

December 11, 2005

# Buncefield Fire

Quick Look Report

December 11, 2005

# Buncefield Fire

## Quick Look Report

Am 11. Dezember 2005 kam es in einem Tanklager 40 km nordwestlich von London zu einem Grossbrand. Ausgelöst durch eine starke Explosion brannten während Tagen zahlreiche Tanks in denen Brenn- und Treibstoffe gelagert waren. Der Brand wird als das grösste Brandereignis in Europa seit dem zweiten Weltkrieg bezeichnet. Die vorliegende Auswertung von Informationen zum Grossbrand im Buncefield Tanklager entstand kurz nach dem Ereignis. Sie basiert auf Recherchen bei Spezialisten und einer Durchsicht von amtlichen Informationen und Pressemeldungen. Auf Grund der Einzigartigkeit des Ereignisses sowie dem zahlreichen Bild- und Pressematerial ist eine kurz gefasste und schnell verfügbare Auswertung dieser Informationen für die Ereignisdienste von grossem Interesse.

Der vorliegende *Quick Look Report* enthält ausgewählte Fotografien und Grafiken. Eine Beschreibung des Ereignisses mit Kommentaren und Interpretationen sowie aus der Presse entnommene Zitate ergänzen die Bildinformationen.

Winterthur, 30. Dezember 2005

Bürkel Baumann Schuler  
Ingenieure+Planer AG  
Gertrudstrasse 17  
CH-8400 Winterthur  
Telefon +41 52 260 07 10  
Telefax +41 52 260 07 20  
Mail [admin@bbs-ing.ch](mailto:admin@bbs-ing.ch)

## Inhaltsübersicht

Abkürzungen.....	3
Umrechnungen .....	3
<b>1 Ereignisort.....</b>	<b>4</b>
1.1 Überblick.....	4
1.2 Tanklager.....	6
<b>2 Explosions- und Brandereignis.....</b>	<b>8</b>
2.1 Ereignis.....	8
2.2 Feuerwehreinsatz.....	8
2.2.1 Ablauf.....	8
2.2.2 Löscheinsatz .....	10
2.3 Gewässerschutzmassnahmen.....	13
2.4 Ereignisursache .....	13
<b>3 Ereignis Auswirkungen .....</b>	<b>15</b>
3.1 Übersicht .....	15
3.2 Personenschäden .....	15
3.3 Explosions- und Brandwirkungen .....	16
3.3.1 Thermische Wirkungen .....	16
3.3.2 Luftstosswirkungen .....	17
3.3.3 Rauchemission .....	23
3.4 Brandrauch .....	23
3.4.1 Rauchausbreitung.....	23
3.4.2 Evakuierungen, Sperrungen.....	25
3.4.3 Gesundheitliche Gefährdung.....	25
<b>4 Zusammenfassung und Fazit .....</b>	<b>26</b>
4.1 Charakteristiken des Ereignisses.....	26
4.2 Einsatzunterlagen und Feuerwehreinsatz .....	26
4.3 Krisenmanagement .....	27

## Abkürzungen

BP	British Petroleum
BPA	British Pipeline Agency
FBU	Fire Brigades Union
GMT	Greenwich Mean Time
HFB	Hertfordshire Fire Brigade
HPA	Health Protection Agency
HSE	Health & Safety Executive
HOSL	Hertfordshire Oil Storage Ltd.
J8/9	Junction 8/9
M1	Motorway 1
NHS	National Health Service
UK	United Kingdom
UKOP	UK Oil Pipeline Network
UKPIA	UK Petroleum Industry Association

