. Auf den Bindern ist die Dachhaut, Trapezblech mit Wärmedämmung und Dampfsperre, aufgelegt. Als Wärmedämmung wird nichtbrennbare Mineralwolle verwendet.

##### Brandschutztüren

An die nach außen führenden Fluchttüren und Rolltore werden keine brandschutztechnischen Anforderungen gestellt. Sie werden aber aufgrund der geplanten CO<sub>2</sub>-Löschanlage nichtbrennbar ausgeführt. Die in den Zwischenwänden eingebauten Tore weisen eine Feuerwiderstandsdauer von 90 min auf. Sofern sie aus betrieblichen Gründen während der Betriebszeiten des Lagers ständig offen gehalten werden, werden sie an eine automatisch wirkende Feststellanlage angeschlossen, die bei einem Brandalarm automatisch den Schließvorgang auslöst. Bei Betriebsschluß werden alle Brandschutztüren und die Türen in die Lagerräume geschlossen.

##### Brandmeldeanlage (BMA)

In allen Lagerbereichen wird eine automatische, flächendeckende Brandmeldeanlage (BMA) installiert. Die Meldungen laufen bei der Berufsfeuerwehr ..... und im Lagerbüro auf.

##### Brandbekämpfungsanlagen

Als Brandbekämpfungsanlagen sind im Bereich der Notausgänge und am Durchgang zum Giftraum tragbare Feuerlöscher (PG 12) und Wandhydranten mit formbeständigen Schläuchen installiert.

Im VbF-Lagerraum lagern brennbare Flüssigkeiten der Gefahrenklasse AII in ortsbeweglichen Behältern mit einem Gesamtvolumen von mehr als 10 000 Litern. Nach /L2.31/ wird für den VbF-Lagerraum eine ortsfeste Feuerlöscheinrichtung installiert. Zur Wahl standen zwei Systeme:

- eine stationäre CO<sub>2</sub>-Löschanlage oder
- eine stationäre Schaumlöschanlage.

Die Anlage soll automatisch von der BMA in Zweischleifenabhängigkeit bzw. von Hand ausgelöst werden.

Aufgrund der zu erwartenden Löschsäden beim Einsatz des Löschmittels Wasser wird eine CO<sub>2</sub>-Löschanlage eingesetzt.

Aufgrund der besonderen Gefahren, die bei einem Brand im Giftraum und in dem Lagerraum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel von den dort lagernden Stoffen ausgehen können, ist beabsichtigt, auch diese beiden Räume mit CO<sub>2</sub>-Löschanlagen auszurüsten.

Ein erfolgreicher Einsatz der CO<sub>2</sub>-Löschanlagen ist durch folgende Maßnahmen gewährleistet:

- Alle Raumöffnungen schließen automatisch und dicht.
- Die zum Löschen erforderliche CO<sub>2</sub>-Menge wird unter Berücksichtigung eines Zuschlages für gluthildendes Brandgut ermittelt.
- Die erforderliche CO<sub>2</sub>-Konzentration wird über die erforderliche Einwirkzeit gehalten.
- Sofern sich ein zu hoher Druckaufbau ergibt, werden Druckentlastungsöffnungen angeordnet
- Installation eines zweiten Düsenkranzes im unteren Drittel des Raumes

Aus Gründen des Personenschutzes werden zusätzlich folgende Auflagen erfüllt:

- Die Anlagen lösen erst nach einer Vorwarnzeit von 30 Sekunden aus. Die Zeit ist so bemessen, daß der betreffende Raum ohne Hast verlassen werden kann.
- Während der Vorwarnzeit wird die Auslösung der Anlage akustisch und optisch angezeigt.
- Es werden Stoptasten im Bereich der Notausgänge und Zufahrten vorgesehen, während ihrer Betätigung wird die Vorwarnzeit unterbrochen.

- Die Anlage kann auch von Hand ausgelöst werden.
- Die Anlage wird so geschaltet, daß sie nicht unbeabsichtigt, ohne Vorwarnzeit und ohne Warnsignale ausgelöst werden kann.

Der erforderliche CO<sub>2</sub>-Vorrat wird für den größten Brandabschnitt bemessen. Bei Inbetriebnahme der CO<sub>2</sub>-Löschanlagen schließen die Öffnungen der RWA des betreffenden Brandabschnitts automatisch und können erst manuell von der Feuerwehr geöffnet werden.

Die CO<sub>2</sub>-Anlagen werden von der BMA ausgelöst. Zur Vermeidung von Fehlalarmen wird die BMA in zwei Linien aufgebaut, d.h. die BMA löst die CO<sub>2</sub>-Anlagen erst aus, wenn zwei unabhängige Melder angesprochen haben.

#### 4.2.3 Explosionsschutzmaßnahmen

Der VbF-Raum ist als ex-gefährdeter Bereich ausgewiesen und nach TRbF 110 der Ex-Schutzzone 2 zugeordnet.

Zur Verhinderung der Entstehung von zündfähigen Gas-Luft-Gemischen ist nach der TRbF 110 im VbF-Raum ein ständiger fünffacher Außenluftwechsel je Stunde vorgesehen; die Funktion der Lüftung wird zuverlässig überwacht und bei Ausfall eine noch festzulegende, ständig besetzte Stelle alarmiert.

Nach Genehmigung durch das Gewerbeaufsichtsamt können abweichend davon folgende Maßnahmen durchgeführt werden:

- Installation von geeigneten Gaswarngeräten in geeigneter Anzahl an geeigneten Orten im VbF-Raum; eine regelmäßige und sachkundige Wartung dieser Geräte muß gewährleistet sein
- Alarm bei Erreichen von 10-20 % der unteren Explosionsgrenze
- Gleichzeitige Inbetriebnahme eines Lüfters mit mindestens fünffachem Luftwechsel
- Der Lüfter besitzt einen Ausfallalarm
- Die Funktionsfähigkeit dieser Gaswarnanlage muß ständig überprüft werden

Unter diesen Bedingungen wäre es auch möglich, die Lüftung während der Betriebszeiten ständig zu betreiben und die Gaswarnanlage bei abgeschalteter Lüftung nur außerhalb der Arbeitszeiten zu betreiben.

Im jetzigen Planungsstadium ist noch keine Entscheidung für eine der beiden Möglichkeiten getroffen.

Die Lüftungsanlage wird in jedem Fall ex-geschützt ausgeführt; sie gewährleistet eine Raumdurchspülung in allen Raumbereichen und ist insbesondere auch in Bodennähe wirksam (die entstehenden Gase und Dämpfe sind schwerer als Luft).

Ebenso wird die gesamte Elektroinstallation im VbF-Raum ex-geschützt ausgeführt.

#### 4.2.4 Blitzschutzanlage

Das gesamte Lager wird mit einer Blitzschutzanlage versehen; eine Detailplanung ist noch nicht erfolgt.

#### 4.3 Sonstige zur Betriebssicherheit erforderlichen Anlagenteile

##### Alarm-, Warn- und Sicherheitseinrichtungen

Im Lager wird eine Einbruchmeldeanlage gemäß /L2.43/ installiert. Der Alarm wird an eine ständig besetzte Stelle geleitet.

Außerhalb der Betriebszeit werden Rundgänge in unregelmäßigen Abständen von einem Bewachungsunternehmen durchgeführt.

##### Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen

Die Maßnahmen zur Löschwasser-Rückhaltung innerhalb und außerhalb der Lagers wurden in 4.2.1 beschrieben.



## 5. Beschreibung der Gefahrenquellen

### 5.1 Betriebliche (lagerspezifische) Gefahrenquellen

Bei der Lagerung und Handhabung von Paletten können folgende Ereignisse zum Freisetzen brennbarer oder explosibler Stoffe führen:

- Durchkorrodieren von metallischen Gebinden,
- mechanische Beschädigung von Gebinden beim Ein- und Auslagern,
- Unfälle wie Abstürzen von Gebinden aus großer Höhe,
- Beschädigung von Gebinden bei unzulässiger Überstapelung.

Dies können die Voraussetzungen zu einem Brand oder einer Explosion sein.

Ein Inbrandgeraten von ausgetretenem Produkt oder gelagerten brennbaren Stoffen (Verpackungsmaterial, Produkte) kann durch folgende denkbare Ereignisse erfolgen:

- Entzündung von ausgetretenem Lagergut an denkbaren Zündquellen wie Funken aus statischer Entladung, aus Reib-, Schlag- oder Schleifvorgängen oder aus elektrischen Betriebsmitteln
- Einwirkung von Wärmequellen auf gelagerte brennbare Stoffe wie z. B. heiße Oberflächen von Lampen
- Exotherme Reaktion zwischen verschiedenen ausgetretenen Produkten
- Offenes Feuer, Glut von Zigaretten, Schweißvorgänge
- Brandstiftung
- Unsachgemäße Handhabung von Stoffen nach Klasse Ic, Ziffer 27 der GGVS.

Ereignisse, die zu einer Explosion führen können, sind:

- der Austritt von brennbaren Flüssigkeiten, deren Flammpunkt überschritten ist und die Entzündung an einer denkbaren Zündquelle (siehe oben)
- die Aufwirbelung von ausgetretenem brennbarem Staub und die Entzündung an einer denkbaren Zündquelle (siehe oben).

### 5.2 Umgebungsbedingte Gefahrenquellen

Gefahren, die von den in direkter Nachbarschaft liegenden Anlagen ausgehen könnten, sind vernünftigerweise auszuschließen:

Die Einfahrt von Schiffen mit gefährlichen Ladungen wie Flüssiggas in den ..... Hafen ist verboten. Im Hafensbereich sind keine Anlagen vorhanden, um diese Ladungen umzuschlagen.

Aus den naturbedingten Zuständen oder Ereignissen werden vernünftigerweise keine besonderen Gefahrenquellen abgeleitet (vgl. 2.1.2.6).

### 5.3 Eingriffe Unbefugter

Lagerräume, die der TRGS 514 /L2.30/ und der TRBF 110 /L2.32/ unterliegen, dürfen nicht dem allgemeinen Verkehr zugänglich sein. Unbefugten ist daher das Betreten der Räume verboten. Auf das Verbot wird durch eine deutlich sichtbare und gut lesbare Aufschrift hingewiesen. Das Lager wird so errichtet bzw. ausgerüstet, daß die Stoffe gegen unbefugte Entnahme gesichert sind (vgl. /L2.30/).

Das Grundstück wird mit einem ca. 2 m hohen Zaun mit Übersteigsicherung eingefriedet. Die Außentüren werden mit Profilzylinderschlössern einer Schließanlage gesichert. Hier werden einbruchhemmende Profilzylinderschlösser, z.B. nach DIN 18252 mit Sicherheitsbeschlägen, z.B. nach DIN 18256, Teil 1 eingebaut.

Fenster sind in diesem Bereich nicht vorhanden. Die Lichtkuppeln bzw. die Kuppeln der RWAs werden von innen verriegelt und besitzen eine Sicherung gegen Abschraubung von außen.

Im Lager wird eine Einbruchmeldeanlage gemäß /L2.43/ installiert. Der Alarm wird an eine ständig besetzte Stelle geleitet. Es wird sichergestellt, daß das Lager, insbesondere der Giftraum nur durch ausdrücklich befugte Personen betreten wird. Unbefugten wird der Zugang zu dem Lager verboten (Unbefugte Personen sind solche, die keine mit dem Lager oder mit dessen Überwachung in Zusammenhang stehenden Tätigkeiten ausüben).

## 6. Beschreibung der Störfallvoraussetzungen

Als Störfalleintrittsvoraussetzung werden Ereignisse angesehen, die bei Wirksamwerden einer Gefahrenquelle eintreten. Sie wurden bereits im Zusammenhang mit der Beschreibung der verschiedenen Gefahrenquellen in Abschnitt 5 dargelegt.

Die Voraussetzungen für den Eintritt eines Störfalls infolge einer Freisetzung von Stoffen liegen vor, wenn

- Produkte freigesetzt werden und dies nicht sofort erkannt oder beseitigt wird, oder
- die Freisetzung zwar erkannt wird, die Stoffe aber nicht in der Halle zurückgehalten werden können, sondern in die Kanalisation verschleppt werden oder in den Boden eindringen können bzw. bei gasförmigen Stoffen in die Atmosphäre freigesetzt werden.

Die Voraussetzungen für den Eintritt eines Störfalls infolge eines Inbrandgeratens von Stoffen liegen vor, wenn

- der Brand nicht unmittelbar erkannt (Personal) oder nicht automatisch gemeldet oder nicht über die zur Verfügung stehenden Kommunikationseinrichtungen (Telefon, Druckknopfmelder) gemeldet wird und
- die Feuerwehr und/oder das Personal nicht innerhalb kurzer Zeit mit der Brandbekämpfung beginnt und
- der Brand durch eine automatisch wirkende Löschanlage (falls vorhanden) nicht gelöscht wird
- der Brand eine Größe erreicht hat, daß die baulichen Maßnahmen nicht mehr ausreichen die Umgebung vor den Auswirkungen des Brandes (z.B. Wärmestrahlung, Brandgase bzw. Pyrolyseprodukte, Druckwelle durch ausgelöste Explosion) zu schützen.

Die Voraussetzungen für den Eintritt eines Störfalls infolge einer Explosion von Gasgemischen liegen vor, wenn

- eine Freisetzung von brennbaren Gasen oder brennbaren Stäuben erfolgt und

- die vorhandene technische oder natürliche Lüftung nicht ausreicht, die Entstehung von zündfähigen Gas-Luft- bzw. Staub-Luft-Gemischen zu verhindern und
- durch das gleichzeitige Auftreten einer Zündquelle das zündfähige Gemisch gezündet wird und
- die Druckwelle entweder in der Umgebung Schäden hervorruft (an Menschen oder Gebäuden) oder im Lagerinneren zur Entstehung eines Brandes mit den oben beschriebenen Auswirkungen für die Umgebung führt.

## 7. Darlegung der störfallverhindernden Vorkehrungen

### 7.1 Vorkehrungen hinsichtlich der Beanspruchung bei bestimmungsgemäßen Betrieb

Beim bestimmungsgemäßen Betrieb gehen keine Gefahren vom Bauwerk, der Anlage oder den ordnungsgemäß gelagerten Produkten aus. Lediglich Gefahrenquellen, die von außen einwirken können, sind in diesem Fall zu betrachten.

#### 7.1.1 Benachbarte Anlagen und Gebäude

Von der bestehenden Lagerhalle gehen keine unmittelbaren Gefahren auf den neu zu errichtenden Anbau aus. Die Bauteile sind durch eine Brandwand entsprechend /LI.1/ voneinander getrennt. Der Zugang von der bestehenden Lagerhalle in den Neubau ist nur durch ein T-90-Schiebetor möglich. Diese bauliche Trennung stellt sicher, daß bei einem Brand für 90 min die Integrität des Anbaus gewährleistet ist.

Die Lager werden durch eine automatische Brandmeldeanlage überwacht. Die Brandmeldung läuft bei der Berufsfeuerwehr ..... auf. Die Wache der Berufsfeuerwehr ist ca. 1,5 km von dem Lager entfernt, dadurch ist eine unverzügliche, wirkungsvolle Brandbekämpfung sichergestellt. Von der der Lagerhalle direkt gegenüberliegenden offenen Halle geht u.E. aufgrund des Abstandes und der räumlichen Trennung zu dem Vbf- und dem Giftraum keine unmittelbare Gefahr aus.

Die auf den unmittelbar angrenzenden Grundstücken bestehenden Anlagen und Gebäude stellen ebenfalls keine unmittelbare Gefahr für das Lager dar. Bezüglich der weiteren im Umfeld befindlichen Anlagen kann davon ausgegangen werden, daß es sich um Anlagen handelt, die nach dem Stand der Technik gebaut und genehmigt wurden. Danach wird unter Berücksichtigung der Entfernung zu der neuen Lagerhalle und der bautechnischen Ausführungen dieser Halle eine unzulässige Beeinträchtigung der Integrität dieser Lagerhalle ausgeschlossen.

### 7.1.2 Verkehrsbedingte Einflüsse

Das Lager befindet sich nicht im Lande- oder Startbereich eines Flugplatzes. Mit einem Flugzeugabsturz ist daher nicht zu rechnen.

Im Abstand von ca. 100 m liegt das Hafengebäude des ..... Hafens. Explosionsfolgen im Falle einer schweren Schiffshavarie im Hafengebäude sind auszuschließen, da Schiffen mit solchen Ladungen die Einfahrt in den Hafen untersagt ist.

Bei einem Übergreifen eines Brandes von außen auf das Lager sind die Sicherheitseinrichtungen als Vorkehrung zu nennen, die auch als Schutzrichtungen für einen möglichen Brand gelten, der innerhalb des Lagers entstehen würde:

- Einteilung des Neubaus in drei Brandabschnitte entsprechend den Stoffeigenschaften der zu lagernden Produkte.
- Brandmeldeeinrichtung mit einer Aufschaltung der Brandmeldeeinrichtung direkt zur Feuerwehr.
- Ausbildung des Lagerbodens als Auffangwanne
- Gestaltung des Außenbereiches, um Löschwasser aufzuhalten.

### 7.1.3 Umwelteinflüsse

Das Gelände, auf dem der Neubau errichtet werden soll, ist weder als hochwasser- noch als erdbeben- bzw. erdbebengefährdet eingestuft. Eine Gefährdung durch diese Ereignisse ist daher nicht zu unterstellen.

Das Gebäude selbst ist gegen die zu erwartenden Wind- und Schneelasten statisch ausgelegt. Die Bodenplatte ist entsprechend den maximal auftretenden Gesamtlasten bemessen, die Fundamente entsprechen in Art und Ausführung den Anforderungen des vorliegenden Baugrundes.

### 7.2 Vorkehrungen hinsichtlich der Beanspruchung bei Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs

#### 7.2.1 Maßnahmen zur Verhinderung der Freisetzung von Stoffen durch Korrosion, Bedienungsfehler, Herunterfallen von Gebinden, Einsturz von Regalen

Eine Freisetzung von Stoffen durch solche Ursachen soll durch die im folgenden aufgeführten Vorkehrungen verhindert werden:

- Die Regale sind für die aufzunehmenden Lasten ausgelegt und mit Schutzeinrichtungen (z.B. Anfahrerschutz) ausgestattet (siehe auch 2.1.6.1).
- Es werden nur normgerechte Paletten und Gitterboxen verwendet (siehe 2.1.6.1).
- Die Lagerung erfolgt ausschließlich in unveränderten Fertigpackungen der jeweiligen Hersteller; die Verpackungen sind vom Hersteller für den Transport und die Lagerung als geeignet ausgewählt worden. Die Gebinde sind auf den Paletten durch Folienverpackung der Palette bzw. Stretchen gegen Herunterfallen gesichert (siehe 2.2.4.3).
- Bei einer eventuellen Blocklagerung werden die in 2.2.4.2 beschriebenen Sicherungsmaßnahmen durchgeführt.
- Es werden im Lager sichere Verkehrswege für die Gabelstapler ausgewiesen (siehe 2.2.4.2).
- Die Ein- und Auslagerung sowie der Transport der Paletten wird nur durch ausgebildetes und regelmäßig belehrtes Personal durchgeführt. Alle Gabelstaplerfahrer besitzen die erforderliche Ausbildung mit Prüfung. Fahrer, die in explosionsgefährdeten Bereichen arbeiten, haben eine Zusatzausbildung.
- Es werden an den Paletten regelmäßig Sichtkontrollen durchgeführt.

- Austretende brennbare Stoffe werden sofort nach der Erkennung ordnungsgemäß beseitigt.
- Im Giftraum wird die Einlagerungshöhe auf ca. 3 m begrenzt.

### 7.2.2 Maßnahmen zur Verhinderung von Bränden

#### Entfernen von brennbaren Abfällen

Zur Vermeidung von Bränden werden im Lager regelmäßig Kontrollen durchgeführt (vgl. 8.4). Bei den Kontrollen wird insbesondere auf Ordnung und Sauberkeit geachtet, d.h. leicht brennbare Abfälle, Reste von Verpackungsmaterial z.B. Kartonagen, Folien, Holzwohle und Kunststoffchips werden sofort, spätestens bei Arbeitsschluß, entfernt. Es wird zudem darauf geachtet, daß Verkehrswege und Aufstellungsflächen freigehalten werden sowie Flucht- und Rettungswege, Brandmelde- und -bekämpfungseinrichtungen nicht verstellt sind.

#### Vermeiden von Zündquellen

Zur Auslösung eines Brandes bedarf es bei der vorliegenden Brandlast und dem zur Verfügung stehenden Luftsauerstoff nur noch einer Zündquelle. Die Wahrscheinlichkeit, daß eine geeignete Zündquelle, wie heiße Oberflächen, offenes Feuer oder Heißenarbeiten bei Reparaturarbeiten im Lager auftritt, kann nicht völlig ausgeschlossen werden und ist daher zu betrachten. Auch unter der Berücksichtigung einer automatischen, flächendeckenden Brandfrüherkennung und der Brandbekämpfungseinrichtungen ist es äußerst wichtig, daß die in Frage kommenden möglichen Zündgefahren berücksichtigt werden und durch bauliche Maßnahmen bzw. durch Betriebsanweisungen soweit als irgend möglich eingeschränkt werden. Zur Vermeidung von Zündgefahren wurden die folgenden Maßnahmen ergriffen (vgl. 8.4):

- Vermeidung von heißen Oberflächen z.B. von elektrischen Geräten, mobilen Heizgeräten, Beleuchtungskörpern usw.:
- Derartige Geräte werden, wenn überhaupt, nur zeitweise und nur mit Erlaubnis der Lagerleitung und unter Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen eingesetzt. Auf einen ausreichenden Abstand zum Lagergut

wird geachtet. Dieser Abstand wird auch bei den Beleuchtungskörpern eingehalten.

Die Beheizung des Lagers erfolgt durch die in 2.1.6.3 beschriebene Warmwasserheizungsanlage. Falls ein Einsatz mobiler Heizgeräte erforderlich ist, werden diese so aufgestellt, daß die Oberflächentemperatur des Lagergutes nicht unzulässig erhöht wird. Wie unter 2.1.6.1 ausgeführt, werden im VbF-Raum nur ex-geschützte Geräte installiert und betrieben.

Bei Dienstschluß wird dafür gesorgt, daß Licht und alle elektrischen Geräte abgeschaltet sind (u.U. Netzstecker herausziehen); ggf. werden nicht benötigte Stromkreise abgeschaltet.

Sicherheits-, Fernmelde- und Brandmeldeanlagen bleiben dauernd betriebsbereit und werden nicht abgeschaltet.

- Vermeidung von offenem Feuer:  
Offenes Feuer ist strengstens untersagt. In allen Lagerräumen besteht Rauchverbot. Rauchen ist nur in bestimmten dafür vorgesehenen Räumen gestattet.
- Regelung für Reparaturarbeiten:  
Schweiß-, Löt-, Schleif- und Bohrarbeiten, also Arbeiten mit offener Flamme oder Funkenbildung, wie sie bei Reparaturen anfallen, bedürfen der schriftlichen Genehmigung der Betriebsleitung oder von dafür beauftragten, sachkundigen Mitarbeitern.

Im Einzelfall werden die sicherheitstechnisch erforderlichen Maßnahmen ergriffen und durchgeführt (z.B. Bereitstellung von Feuerlöschern, ggf. Auslagern des Ex-Bereiches, Kontrolle des Arbeitsplatzes vor Verlassen auf glimmende Teile etc.).

Die Aufstellung und Benützung anderer als dienstlich zur Verfügung gestellter elektrischer Geräte ist ohne besondere Genehmigung untersagt. Mängel an Brandschutzeinrichtungen und Schäden an elektrischen

Installationen sowie Anzeichen hierfür, z.B. flackerndes Licht, Schmorgerüche usw. sind sofort dem Brandschutzbeauftragten oder dem betrieblichen Vorgesetzten zu melden.

Schäden an elektrischen Installationen, z.B. durchgebrannte Sicherungen, schadhafte Steckdosen und Leitungen werden nur durch Fachkräfte repariert.

#### Vermeidung chemischer Reaktionen:

Die Zusammenlagerungsverbote einzelner Produkte werden beachtet und eingehalten. Somit wird die chemische Reaktion von miteinander unverträglichen Lagergütern weitgehend vermieden. Die Einhaltung des Zusammenlagerungsverbot es wird durch das EDV-gestützte Lagerinformationssystem bei der Einlagerung sichergestellt und durch regelmäßige Überprüfung, z.B. Inventuren gewährleistet.

#### Brandfrüherkennung und Brandmeldung

Für den Fall, daß trotz aller Vorsorge ein Brand entsteht, wird die in allen Lagerräumen installierte automatische Brandmeldeanlage einen Brand frühzeitig anzeigen. Die Brandmeldeanlage ist ständig zur örtlichen Feuerwehr aufgeschaltet.

Es ist vorgesehen, die Lagerräume des Neubaus mit einer stationären von der automatischen Brandmeldeanlage auszulösenden Feuerlöschanlage auszurüsten.

Die Brandfrüherkennung und die automatisch auslösende Feuerlöschanlage ermöglicht die schnelle Bekämpfung eines Entstehungsbrandes und alarmiert gleichzeitig die Berufsfeuerwehr ....., damit rechtzeitig weitere Brandbekämpfungsmaßnahmen eingeleitet werden.

Im Lagerraum des bestehenden Gebäudes ermöglicht die automatische Brandmeldeanlage eine frühe Branderkennung und die rechtzeitige Einleitung von Löschmaßnahmen durch den Betreiber oder durch die Feuerwehr.

### 7.2.3 Maßnahmen zur Verhinderung von Explosionen

#### 7.2.3.1 Maßnahmen gegen die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre

Die gleichen Vorkehrungen, wie sie zur Verhinderung der Stofffreisetzung in 7.2.1 dargestellt wurden, sind auch zur Verhinderung einer Bildung von explosionsfähiger Atmosphäre wirksam. Regelmäßige Reinigung von horizontalen Flächen verhindert die Ablagerung und ggf. Aufwirbelung brennbarer Stäube.

#### 7.2.3.2 Lüftungsmaßnahmen

Durch die im 4.2.3 beschriebenen Lüftungsmaßnahmen wird die Entstehung von zündfähigen Atmosphären wirksam verhindert.

#### 7.2.3.3 Vermeidung von Zündquellen

Im VbF-Raum ist die elektrotechnische Installation explosionsgeschützt ausgeführt (siehe 2.1.6.1).

## 8. Darlegung der störfallbezogenen Vorkehrungen

### 8.1 Freisetzung von Stoffen

Durch die regelmäßig durchgeführten Sichtkontrollen können sicherheitsrelevante Mengen an freigesetzten Stoffen rasch erkannt werden. Einzelheiten über die sofortige gefahrlose und vollständige Beseitigung von Leckagen sind in Betriebsanweisungen geregelt:

- Verhalten bei Stofffreisetzung (u.a. Entfernen aus dem Gefahrenbereich, Information der Vorgesetzten)
- Sichere Beseitigung und ordnungsgemäße Entsorgung (u.a. Art der zu verwendenden Schutzausrüstung, Materialien zur Aufnahme von freigesetztem Produkt, Wege der Entsorgung)
- Verhalten bei Kontamination von Personen mit Gefahrstoffen (Erste-Hil-

fe-Maßnahmen bei Augen-, Hautkontakt, bei Verschlucken oder Inhalation)

Die Größe und Bauweise der Auffangeinrichtungen ist in 2.1.3 und 4.2.1 beschrieben. Darüber hinaus wird der Boden in den Lagerräumen entsprechend /L2.43/ ausgeführt, d.h. es wird ein wasserundurchlässiger Beton mit den entsprechenden Sieblinien und der vorgeschriebenen Nachbehandlung gemäß /L2.15/ eingebaut. Arbeitsfugen werden vermieden, bzw. wenn sie unvermeidbar sind, werden sie nach /L2.15/, Ziffer 10.2.3 ausgebildet. Dehnfugen werden durch konstruktive Maßnahmen in flüssigkeitsbeaufschlagten Bereichen des Auffangraumes vermieden. Sind sie unvermeidbar, werden sie nur nach Maßgabe der "Besonderen Bestimmungen" der Prüfbescheide für das Beschichtungssystem ausgeführt und abdichtet.

Die Bodenplatte wird entsprechend der Schnittgrößen bemessen und bewehrt. Dabei wird zum Nachweis der Brauchbarkeit der Nachweis der Beschränkung der Mindestbreite von Gebrauchlast nach /L2.14/, Abschnitt 17.6 geführt. Die Mindestbewehrung nach Abschnitt 17.6.2 /L2.14/ wird stets eingelegt.

**8.2 Brände**  
**8.2.1 Maßnahmen zur Brandbekämpfung**

**Anzahl, Art und Aufstellungsorte von Feuerlöschern und Wandhydranten**  
Zur Bekämpfung von Entstehungsbränden werden gemäß der Forderung der Berufsfeuerwehr ..... an jedem Hallenzugang (Notausgänge) und im Bereich der Durchfahrt zum Giftraum je ein tragbarer PG12-Löcher (ABC-Pulver) sowie je ein Wandhydrant mit 30 m formbeständigem Schlauch vorgesehen.

Die tragbaren Feuerlöcher entsprechen /L2.9/ die Wandhydranten entsprechen /L2.16/. Im Bereich des VbF-Raumes wird bei den Wandhydranten noch je einen Schaumgenerator und ein entsprechender Schaummittelvorrat vorgesehen.

**Anzahl der für die Erstbekämpfung eingewiesenen Personen des Lagerpersonals**

Es wird vorgesehen, daß alle im Lagerbereich Beschäftigten in die Bedienung der Feuerlöschgeräte eingewiesen werden.

**Zeit bis zum Beginn des Feuerwehreinsatzes**

Die zuständige Wache der Berufsfeuerwehr ..... ist ca. 1500 m von dem Lager entfernt. Aufgrund ihrer Ausrüstung und ihrer Ausbildung kann die Feuerwehr innerhalb von 10 Minuten nach Alarmierung mit der Brandbekämpfung beginnen. Dies entspricht der Klasse F2 gemäß Ziffer 2.4 /L2.30/.

**Löschwasserversorgung (Anzahl und Entfernung von Hydranten, Löschleitung)**

In Höhe der nördlichen Einfahrt des Lagers steht an der Bremer Straße ein Überflurhydrant (Modell 86, AU) mit zwei B- und einem A-Abgang. Die Stadt ..... sichert einen Wasserfluß von 27 l/s (1620 l/min) zu. Weitere Hydranten des gleichen Types befinden sich im Abstand von je 100 Metern entlang der ..... Straße.

**Stationäre Löscheinrichtungen**

Im VbF-Lager und im Giftraum werden je eine stationäre CO<sub>2</sub>-Löschanlage gemäß /L2.37/ installiert (vgl. auch 4.2.2).

**8.2.2 Maßnahmen zur Schadensbegrenzung**  
**8.2.2.1 Maßnahmen gegen die Brandausbreitung, baulicher Brandschutz**

Die Art des Lagergutes und die Belegung je Lagerabschnitt ist in 2.2.4.2 beschrieben.

Die Auslegung der Brandwände sowie von tragenden Stützen und Trägern wurde in 2.1.3.2 beschrieben.

**Art der Feuerschutzabschlüsse (Türen und Tore)**

Vgl. 2.1.3. Darüber hinaus liegen die Lieferer der zum Einbau kommenden Türen und Tore noch nicht fest.

LIS-Berichte Nr. 99 (1992)

170

#### Ausführung von Kabeln und Rohrleitungsdurchführungen durch Brandwände

Durch die Brandwände und feuerbeständigen Wände werden nur die unbedingt erforderlichen Kabel und Rohrleitungen durchgeführt. Die Kabel- und Rohrleitungen werden entsprechend mit zugelassenen Brandschutzsystemen abgeschottet bzw. entsprechend den Vorschriften der /L1.1/ und /L1.2/ ausgeführt.

#### Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

In die Dachhaut wird eine Rauch- und Wärmeabzugsanlage eingebaut. Ihre Kuppeln dienen gleichzeitig der Belichtung (siehe 2.1.3). Die einzelnen Querschnitte der Rauch- und Wärmeabzugsanlagen betragen im VbF-Lagerraum 4,36 % der Grundfläche, im Giftraum 3,3 % der Grundfläche und im Lagerraum für ätzende, reizende und mindergiftige Stoffe 3,78 % der Grundfläche.

Die für die Rauch- und Wärmeabzugsanlagen vorgesehenen Flächen sind größer als die in /L2.39/ geforderten Mindestflächen.

#### Schutz der Nachbaranlagen und der -gebäude (Abstände, Aktionen der Feuerwehr)

Die Abstände zu den Nachbaranlagen und -gebäuden sind ausreichend bemessen, um die Aktionen der Feuerwehr nicht zu beeinträchtigen (vgl. /L2.23/).

Durch betriebliche Anweisungen wird geregelt, daß der Bereich der Zugänge zur Halle freigehalten wird und daß unter dem Vordach nur vorübergehend Produkte zwischengelagert werden, die noch am selben Tag weiter transportiert werden.

Die übrigen in der Nachbarschaft befindlichen Anlagen, die nicht zum Lager gehören, sind so weit entfernt, daß unter Berücksichtigung der baulichen Maßnahmen und der zur Verfügung stehenden Berufsfeuerwehr ..... vernünftigerweise keine unzulässigen Einwirkungen auf das Lager zu befürchten sind.

#### 8.2.2.2 Dimensionierung von Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen

Im Anhang I der TRGS 514 "Lagern von Gefahrstoffen" /L2.30/ wird ein Brandschutzkonzept dargelegt, das dem Schutz der Gewässer vor kontaminiertem Löschwasser dient. Es nennt hierzu Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes in Abhängigkeit von der Lagermenge und führt Richtwerte für die Löschwasser-Rückhaltevolumina in Abhängigkeit von den Branderkennungs- und Brandbekämpfungsmaßnahmen an.

Die Anforderungen dieses Brandschutzkonzeptes beziehen sich auf das Lagern sehr giftiger und giftiger Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern. Die Anforderungen dieses Brandschutzkonzeptes richten sich jeweils nach der gesamten Lagerkapazität (zulässige Lagermenge) des Lagerabschnittes. Als Lagerabschnitt gilt der Teil eines Lagers, der von anderen Räumen mindestens durch feuerbeständige Wände und ggf. Decken (F90) abgetrennt ist.

Löschwasserversorgung	: L2, d.h. mind. 1600 l/min
Brandbekämpfung	: F2, d.h. Feuerwehr beginnt spätestens 10 min nach der Alarmierung mit der Brandbekämpfung
Löschanlage	: LA2, d.h. automatische Löschanlage und automatische Brandmeldung bei der Feuerwehr

Diese Daten führen zu der Brandstufe 10, mit der Maßgabe 0,1 m<sup>3</sup> Löschwasser pro Tonne Lagerkapazität zurückzuhalten.

Aus den maximal möglichen Lagermengen (Giftraum: 70 Paletten mit je 0,4 Mg, VbF-Raum: 90 Paletten mit je 0,4 Mg, Lagerraum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel: 500 Paletten mit je 0,4 Mg) errechnen sich bei einem Rückhaltevolumen von 0,1 m<sup>3</sup> je Mg Lagerkapazität folgende Löschwasser-Rückhaltevolumina:

- Giftraum: 2,8 m<sup>3</sup>
- VbF-Raum: 3,6 m<sup>3</sup>
- Lagerraum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel: 20 m<sup>3</sup>.

Aufgrund der Wannenausbildung des Bodens stehen für den VbF-Raum ca. 7 m<sup>3</sup>, für den Giftraum ca. 4,5 m<sup>3</sup> und für den Lagerraum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel ca. 45 m<sup>3</sup> Volumen zur Löschwasser-Rückhaltung zur Verfügung.

Das bedeutet, daß bei Anwendung der Berechnungsmethoden der TRGS 514 für die Löschwasser-Rückhaltevolumina nicht nur auf Giftraum, sondern auf alle Lagerräume, in jedem Brandabschnitt ausreichende Volumina zur Löschwasser-Rückhaltung zur Verfügung stehen.

Auch bei einer Beladung aller Paletten mit dem zulässigen Maximalgewicht von 1,5 Mg /L2.19/ reichen bei Einsatz der in den Feuerwehreinsatzplänen (siehe B.4) vorgegebenen Löschmittel Schwertschaum und Pulver die nach der TRGS 514 berechneten Löschwasser-Rückhaltevolumina aus.

Daneben stehen durch die geplanten Maßnahmen im Außenbereich noch weitere Rückhaltevolumina zur Verfügung (vgl. 4.2.1).

### 8.3 Maßnahmen zur Schadensbegrenzung bei Explosionen

Es sind keine Maßnahmen vorhanden, die die Auswirkungen von Explosionen im Lagergebäude begrenzen könnten (z.B. Druckentlastungseinrichtungen)

### 8.4 Organisatorische Schutzvorkehrungen und betriebliche Alarm- und Gefahrenpläne

**Ärztliche Betreuung, Erste Hilfe-Organisation und Rettungsdienste**  
Der Betrieb hat die Ausbildung von Ersthelfern veranlaßt und hält für die Erstversorgung von Verletzten ausreichende Erste-Hilfe-Einrichtungen bereit.

Dazu gehören auch Reinigungsmöglichkeiten nach Kontakt mit gesundheitsgefährdenden und giftigen Stoffen. Die geforderte Mindestausstattung, Verbandskästen, Augenspülflaschen und Duschen sind vorhanden. Persönli-

che Schutzmittel, Arbeitskleidung und persönliche Schutzausrüstung werden bereitgestellt und gesondert aufbewahrt.