## Umrechnungen

### Länge

1 yd = 3 ft	= 0,914 m
1 mille = 1760 yd	= 1,609 km

### Volumen

1 UK gal	= 4,546 dm <sup>3</sup>
1 US gal	= 3,758 dm <sup>3</sup>

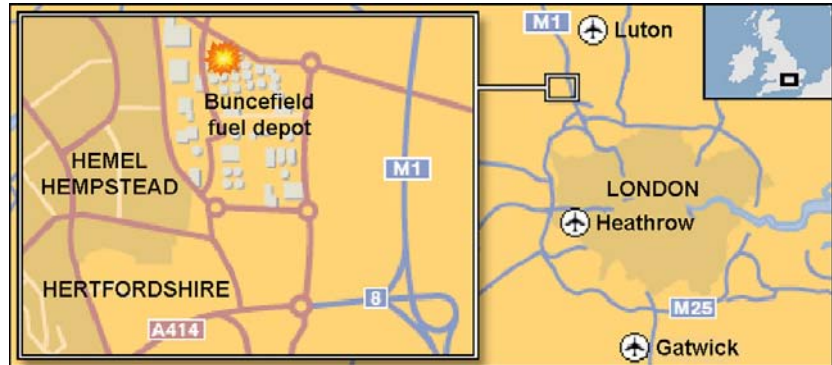
### Druck

1 psi	= 6,895 kPa
	= 0,06895 bar

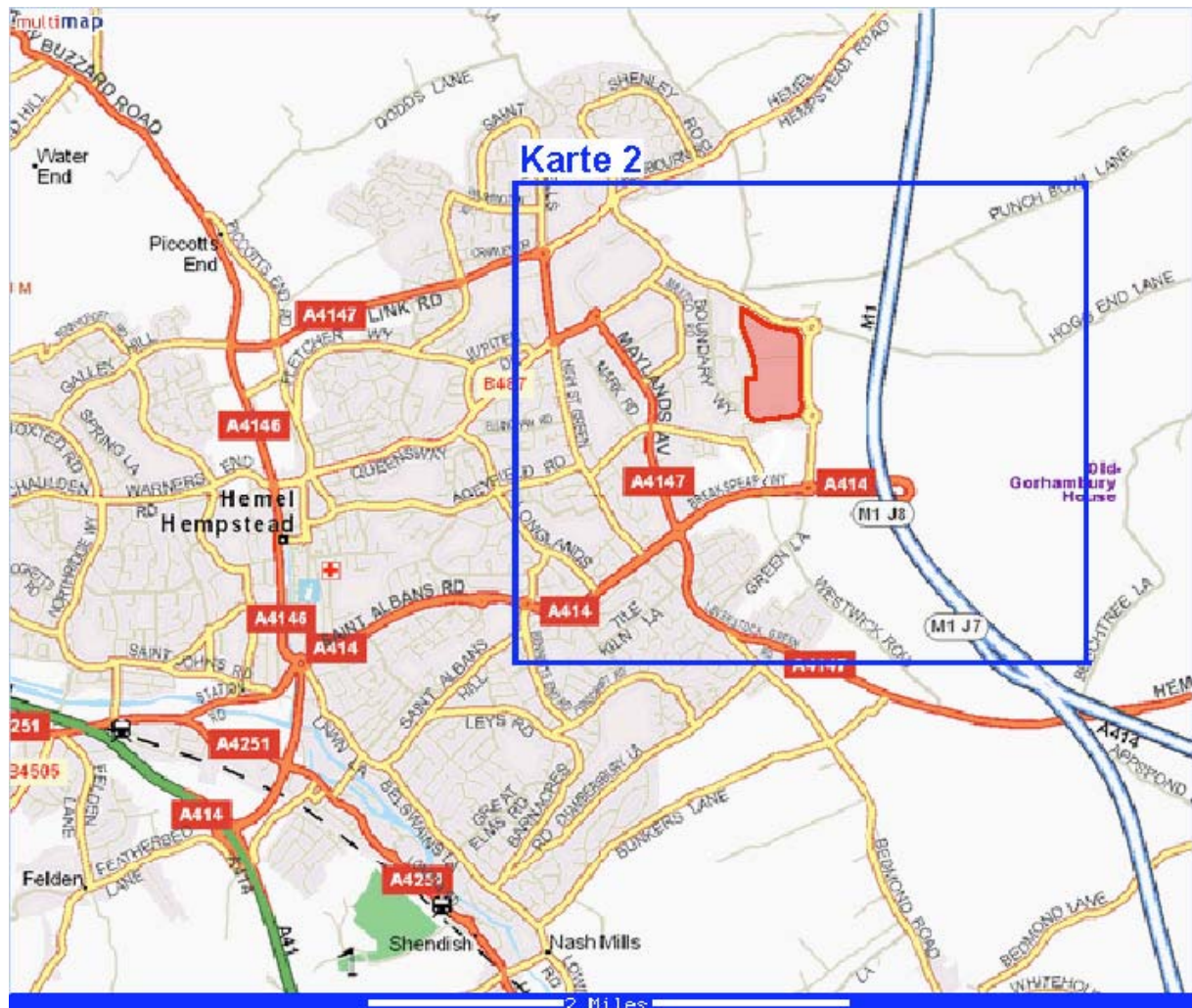
# 1 Ereignisort

## 1.1 Überblick

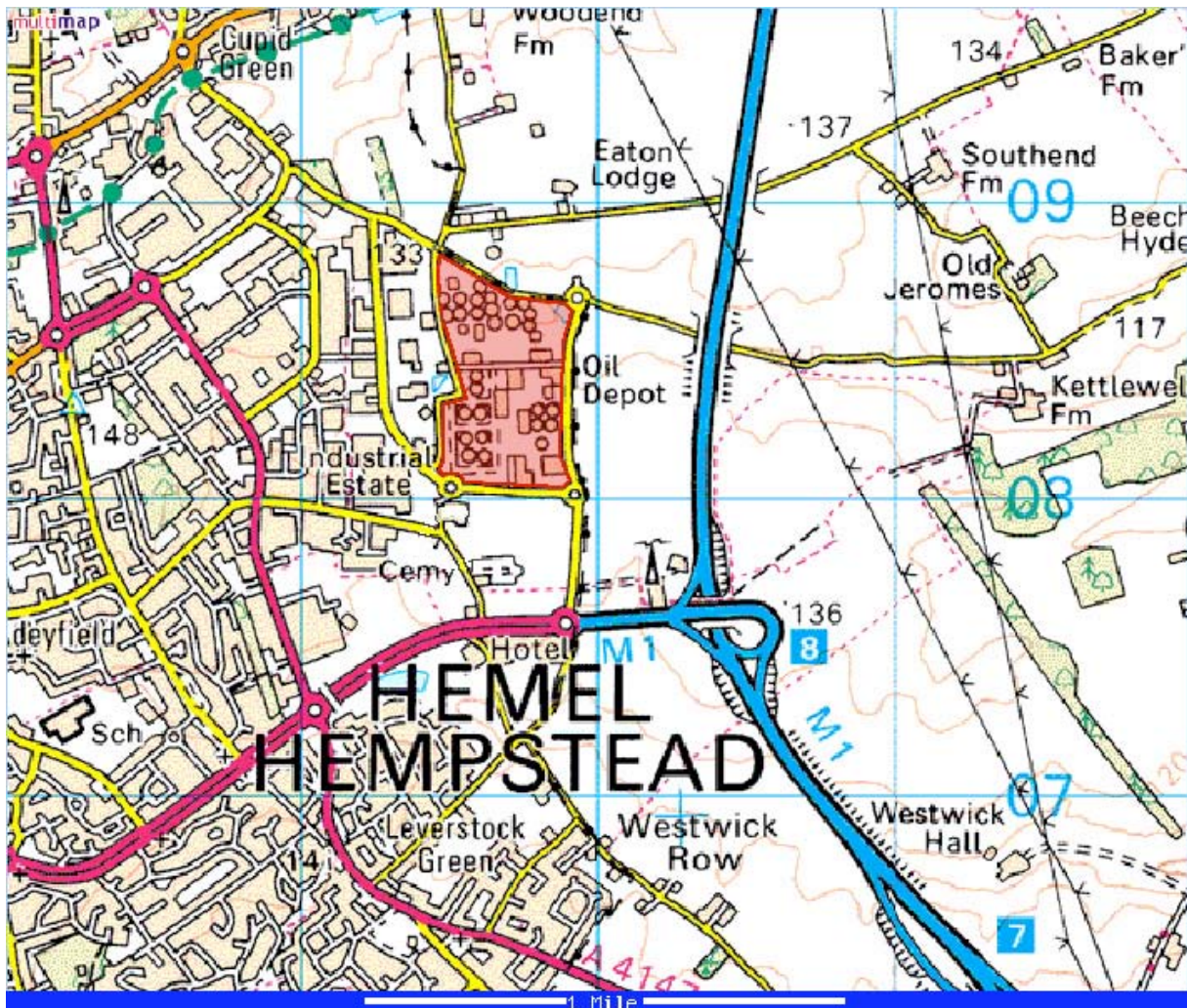
Das Tanklager der *Hertfordshire Oil Storage Ltd* (HOSL) befindet sich in der Gemeinde Hertfordshire rund 40 km nordwestlich von London. Das lokal als Buncefield Depot bezeichnete Treibstofflager liegt zwischen London und dem Flughafen Luton. Es befindet sich in einem Industriegebiet am Ostrand der Ortschaft Hemel Hempstead, beim Anschluss J8 der von London nach Norden führenden Autobahn M1.