Verunreinigte Arbeitskleidung, z.B. durch Pflanzenschutzmittel, wird vom Arbeitgeber fachgerecht gereinigt oder, wenn erforderlich, vernichtet und ersetzt.

### Flucht- und Rettungswege

Die Flucht- und Rettungswege (vgl. auch 2.1.5.2) werden entsprechend /L2.10/ gekennzeichnet und sind mit einer Notbeleuchtung (batteriegepufferte Lampen mit ausreichender Brenndauer gemäß ASR 7.4) versehen.

### Betrieblicher Alarm- und Gefahrenabwehrplan, Einsatzpläne für die Feuerwehr

Ein betrieblicher Alarm- und Gefahrenabwehrplan wird vom Lagerbetrieb erstellt. Dieser Plan wird mit den zuständigen Behörden abgestimmt.

Zur Gefahrenabwehr bei Bränden werden vorbeugend die durchzuführenden Maßnahmen geplant. Die erforderlichen Maßnahmen werden mit den zuständigen Dienststellen für den Brandschutz abgesprochen. Die Absprachen werden in den Einsatzplänen umgesetzt, die allen beteiligten Stellen zur Verfügung stehen und stets auf dem aktuellen Stand gehalten werden. Die Einsatzpläne weisen auf die besonderen Maßnahmen hin, die bei der Brandbekämpfung im Pflanzenschutzmittellager zu beachten sind. Diese Maßnahmen sind:

- Schließen der Absperrschieber bei den Gullys
- Vorgehen der Feuerwehr bei einem Brand:
  - Nach Eintreffen der Feuerwehr bleiben zur Erhaltung der Wirkung des Löschgases CO<sub>2</sub> alle Raumöffnungen weiterhin geschlossen;
  - die Feuerwehr versucht, nach Betreten des Raums nach Lokalisierung des Brandherds unter Einsatz von Pulverlöschern und ggf. Schwertschaum noch bestehende Brandherde und -nester zu löschen;
  - erst wenn der Brandherd gelöscht ist, wird der Raum gelüftet;
  - Wasser wird erst dann als Löschmittel gewählt, wenn alle Löscheversuche mit Schäumen und Pulver nicht greifen.



- Alarmierung von Personen innerhalb und außerhalb des Lagers (Kommunikations-, Warn- und Informationsmittel).

Das Ansprechen der automatischen Brandmeldeanlage löst im Lagerbetrieb und bei der Feuerwehr Alarm aus. Innerhalb des Lagerbetriebes wird der Alarm durch die Personenrufanlage weitergegeben.

Des weiteren dienen die Einsatzpläne der Feuerwehr der raschen Orientierung im Lagerkomplex und der Festlegung der taktischen Maßnahmen bei der Brandbekämpfung.

Die Einsatzpläne für die Feuerwehr enthalten folgende Angaben:

- Anschrift des Objekts
- Art der Nutzung
- Anzahl/Beschreibung der Geschoße
- Lage von feuerbeständigen Wänden und Brandwänden und die dazugehörenden Brandabschnitte
- Lage der Zugänge und der Treppen mit Laufrichtungsangabe
- Bedienstellen von Rauch- und Wärmeabzugseinrichtungen
- Standorte der Feuerlöscher und der Wandhydranten mit Angabe zu Art und Menge der Löschmittel
- Angaben über die ortsfesten Löschanlagen mit Angaben zu Art und Menge der Löschmittel sowie Lage der Zentrale
- Angaben über Art und Menge der in den einzelnen Lagerabschnitten vorhandenen feuergefährlichen Stoffe und Giftstoffe
- Warnhinweise auf Löschmittel, die nicht eingesetzt werden dürfen
- Lage der Löschwasserentnahmestellen, z.B. Hydranten.
- Der Einsatz der Feuerwehr wird insofern abgestimmt, daß sie angehalten wird, Brände zunächst nur mit Pulver zu bekämpfen. Kann der Brand nicht gelöscht werden, erfolgt die Brandbekämpfung mit Schwertschaum.

Zur Unterrichtung der Einsatzleitung wird eine Fassung der Lagerlisten (Aufstellung, welche Arten und Mengen von Stoffen sich in den einzelnen Lagerbereichen befinden) übergeben. Die Lagerlisten werden auf einem aktuellen Stand gehalten und an gesicherter und im Anforderungsfall zugänglicher Stelle im Bürotrakt des Lagergebäudes aufbewahrt.

#### **Alarmierung von Personen innerhalb und außerhalb des Lagers**

Die Alarmierung der Feuerwehr erfolgt automatisch über die Brandmeldezentrale.

Das Betriebspersonal wird über die Personenrufanlage bzw. die Warneinrichtungen beim Auslösen der stationären Löschanlagen unterrichtet. Zur weiteren Unterrichtung der zuständigen Stellen steht eine Nebenstellenanlage mit einer ausreichenden Zahl amtsberechtigter Telefone zur Verfügung.

Eine evtl. Alarmierung der Bevölkerung erfolgt durch die Einsatzleitung der Feuerwehr:

- Aufforderung zum Schließen von Fenstern und Türen
- Abstellen von Klimaanlage

Ggf. werden von der Einsatzleitung der Feuerwehr Maßnahmen zur Evakuierung der Bevölkerung durchgeführt.

#### **Benennung, Ausbildung und Einweisung von betrieblichen Kräften zur Bekämpfung von Gefahren.**

Das Lagerpersonal wird nach den Unfallverhütungsvorschriften (UVV), VbF und GefStoffV in regelmäßigen Zeitabständen, mindestens jedoch einmal im Jahr über die auftretenden Gefahren sowie über Maßnahmen zur Gefahrenabwehr unterrichtet.

Dies geschieht in Form von Betriebsunterweisungen, in denen die den Betrieb betreffenden gesetzlichen Vorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Betriebsanweisungen, Alarmpläne und der sichere Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen erläutert wird.

Die theoretischen Unterweisungen werden für die im Lagerbereich Beschäftigten durch die Einweisung in die vorhandenen Brandschutzeinrichtungen ergänzt.

Die Teilnehmer an den Betriebsunterweisungen bestätigen dies durch ihre Unterschrift.

Die Geschäftsleitung benennt die für das Lager verantwortlichen Personen.

Es ist beabsichtigt, mit einem Arzt über Hilfsleistungen im Notfall eine Absprache zu treffen. Dabei wird der Arzt über die Eigenschaften der Lagerprodukte informiert.

**Regeln für das Verhalten der Beschäftigten im Gefahrenfall**

Der Betreiber des Pflanzenschutzmittellagers stellt die zutreffenden Vorschriften aus gesetzlichen Verordnungen in einer leicht verständlichen Betriebsanweisung dar. Diese Betriebsanweisung wird im Betrieb veröffentlicht; auf sie wird bei den Betriebsunterweisungen eingegangen. Neben den Vorschriften aus VbF, GefStoffV und den Länderverordnungen über Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe (VAwS) werden auch berücksichtigt:

- Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften
- Angaben zu Betriebs- und Arbeitsabläufen
- Hinweise auf Anlagen und produktspezifische Gefahren
- Hinweise auf Sicherheitseinrichtungen
- Maßnahmen bei Betriebsstörungen

In den Betriebsanweisungen wird auf

- Brandverhütungsmaßnahmen, z.B. Hinweis auf das Rauchverbot, auf das Verbot des Umgangs mit offenem Feuer, Sicherheitsmaßnahmen bei Arbeiten mit erhöhten Zündgefahren, Lageranweisungen für Produkte,
- Feuerlöscheinrichtungen und Rettungswesen, z.B. Art und Standort der Feuerlöscher, Wandhydranten und stationären Löscheinrichtungen, Lage und Benutzung von Flucht-, Rettungs- und Anfahrwegen,
- gefährliche Arbeitsstoffe, z.B. Informationen über Gefährlichkeitsmerkmale der Lagergüter und Anweisungen zum Gebrauch der persönlichen Schutzkleidung wie Augenschutz, Handschuhe, usw.,
- Gewässerschutzmaßnahmen, z.B. Schließen der Kanaleinläufe,
- die Beseitigung ausgelaufener Produkte, z.B. Aufsaugen von Flüssigkeit mit Absorptionsmitteln, Aufnehmen von Feststoffen, z.B. mit geeigneten Staubsaugern und die ordnungsgemäße Entsorgung des angefallenen Materials,
- die Regelung der innerbetrieblichen Verantwortlichkeit im Gefahrenfall

eingegangen.

**Benennung einer im Gefahrenfall verantwortlichen Person**

Gemäß § 5, Abs. 2 der Störfall-Verordnung hat der Betreiber eine Person oder Stelle mit der Begrenzung der Auswirkung von Störfällen zu beauftragen und diese der zuständigen Behörde zu benennen.

Die Fa. .... in ..... benennt für das Lager in .....,  
..... Str. ...:

Herrn .....

**Information der Behörden**

Gemäß § 5, Abs. 3 der Störfall-Verordnung informiert der Betreiber bei einem Störfall die für die Gefahrenabwehr zuständigen Behörden und Einsatzkräfte. Er trägt dafür Sorge, daß die zuständigen Behörden unverzüglich informiert sowie umfassend und sachkundig beraten werden.

Hierzu zählen folgende Behörden:

- Umweltschutzamt der Stadt .....
- Bauordnungsamt der Stadt .....
- Berufsfeuerwehr der Stadt .....
- Gesundheitsamt der Stadt .....
- Gewerbeaufsichtsamt der Stadt .....
- Wasserwirtschaftsamt der Stadt .....
- Bayerisches Landesamt für Brand- und Katastrophenschutz

**9. Ergänzende Anforderungen**

**9.1 Prüfung, Überwachung und Wartung der Sicherheitseinrichtungen**

**9.1.1 Prüfungen bei der Errichtung**

Die Überwachung beim Bau des Lagers obliegt dem Bauordnungsamt. Es liegt im Ermessen der zuständigen Behörde, ob die einzelnen Bereiche wie VbF-Lagerraum und der Giftraum erst nach der Überprüfung von Sachverständigen und nach Vorliegen der Stellungnahme über den ordnungsgemäßen Zustand der Baustruktur, der Lagereinrichtung sowie der Gefahrenmeldeanlagen und der Brandbekämpfungseinrichtungen in Betrieb genommen werden.

Bei der Errichtung werden von den beauftragten Fachfirmen die einschlägigen Vorschriften beachtet. Entsprechende Errichtungsbescheinigungen werden u.a. für die Blitzschutzanlage, die exgeschützte Einrichtung im Vbf-Raum und die Brandmeldeanlage ausgestellt.

#### 9.1.2 Wiederkehrende Prüfung, Überwachung und Wartung beim Betrieb

Die Sicherheitseinrichtungen des Lagers, wie z.B. Gefahrenmelde- und Brandbekämpfungsanlagen, Rauch-, und Wärmeabzugseinrichtungen, automatisch schließende Zugänge, Blitzschutzanlagen, elektrische Einrichtungen, etc. werden regelmäßig gewartet und in den vorgeschriebenen Zeitabständen auf ihre ordnungsgemäße Funktion und ihren Zustand geprüft. Mit der Prüfung werden Fachbetriebe, bzw. Sachverständige beauftragt.

Die richtige Funktion der Sicherheitseinrichtungen wird in einem Prüfprotokoll bescheinigt.

#### 9.2. Schutzmaßnahmen für das Lagerpersonal

##### 9.2.1 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Von der Fa. .... wurden allgemeine Betriebsanweisungen erstellt, die jedem Beschäftigten im Lager frei zugänglich bzw. im Lager ausgehängt sind. Die allgemeinen Betriebsanweisungen enthalten Anweisungen

- zur Zugänglichkeit des Lagers,
- zum Wareneingang, Lagerung, Versand, Verladung,
- zur sicheren Handhabung, Bedienung und Wartung von Lagereinrichtungen, z.B. Flurfördergeräten,
- zur Arbeitshygiene,
- zum Verhalten bei auftretenden Leckagen und
- zur Ersten Hilfe bei Produktkontakt/Vergiftung.

Die allgemeinen Betriebsanweisungen werden derzeit entsprechend der TRGS 555 /L2.48/ überarbeitet.

Turnusmäßig (mindestens einmal jährlich) finden Betriebunterweisungen der Beschäftigten statt, deren Inhalt auch schriftlich festgehalten wird; die Mitarbeiter bestätigen die Teilnahme mit ihrer Unterschrift. In den Betriebsunterweisungen wird auf die oben genannten Punkte sowie auf die Kennzeichnung und Eigenschaften der verwendeten Stoffe näher eingegangen; weiterhin werden nähere Anweisungen zum Umgang mit Gefahrstoffen und Schutzmaßnahmen getroffen und erläutert.

In dem für jeden Mitarbeiter zugänglichen Alarmplan wird geregelt, welche Stellen und Personen in welcher Reihenfolge zu benachrichtigen sind.

##### 9.2.2 Technische Schutzmaßnahmen

Im Vbf-Raum ist eine technische Lüftung vorgesehen. Die Fluchtwege sind gekennzeichnet und werden freigehalten. Die automatische CO<sub>2</sub>-Löscheinrichtung spricht erst mit einer Verzögerung von ca. 30 s an, um dem Personal das Verlassen des jeweiligen Brandabschnittes zu ermöglichen

##### 9.2.3 Schutzausrüstung und betriebliche Schutzeinrichtungen

Neben den Türen und in den einzelnen Lagerabschnitten sind Verbandkästen und Augenspülflaschen angebracht. Wasch- und Duschgelegenheiten sind im Verwaltungsbau vorhanden.

Jeder Mitarbeiter erhält eine persönliche Schutzausrüstung (säurefeste Arbeitshandschuhe, Augenschutz, Schutzschuhe, usw.). Die Arbeitskleidung wird vom Arbeitgeber gestellt und gereinigt sowie bei Kontamination ggf. entsorgt.

Spezielle Schutzausrüstung (Schutzanzüge, Atemschutz) für den Fall einer Stofffreisetzung ist nicht vorhanden.

**10.       Angaben Ober Störfallauswirkungen**  
**10.1      Brandszenarien und Berechnungsmethoden**

Für das Pflanzenschutzmittellager ist ein Brand der wahrscheinlichste und, bezogen auf mögliche Auswirkungen, der größte Störfall. Für alle anderen angenommenen Gefahrenquellen wurde dargelegt, daß eine Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs aufgrund der getroffenen Maßnahmen so beherrscht werden kann, daß ein Störfall nicht eintreten kann.

Für das Pflanzenschutzmittellager wurden daher Betrachtungen über die Auswirkungen von drei möglichen Brandszenarien vorgenommen.

Für jeden der drei vorhandenen Lagerräume wurde dabei angenommen, daß sich ein lokal begrenzter Kleinbrand bildet, der aber schon nach kurzer Zeit von den Branderkennungseinrichtungen festgestellt wird und zum Auslösen der automatischen CO<sub>2</sub>-Löschanlage führt.

Ein Ausfall der automatischen Löschanlage beim Ausbruch eines Brandes wurde nicht unterstellt.

Die Vorgehensweise der Feuerwehr bei Löschen eines Brandes ist in den Feuerwehreinsatzplänen (siehe 8.4) festgelegt.

Für alle drei Brandszenarien wurde angenommen, daß bis zum Wirksamwerden des Löschgases CO<sub>2</sub> eine bestimmte, jeweils unterschiedliche Menge an Pflanzenschutzmitteln verbrennt. Folgende Mengen wurden abgeschätzt (die Angaben beziehen sich auf das Fertigprodukt, d.h. einschließlich Verpackung; der Beitrag von Verpackungsmaterialien, Lösungsmitteln und Hilfsstoffen zur Schadstoffbildung wurde nicht berücksichtigt):

- Lagerraum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel: 10 kg
- VbF-Raum: 20 kg (durch die brennbaren Flüssigkeiten kommt es zu einer rascheren Brandentwicklung)
- Giftaum: 5 kg (aufgrund der geringen Fläche des Raumes wird der Brand schneller erkannt und kann sich nicht so stark ausbreiten)

Der zeitliche Verlauf der Emissionen wurde für zwei Fälle untersucht und zur einfacheren Berechnung in mehrere Abschnitte mit jeweils konstanten Emissionsraten unterteilt (siehe Bild 1 und 2); für die ersten 12 Minuten unterscheiden sich die beiden Fälle nicht:

- 1. bis 3. Minute:

Bis zum Auslösen der CO<sub>2</sub>-Löschanlage (Erkennung nach 2 Minuten, Auslösung nach 3 Minuten) werden alle Brandgase im Raum zurückgehalten (es findet durch die Verbrennung keine wesentliche Vergrößerung des Gasvolumens im Raum statt; zudem sind alle Türen und RWAs geschlossen),

- 4. bis 5. Minute:

Nach Auslösen der CO<sub>2</sub>-Löschanlage wird innerhalb von zwei Minuten ein CO<sub>2</sub>-Luft-Brandgas-Gemisch (zur Vereinfachung wurde angenommen, daß sich das CO<sub>2</sub> und die Brandgase homogen mit der Raumluft vermischen) aus dem Lagerraum freigesetzt, dessen Volumen 90 % des zugesetzten Löschmittelvolumens entspricht,

- 6. bis 12. Minute:

Da alle Türen und RWAs weiterhin geschlossen sind, ist die weitere Freisetzung von Schadstoffen durch die Luftwechselrate 1 bestimmt

- Fall 1:

13. bis 18. Minute:

Durch das Öffnen der RWAs und Türen durch die Feuerwehr erhöht sich die Luftwechselrate um mehr als das Zehnfache. Die restlichen im Raum vorhandenen Schadstoffe werden daher in dieser Zeit freigesetzt (Bild 1).

176  
100/1002)

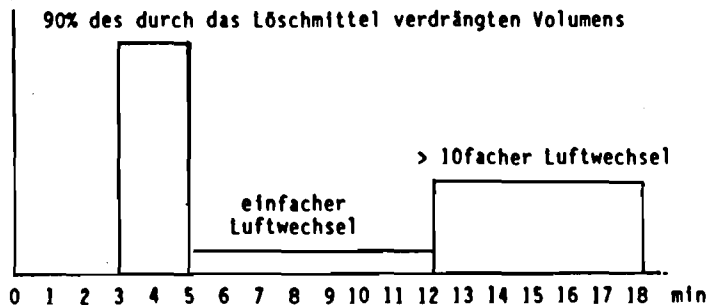


Bild 1: Angenäherter Verlauf des freigesetzten Rauchgasvolumenstroms in Abhängigkeit der Zeit.

- Fall 2:

13. bis 72. Minute:

Die Feuerwehr öffnet die RWAs und Türen nicht. Die Schadstofffreisetzung ist daher weiterhin durch die Luftwechselrate 1 bestimmt; nach 60 Minuten ist die Freisetzung von Brandgaskomponenten beendet (Bild 2).

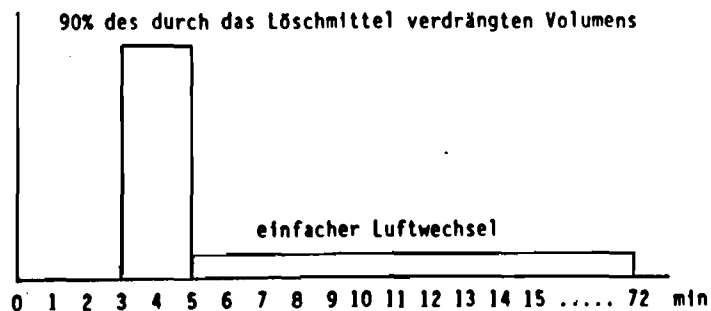


Bild 2: Angenäherter Verlauf des freigesetzten Rauchgasvolumenstroms in Abhängigkeit der Zeit.

Die Ausbreitungsrechnungen wurden für den gesamten Rauchgastrom durchgeführt. Gemäß dem zugrundeliegenden Ausbreitungsmodell sind die errechneten

Aufpunktkonzentrationen für die einzelnen Stoffe bei gleichen Ausbreitungsbedingungen (an der Quelle und in der Umgebung) streng proportional dem Emissionsmassenstrom dieses Stoffes, bzw. hier proportional der Massenkonzentration des zu betrachtenden Stoffes im emittierten Strom, da ja alle Stoffe mit diesem Volumenstrom an der Quelle in die Umgebung gelangen.

Deshalb können für die Umrechnungen die folgenden Tabellen mit den sog. Verdünnungsfaktoren verwendet werden. Dieser Verdünnungsfaktor gibt dabei das Verhältnis der (Massen-)Konzentration am Aufpunkt zur (Massen-)Konzentration im emittierten Quellstrom für alle Stoffe gültig an. Werden dabei die Massenkonzentrationen im Quellstrom auf Umgebungsbedingungen umgerechnet, so können mit dem so definierten Verdünnungsfaktor neben Massenkonzentrationen auch Volumenanteile einheitlich berechnet werden.

Die in 3.1.2 abgeschätzten Konzentrationen der einzelnen Schadstoffe in den jeweiligen m<sup>3</sup> Rauchgas (8 m<sup>3</sup>/kg verbrannte Masse) wurden als Ausgangskonzentrationen für die Verrechnung mit den oben beschriebenen Verdünnungsfaktoren angesetzt:

Halogenwasserstoffe	29000 ppm
Schwefeloxide	22000 ppm
Stickoxide	3000 ppm
Cyanwasserstoff	1000 ppm
Isocyanate	340 ppm
Unzersetzte Wirkstoffe	3,8 g/m <sup>3</sup>
Dioxine als 2,3,7,8-TCDD-Äquivalente	13 g/m <sup>3</sup>
Anorg. P als H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	3,9 g/m <sup>3</sup>

Zusätzlich wurde noch die Ausbreitung des Löschgases CO<sub>2</sub> (Anfangskonzentrationen zwischen 660 und 700 g/m<sup>3</sup>) berechnet.

Speziell für die Ausbreitung störfallbedingter Freisetzungen wurde die VDI-Richtlinie 3783 geschaffen. Dabei ist zunächst nach Blatt 2, das zur Zeit als Entwurf vorliegt, zu prüfen, ob für den Nahbereich ein

Schwergaseffekt berücksichtigt werden muß.

Das freiwerdende Löschmittelgas mit ca. 40 Vol.% CO<sub>2</sub> ist unter gleichen Bedingungen etwas schwerer als Luft (Dichte bei 30 °C: 1,4 kg/m<sup>3</sup>). Da die Freisetzung jedoch nicht konzentriert an einer Stelle, sondern diffus über das ganze Gebäude auftritt, wodurch zusätzliche Durchmischungen stattfinden, ist eine Berechnung nach VDI-Richtlinie 3783, Blatt 1, mit einer Punktquelle ausreichend konservativ.

Bei den Berechnungen wird eine mittlere Ausbreitungssituation mit einer Windgeschwindigkeit von 3 m/s und eine ungünstigste Ausbreitungssituation mit einer Sperrschicht in niedriger Höhe und einer Windgeschwindigkeit von 1 m/s berücksichtigt. Die Gültigkeit der Ergebnisse nach VDI-Richtlinie 3783, Blatt 1, ist auf Entfernungen größer 100 m vom Quellort eingeschränkt.

Die Berechnungsmethoden wurden in allen drei Brand- und Ausbreitungsmodellen in gleicher Weise angewandt.

Die berechneten und in den Tabellen aufgeführten Immissionskonzentrationen sind Maximalkonzentrationen, die nur zeitweise auftreten. Die Gesamtdauer der Schadstoffeinwirkung entspricht ungefähr der Dauer der Schadstofffreisetzung.

10.2 Ausbreitung von Brandgasen

10.2.1 Brand im Lagerraum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel

Der betrachtete Brandfall wird in dem 3700 m<sup>3</sup> großen Lagerraum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel angenommen. Der zeitliche Verlauf der Emissionen ist wie in 10.1 beschrieben.

Das Rauchgasvolumen wurde mit 80 m<sup>3</sup> angesetzt (10 kg Abbrand mit einer spez. Rauchgasmenge von 8 m<sup>3</sup>/kg). Die Masse des gesamten Rauchgases beträgt 107 kg (mittlere Dichte 1,34 kg/m<sup>3</sup>).

Zur Brandbekämpfung werden 2200 m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> eingesetzt.

Die Berechnung der Verdünnungsfaktoren erfolgte wie in 10.1 beschrieben unter Berücksichtigung der im folgenden aufgeführten Parameter.

Fall 1: Tore der Lagerhalle werden von der Feuerwehr geöffnet

Durch die obigen Daten ergeben sich für das Rauchgas folgende zeitabhängige Massen- und Volumenströme:

	Zeit [Minute]	Massenstrom [g/s]	Volumenstrom [m <sup>3</sup> /s]
Phase 1:	4. - 5.	303	0,226
Phase 2:	6. - 12.	16,7	0,012
Phase 3:	13. - 18.	177	0,132

Weitere Parameter für die Ausbreitungsrechnung:

Rauhigkeitsklasse	3
mittlere Bebauungshöhe	10 m

Zusammenstellung der Ergebnisse:

Entfernung [m] von der Quelle	Verdünnungsfaktor	
	mittlere Ausbreitungssituation	ungünstigste Ausbreitungssituation
Aufpunkthöhe 1 m		
Quelle	1	1
100	5,2*10 <sup>-5</sup>	3,2*10 <sup>-4</sup>
150	2,6*10 <sup>-5</sup>	1,9*10 <sup>-4</sup>
200	1,5*10 <sup>-5</sup>	1,4*10 <sup>-4</sup>
300	7,2*10 <sup>-6</sup>	9,6*10 <sup>-5</sup>
400	4,2*10 <sup>-6</sup>	7,0*10 <sup>-5</sup>
500	2,7*10 <sup>-6</sup>	5,3*10 <sup>-5</sup>
600	1,9*10 <sup>-6</sup>	4,2*10 <sup>-5</sup>
700	1,3*10 <sup>-6</sup>	3,4*10 <sup>-5</sup>
800	<10 <sup>-6</sup>	3,0*10 <sup>-5</sup>
900	<10 <sup>-6</sup>	2,7*10 <sup>-5</sup>
1000	<10 <sup>-6</sup>	2,4*10 <sup>-5</sup>

Unter Berücksichtigung dieser Verdünnungsfaktoren sowie der in 3.1.2 abgeschätzten Rauchgaskonzentrationen errechnen sich die in Tabelle 10.2.1.a dargestellten Konzentrationen der entstehenden Stoffe sowie des Löschgases CO<sub>2</sub> (Quellkonzentration: 660 g/m<sup>3</sup>) in Abhängigkeit der Entfernung. Die Immissionskonzentrationen für die mittlere Ausbreitungssituation lassen sich in gleicher Weise durch Multiplikation der Verdünnungsfaktoren mit den abgeschätzten Quellkonzentrationen errechnen.

**Tabelle 10.2.1.1.a**

**Ergebnis der Ausbreitungsrechnung:  
Kleinbrand im Lagerraum für mindergiftige Pflanzenschutzmittel  
Konzentrationen der Einzelstoffe in Abhängigkeit der Entfernung vom Brandort  
Ungünstigste Ausbreitungssituation**

Entfernung	Verd.-faktor	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)
Quelle	1	20000	22000	3000	1000	340	3800	13000	3900	660
100	3,21-04	9,3	7,0	1,0	0,32	0,11	1,2	4,1	1,2	0,21
150	1,98-04	5,4	4,3	0,6	0,19	0,07	0,7	2,5	0,8	0,13
200	1,44-04	4,2	3,2	0,4	0,14	0,05	0,5	1,9	0,6	0,10
300	9,44-05	2,8	2,1	0,3	0,10	0,03	0,4	1,2	0,4	0,06
400	7,08-05	2,0	1,5	0,2	0,07	0,02	0,3	0,9	0,3	0,05
500	5,34-05	1,5	1,2	0,2	0,05	0,02	0,2	0,7	0,2	0,04
600	4,21-05	1,2	0,9	0,1	0,04	0,01	0,2	0,5	0,2	0,03
700	3,44-05	1,0	0,8	0,1	0,03	0,01	0,1	0,4	0,1	0,02
800	3,08-05	0,9	0,7	0,1	0,03	0,01	0,1	0,4	0,1	0,02
900	2,74-05	0,8	0,6	0,1	0,03	0,01	0,1	0,3	0,1	0,02
1000	2,44-05	0,7	0,5	0,1	0,02	0,01	0,1	0,3	0,1	0,02

1) Hauptbestandteile in ppm  
 2) Schadstoffe in ppm  
 3) Streustoffe in ppm  
 4) Zusatzstoffe in ppm  
 5) Inertstoffe in ppm  
 6) Gesamtmenge in mg/m<sup>3</sup>  
 7) Konzentrationen in mg/m<sup>3</sup>  
 8) Anteil an CO<sub>2</sub> in mg/m<sup>3</sup>  
 9) Anteil an CO in mg/m<sup>3</sup>

**Fall 2: Tore der Lagerhalle werden von der Feuerwehr nicht geöffnet**  
 Durch die obigen Daten ergeben sich für das Rauchgas folgende zeitabhängige Massen- und Volumenströme:

	Zeit [Minute]	Massenstrom [g/s]	Volumenstrom [m <sup>3</sup> /s]
Phase 1:	4. - 5.	303	0,226
Phase 2:	6. - 72.	16,7	0,012

Für die Ausbreitungsrechnung nach der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 1, werden die weiteren Parameter analog Fall 1 eingesetzt.

Die Ergebnisse in den Fällen 1 und 2 sind für Entfernungen bis 700 m vom Quellort gleich. Ab einer Entfernung von 700 m bis 1000 m reduzieren sich die Verdünnungsfaktoren stetig auf ca. 85 % der Werte von Fall 1.

Da die ungünstigste Ausbreitungssituation bei Fall 1 vorliegt, wurde für den Fall 2 auf eine tabellarische Darstellung der Verdünnungsfaktoren sowie der Immissionskonzentrationen verzichtet.

**10.2.2 Brand im Giftraum**

Der betrachtete Brandfall wird in dem 340 m<sup>3</sup> großen Giftraum angenommen. Der zeitliche Verlauf der Emissionen ist wie in 10.1 beschrieben.

Das Rauchgasvolumen wurde mit 40 m<sup>3</sup> angesetzt (5 kg Abbrand mit einer spez. Rauchgasmenge von 8 m<sup>3</sup>/kg). Die Masse des gesamten Rauchgases beträgt 54 kg (mittlere Dichte 1,34 kg/m<sup>3</sup>).

Zur Brandbekämpfung werden 225 m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> eingesetzt.

Die Berechnung der Verdünnungsfaktoren erfolgte wie in 10.1 beschrieben unter Berücksichtigung der im folgenden aufgeführten Parameter.

**Fall 1: Tore des Giftraums werden von der Feuerwehr geöffnet**

Durch die obigen Daten ergeben sich für das Rauchgas folgende zeitabhängige Massen- und Volumenströme:

	Zeit [Minute]	Massenstrom [g/s]	Volumenstrom [m³/s]
Phase 1:	4. - 5.	161	0,120
Phase 2:	6. - 12.	8,1	0,006
Phase 3:	13. - 18.	86	0,064

Als weitere Parameter für die Ausbreitungsrechnung werden verwendet:

Rauhigkeitsklasse	3
mittlere Bebauungshöhe	10 m

**Zusammenstellung der Ergebnisse:**

Entfernung [m] von der Quelle	Verdünnungsfaktor	
	Ausbreitungssituation	
	mittlere	ungünstigste
Aufpunkthöhe 1 m		
Quelle	1	1
100	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$
150	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
200	$8,1 \cdot 10^{-6}$	$7,6 \cdot 10^{-5}$
300	$3,8 \cdot 10^{-6}$	$5,1 \cdot 10^{-5}$
400	$2,2 \cdot 10^{-6}$	$3,7 \cdot 10^{-5}$
500	$1,4 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$
600	$< 10^{-6}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$
700	$< 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$
800	$< 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$
900	$< 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$
1000	$< 10^{-6}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$

Unter Berücksichtigung dieser Verdünnungsfaktoren sowie der in 3.1.2 abgeschätzten Rauchgaskonzentrationen errechnen sich die in Tabelle 10.2.2.a dargestellten Konzentrationen der entstehenden Stoffe sowie des Löschgases CO<sub>2</sub> (Quellkonzentration: 700 g/m<sup>3</sup>) in Abhängigkeit von der Entfernung. Die Immissionskonzentrationen für die mittlere Ausbreitungssituation lassen sich in gleicher Weise durch Multiplikation der Verdünnungsfaktoren mit den abgeschätzten Quellkonzentrationen errechnen.

**Tabelle 10.2.2.a**

**Ergebnis der Ausbreitungsrechnung:  
Kleinbrand im Giftraum  
Konzentrationen der Einzelstoffe in Abhängigkeit der Entfernung vom Brandort  
Ungünstigste Ausbreitungssituation**

Entfernung	Verd.-faktor	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)
Quelle	1	29000	22000	3000	1000	340	34000	13000	3900	700
100	1,7E-04	4,9	3,7	0,31	0,17	0,058	0,65	2,2	0,64	0,12
150	1,0E-04	3,0	2,3	0,31	0,10	0,035	0,39	1,3	0,40	0,07
200	7,6E-05	2,2	1,7	0,23	0,08	0,026	0,29	1,0	0,30	0,05
300	5,1E-05	1,5	1,1	0,15	0,05	0,017	0,19	0,7	0,20	0,04
400	3,7E-05	1,1	0,8	0,11	0,04	0,013	0,14	0,5	0,14	0,03
500	2,8E-05	0,8	0,6	0,08	0,03	0,010	0,11	0,4	0,11	0,02
600	2,2E-05	0,6	0,5	0,07	0,02	0,008	0,09	0,3	0,09	0,02
700	1,8E-05	0,5	0,4	0,05	0,02	0,006	0,07	0,2	0,07	0,01
800	1,5E-05	0,4	0,3	0,05	0,02	0,005	0,06	0,2	0,06	0,01
900	1,3E-05	0,4	0,3	0,04	0,01	0,004	0,05	0,2	0,05	0,01
1000	1,2E-05	0,3	0,3	0,04	0,01	0,004	0,04	0,2	0,05	0,01

- 1) Halogenwasserstoffe in ppm
- 2) Schwefeloxide in ppm
- 3) Stickoxide in ppm
- 4) Cyanwasserstoff in ppm
- 5) Isocyanate in ppm
- 6) Unzersetzte Wirkstoffe in mg/m<sup>3</sup>
- 7) Oxaline als 2,3,7,8-TCDF-Aquivalente in mg/m<sup>3</sup>
- 8) Anorg. P als H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> in mg/m<sup>3</sup>
- 9) Leuchtgas Kohlendioxid in g/m<sup>3</sup>



**Fall 2: Türen des Giftraumes werden von der Feuerwehr nicht geöffnet**  
 Durch die obigen Daten ergeben sich für das Rauchgas folgende zeitabhängige Massen- und Volumenströme:

	Zeit [Minute]	Massenstrom [g/s]	Volumenstrom [m <sup>3</sup> /s]
Phase 1:	4. - 5.	161	0,120
Phase 2:	6. - 72.	8,1	0,006

Für die Ausbreitungsrechnung nach VDI-Richtlinie 3783, Blatt 1, werden die weiteren Parameter analog Fall 1 eingesetzt.

Die Ergebnisse in den Fällen 1 und 2 sind für Entfernungen bis 700 m vom Quellort gleich. Ab einer Entfernung von 700 m bis 1000 m reduzieren sich die Verdünnungsfaktoren stetig auf ca. 85 % der Werte von Fall 1.

Da die ungünstigste Ausbreitungssituation bei Fall 1 vorliegt, wurde für den Fall 2 auf eine tabellarische Darstellung der Verdünnungsfaktoren sowie der Immissionskonzentrationen verzichtet.

### 10.2.3 Brand im VbF-Raum

Der betrachtete Brandfall wird in dem 510 m<sup>3</sup> großen VbF-Raum angenommen. Der zeitliche Verlauf der Emissionen ist wie in 10.1 beschrieben.

Das Rauchgasvolumen wurde mit 160 m<sup>3</sup> angesetzt (20 kg Abbrand mit einer spez. Rauchgasmenge von 8 m<sup>3</sup>/kg). Die Masse des gesamten Rauchgases beträgt 214 kg (mittlere Dichte 1,34 kg/m<sup>3</sup>).

Zur Brandbekämpfung werden 325 m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> eingesetzt.

Die Berechnung der Verdünnungsfaktoren erfolgte wie in 10.1 beschrieben unter Berücksichtigung der im folgenden aufgeführten Parameter.

**Fall 1: Tore des VbF-Raums werden von der Feuerwehr geöffnet**  
 Durch die obigen Daten ergeben sich für das Rauchgas folgende zeitabhängige Massen- und Volumenströme:

	Zeit [Minute]	Massenstrom [g/s]	Volumenstrom [m <sup>3</sup> /s]
Phase 1:	4. - 5.	624	0,465
Phase 2:	6. - 12.	33,1	0,025
Phase 3:	13. - 18.	348	0,260

Zur Berechnung der auftretenden ortsabhängigen Rauchgas- bzw. CO<sub>2</sub>-Konzentrationen wird wiederum die VDI-Richtlinie 3783, Blatt 1, herangezogen.