**Karte 1**, Masstab 1:50'000



Karte 2, Massstab 1:25'000



Luftaufnahme



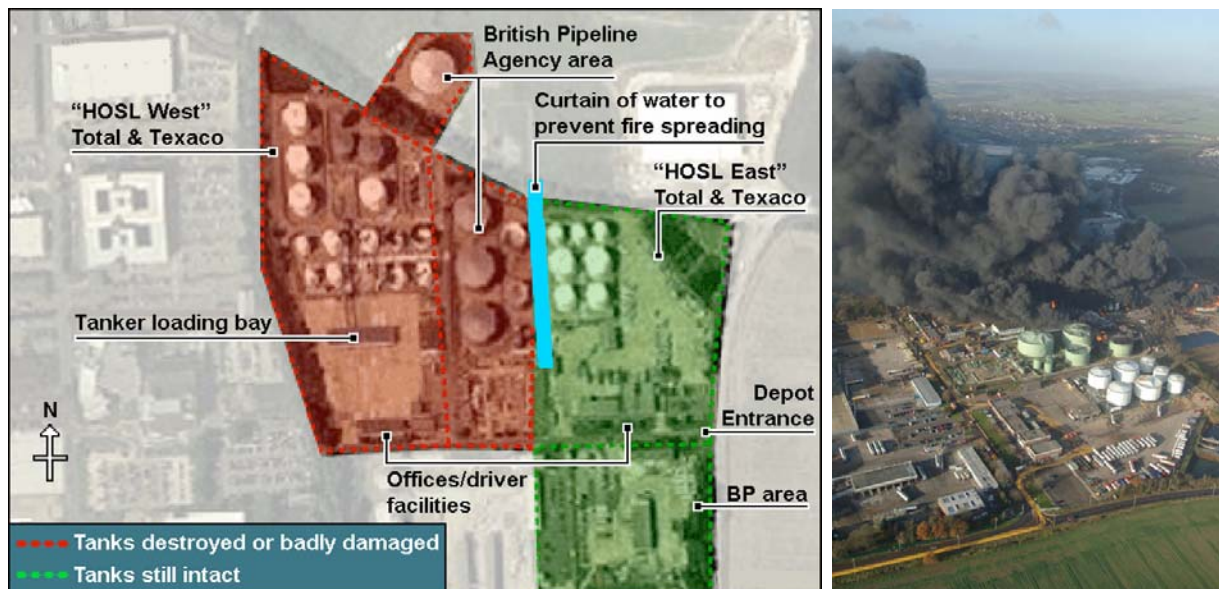
## 1.2 Tanklager

Das Tanklager der HOSL hat eine Kapazität von ca. 270 Millionen Litern Treibstoff, was etwa 5% der gesamten Lagermenge in Grossbritannien entspricht. Im Lager werden jährlich ca. 2,4 Millionen Tonnen Treibstoffe umgeschlagen. Es handelt sich dabei vor allem um Benzin, Diesel und Kerosin. Das im Jahr 1968 eröffnete Treibstofflager gehört den Erdölfirmen *Total* (60%) und *Texaco* (40%). Teile der Anlage werden durch *BP* und die *British Pipeline Agency* betrieben.