Als weitere Parameter für die Ausbreitungsrechnung werden verwendet:

Rauhigkeitsklasse	3
mittlere Bebauungshöhe	10 m

Unter Berücksichtigung dieser Verdünnungsfaktoren sowie der in 3.1.2 abgeschätzten Rauchgaskonzentrationen errechnen sich die in Tabelle 10.2.3.a dargestellten Konzentrationen der entstehenden Stoffe sowie des Löschgases CO<sub>2</sub> (Quellkonzentration: 690 g/m<sup>3</sup>) in Abhängigkeit der Entfernung. Die Immissionskonzentrationen für die mittlere Ausbreitungssituation lassen sich in gleicher Weise durch Multiplikation der Verdünnungsfaktoren mit den abgeschätzten Quellkonzentrationen errechnen.

**Zusammenstellung der Ergebnisse:**

Entfernung [m] von der Quelle	Verdünnungsgrad	
	mittlere Ausbreitungssituation	ungünstigste Ausbreitungssituation
Aufpunkthöhe 1 m Quelle	1	1
100	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$6,6 \cdot 10^{-4}$
150	$5,3 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$
200	$3,1 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$
300	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$
400	$8,7 \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$
500	$5,6 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$
600	$3,8 \cdot 10^{-6}$	$8,7 \cdot 10^{-5}$
700	$2,7 \cdot 10^{-6}$	$7,1 \cdot 10^{-5}$
800	$2,0 \cdot 10^{-6}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$
900	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$5,3 \cdot 10^{-5}$
1000	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$4,8 \cdot 10^{-5}$

**Fall 2: Türen des VbF-Raumes werden von der Feuerwehr nicht geöffnet**  
 Durch die obigen Daten ergeben sich für das Rauchgas folgende zeitabhängige Massen- und Volumenströme:

	Zeit [Minute]	Massenstrom [g/s]	Volumenstrom [m³/s]
Phase 1:	4. - 5.	624	0,465
Phase 2:	6. - 72.	33,1	0,025

Für die Ausbreitungsrechnung nach VDI-Richtlinie 3783, Blatt 1, werden die weiteren Parameter analog Fall 1 eingesetzt.

Die Ergebnisse in den Fällen 1 und 2 sind für Entfernungen bis 700 m vom Quellort gleich. Ab einer Entfernung von 700 m bis 1000 m reduzieren sich die Verdünnungsfaktoren stetig auf ca. 85 % der Werte von Fall 1.

Da die ungünstigste Ausbreitungssituation bei Fall 1 vorliegt, wurde für den Fall 2 auf eine tabellarische Darstellung der Verdünnungsfaktoren sowie der Immissionskonzentrationen verzichtet.

**Tabelle 10.2.3.a**

**Ergebnis der Ausbreitungsrechnung:  
 Kleinbrand im VbF-Raum  
 Konzentrationen der Einzelstoffe in Abhängigkeit der Entfernung vom Brandort  
 Ungünstigste Ausbreitungssituation**

Entfernung	Verd.-faktor	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Quelle	1	20000	22000	30000	10001	074	5005	13000	3500	699
100	1	19	15	2,0	0,04	22,0	5,2	5,8	2,4	0,5
150	1,04	12	8,8	1,2	0,40	11,0	3,2	3,2	1,1	0,28
200	1,08	9	6,5	0,9	0,30	10,0	2,6	2,6	0,8	0,20
300	1,12	6,5	4,7	0,6	0,20	7,0	1,9	1,9	0,6	0,10
400	1,15	5,7	4,0	0,4	0,15	5,0	1,4	1,4	0,4	0,08
500	1,18	5,2	3,2	0,3	0,11	4,0	1,1	1,1	0,3	0,06
600	1,2	4,8	2,7	0,3	0,09	3,0	0,9	0,9	0,3	0,05
700	1,2	4,5	2,5	0,2	0,07	2,0	0,7	0,7	0,2	0,04
800	1,1	4,1	2,2	0,2	0,06	2,0	0,6	0,6	0,2	0,04
900	1,1	3,8	2,1	0,2	0,05	2,0	0,5	0,5	0,2	0,04
1000	1,1	3,5	1,9	0,1	0,05	2,0	0,4	0,4	0,2	0,03

- 1) Kohlenwasserstoffe in ppm
- 2) Schwefeloxide in ppm
- 3) Stickoxide in ppm
- 4) Cyanwasserstoff in ppm
- 5) Ammoniak in ppm
- 6) ungesättigte Kohlenwasserstoffe in mg/m³
- 7) Benzol in mg/m³
- 8) Kohlenmonoxid als 2,3,7,8-TCDF-Äquivalente in mg/m³
- 9) Kohlenmonoxid in g/m³

### 10.3 Toxikologische Daten der freigesetzten Stoffe

Im folgenden sind für die betrachteten Stoffe einige toxikologische Daten zusammengefaßt:

#### 10.3.1 Polyhalogenierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/PCDF)

Bei der unvollständigen Verbrennung von halogenierten organischen Verbindungen entsteht eine Vielzahl von Dioxinen und Furanen mit unterschiedlichem Halogenierungsgrad; da in Pflanzenschutzmitteln alle Halogene von Fluor bis Jod vorkommen, ist auch die Bildung von gemischt-halogenierten Dioxinen und Furanen möglich.

Der Versuch einer toxikologischen Bewertung von Gemischen von PCDDs und PCDFs wurde u.a. in /L3.11, L3.52, L3.61 und L3.62/ unternommen.

Dabei wurden die aus tierexperimentellen Werten gewonnenen Toxizitätsdaten als relative Toxizität dieser Isomere bezogen auf das 2,3,7,8-TCDD ausgedrückt; für diesen Vergleich wurde nicht nur die akute Toxizität, sondern die Gesamtheit der toxischen Wirkungen betrachtet. Diese "TCDD equivalency factors (TEFs)" wurden z.B. in /L3.61/ für die Penta- bis Octa-Isomere zwischen 0,001 und 0,5 angegeben; die relativen Toxizitätsfaktoren für niedriger chlorierte Isomere werden dabei mit 0 bis 0,01 angegeben. Das aus 2,4-Dichlorphenoxy-Derivaten entstehende 2,7-DCDD ist für die Maus nur etwa ein zehntausendstel so giftig wie das 2,3,7,8-TCDD /L3.51/.

Für nichtchlorierte bzw. gemischt-halogenierte Dioxine und Furane wurden derartige Versuch einer Abschätzung der relativen Toxizität in Bezug auf das 2,3,7,8-TCDD bisher nicht vorgenommen. Aus diesem Grund und weil beim Brand von Pflanzenschutzmitteln die Zusammensetzung des entstehenden Gemischs von PCDDs und PCDFs sehr starken Streuungen unterliegt, wurde der TCDD-Äquivalenzfaktor für die Vielzahl der entstehenden Dioxine und Furane zu 0,01 postuliert.

2,3,7,8-TCDD gilt als eine der giftigsten synthetischen Substanzen. Hinsichtlich der Empfindlichkeit gegen diese Verbindung treten starke Spezies-Unterschiede auf; in /L3.54/ sind für diese Verbindung die folgenden Daten für die akute Toxizität angegeben:

LD50 Maus Haut 0,080 mg/kg

LD50 Maus oral 0,114 mg/kg

LD50 Ratte oral 0,0225 mg/kg

LDLo Kaninchen oral 0,010 mg/kg

LD50 Meerschweinchen oral 0,0005 mg/kg

Die Aufnahme von PCDDs und PCDFs ist über Inhalation, Ingestion sowie bei dermale Kontakt möglich. Bei der störfallbedingten Freisetzung erfolgt die Belastung der Bevölkerung hauptsächlich über die beiden ersten Pfade.

In /L3.61/ wird die Normalbelastung der Bevölkerung über diese Pfade abgeschätzt. So ergibt sich für einen Erwachsenen über die Inhalation bei einem Atemvolumen von ca. 20 m<sup>3</sup> Stadtluft/Tag und vollständiger Absorption eine tägliche Aufnahme von 2-6 pg TCDD-Äquivalenten. Über die Nahrung werden jedoch wesentlich größere Mengen aufgenommen. Die angeführten Abschätzungen geben eine durchschnittliche tägliche Aufnahme über diesen Weg von ca. 150 pg TCDD-Äquivalenten an (bei besonderen Ernährungsgewohnheiten kann es über die Bioakkumulation der PCDDs und PCDFs zu deutlich höheren Aufnahmen kommen).

Aufgrund der langen Halbwertszeit von PCDDs und PCDFs im menschlichen Körper (8 Jahre für TCDD /L3.61/, höhere halogenierte Isomere weisen noch längere Halbwertszeiten auf) führt eine einmalige größere, z.B. störfallbedingte Aufnahme zu hohen und langandauernden PCDD- und PCDF-Konzentrationen in menschlichem Gewebe.

Das bedeutet, daß bei einer Risikobewertung auf der Basis aufgenommener Dosen die pharmakokinetischen Daten berücksichtigt werden müssen. Einen Weg dazu zeigen die in /L3.61/ aufgeführten Humandaten auf, über die sich ein Zusammenhang zwischen den bei Gewebeanalysen gefundenen Werten

und beobachteten Wirkungen herstellen läßt; eine Beeinträchtigung der Gesundheit ist danach erst bei einer Aufnahme zu erwarten, die zu einer Gewebekonzentration von mehreren tausend ppt TCDD-Äquivalenten führt. Dies ist im allgemeinen erst bei einer Dauerexposition der Fall, welche etwa 80 bis 100fach höher ist, als sie normalerweise besteht (nach pharmakokinetischen Berechnungen führt eine tägliche Aufnahme von 100 pg TCDD-Äquivalenten unter der Annahme einer Halbwertszeit von 8 Jahren beim Menschen zu Gehalten im Fett von ca. 30 ppt /L3.61/).

Konservative Schätzungen über die tolerierbare tägliche Aufnahme (ADI-Wert) beim Menschen reichen von 1 bis 10 pg TCDD-Äquivalente pro kg Körpergewicht /L3.11, L3.63/. In diesen ADI-Werten sind je nach Berechnungsart Sicherheitsfaktoren von 100 bis 5000 enthalten, so daß ihre Überschreitung noch keine akute Gefährdung bedeuten muß. Der aus Tierversuchen erhaltene "No Observed Effect Level" (NOEL) beträgt 1 ng TCDD-Äquivalente je kg und Tag /L3.11, L3.61/.

### 10.3.2 Chlor

Für Chlor gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

MAK: 1,5 mg/m<sup>3</sup> (0,5 ppm) (Spitzenbegr. 1)  
 TLV-TWA: 1,5 mg/m<sup>3</sup>  
 TLV-STEL: 3,0 mg/m<sup>3</sup>  
 PDK: 1,0 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

TA Luft-IW1: 0,1 mg/m<sup>3</sup>  
 TA-Luft-IW2: 0,3 mg/m<sup>3</sup> /L1.4/

Chlor ist ein giftiges und stark ätzendes Gas, welches eine starke Reizwirkung auf die Schleimhäute ausübt. Eine Luftkonzentration von 3 mg/m<sup>3</sup> (1 ppm) führt beim Menschen noch zu einer Belästigung durch Reizung der Augen-, Nasen- und Rachenschleimhäute /L3.54/.

Konzentrationen von 60 mg/m<sup>3</sup> (20 ppm) in der Luft über 30 Minuten gelten noch als gefährlich. Der LC50-Wert bei Inhalation wird für den Men-

schen mit 2,5 g/m<sup>3</sup> (837 ppm) über 30 Minuten angegeben; Konzentrationen von ca. 3 g/m<sup>3</sup> (1000 ppm) über 10 Minuten sind für den Menschen tödlich /L3.54/.

### 10.3.3 Phosgen

Für Phosgen gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

MAK: 0,4 mg/m<sup>3</sup> (0,1 ppm) (Spitzenbegr. II,1)  
 TLV-TWA: 0,4 mg/m<sup>3</sup>  
 PDK: 0,5 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

Eine Konzentration von 4 mg Phosgen/m<sup>3</sup> über 50 Minuten verursacht Lungenödeme; 12 mg/m<sup>3</sup> rufen bei Kurzeiteinwirkung Reizung der Nasen- und Rachenschleimhäute hervor. Tödliche Phosgenmengen können leicht unbemerkt eingeatmet werden /L3.54/.

Für die akute Toxizität beim Menschen sind in /L3.54/ die folgenden Daten veröffentlicht:

LC50 Inhalation 3200 mg/m<sup>3</sup> (780 ppm)  
 TCLO Inhalation 100 mg/m<sup>3</sup> (25 ppm) über 30 Minuten.

### 10.3.4 Halogenwasserstoffe

Für Halogenwasserstoffe gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

HF: MAK: 2 mg/m<sup>3</sup> (3 ppm) (Spitzenbegr. I)  
 TLV-TWA: 2,5 mg/m<sup>3</sup> (als F)  
 PDK: 0,05 mg/m<sup>3</sup> (als F; Stand 1987)

HCl: MAK: 7 mg/m<sup>3</sup> (5 ppm) (Spitzenbegr. I)  
 TLV-TWA: 7 mg/m<sup>3</sup>  
 PDK: 5 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

HBr: MAK 17 mg/m<sup>3</sup> (5 ppm) (Spitzenbegr. I)  
 TLV-TWA 10 mg/m<sup>3</sup>  
 PDK 2 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

Für Jodwasserstoff existiert kein Grenzwert.

Eine Konzentration von mehr als 33 mg Fluorwasserstoff pro m<sup>3</sup> Luft (40 ppm) ist bereits nach kurzer Einwirkungszeit gefährlich und wirkt bei einer Einwirkung über 30 bis 60 Minuten tödlich /L3.54/. Der TClO-Wert (Mensch, Inhalation) ist in /L3.54/ mit 73 mg/m<sup>3</sup> (88 ppm) bei Einwirkung über eine Minute angegeben.

Die Geruchsschwelle von Bromwasserstoff liegt bei 2 ppm. Bei einer Konzentration von 5 - 6 ppm tritt nach wenigen Minuten ein Reizung der Augen und der Nasen- und Rachenschleimhaut auf /L3.64/.

Chlorwasserstoff bildet in feuchter Luft rasch Aerosole und ist als Gas und als Aerosol ein starker Reizstoff für die Schleimhäute der oberen Atemwege und der Augen. Die Geruchsschwelle liegt bei 0,2 mg/m<sup>3</sup>; eine Reizwirkung der Atemwege erfolgt ab Konzentrationen von ca. 3 ppm. Direkte Lebensgefahr besteht beim Menschen nach 5minütigem Einatmen von 1000 bis 2000 ppm Chlorwasserstoff. Die Inhalation größerer Mengen an Chlorwasserstoff führt zu Nekrosen in den Atemwegen /L3.65/.

### 10.3.5 Isocyanate

Isocyanate wirken stark reizend und ätzend auf Haut, Augen, Atemwege und Atemorgane. Bei längerem Kontakt ist eine Sensibilisierung der Haut möglich. Grenzwerte sind als Beispiel für Methylisocyanat aufgeführt (Stand 1989):

MAK: 0,025 mg/m<sup>3</sup> (0,01 ppm) (Spitzenbegr. I)  
 TLV-TWA: 0,05 mg/m<sup>3</sup>  
 PDK: 0,05 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

Alle in der MAK-Wert-Liste aufgeführten Isocyanate (z.B. 2,4-Diisocyanatoluol, 2,6-Diisocyanatoluol, Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat) haben einen Grenzwert von 0,01 ppm (d.h. < 0,1 mg/m<sup>3</sup>).

Nach /L3.54/ liegt die Reizschwelle für Methylisocyanat bei 0,5 ppm (1,25 mg/m<sup>3</sup>); es können Nachwirkungen wie Konjunktivitis, Bronchitis und Asthma auftreten. Der TClO-Wert (Mensch, Inhalation) ist mit 5 mg/m<sup>3</sup> (2 ppm) angegeben /L3.54/.

### 10.3.6 Cyanwasserstoff

Für Cyanwasserstoff gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

MAK: 11 mg/m<sup>3</sup> (10 ppm) (Spitzenbegr. II, I)  
 TLV-TWA: 10 mg/m<sup>3</sup>  
 PDK: 0,3 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

Die tödliche Menge bei der Einatmung ist 1 mg/kg Körpergewicht; für einen erwachsenen Menschen sind ca. 50 mg die mittlere tödliche Dosis /L3.54/.

In /L3.54/ sind die folgenden LClO-Werte (Mensch, Inhalation) angegeben:

120 mg/m<sup>3</sup>/1 Stunde (110 ppm)  
 200 mg/m<sup>3</sup>/10 Minuten (180 ppm)

### 10.3.7 Stickoxide

Für Stickstoffdioxid gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

MAK: 9 mg/m<sup>3</sup> (5 ppm) (Spitzenbegr. I)  
 TLV-TWA: 6 mg/m<sup>3</sup>  
 TLV-STEL: 10 mg/m<sup>3</sup>  
 PDK: 2 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

MIK 1/2 Std.: 0,2 mg/m<sup>3</sup> /L2.50/  
 MIK 24 Std.: 0,1 mg/m<sup>3</sup> /L2.50/

TA Luft-1W1: 0,1 mg/m<sup>3</sup>  
TA Luft-1W2: 0,3 mg/m<sup>3</sup> /L1.4/

Stickstoffdioxid gehört zu den Lungenreizstoffen; nach einer Latenzzeit von 3-24 Stunden können Lungenödeme auftreten. Bei einer Konzentration von ca. 0,18 mg/m<sup>3</sup> (0,1 ppm) in der Atemluft treten die ersten Symptome auf; 18 - 36 mg/m<sup>3</sup> (9 - 19 ppm) verursachen Reizungen der Schleimhäute. 1,26 g/m<sup>3</sup> (700 ppm) wirken beim Menschen in 30 Minuten tödlich /L3.54/.

In /L3.54/ werden die folgenden TClO-Werte (Mensch, Inhalation) angegeben:

360 mg/m<sup>3</sup>/1 Minute (180 ppm)  
160 mg/m<sup>3</sup>/40 Minuten (84 ppm).

Für Stickstoffmonoxid gilt in den USA folgender Grenzwert:

TLV-TWA: 25 mg/m<sup>3</sup> (30 ppm)

Stickstoffmonoxid ist weniger toxisch als Stickstoffdioxid. Aufgrund des thermodynamischen Gleichgewichts zwischen Stickstoffmonoxid und -dioxid wird das Vergiftungsbild hauptsächlich vom immer vorhandenen Stickstoffdioxid-Anteil bestimmt /L3.54/. Die toxischen Wirkungen von Stickstoffdioxid sind oben beschrieben.

Für die akute Toxizität sind in /L3.54/ die folgenden Werte angegeben:

LCLo Maus Inhalation 320 ppm  
LC50 Kaninchen Inhalation 315 ppm/15 Minuten

### 10.3.8 Schwefeloxide

Für Schwefeldioxid gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

MAK: 5 mg/m<sup>3</sup> (2 ppm) (Spitzenbegr. 1)  
TLV-TWA: 5 mg/m<sup>3</sup>  
TLV-STEL: 10 mg/m<sup>3</sup>  
PDK: 10 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

TA Luft-1W1: 0,14 mg/m<sup>3</sup>  
TA Luft-1W2: 0,40 mg/m<sup>3</sup> /L1.4/

Die Wirkung des Schwefeldioxids beruht in erster Linie auf der Schädigung der feuchten Schleimhäute durch Bildung von schwefliger Säure; es resultieren starke Reizerscheinungen und Bronchitis. Konzentrationen von mehr als ca. 1000 bis 1500 mg/m<sup>3</sup> (400 - 500 ppm) über einige Minuten sind lebensbedrohlich /L3.56/.