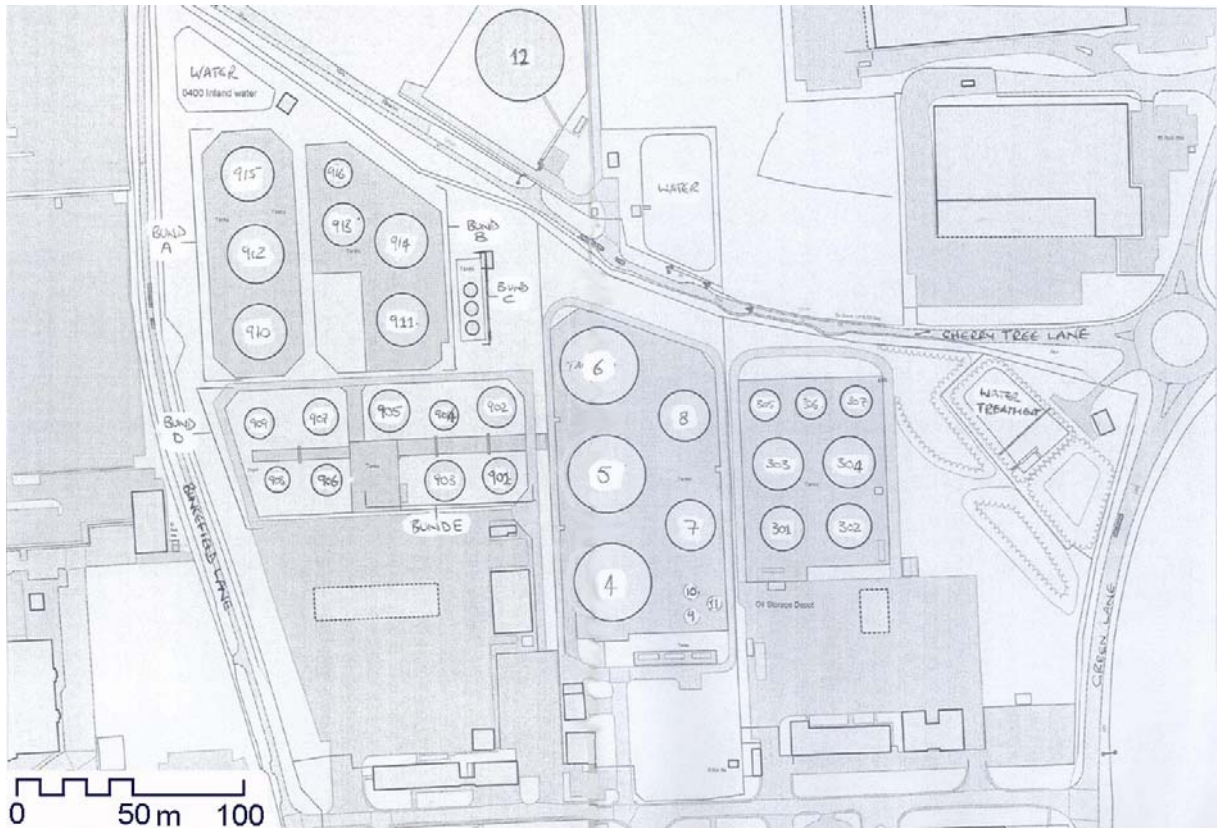
Die Anlage ist ein wichtiges Element (Hub) des Britischen Pipeline Netzwerks (UKOP). Sie wird über eine Pipeline beliefert. Für die Versorgung der Flughäfen Heathrow, Gatwick und Luton ist Buncefield von grosser Bedeutung, da die Hälfte der Anlage für Kerosin genutzt wird. Heathrow wird direkt mit einer Pipeline versorgt. Täglich werden zudem 400 Tanklastzüge beladen.



Durch das Brandereignis wurde der nordwestliche Teil der Anlage mit insgesamt 22 Treibstofftanks zerstört oder schwer beschädigt. Das betroffene Areal hat eine Ausdehnung von ca. 300 x 400 m und umfasst eine Fläche von rund 80'000 m<sup>2</sup>.



In der Grafik oben ist dargestellt, dass die östlich gelegenen Tankanlagen "HOSL East" mit einem Wasservorhang vor der Hitzewirkung der Brände geschützt wurden. Die Auswertung des Bildmaterials zeigt jedoch, dass auch die in der obigen Luftaufnahme hellgrün zu erkennenden Tanks der *British Pipeline Agency* (BPA) nicht alle in Brand geraten waren. Die sieben weissen Tanks auf dem Areal "HOSL East" in denen Kerosin gelagert wurde, waren nicht vom Brandereignis betroffen. Die in der Luftaufnahme auf der folgenden Seite zu sehenden Schlauchleitungen lassen im Weiteren darauf schliessen, dass der Löscheinsatz primär bei den Tanks 4, 5 und 6 der *BPA* erfolgte. Ein Plan mit den Tanks und ihren Nummern findet sich auf der folgenden Seite.



Luftaufnahme von Osten mit den Schlauchleitungen beim Eingang zum Tanklager im Vordergrund. Gut zu erkennen sind die intakten sieben weissen Tanks ("HOSL East") und die teilweise vom Brand betroffenen hellgrünen Tanks der *British Pipeline Agency* dahinter. Von den beiden Tanks 7 und 8 mit Schwimmdächern ist der Tank 8 (rechts) ausgebrannt. Der Inhalt und damit die von Tank 7 ausgehende Gefährdung waren lange unbekannt.



## 2 Explosions- und Brandereignis

### 2.1 Ereignis

Am Sonntagmorgen des 11. Dezember 2005 um 06:03 Uhr ereignete sich die erste und grösste von insgesamt drei Explosionen. Eine knappe halbe Stunde später um 06:27 und um 06:28 kam es zu zwei weiteren Explosionen. Die Explosionen waren heftig und wurden auch in sehr grosser Entfernung (100 km) noch gehört. Eine ausführlichere Beschreibung der Explosionswirkungen findet sich im Abschnitt 3.3. In der Folge kam es zu heftigen Treibstoffbränden die von der Feuerwehr erst nach Tagen unter Kontrolle gebracht werden konnten.



### 2.2 Feuerwehreinsatz

#### 2.2.1 Ablauf

##### Sonntag, 11.12.05

- 06:03 Erste Explosion mit Havarien von Treibstofftanks sowie Schäden an Bauten und Folgebränden
- 06:27 Zwei weitere Explosionen
- 24:00 Verzögerung des geplanten Löscheinsatzes (Einsatz von Löschschaum) wegen einer möglichen Umweltgefährdung für die Oberflächengewässer und das Grundwasser

##### Montag, 12.12.05

- 08:00 Beginn des Einsatzes mit
- Anbringen von Schutzeinrichtungen
  - Einsätze mit Löschschaum
  - Wassertransport von einem Teich in rund 1,6 km Entfernung. Es sind 6 Hochdruckpumpen mit einer Leistung von 32'000 l/min im Einsatz.
- 12:00 Die Hälfte der ursprünglich 20 Brände ist gelöscht.
- 15:00 Weitere Tanks sind gelöscht.
- Wegen einer Leckage tritt beim bereits gelöschten Tank 5 Treibstoff aus, welcher sich in der Folge entzündet. Die Feuerwehr zieht sich daraufhin zurück. Der neben dem Tank 5 liegende intakte Tank 7 ist gefährdet. Insbesondere ist unbekannt, welcher Treibstoff im Tank 7 gelagert wird. Wegen der Explosionsgefahr bleibt die Autobahn M1 gesperrt und die Evakuationszone um das Treibstofflager wird vergrössert. Unbemannte Geräte zum Löschen und Kühlen der Tanks bleiben im Einsatz.
- 20:00 Wiederaufnahme des Löscheinsatzes durch die Feuerwehr
- Es wird erwartet, dass alle brennenden Tanks in der Nacht gelöscht werden können.



### **Dienstag, 13.12.05**

- 06:00 Eine weitere Havarie eines Lagertanks führt zu einem erneuten Rückzug der Feuerwehr.
- 08:30 Die Löscharbeiten werden wieder aufgenommen.
- 12:00 Mit Ausnahme des grössten Tanks 12, welcher noch brennt, sind alle Brände gelöscht.  
Die Rauchfahne ist kleiner und ihre Farbe wegen des verdampften Löschwassers heller geworden.
- 16:45 Es wird gemeldet, dass sämtliche Brände von Lagertanks gelöscht sind.  
Es existieren noch mehrere kleinere Brandherde. Diese werden zur Herabsetzung der Explosionsgefahr jedoch nicht gelöscht.

### **Mittwoch, 14.12.05**

- 06:00 Es ist ein weiterer Brand ausgebrochen. Zur Verminderung der Explosionsgefahr wird auch dieser nicht gelöscht.

### **Donnerstag, 15.12.05**

Es kommt zu zahlreichen kleinen Bränden auf Brennstoffflächen.

### **Freitag, 16.12.05**

- 12:00 Alle Brände sind gelöscht. Die Gefahr von erneuten Zündungen besteht jedoch insbesondere deshalb, weil es windiger geworden ist und dadurch der Schaumteppich aufreissen kann.  
Die Feuerwehr ist mit sieben Löschfahrzeugen im Einsatz und erneuert den Schaumteppich permanent.

## 2.2.2 Löscheinsatz

Die Führung der Feuerwehr soll anfänglich daran gezweifelt haben, dass Löschschaum in Anbetracht der Vitalität des Brandes überhaupt eine Wirkung zeigt. Der Erfolg der Brandbekämpfung hat jedoch gezeigt, dass die Löscheinsätze letztlich erfolgreich waren. Eine Beurteilung der Effizienz des Einsatzes ist jedoch ausstehend. Für den Einsatz wurden 250'000 l Schaumkonzentrat benötigt. Es ist anzunehmen, dass diese Menge nicht vor Ort zur Verfügung stand. Es ist offen, ob die Verzögerung des Einsatzes u.a. auch eine Folge der Beschaffung von Schaumkonzentrat war. Jedenfalls konnte innerhalb von 24 h die notwendige Menge beschafft werden. Für den Wassertransport wurden zahlreiche Schlauchleitungen zu einem 1,6 km entfernten Teich erstellt. Die Leitungen sind auf verschiedenen Bildern sichtbar. Die Wasserförderung erfolgte mit sechs leistungsfähigen Pumpen.



Trotz der grossen Hitzewirkung erfolgte der Einsatz der Feuerwehr sehr nah an der Flammenfront. Dabei wird auf sehr kleine Distanzen hingewiesen. Die Gefährdung der Angehörigen der Feuerwehr ergab sich primär aus der erheblichen Wahrscheinlichkeit unerwarteter Explosionen. Diese Gefahr hatte auch die temporären Rückzüge der Feuerwehr zu Folge. Während der Ausstandszeiten wurden unbemannte Löscheräte eingesetzt.

Erschwerend wirkte sich der Umstand aus, dass der Feuerwehr Informationen zum Lagergut in einzelnen Tanks fehlten. Nachdem alle Tankbrände gelöscht waren, wurden im Hinblick auf die Verhütung von Explosionen weitere Brände – vermutlich Lachenbrände – nicht mehr gelöscht. Gesamthaft waren 650 Angehörige der Feuerwehr von 15 Formationen an der Brandbekämpfung beteiligt. Beim Löscheinsatz ist niemand zu Schaden gekommen.

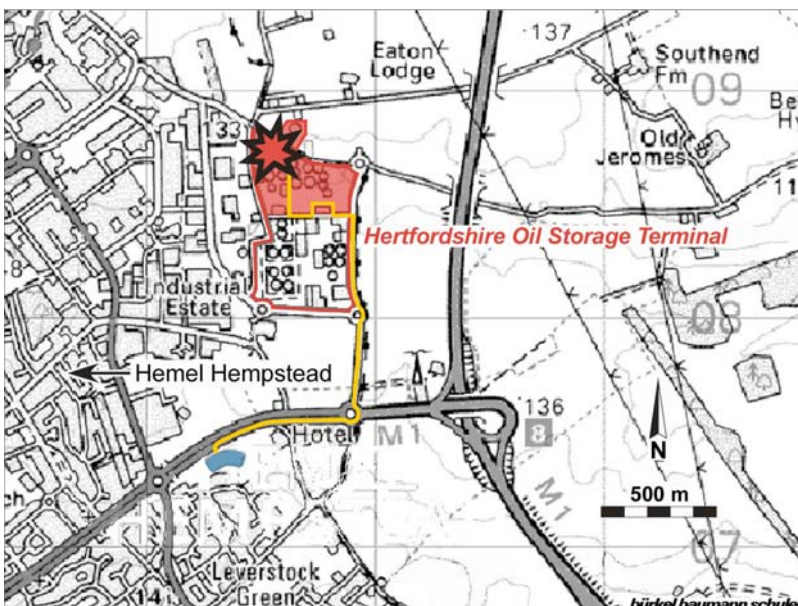




Schlauchleitungen für den Löschwassertransport sowie Fahrzeuge der Ereignisdienste beim 1,2 km vom Brandort entfernten Kreisell des Anschlusses J8 der Autobahn M1



Schlauchleitungen beim Eingang zum Gelände des Tanklagers der HOSL auf der Ostseite der Anlage und Verlegung der Schläuche innerhalb des Areals



Kartenausschnitt mit dem Verlauf der Schlauchleitungen für den Löschwassertransport von einem 1,6 km entfernten Teich



Löschfahrzeug mit Schaumwerfer im Einsatz



Situation am Montag, 12. Dezember: Der grosse Tank 12 (links) ist im Vollbrand, wird aber nicht gelöscht. Rechts sind die ausgebrannten Tanks 913, 914, 915 (ganz rechts am Bildrand) und 916 zu erkennen. Im Schaumteppich neben den Tanks sind noch an zahlreichen Stellen kleinere Brände zu sehen.