Für Schwefeltrioxid existiert in der UdSSR ein PDK-Wert von 1 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987).

Für Schwefelsäure gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

MAK: 1 mg/m<sup>3</sup> im Gesamtstaub (Spitzenbegr. 1)  
TLV-TWA: 1 mg/m<sup>3</sup>  
TLV-STEL: 3 mg/m<sup>3</sup> ("tentative value")  
PDK: 1 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

Schwefelsäure-Dämpfe und -Nebel reizen die Augen, die Nasen- und Rachen-Schleimhäute sowie die Atemwege; dabei treten starker Hustenreiz, Hustenanfälle und Atemnot auf. Die Folge kann schließlich eine chronische Bronchitis sein. Bereits Konzentrationen weit unter 0,1 Vol.% machen die Atmung unmöglich /L3.64/.

Schwefeltrioxid hat grundsätzlich dieselben toxischen Wirkungen wie Schwefelsäure. Die Inhalation des Gases oder des im Kontakt mit Luftfeuchtigkeit entstehenden Schwefelsäure-Nebels verursacht eine Reizung und Ätzung der Schleimhäute, der Augen und der Atemwege (ab 10 ppm relativ rasch) /L3.64/.

LIS-Berichte Nr. 99 (1992)

186

### 10.3.9 Organische und anorganische Phosphorverbindungen

Im Brandfall können aus phosphorhaltigen Pflanzenschutzmitteln Verbindungen wie z.B. Phosphorsäuren oder Phosphorsäureester freigesetzt werden. Aus (Thio)phosphorsäureestern bildet sich ein komplexes Gemisch von Umlagerungs- und Abbauprodukten; da sich einerseits über deren qualitative und quantitative Zusammensetzung keine Abschätzungen machen lassen und zum anderen die Toxizität derartiger Verbindungen zu einem starken Maß von der Art der veresterten Alkohole abhängt (einige Phosphorsäureester, wie z.B. Trimethylphosphat, sind Stoffe mit begründetem Verdacht auf krebserzeugendes Potential), war eine toxikologische Bewertung dieser Brandprodukte nicht möglich.

Der größte Teil der organischen (Thio)Phosphorsäureester wird zu Phosphorsäuren oxidiert. Für Phosphorsäure ist nur in den USA ein Grenzwert festgelegt (Stand 1989):

TLV-TWA: 1 mg/m<sup>3</sup>  
TLV-STEL: 3 mg/m<sup>3</sup>

In der Bundesrepublik Deutschland existiert ein Grenzwert für Phosphor-pentoxid (1 mg/m<sup>3</sup> im Gesamtstaub, Spitzenbegr. I). Aufgrund der relativ hohen Luftfeuchtigkeit in den Brandgasen kann davon ausgegangen werden, daß der größte Teil des Phosphor-pentoxids mit Wasser zu Phosphorsäure reagiert.

Phosphorsäure hat keine spezifische toxische Wirkung. Ein gesundheitsschädigender Effekt kommt nur über ihre lokale Reizwirkung zustande; diese führt zu Bindehautentzündung, Luftröhrenreizung und Übelkeit /L3.64/.

### 10.3.10 Phosphorwasserstoff

Für Phosphorwasserstoff gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

MAK: 0,15 mg/m<sup>3</sup> (0,1 ppm) (Spitzenbegr. I)  
TLV-TWA: 0,4 mg/m<sup>3</sup>  
TLV-STEL: 1 mg/m<sup>3</sup>  
PDK: 0,1 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)

Phosphorwasserstoff ist ein Giftstoff für Zentralnervensystem, Blut und Stoffwechsel. Vergiftungen treten nur nach inhalatorischer Aufnahme ein. Die Reizschwelle beträgt 150 bis 300 mg/m<sup>3</sup> (100 - 200 ppm) bei 30 Minuten Expositionsdauer; dabei treten noch keine schweren Schäden ein /L3.54/.

In /L3.54/ wird für die Inhalation beim Menschen ein LCLo-Wert von 1500 mg/m<sup>3</sup> (1000 ppm) angegeben; 3000 mg/m<sup>3</sup> (2000 ppm) wirken für den Menschen nach kurzer Zeit tödlich.

### 10.3.11 Schwermetalle

In Pflanzenschutzmitteln können im wesentlichen Verbindungen der Metalle Zinn, Zink, Kupfer, Mangan, Eisen und Thallium enthalten sein, die beim Brand z.B. in Form ihrer Oxide freigesetzt werden können.

Das größte Toxizitätspotential weisen hierbei die Thalliumverbindungen auf (MAK-Wert und TLV-TWA-Wert 0,1 mg/m<sup>3</sup>); derartige Verbindungen werden jedoch nicht gelagert.

Weitere gültige Grenzwerte für Schwermetalle bzw. ihre Oxide sind:

Anorg. Zinnverbindungen:

MAK: 2 mg/m<sup>3</sup> (als Sn im Ges.-Staub, Spitzenbegr. II)  
TLV-TWA: 2 mg/m<sup>3</sup> (als Sn)

Zinkoxid:

- MAK (Rauch): 5 mg/m<sup>3</sup> (im Feinstaub, Spitzenbegr. III)
- TLV-TWA (Rauch): 5 mg/m<sup>3</sup>
- TLV-STEL (Rauch): 10 mg/m<sup>3</sup>
- PDK: 0,5 mg/m<sup>3</sup> (Stand 1987)
- TLV-TWA (Staub): 10 mg/m<sup>3</sup>

Kupfer:

- MAK (Rauch): 0,1 mg/m<sup>3</sup> (im Ges.-Staub, Spitzenbegr. II)
- TLV-TWA (Rauch): 0,2 mg/m<sup>3</sup>

10.3.12 Unzeretzte Pflanzenschutzmittel

Eine Auflistung der MAK-, TLV- und PDK-Werte (Stand 1989) ist in Tabelle 10.3.a zusammengestellt.

In /L3.54/ sind für einige Wirkstoffe LC50-Werte (Ratte, Inhalation) angegeben:

- Azinphos-Methyl 69 mg/m<sup>3</sup>/1 Stunde
- Carbofuran 85 mg/m<sup>3</sup>
- Mevinphos 140 mg/m<sup>3</sup>/1 Stunde
- Parathion 84 mg/m<sup>3</sup>/4 Stunden
- Parathion-methyl 120 mg/m<sup>3</sup>/4 Stunden
- Warfarin 320 mg/m<sup>3</sup>

Für den größten Teil der Wirkstoffe gibt es keine Arbeitsplatz-Grenzwerte. Eine toxikologische Beurteilung von Immissions-Konzentrationen wird zusätzlich dadurch erschwert, daß für die Mehrzahl der Stoffe keine toxikologischen Daten für Konzentrationen unterhalb des LC50-Werts (z.B. LCLo, TClO) verfügbar sind /L3.53, L3.55/.

Tabelle 10.3.a

Arbeitsplatz-Grenzwerte für Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln (Alle Angaben in mg/m<sup>3</sup>)

Name	Stoff-Nr.	MAK	TLV	PDK
2,4-D (Salze und Ester)	-	10G	10	1
Amitrol	-	0,2G	0,2	-
Anthrachinon	-	-	-	5
Atrazin	32	2G	5	2
Azinphos-methyl	35	0,2G	0,2	-
Azocyclotin	311.1	0,1G(Sn)	0,1(Sn)	-
Benomyl	-	-	10	-
Bromacil	-	-	10	-
Bromophos	-	-	-	0,5
Calciumcyanamid	-	5G (CN)	0,5	-
Calcifunicylid	-	-	5(CN)	0,3(MCN)
Captafol	-	-	0,1	-
Carbendazim	-	-	-	0,1
Carbofuran	42	-	0,1	-
Carboxin	-	-	-	1
Chloridazon	-	-	-	0,5
Chlormequat	-	-	-	0,3
Chlorpropham	-	-	-	2
Chlorpyrifos	-	-	0,2	-
Cyanamid	-	-	2	0,5
Cyanwasserstoff	-	11	10	0,3
Cycloet	-	-	-	1
Dalapon (Na-Salz)	-	6	-	-
Dazomet	-	-	-	2
Demeton-S-methyl	-	-	0,5	0,1
Desmetryn	-	-	-	2
Diazinon	-	1G	0,1	0,2
Dicamba	-	-	-	1
Dichlorvos	-	1	1	0,2
Diclotophos	118	-	0,25	-
Dicyclopentadien	-	-	30	1
Dimethoat	129	-	-	0,5
Dinocop	-	-	-	0,2
Disulfoton	148	-	0,1	-
Diuron	-	-	10	-
DNOC u. Salze	139	0,2G	0,2	0,05
Dodemorph	-	-	-	5
Endosulfen	149	-	0,1	0,1
EPIC	-	-	-	2
Fenbutatinoxid	161	0,1(Sn)	0,1(Sn)	-
Fenthion	163	0,2G	0,2	-
Ferbam	-	15G	10	-
Kupfersalze	-	-	-	0,15(Cu in CuCl) 0,5(Cu in CuSO <sub>4</sub> )
Lindan	187	0,5G	0,5	0,01
Linuron	-	-	-	1
Malathion	188	15G	10	0,5
Maneb	-	-	-	0,5
Metalddehyd	-	-	-	0,2
Methomyl	197	-	2,5	-
Methoxychlor	-	15G	10	-
Methylbromid	-	20	20	1
Methylisothiocyanat	200	-	-	0,1
Metrifluthin	-	-	5	-
Mevinphos	204	0,1	0,1	-
Monochlorbenzol	-	230	350	100/50
Natriumchlorat	-	-	-	-
Paraquat-Dihydrochlorid	229.1	0,1G	0,1	-
Parathion	230	0,1G	0,1	0,05
Parathion-methyl	231	-	0,2	0,1
Phenmedipham	-	-	-	2
Phosalon	-	-	-	0,5
Phosphorwasserstoff	247	0,15	0,4	0,1
Phosin	-	-	-	0,1
Picloram	-	-	10	25(r,Ne)
Propachlor	-	-	-	0,5
Propam	-	-	-	2
Propoxur	-	2G	0,5	-
Pyrethrine	-	5G	5	-
Schwefel	-	-	-	6
Simazin	-	-	-	2
Sulfotep	276	0,2	0,2	-
Thalliumsulfat	289	0,1G(Tl)	0,1(Tl)	0,01(Tl)
Thiram	-	5G	1	0,5
Triallat	-	-	-	1
Trichlorfon	-	-	-	0,5
Trifluralin	-	-	-	5
Warfarin	316	0,5G	0,1	0,001
Zineb	-	-	-	0,5



### 10.3.13 Kohlendioxid (Löschgas)

Für Kohlendioxid gelten die folgenden Grenzwerte (Stand 1989):

MAK: 9 g/m<sup>3</sup> (5000 ppm) (Spitzenbegr. IV)  
TLV-TWA: 9 g/m<sup>3</sup> (5000 ppm)  
TLV-STEL: 54 g/m<sup>3</sup> (30000 ppm)

CO<sub>2</sub> wirkt in hohen Konzentrationen lähmend auf das Atemzentrum. Je nach Dauer der Inhalation treten ohne genügende O<sub>2</sub>-Zufuhr ab etwa 8 Vol.% Symptome wie z.B. Kopfschmerzen, Ohrensausen, Schwindelgefühl und Blutdruckanstieg auf; über 10 Vol.% kann Bewußtlosigkeit auftreten /L3.56/. Der LC<sub>50</sub>-Wert für den Menschen (Inhalation) beträgt 9 Vol.% bei einer Expositionsdauer von 5 min.

### 11. Zusammenfassung der Ergebnisse

Als Ergebnis der Ausbreitungsrechnungen, denen die in 10.1 dargestellten Brandszenarien und die Annahme von ungünstigsten Ausbreitungsbedingungen zugrunde liegen, ergeben sich für die betrachteten Stoffe folgende, nur kurzzeitig vorhandene, maximale Immissionskonzentrationen (die Immissionsdauer ist etwa so lang wie die Freisetzungsdauer):

Die höchsten Immissions-Konzentrationen können beim Kleinbrand im VbF-Raum (Fall 3) auftreten. In unmittelbarer Nähe zum Brandort (100 m) können die Immissions-Konzentrationen folgende Werte erreichen:

- Halogenwasserstoffe: 19 ppm
- Schwefeloxide: 15 ppm
- Stickoxide: 2,0 ppm
- Cyanwasserstoff: 0,66 ppm
- Isocyanate: 0,22 ppm
- Anorg. P-Verbindungen: 2,6 mg/m<sup>3</sup>
- Unzersetzte Wirkstoffe: 2,5 mg/m<sup>3</sup>

Die Belastung durch die Dioxinimmissionen ist deutlich unter einer über den NOEL-Wert errechneten Tagesdosis.

Die Löschgaskonzentrationen in der unmittelbaren Entfernung betragen 0,45 g/m<sup>3</sup>.

BEISPIELHAFTES SICHERHEITSANALYSEN ZU  
PFLANZENSCHUTZMITTELLÄGERN

Literaturhinweise

1. Gesetze und Verordnungen
2. Technische Regeln
3. Sonstige Veröffentlichungen

L. Gesetze und Verordnungen

- L1.1 Bayerische Bauordnung (BayBO), GVBl BY, 1982, Nr.18, S.420-449, geändert durch: GVBl BY, 1986, Nr.15, S.214
- L1.2 Verordnung zur Durchführung der Bayerischen Bauordnung (DVBayBO), GVBl BY, 1982, Nr.18, S.452-456
- L1.3 Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV), BGBl I, 1975, Nr.32, S.729-742, zuletzt geändert durch: BGBl I, 1983, Nr.35, S.1057
- L1.4 Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TALuft), GMB1, 1986, Nr.7, S.95
- L1.5 Zweite Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfallverordnung (2. StörfallVwV), GMB1, 1982, Nr.14, S.205-215
- L1.6 Verordnung über Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten zu Lande (VbF), BGBl I, Nr.8, S.229-253
- L1.7 Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen (ElExV), BGBl I, 1980, Nr.8, S.214-220
- L1.8 Verordnung über die Verhütung von Bränden (VVB), GVBl BY, 1981, Nr.8, S.101-105
- L1.9 Verordnung zur Änderung von Verordnung über die Verhütung von Bränden, GVBl BY, 1982, Nr.34, S.1114
- L1.10 Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf Straßen (Gefahrgutverordnung Straße - GGVS), BGBl I, 1985, Nr.40, S.1550-1559
- L1.11 Verordnung über gefährliche Stoffe (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV), BGBl I, 1986, Nr.47, S.1470-1487
- L1.12 Verordnung über Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe (Anlagenverordnung - VAWS), GVBl BY, 1981, Nr.26, S.514
- L1.13 Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung) - 12. BImSchV, BGBl I, 1988, Nr.20, S.611-621;626-629
- L1.14 Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Störfallverordnung (1. StörfallVwV), GMB1, 1981, Nr.12, S.178-183
- L1.15 Gewerbeordnung, vom 1. Jan. 1978 in der Fassung vom 1. Jan 1987, BGBl I, 1987, Nr.8, S.425-461

- L1.16 Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen (Druckbehälterverordnung - DruckbehV) vom 27. Feb. 1980 in der Fassung vom 21. April 1989, BGBl I, 1989, Nr.20, S.643-669

2. Technische Regeln

- L2.1 VBG 1, "Allgemeine Vorschriften", vom 1. April 1977, in der Fassung vom 1. Oktober 1984
- L2.2 VBG 5, "Kraftbetriebene Arbeitsmittel", vom 1. April 1987
- L2.3 VBG 12a, "Flurförderzeuge", vom 1. April 1973, in der Fassung von 1980
- L2.4 VBG 61, "Gase", vom 1. April 1974, in der Fassung vom 1. April 1977
- L2.5 VBG 125, "Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz", vom 1. April 1980
- L2.6 DIN 4102, Teil 1, Ausgabe Mai 1981, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Baustoffe, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
- L2.7 DIN 15142, Teil 1, Ausgabe Februar 1973, Flurfördergeräte; Boxpaletten, Rungenpaletten, Hauptmaße und Stapelvorrichtungen
- L2.8 DIN 15146, Teil 2 und 3, Ausgabe November 1986, Vierwege-Flachpaletten aus Holz,
- L2.9 DIN 14406, Teil 1, Ausgabe Feb. 1983, Tragbare Feuerlöscher; Begriffe, Bauarten, Anforderungen
- L2.10 DIN 4066, Ausgabe Nov. 1984, Hinweisschilder für den Brandschutz
- L2.11 DIN 4102, Teil 3, Ausgabe Sept. 1977, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Brandwände und nichttragende Außenwände, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
- L2.12 DIN 4102, Teil 4, Ausgabe März 1981, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
- L2.13 DIN 4102, Teil 6, Ausgabe Sept. 1977, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Lüftungsleitungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
- L2.14 DIN 1946, Raumlufttechnik
- L2.15 DIN 1045, Ausgabe Juli 1988, Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung
- L2.16 DIN 14461, Feuerlösch-Schlauchanschlußeinrichtungen

- L2.17 DIN 15147, Ausgabe Juli 1985, Flachpaletten aus Holz; Gütebedingungen
- L2.18 DIN 15155, Ausgabe Dez. 1986, Paletten; Gitterboxpalette mit zwei Vorderwandklappen
- L2.19 UIC 435-2 V, Ausgabe Jan. 1987, Gütenorm für Europäische Vierweg-Flachpaletten aus Holz
- L2.20 DIN 4149, Teil 1, Ausgabe April 1981, Bauten in deutschen Erdbebengebieten
- L2.21 DIN 18225, Ausgabe Juni 1988, Industriebau; Verkehrswege in Industriebauten
- L2.22 DIN 18225, Beiblatt 1, Ausgabe Juni 1988, Industriebau; Verkehrswege in Industriebauten; Vorschriften
- L2.23 DIN 14090, Ausgabe Juni 1977, Flächen für die Feuerwehr auf Grundstücken
- L2.24 DIN VDE 0833, Teil 2, Ausgabe August 1982, Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall; Festlegungen für Brandmeldeanlagen (BMA)
- L2.25 DIN VDE 0510, Ausgabe Jan. 1977, VDE-Bestimmung für Akkumulatoren und Batterie-Anlagen
- L2.26 DIN VDE 0510, Teil 7, Ausgabe Aug. 1988, Akkumulatoren und Batterie-Anlagen; Einsatz von Gerätebatterien
- L2.27 VDI 3589, Ausgabe Mai 1981, Auswahlkriterien und Testmöglichkeiten für Flurförderzeuge (Gabelstapler und Schubgabelstapler)
- L2.28 VDI 2199, Ausgabe Juni 1986, Empfehlungen für bauliche Planungen beim Einsatz von Flurförderzeugen
- L2.29 TRGS 511, "Ammoniumnitrat", BArbB1, 1987, Nr.9, S.56, geändert durch: BArbB1, 1988, Nr.9, S.66
- L2.30 TRGS 514, "Lagern sehr giftiger und giftiger Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern", BArbB1, 1987, Nr.9, S.65-69, zuletzt geändert durch: BArbB1, 1989, Nr.10, S.84-89
- L2.31 TRbF 100, "Allgemeine Sicherheitsanforderungen", BArbB1, 1980, Nr.7, zuletzt geändert durch: BArbB1, 1989, Nr.5, S.67
- L2.32 TRbF 110, "Läger", BArbB1, 1980, Nr.7, S.77, zuletzt geändert durch: BArbB1, 1989, Nr.5, S.68
- L2.33 ASR 5, Ausgabe Oktober 1979, "Lüftung",