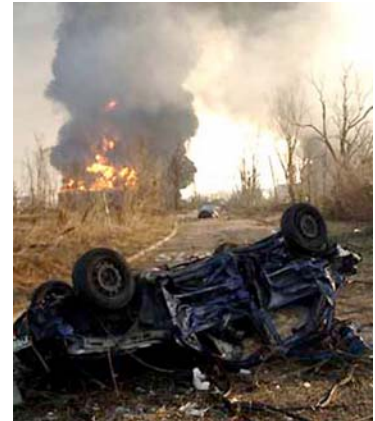
Löschfahrzeug mit Schaumwerfer auf dem Weg zwischen den Tanks 915 und 912 (im Vordergrund) und 916 und 913 (v.l.n.r.). Bis auf einen kleinen Brandherd auf dem Dach des Tanks 912 sind die Tanks ausgebrannt. Der Schaumteppich auf dem Boden verhindert den Ausbruch von Bränden weitgehend. Interessant sind jedoch die kleinen Brandherde entlang der Wand der Auffangwanne

## 2.3 Gewässerschutzmassnahmen

Es ist offensichtlich, dass die Massnahmen zum Schutz eines nahen Flusses und des Grundwassers ein zentrales Problem der Vorbereitung des Löscheinsatzes war. Gemäss dem Bildmaterial sind Auffangwannen zum Rückhalten von ausfliessendem Treibstoff und Löschwasser vorhanden. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass keine unmittelbare Gefährdung eines Vorfluters oder des Grundwassers bestanden hat.

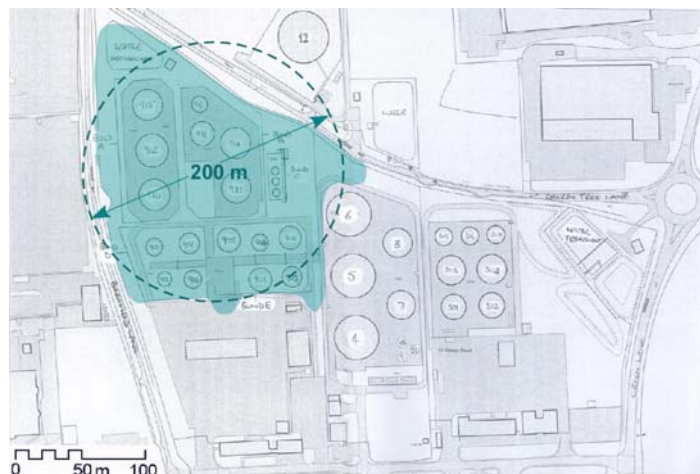
## 2.4 Ereignisursache

Fachleute vertreten die Meinung, dass die Explosion, die das Brandereignis auslöste, durch die Zündung eines Treibstoff-Luft-Gemisches entstand. In Anbetracht der gewaltigen Explosionswirkung muss eine grosse Menge leichtflüchtige brennbare Flüssigkeit freigesetzt worden sein. Auf Grund seines tiefen Flammpunktes kann es sich dabei nur um Benzin gehandelt haben, welches verdampft und durch Mischung mit dem Luftsauerstoff eine explosive Gaswolke gebildet hat. Es besteht die Hoffnung, dass der Ausgangspunkt der Freisetzung anhand von Aufzeichnungen der Überwachungskameras eruiert werden kann. Sicherheitsexperten vermuten, dass ein Leck bei einem Tank oder einer Treibstoffleitung oder die Freisetzung in Folge einer technischen Störung die Ursache war. Das nahezu windstille Wetter und die tiefe Temperatur in Bodennähe könnte zu Bedingungen geführt haben, welche die Bildung einer grossen Gaswolke über der Treibstofffläche begünstigt haben.



Die These der Explosion einer grossen Gaswolke wird durch die Aussage eines Wachmannes gestützt, welcher sich zum Zeitpunkt der Explosion im zweiten Stock des rund 300 Meter entfernten Gebäudes der Firma *Fujifilm* aufhielt. Der Nachtwächter hatte bei seiner Kontrolle ein Stunde zuvor im und ausserhalb des Gebäudes den Geruch von Treibstoff festgestellt.

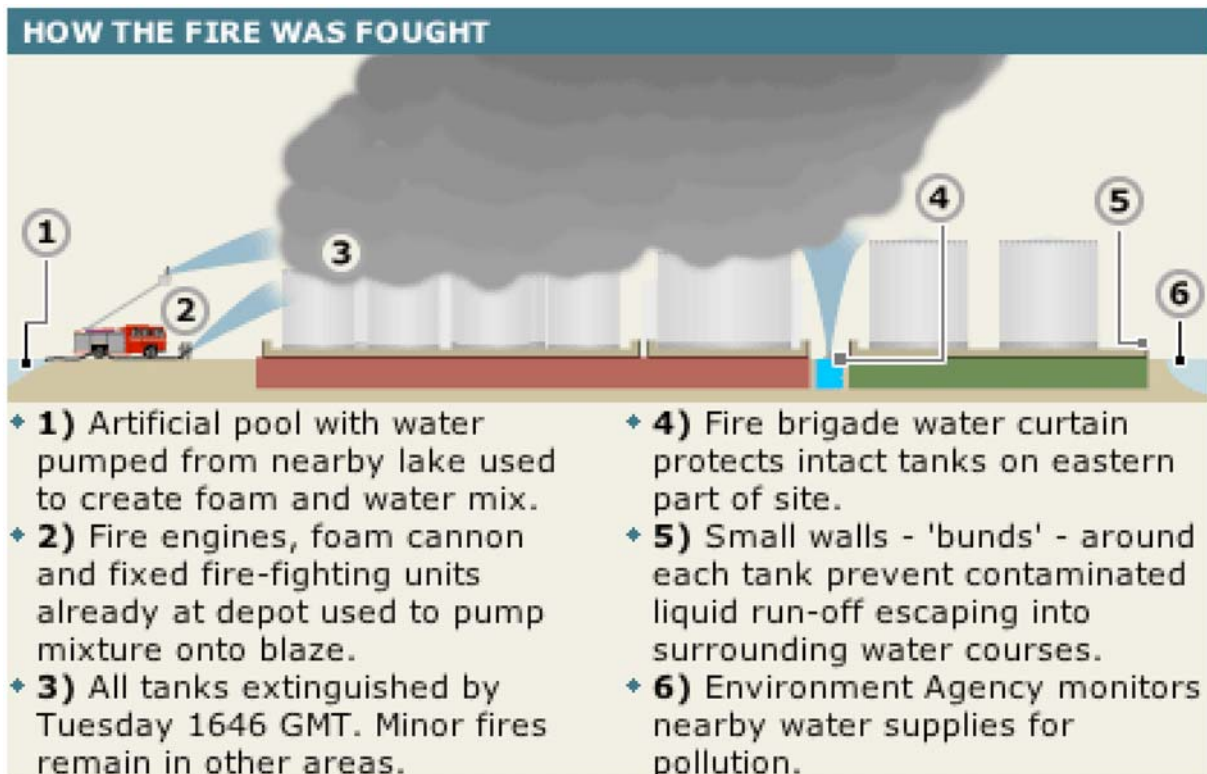
Falls das Ereignis durch eine Benzingasexplosion ausgelöst wurde, muss eine grosse Treibstoffmenge von einigen tausend Litern freigesetzt worden sein, und es muss sich eine sehr grosse zündfähige Benzingaswolke mit einem Durchmesser in der Grössenordnung von 200 Meter gebildet haben können. Von Fachleuten wird eine solche Leckage als aussergewöhnlich beurteilt. Im Weiteren explodieren Gaswolken bei einer Zündung generell nicht, sondern sie verbrennen schnell ("Flash-Fire"). Die durch den Abbrand bei einer solchen Deflagration erzeugte Druckwelle ist im Allgemeinen schwach. Die im Abschnitt 3.3.2 beschriebenen Luftstosswirkungen waren jedoch massiv. Da nur bei einer sehr grossen Gaswolke die Flammenfront beim Abbrand der Wolke so stark beschleunigt wird, dass solche Druckwirkungen resultieren können, wird vermutet, dass das Ereignis durch die Zündung einer ausserordentlich grossen Benzindampfwolke ausgelöst wurde.



## 2.5 Beurteilung des Feuerwehreinsatzes

Der Brand wurde offensichtlich durch heftige Explosionen ausgelöst. Unklar ist dabei jedoch, welche Schäden die Explosionen am Treibstofflager verursacht haben. Ebenso wenig ist bekannt, wo das Brandereignis genau angefangen und wie es sich in den ersten Minuten entwickelt hat. Es ist deshalb auch schwer zu beurteilen, ob ein rascher Einsatz der Feuerwehr den Grossbrand hätte verhindern können. Der Umstand, dass sich der Löscheinsatz nach Beginn des Brandes um mehr als 24 Stunden verzögerte, wurde von der Presse kritisiert.

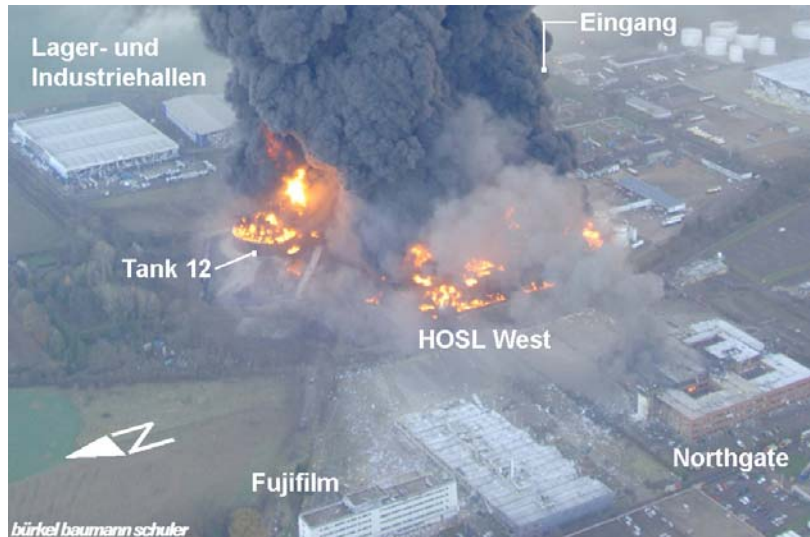
Die britische Gewerkschaft der Feuerwehren (*Fire Brigade Union, FBU*) kritisierte die lokale Feuerwehrgeschichte (*Hertfordshire Fire Brigade, HFB*) dahingehend, dass sie ungenügend auf ein Grossereignis vorbereitet gewesen seien. Die Feuerwehr wies diese Vorwürfe zurück und erklärte, dass im Tanklager monatliche Übungen – die letzte drei Wochen vor dem Ereignis – durchgeführt worden seien. Basierend auf den ersten Informationen ist jedoch zu vermuten, dass bei den Übungen vom Brand eines Lagertanks und nicht von einem unwahrscheinlichen GAU ausgegangen wurde. Die Einsatzunterlagen waren deshalb wahrscheinlich weder auf eine heftige Explosion noch auf den Brand von mehreren Tanks ausgerichtet. Sehr erstaunlich war der Umstand, dass die Feuerwehr keine Informationen zum Lagergut in einzelnen Tanks zur Verfügung gestellt werden konnten.