LIS-Berichte Nr. 99 (1992)

192

- L2.34 DIN 14675, Ausgabe Jan. 1984, Brandmeldeanlagen; Aufbau
- L2.35 ASR 6/1, Ausgabe April 1976, "Raumtemperaturen"
- L2.36 ASR 17/1,2, Ausgabe Januar 1988, "Verkehrswege"
- L2.37 VdS 2093, Ausgabe Juli 1983, Richtlinien für CO2-Feuerlöschanlagen, Planung und Einbau
- L2.38 VdS 2095, Ausgabe Mai 1983, Richtlinien für automatische Brandmeldeanlagen; Planung und Einbau
- L2.39 VdS 2098, Ausgabe März 1979, Richtlinien für Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA); Planung und Einbau
- L2.40 DVGW-Arbeitsblatt W 405, Ausgabe Juli 1978, Bereitstellung von Löschwasser durch die öffentliche Trinkwasserversorgung
- L2.41 TRG 300, "Besondere Anforderungen an Druckgasbehälter, Druckgaspackungen", BArbB1, 1983, Nr.9, S.72
- L2.42 TRbF 180, "Betriebsvorschriften", BArbB1, 1980, Nr.7/8, S.117-123, zuletzt geändert: BArbB1, 1988, Nr.3, S.59
- L2.43 ZH 1/428, Ausgabe Okt. 1988, "Richtlinien für Lagereinrichtungen und -geräte"
- L2.44 DVGW-Arbeitsblatt W 331, Ausgabe Feb. 1983, Hydranten
- L2.45 Standsicherheits- und Brauchbarkeitsnachweise für beschichtete Auffangräume aus Stahlbeton zur Lagerung wassergefährdender Flüssigkeiten, 1fBt-Mitteilungen 2/1989, S.43
- L2.46 TRGS 900, "Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (MAK-Werte 1989)", BArbB1, 1990, Nr.1, S.63-131
- L2.47 TRGS 515 "Lagern von brandfördernden Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern", BArbB1, 1987, Nr.10, S.120-125, zuletzt geändert durch BArbB1, 1989, Nr.10, S.89-94
- L2.48 TRGS 555, "Betriebsanweisung und Unterweisung nach §20 GefStoffV", BArbB1, 1989, Nr.3, S.85-87  
TRGS 555, Anhang 1, "Beispiele für arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene Betriebsanweisungen", BArbB1, 1989, Nr. 10, S.62-71
- L2.49 TRGS 552, "Nitrosamine", BArbB1, 1988, Nr.9, S.61, geändert durch: BArbB1, 1989, Nr.3, S.84
- L2.50 VDI 2310, Blatt 12, Ausgabe Juni 1985, Maximale Immissions-Werte zum Schutz des Menschen; Maximale Immissions-Konzentrationen für Stickstoffdioxid,
- L2.51 DIN VDE 0185  
Teil 1, Ausgabe Nov. 1982, Blitzschutzanlage; Allgemeines für das Errichten,  
Teil 2, Ausgabe Nov. 1982, Blitzschutzanlage, Errichten besonderer Anlagen,
- L2.52 DIN 18232, Teil 2, Ausgabe Sept. 1984, Baulicher Brandschutz im Industriebau; Rauch- und Wärmeabzugsanlagen; Rauchabzüge, Bemessung, Anforderungen und Einbau
- L2.53 DIN 40050, Ausgabe Juli 1980, IP-Schutzarten; Berührungs-, Fremdkörper- und Wasserschutz für elektrische Betriebsmittel
- L2.54 DIN 40719, Teil 3, Ausgabe April 1979, Schaltungsunterlagen; Regeln für Stromlaufpläne der Elektrotechnik
- L2.55 VBG 4, "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel", vom 1. April 1979
- L2.56 VDI 3783  
Blatt 1, Ausgabe Mai 1987, Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre; Ausbreitung von störfallbedingten Freiset- zungen; Sicherheitsanalyse  
Blatt 2, Entwurf Dez. 1988, Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre; Ausbreitung von störfallbedingten Freiset- zungen schwerer Gase; Sicherheitsanalyse
- L2.57 DIN VDE 0165, Ausgabe Sept. 1983, Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen, geändert Sept. 1986
- L2.58 DIN VDE 0100  
Teil 410, Ausgabe Nov. 1983, Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Schutzmaßnahmen, Schutz gegen gefährliche Körperströme, geändert März 1986 und August 1988  
Teil 720, Ausgabe März 1983, Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V; Feuergefährdete Betriebsstätten
- L2.59 ZH 1/10, Ausgabe März 1985, "Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch Explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung - Explosionsschutz-Richtlinien (EX-RL)"
- L2.60 DIN 18232, Teil 1, Ausgabe Sept. 1981, Baulicher Brandschutz; Rauch- und Wärmeabzugsanlagen; Begriffe und Anwendung
- L2.61 DIN 18232, Teil 2, Ausgabe Sept. 1984, Baulicher Brandschutz im Industriebau; Rauch- und Wärmeabzugsanlagen; Rauchabzüge; Bemessung, Anforderungen und Einbau
- L2.62 DIN 4844, Teil 1, Ausgabe Mai 1980, Sicherheitskennzeichnung; Begriffe, Grundsätze und Sicherheitszeichen
- L2.63 DIN 4844, Teil 2, Ausgabe Nov. 1982, Sicherheitskennzeichnung; Sicherheitsfarben

- L2.64 DIN VDE 0510, Teil 2, Ausgabe Juli 1986, Akkumulatoren und Batterieanlagen; Ortsfeste Batterieanlagen
- L2.65 Sicherheitstechnische Anforderungen an Flüssiggasanlagen, Entwurf 08/89 II, TRB 810 Flüssiggaslagerbehälteranlagen
- L2.66 DIN 3222, Ausgabe Jan. 1986, Überflurhydranten PN 16
- L2.67 DIN 3221, Ausgabe Jan. 1986, Unterflurhydranten PN 16
- L2.68 DIN 14489, Ausgabe Mai 1985, Sprinkleranlagen; Allgemeine Grundlagen
- L2.69 VdS 2092, Ausgabe Juni 1987, Richtlinien für Sprinkleranlagen; Planung und Einbau
- L2.70 DIN 14493, Teil 1 bis 4, Ausgabe Juli 1977, Ortsfeste Schaumlöschanlagen
- L2.71 VdS 2109, Ausgabe Feb. 1985, Richtlinien für Sprühwasser-Löschanlagen; Planung und Einbau
- L2.72 DIN 14494, Ausgabe März 1979, Sprühwasser-Löschanlagen, ortsfest, mit offenen Düsen
- L2.73 ZH 1/206, Ausgabe April 1988, "Sicherheitsregeln für CO<sub>2</sub>-Feuerlöschanlagen"
- L2.74 DIN 18256, Teil 1, Ausgabe Juli 1979, Baubeschläge; Türschilder mit Drückerführung, Langschilder
- L2.75 DIN 18257, Ausgabe Juli 1979, Baubeschläge; Sicherheitstürschilder, Anforderungen
- L2.76 DIN 14096, Ausgabe April 1983  
Teil 1, Brandschutzordnung; Allgemeines und Regeln für das Erstellen des Teils A (Aushang)  
Teil 2, Brandschutzordnung; Regeln für das Erstellen des Teils B (für Personen ohne besondere Brandschutzaufgaben)  
Teil 3, Brandschutzordnung; Regeln für das Erstellen des Teils C (für Personen mit besonderen Brandschutzaufgaben)
- L2.77 DIN 18232, Teil 1, Ausgabe Sept. 1981, Baulicher Brandschutz; Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Begriffe und Anwendung
- L2.78 DIN 14095, Teil 1, Ausgabe Okt. 1981, Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen
- L2.79 DIN 18230, Teil 1 und Beiblatt 1, Ausgabe Sept. 1987, Baulicher Brandschutz im Industriebau; Rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer

- L2.80 DIN 18230, Teil 2, Ausgabe Sept. 1987, Baulicher Brandschutz im Industriebau; Ermittlung des Abbrandfaktors m
- L2.81 Entwurf der Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen bei der Lagerung von wassergefährdeten Stoffen (LÖRÖRL), Projektgruppe "Brandschutz im Industriebau" der Fachkommission Bauaufsicht, der ARGEBAU
- L2.82 DIN 1988, Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen, Ausgabe Dez. 1988
- L2.83 ISO/IEC TR 9122-1, Toxicity testing of fire effluents - Part 1: General

3. Sonstige Veröffentlichungen

- L3.1 Dehmlow, E.V., Franke, K.-H.  
Is Phosgene Formed in the Thermal Decomposition of Sodium Trichloroacetate?  
Z. Naturforsch. B: Anorg. Chem., Org. Chem. 33B(6) 686-7 (1978)
- L3.2 Keiser, H., Reichold, E.  
Measurements of the Hydrolytic Decomposition of Gaseous Phosgene under Atmospheric Conditions  
Staub-Reinh. Luft, 48 (1988) 239-241
- L3.3 Hori, M., Suzuki, M., Kakinoki, H., Kobayashi, Y.  
Determination of Phosgene in Combustion Gases of Vinyl Chloride Monomer by High Performance Liquid Chromatography after Absorption in Aniline Solution  
Bunseki Kagaku, 33(8), 430-434 (1984)
- L3.4 Hori, M., Furuya, T., Kobayashi, Y.  
Simple method for the evaluation of conversion efficiency of carbonyl halide into sym-diphenylurea in the determination of carbonyl halide with aniline absorbing solution  
Bunseki Kagaku 34(4), 211-214 (1985)
- L3.5 O'Mara, M.M., Crider, L.B., Daniel, R.L.  
Combustion Products from Vinyl Chloride Monomer  
Amer. Ind. Hyg. Ass. J. 32(3), 153-156 (1971)
- L3.6 Ballschmiter, K., Zoller, W., Buchert, H., Class, Th.  
Correlation between Substitution Pattern and Reaction Pathway in the Formation of Polychlorodibenzofurans  
Fres. Z. Anal. Chem., 322, 587-594 (1985)
- L3.7 Lahaniatis, E.S., Clausen, E., Bieniek, D., Korte, F.  
Bildung von 2,3,7,8-TCDD bei der Thermolyse von ausgewählten chlorierten organischen Verbindungen  
Chemosphere, 14(2), 233-238 (1985)
- L3.8 Kennedy, M.V., Stojanovic, Boris J., Shuman, Fred L.  
Analysis of Decomposition Products of Pesticides  
J. Agr. Food Chem. 20(2), 341-343 (1972)
- L3.9 Kennedy, M.V., Stojanovic, B.J., Shuman, F.L.  
Chemical and Thermal Methods for Disposal of Pesticides Residue Rev. 29, 89-104 (1969)
- L3.10 Kennedy, M.V., Stojanovic, B.J., Shuman, F.L.  
Chemical and Thermal Aspects of Pesticide Disposal  
J. Environ. Qual. 1(1), 63-65 (1972)
- L3.11 Umweltbundesamt Berlin  
Sachstand Dioxine  
1984
- L3.12 Mac Smith, W., Ledbetter, J. O.  
Hazards from Fires Involving Organophosphorus Insecticides  
Amer. Ind. Hyg. Ass. J. 32(7), 468-474 (1971)
- L3.13 Ahling, B., Wiberger, K.  
Incineration of Pesticides Containing Phosphorus  
J. Environ. Qual. 8(1), 12-13 (1979)
- L3.14 Merz, W., Neu, H.-J., Kuck, M., Winkler, K., Gorbach, S., Muffler, H.  
Ein Verfahren zur Erzeugung und analytischen Charakterisierung von Brandgasen  
Fres. Z. Anal. Chem. 325, 449-460 (1986)
- L3.15 Denig, R.  
Brandsimulation durch Mikroverbrennung  
Fres. Z. Anal. Chem. 330, 116-119 (1988)
- L3.16 Oliver, J.E.  
Nitrosamines from Pesticides  
Chemtech 9(6), 366-371 (1979)
- L3.17 Keefer, L.K.  
Possible Mechanisms of Nitrosamine Formation in Pesticides  
ACS Symp. Ser. 174, 133-147 (1981)
- L3.18 Bittersohl, G., Heberer, H.  
Zur Nitrosaminproblematik bei der Aminrestgasgewinnung  
Z. ges. Hyg. 29(5), 270-271 (1983)
- L3.19 Gehlert, P., Rolle, W.  
Über die Bildung von Diäthylnitrosamin durch Reaktion von Diäthylamin mit Stickstoffdioxid in der Gasphase  
Experientia 33(5), 579-581 (1977)
- L3.20 Lohs, K., Rolle, W., Gehlert, P.  
Nitrosamine in der Atmosphäre  
Sitzungsber. Akad. Wiss. DDR. H.2N, 99-105 (1978)
- L3.21 Eisenbrand, G.  
N-Nitrosoverbindungen in Nahrung und Umwelt  
Stuttgart 1981
- L3.22 Holloman, M.E., Hutto, F.Y., Kennedy, M.V., Swanson, C.R.  
Thermal Degradation of Selected Chlorinated Herbicides  
J. Agr. Food Chem. 26(6), 1194-1198 (1976)
- L3.23 Kennedy, M.V., Holloman, M.E., Hutto, F.Y.  
Thermal Degradation of Selected Fungicides and Insecticides  
ACS Symp. Ser. 73, B1-99 (1978)
- L3.24 Stojanovic, B.J., Hutto, Fay, Kennedy, M.V., Shuman, F.L.  
Mild Thermal Degradation of Pesticides  
J. Environ. Qual. 1(4), 397-401 (1972)

L3.25 Bush,P.B., Neary,D.G., McMahon,C.K., Taylor,J.W.  
Suitability of Hardwoods Treated with Phenoxy and Pyridine  
Herbicides for Use as Firewood  
Arch. Environ. Contam. Toxicol. 16, 333-341 (1987)

L3.26 Römer,R., Hemmer,G.  
Schadstoffemissionsermittlung von Freibränden durch Frei-  
brand-Simulation  
Chem.Ing.Tech. 58(8), 677-679 (1986)

L3.27 Bertoni,G., Liberti,A., Bellina Agostinone,C., D'Antonio,M.,  
Pettinari,L., Leoni,V.  
Identification by Gaschromatography Mass-Spectrometry of the  
Products Obtained from Thermal Decomposition of Azinphosmethyl  
(Guthion)  
Ann. Chim. (Rome), 76(1-2), 19-28 (1986)

L3.28 Bruneau,C., Soyer,N., Brault,A.  
Mild Pyrolysis of Phosalone  
J. Anal. Appl. Pyrol., 10(2), 107-116 (1986)

L3.29 Rolle,W., Gehlert,P., Renner,E.  
Kinetische Untersuchungen über die Bildung von Diethylni-  
trosamin  
Z. Chem., 18(3), 99-101 (1978)

L3.30 Crosby,D.G., Humphrey,J.R., Moilanen,K.W.  
The Photodecomposition of Dipropylnitrosamin Vapor  
Chemosphere 9(1), 51-54 (1980)

L3.31 Bjerre,A.  
Health Hazard Assessment of Phosgene Formation in Gases of  
Combustion of Polyvinyl Chloride Using a Simplified Method of  
Mathematical Modelling  
Ann. Occup. Hyg., 28(1), 49-59 (1984)

L3.32 Hanst,P.L., Spence,J.W., Miller,M.  
Atmospheric Chemistry of N-Nitroso Dimethylamine  
Environ. Sci. Technol., 11(4) 403-405 (1977)

L3.33 Pitts,J.N., Grosjean,D., Van Cauwenberghe,K., Schmidt,J.P.,  
Fitz,D.R.  
Photooxidation of Aliphatic Amines Under Simulated Atmospheric  
Conditions: Formation of Nitrosamines, Nitramines, Amides, and  
Photochemical Oxidant  
Environ. Sci. Technol., 12(8) 946-953 (1978)

L3.34 Glasson,W.A.  
An Experimental Evaluation of Atmospheric Nitrosamine Formation  
Environ. Sci. Technol., 13(9) 1145-1146 (1979)

L3.35 Johnson,D.E., DeLane,J.C.  
Pyrolysis of Triallate  
J. Agr. Food Chem., 35(2) 829-835 (1987)

L3.36 Gomez,J., Bruneau,C., Soyer,N., Brault,A.  
Identification of Thermal Degradation Products from Diuron and  
Iprodione  
J. Agr. Food Chem., 30(1) 180-182 (1982)

L3.37 Hee,S., Sutherland,R.G.  
The Pyrolysis of Some Amine Salts of 2,4-Dichlorophenoxyacetic  
Acid  
J. Agr. Food Chem., 22(1) 86-90 (1974)

L3.38 Ahling,B.  
The Combustion of Waste Containing DDT and Lindan  
Sci. Total Environ., 9(2) 117-124 (1978)

L3.39 Mal'tseva,A.S., Frolov,Yu.E., Rozlovskii,A.I.  
Establishment of Deacon Equilibrium in a Flame  
Fiz. Goreniya Vzryva, 19(5) 80-83 (1983)

L3.40 Hartzell,G.E., Grand,A.F., Switzer,W.G.  
Modelling of Toxicological Effects of Fire Gases: VI. Further  
Studies on the Toxicity of Smoke Containing Hydrogen Chloride  
J. Fire Sci., 5(6) 368-391 (1987)

L3.41 Gomez,M.J., Bruneau,C., Soyer,N., Brault,A.  
Thermal Degradation of Chlorophenoxy Acid Herbicides  
J. Agr. Food Chem. 36(3) 649-653 (1988)

L3.42 Sistovaris,N., Asshauer,J., Jeske,V., Schuster,F.  
Combustion processes in laboratory devices - fire simulations  
using the lambda' concept - extent of formation of hydrocyanic  
acid and aromatic compounds  
Fres. Z. anal. Chem. 334 221-225 (1989)

L3.43 Hartzell,G., Packham,S.C., Switzer,W.G.  
Toxic Products from Fires  
Am. Ind. Hyg. Ass. J., 44(4) 248-255 (1983)

L3.44 Brown,J.E., Birky,M.M.  
Phosgene in the Thermal Decomposition Products of Poly(Vinyl  
Chloride): Generation, Detection and Measurement  
J. Anal. Toxicol., 4(4), 166-174 (1980)

L3.45 Thermal Degradation of Oxadiazon  
Gomez,J., Bruneau,C., Soyer,N., Brault,A.  
J. Agr. Food Chem. 30(4) 772-775 (1982)

L3.46 McPherson,J.B., Johnson,G.A.  
Thermal Decomposition of Some Phosphorothioate Insecticides  
J. Agr. Food Chem. 4(1) 42-49 (1956)

L3.47 Lohs,K., Swart,H., Junghans,A.  
Accidental Formation of Toxic-Substances in Lab and Factory  
Z. Chem. 25(6) 197-206 (1985)

TRC-Berichte Nr. 99 (1992)



- L3.48 Markowska,A., Nowiccki,T.  
Mechanism of Thermal Isomerization of O,O-Diphenylester-O-Methylester Thiophosphate - Kinetic Study  
Nouv. J. Chim., 3(6), 409-413 (1979)
- L3.49 WHO Study Group  
Recommended Health-based Limits in Occupational Exposure to Pesticides  
WHO Technical Report Series 677
- L3.50 Industrieverband Agrar e.V.  
Erstellung von Sicherheitsanalysen nach Störfallverordnung für Pflanzenschutzmittelläger  
1989
- L3.51 Schwetz,B.A., Norris,J.M., Sparschu,G.L. Rowe,V.K., Gehring,P.J., Emerson,J.L., Gerbig,C.G.  
Toxicology of chlorinated dibenzo-p-dioxins  
Environ. Health Perspect., 5, 87-99 (1973)
- L3.52 NATO/CCMS  
Pilot Study On International Information Exchange On Dioxins and Related Compounds  
Report Nr. 176, August 1988
- L3.53 Industrieverband Pflanzenschutz e.V.  
Wirkstoffe in Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln. Physikalisch-chemische und toxikologische Daten  
Frankfurt 1982
- L3.54 Austenat,L., Zink,C.  
Handbuch Stoffdaten zur Störfall-Verordnung  
UBA-Forschungsbericht 10409105, Berlin 1985
- L3.55 Zimmermann, S.  
Gabelstapler Fahrschule, Resch Verlag, 5. Auflage 1986
- L3.56 Kühn,R., Birett,K.  
Merkbücher Gefährliche Arbeitsstoffe  
München 1988
- L3.57 Baumann,G., Lewerenz,W.  
Lehrbuch für Handelsfachpacker, Verlag Dr. Max Gehlen, 3. Auflage 1988
- L3.58 Schäfer,H.K.  
Sicherheitsmaßnahmen bei der Lagerung chemischer Produkte. Neue Empfehlungen der Verbandes der Chemischen Industrie  
Chem. Ing. Techn., 60(1),9-16 (1988)
- L3.59 Einsatzmöglichkeiten explosionsgeschützter Flurförderzeuge, K 10/87, Druck Klose+Co Braunschweig
- L3.60 Industrieverband Pflanzenschutz e. V.  
Sicherheitsprüfliste für Pflanzenschutzmittelläger (mit Erläuterungen);
- L3.61 Schlatter,C., Poiger,H.  
Chlorierte Dioxine und Dibenzofurane (PCDDs/PCDFs)  
UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox. 2, 11-17 (1989)
- L3.62 Barnes,D.G., Bellin,J., Cleverly,D.  
Interim Procedures for Estimating Risks Associated with Exposures to Mixtures of Chlorinated Dibenzodioxins and -Dibenzofurans (CDDs and CDFs)  
Chemosphere, 15(9-12), 1895-1903 (1986)
- L3.63 Ahlborg,U.G., Victorin,K.  
Impact on Health of Chlorinated Dioxins and Other Trace Organic Emissions  
Waste Management Res. 5, 203-224 (1987)
- L3.64 Ullmann, Encyklopädie der Technischen Chemie, 4. Auflage
- L3.65 Kommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der DFG  
Gesundheitsschädliche Arbeitsstoffe; Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten  
Verlag Chemie, Weinheim 1988
- L3.66 Industrieverband Pflanzenschutz e.V.  
IPS-Leitlinie, Brandschutz in Pflanzenschutzmittellägern, Ausgabe 1986
- L3.67 Johnson,D.E., DeLane,J.C., Wisted,E.E.  
Pyrolysis of S-Alkyl dimethylthiocarbamates  
J. Org. Chem. 52(16), 3688-3690 (1978)
- L3.68 Industrieverband Pflanzenschutz e.V.  
Musterbetriebsanweisung für Pflanzenschutzmittelläger, 2. Auflage 1988
- L3.69 Brandausbreitung bei verschiedenen Stoffen die in lagermäßiger Anordnung gestapelt sind, Brandschutzforschung der Bundesländer  
Teil 1, Bericht 55, Dezember 1985  
Teil 2, Bericht 58, November 1986  
Teil 3, Bericht 64, März 1988  
Teil 4, Bericht 65, Juni 1988
- L3.70 Wärmebilanzrechnungen für Brandräume mit unterschiedlichen Randbedingungen (Teil 1), Materialprüfstelle Braunschweig, Heft 46, Februar 1981
- L3.71 Nimtsch,P.,  
Brandschutz in Chemielägern, in: VCI, Brände und ihre Vermeidung, Heft 1/1987

- L3.72 VdS-Richtlinien für Lager von gefährlichen Stoffen, Lagerkapazität und Löschwasserrückhaltung, VdS Köln
- L3.72 Hinweise zum Umgang mit Löschwässers bei Bränden in Düngelagern oder bei der Zersetzung von ammoniumnitrat-haltigen Düngemitteln, Fachverband der Stickstoffindustrie, Juni 1988
- L3.73 Verband der chemischen Industrie  
VCI-Prüfprogramm Dioxine, Frankfurt 1986
- L3.74 Spafford, R.B., Dismukes, E.B., Dillon, H.K.  
Analysis of Thermal Decomposition Products of Flue Gas  
Conditioning Agents  
EPA-600/7-79-179 / SORI-EAS-79-267 / PB80-111818

## LIS-Berichte

der Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen, Essen

Die LIS-Berichte haben spezielle Themen aus dem Untersuchungs- und Forschungsprogramm der LIS zum Gegenstand. Die in der Regel umfangreichen Texte sind nur in begrenzter Auflage vorrätig. Sie werden - soweit nicht vergriffen - Interessenten auf Anfrage hin kostenlos zur Verfügung gestellt. Alle LIS-Berichte - auch die vergriffenen - stehen Interessenten in zahlreichen Universitäts- und Hochschulbibliotheken zur Einsichtnahme und Ausleihe zur Verfügung.

Bestellungen sind zu richten an die



Die Titel der LIS-Berichte Nr. 1 bis 50 sind in einem Prospekt nachgewiesen, der auf Anfrage gerne zugeschickt wird. Diese Berichte sind, bis auf teilweise noch verfügbare Überstücke, vergriffen.

- Berichte-Nr. 51: **Herpertz, E., J. Assmann, D. Krane, E. Hartmann, B. Steck, E. Brewig und J. Krochmann:**  
(vergriffen) **Messen und Beurteilen von Lichtimmissionen (1984).**
- Berichte-Nr. 52: **Pfeffer, H.-U.:**  
(vergriffen) **Qualitätssicherung in automatischen Immissionsmeßnetzen.**  
**Teil 3: Ringversuche der staatlichen Immissions-Meß- und Erhebungsstellen in der Bundesrepublik Deutschland (STIMES).**  
**Ergebnisse für die Komponenten SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> und CO (1984).**
- Berichte-Nr. 53: **Beier, R.:**  
**Zur Planung und Auswertung von Immissionsmessungen gemäß TA-Luft 1983 (1985).**
- Berichte-Nr. 54: **Bröker, G. und H. Gliwa:**  
**Polychlorierte Dibenzo-Dioxine und -Furane in den Filterstäuben und Schlacken der 12 Hausmüllverbrennungsanlagen in Nordrhein-Westfalen sowie einiger Sondermüllverbrennungsanlagen (1985).**
- Berichte-Nr. 55: **Külske, S., J. Giebel, H.-U. Pfeffer und R. Beier:**  
**Analyse der Smoglage vom 16. bis 21. Januar 1985 im Rhein-Ruhr-Gebiet.**  
**Teil 1: Text- und Bildband (1985)**  
**Teil 2: Meßergebnisse (1985).**
- Berichte-Nr. 56: **Spittgerber, H., M. Klein und P. Neutz:**  
**Untersuchungen zur Ermittlung der Wahrnehmungsschwelle bei Einwirkung von Erschütterungen auf den Menschen - Beschreibung der Versuchsanlage - (1985).**
- Berichte-Nr. 57: **Prinz, B., J. Hradetzky, H.-U. Pfeffer, H.W. Zöttl und H.-K. Lichtenthaler:**  
(vergriffen) **Forschungsergebnisse zur Problematik der neuartigen Waldschäden (1985).**
- Berichte-Nr. 58: **Giebel, J. und W. Strampl:**  
**Untersuchung über die Eignung des Korrelationsspektrometers COSPEC V zur Bestimmung des Transportes von Schwefeldioxid bzw. Stickstoffdioxid (1986).**

- Berichte-Nr. 59: Prinz, B., D. Schwela, E. Koch, S. Ganser und T. Eikmann:  
Untersuchungen zum Einfluß von Luftverunreinigungen auf die Häufigkeit  
von Pseudokrupperkrankungen im Stadtgebiet Essen (1986)..
- Berichte-Nr. 60: Manns, H. und H. Gies:  
Ergebnis der Erprobung des automatischen Ozon-Meßgerätes Dasibi, Typ 1008 AH  
(1986).
- Berichte-Nr. 61: Splittgerber, H.:  
Messung und Beurteilung von Erschütterungsimmissionen - Vergleich verschiedener Ver-  
fahren - (1986).
- Berichte-Nr. 62: Buck, M. und P. Kirschmer:  
Immissionsmessungen polychlorierter Dibenzo-p-Dioxine und Dibenzofurane in Nord-  
rhein-Westfalen (1986).
- Berichte-Nr. 62: Buck, M. und P. Kirschmer:  
Measurements of Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and Dibenzofurans in Outdoor Air  
(1987). (Übersetzung des 1986 erschienenen LIS-Berichtes Nr. 62)
- Berichte-Nr. 63: Giebel, J.:  
(vergriffen) Untersuchung über die praktische Anwendung eines numerischen Ausbreitungsmodells (K-  
Modell) für die Praxis der Immissionssimulation (1986).
- Berichte-Nr. 64: Winkler, H.D.:  
(vergriffen) Thalliumemissionen bei der Zementherstellung - Ursachen und Minderungsmaßnahmen -  
(1986).
- Berichte-Nr. 65: Wietlake, K.H.:  
(vergriffen) Erschütterungseinwirkungen durch Exzenter-Schmiedepressen und ihre Minderung durch  
Direktabfederung (1986).
- Berichte-Nr. 66: Viertes Symposium über die Technik der Kernreaktorferüberwachungssysteme am 8. und 9.  
Oktober 1985 in der LIS, Essen (1986).
- Berichte-Nr. 67: Assmann, J.:  
(vergriffen) Hinweise zur Prognose von Geräuschimmissionen im Rahmen von Genehmigungsverfahren  
nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (1986).
- Berichte-Nr. 68: Manns, H. und H. Gies:  
(vergriffen) Erprobung des Schwebstaubmeßgerätes FH 62 I 3 m<sup>3</sup>/h für die automatisierte Immissions-  
messung (1986).
- Berichte-Nr. 69: Beine, H.:  
(vergriffen) Phosphorsäureester und verwandte Verbindungen -  
Umweltrelevanz und luftanalytische Bestimmung (1987).
- Berichte-Nr. 70: Buck, M. und H.-U. Pfeffer:  
Air Quality Surveillance in the State North-Rhine-Westphalia (F.R.G.).  
(Vollständig neu bearbeitete Fassung LIS-Berichtes Nr. 46 ) (1987).
- Berichte-Nr. 71: Wefers, H. und H. Katzer:  
Zusammenstellung von zusätzlichen sicherheitstechnischen Anforderungen an Anlagen zur  
Lagerung von druckverflüssigtem Ammoniak in Kraftwerken (1987).
- Berichte-Nr. 72: Beier, R., J. Kohlert und M. Buck:  
(vergriffen) Entwicklung der Immissionsbelastung in der Umgebung der Aluminiumhütte im Essener  
Norden in den Jahren 1984 bis 1986 (1987).
- Berichte-Nr. 73: Schade, H.:  
(vergriffen) Erstellung eines Emissionskatasters und einer Emissionsprognose für Feuerungsanlagen im  
Sektor Haushalte und Kleinverbraucher des Belastungsgebietes Ruhrgebiet Ost.  
(1987).

- Berichte-Nr. 74: Beier, R. und M. Buck:  
(vergriffen) Möglichkeit und Grenzen der Nutzung von Luftqualitätsdaten aus diskontinuierlichen Messungen gemäß TA-Luft (1988).
- Berichte-Nr. 75: Koch, E. und P. Altenbeck:  
Prinzipien des prophylaktischen Immissionsschutzes (1988).
- Berichte-Nr. 76: Giebel, J.:  
Eine vereinfachte Methode zur Immissionssimulation (1988).
- Berichte-Nr. 77: Külske, S., R. Beier und H.-U. Pfeffer:  
(vergriffen) Die Smoglage vom 14. bis 22. Januar 1987 in Nordrhein-Westfalen und ihre Ursachen (1988).
- Berichte-Nr. 78: Geueke, K.-J. und H. Niesenhaus:  
(vergriffen) Bestimmung von Benzol in Abgasen (1988).
- Berichte-Nr. 79: Wietlake, K.-H.:  
(vergriffen) Geräuschminderung durch Teilkapselung von Schmiedehämmern (1988).
- Berichte-Nr. 80: Krause, G.H.M. und B. Prinz:  
Experimentelle Untersuchungen der LIS zur Aufklärung möglicher Ursachen der neuartigen Waldschäden (1989).
- Berichte-Nr. 81: Goldberg, K.H.:  
(vergriffen) Untersuchungen zur Geräuschemission und -ausbreitung von Schußsignalen bei Kleinkaliberschießständen (1988).
- Berichte-Nr. 82: Buck, M. und K. Ellermann:  
Die Immissionsbelastung durch Benzol in Nordrhein-Westfalen (1988).
- Berichte-Nr. 83: Wefers, H., S. Delling und T. Schulz:  
Hinweise zur Erstellung und Prüfung von betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplänen nach der Störfall-Verordnung (1988).
- Berichte-Nr. 84: Wefers, H., T. Schulz und R. John:  
(vergriffen) Hinweise und Suchstrategien zu den Stoffen der Störfall-Verordnung (1988).
- Hinweis:** Die Grundlage des LIS-Berichtes bildet eine PC-Stoffliste, die von der LIS mit Hilfe einer relationalen Datenbank für Personalcomputer erstellt wurde. Die PC-Stoffliste kann auf PC mit Festplatte und dem Betriebssystem MS-DOS 3.3 (IBM-kompatibel) betrieben werden. Die PC-Stoffliste wird im Auftrag der LIS von der Fa. Colman, Essen (Tel.: 0201/790095) für DM 100,- vertrieben
- Berichte-Nr. 85: Krause, G.H.M.:  
(vergriffen) Untersuchungen zum Vegetationszustand im Umgebungsbereich der nordrhein-westfälischen Aluminiumhütten mit Hilfe der Falschfarbenfotografie (1988).
- Berichte-Nr. 86: Katzer, H. und R. John:  
(vergriffen) Einsatz von Ammoniakwasser in katalytischen DeNO<sub>x</sub>-Anlagen - Ergebnisse an einer Versuchsanlage - (1989).
- Berichte-Nr. 87: Kirschmer, P. und A. Gerlach:  
Immissionsmessungen von Chlorkohlenwasserstoffen - Probenahme, Analyse, Ergebnisse - (1989).
- Berichte-Nr. 88: Euteneuer, U., H. Katzer und H. Wefers:  
(vergriffen) Sicherheitstechnische Überprüfung einer verfahrenstechnischen Anlage nach einem modifizierten PAAG-Verfahren am Beispiel eines Flüssiggaslagers (1989).
- Berichte-Nr. 89: Beier, R. und A. Doppelfeld:  
Analyse der räumlichen Repräsentativität automatischer Meßnetze der Luftqualität (1989).

- Berichte-Nr. 90:** Beier, R. und J. Kohler:  
Pilotstudie zur Überwachung von Tetrachlorethen in der Nachbarschaft von Chemisch-Reinigungsanlagen in Nordrhein-Westfalen (1989).
- Berichte-Nr. 91:** Buck, M. (Bearb.):  
Asbest-Immissionsbelastung durch Abwitterung.  
Fachkolloquium am 06. Juli 1989 in der LIS NRW, Essen,  
Tagungsbericht. Gem. hrsg. von: Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg,  
Niedersächsisches Landesamt für Immissionsschutz, Landesanstalt für Immissionsschutz  
Nordrhein-Westfalen (1989).
- Berichte-Nr. 92:** Kirschmer, P. und P. Eynck:  
Meßverfahren mit automatisierter Probenahme zur Bestimmung von Aldehyden in der Luft  
(1989).
- Berichte-Nr. 93:** Ehl, W. und A. Ertl:  
Kriterien-Katalog zur "Prüftiefe" bei Sicherheitsanalysen am Beispiel eines Flüssiggasla-  
gers. (1990).
- Berichte-Nr. 94:** Manns, H., G. Nitz und B. Striefler:  
Weiterentwicklung und Erprobung von Immissionsmeßverfahren für gesundheitsgefähr-  
dende organische Stoffe. (1990).
- Berichte-Nr. 95:** Splittgerber, H. und R. Hillen:  
Wahrnehmungsschwelle für Ganzkörperschwingungen in sitzender Körperhaltung.  
(1991).
- Berichte-Nr. 96:** Mang, F. und F. Wolfmüller  
Großvolumige Behälter zur erdgedeckten Lagerung von druckverflüssigtem  
Propan, Butan und Ammoniak (bearb. von W. v. Borries und H. Katzer).  
(1991).
- Berichte-Nr. 97:** Hansmann, G. und H. Wefers:  
Sicherheitstechnik bei Aktivkoksfiltren an Abfallverbrennungsanlagen  
- Hinweise und Anforderungen aus der Sicht der Störfall-Verordnung  
(1991)
- Berichte-Nr. 98:** Koch, E. und P. Altenbeck:  
Umsetzung der Großfeuerungsanlagen-Richtlinie der EG in den Mitgliedstaaten.  
(1992)