## 3 Ereignisauswirkungen

### 3.1 Übersicht

Einige Gebäude in der Nähe des Treibstofflagers wurden durch die Explosionen und die nachfolgenden Brandwirkungen schwer beschädigt. Aufgrund des Schadenbildes an den Tankanlagen und den umliegenden Bauten kann davon ausgegangen werden, dass die Explosionen im Areal mit den Tanks 913, 914 und 916 stattgefunden haben. Der am nächsten bei diesen Tankanlagen gelegene Hauptsitz der IT-Firma *Northgate Information Solutions* und die daneben gelegene Industriehalle wurden total zerstört. Ebenfalls schwer beschädigt wurde das Gebäude der *Fujifilm* sowie zwei im Osten gelegenen Lager- und Industriehallen.



### 3.2 Personenschäden

Das Ereignis und insbesondere auch die Explosion hat kein Todesopfer gefordert. Es wurden lediglich 49 Verletzte – drei davon schwere – registriert. Ein Tankfahrzeugfahrer wurde bei der Ladestation im Freien in ungefähr 200 m Entfernung überrascht. Er wurde vom Luftstoss umgeworfen und erlitt als Folge des Überdrucks einen Trommelfellriss. Der Nachtwächter im rund 300 m entfernten Gebäude der *Fujifilm* befand sich im zweiten Stock im Innern des Gebäudes. Er wurde durch ebenfalls umgeworfen und erlitt durch Trümmer verursachte Schnittwunden.

Es ist davon auszugehen, dass bei einem Zeitpunkt des Ereignisses während der Arbeitszeit mindestens mehrere Dutzend Personen im Freien und in den Nachbarbauten von Trümmern getroffen und getötet worden wären. Im Weiteren hätte eine grössere Anzahl von Personen neben schweren Verletzungen auch Gehörschäden erlitten.





### 3.3 Explosions- und Brandwirkungen

#### 3.3.1 Thermische Wirkungen

Aus Berichten von Zeugen sowie dem Bildmaterial kann geschlossen werden, dass die thermischen Wirkungen des Feuerballs der Explosion und die Hitzestrahlung der folgenden Brände immens waren. Augenzeugen berichteten von hundert Meter hohen Flammen. Der abgebrannte Bewuchs, welcher das Areal des Tanklagers im Norden und im Westen in einem Abstand von etwa 40 m umsäumt, lässt ebenfalls auf intensive thermische Wirkungen schliessen.



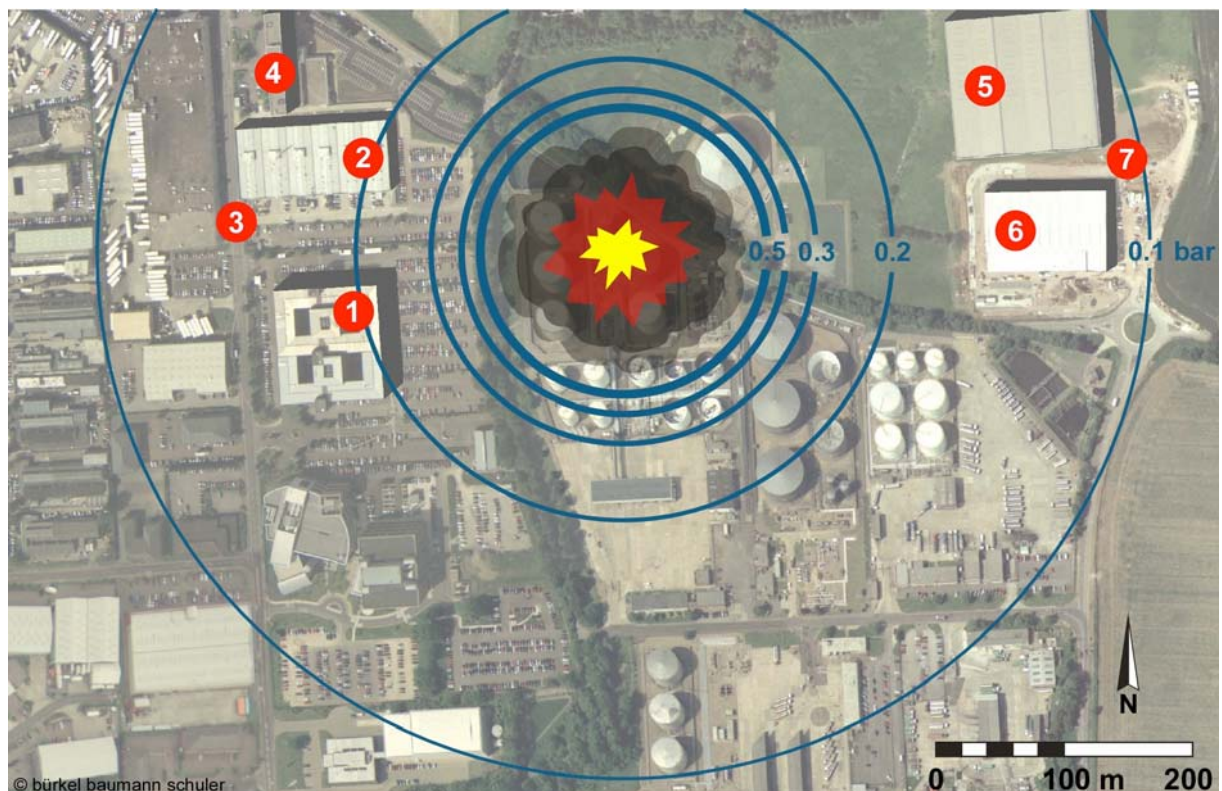
Als Folge der thermischen Wirkungen der Explosion und der nachfolgenden Brände geriet auch ein Teil des etwa 150 m entfernten Bürogebäudes der *Northgate Information Solutions* in Brand. Man erkennt den Gebäudebrand an der weissen Rauchfahne im rechten Bild. Im Bild darunter sind zudem Flammen im Innenhof des Gebäudes zu sehen.



### 3.3.2 Luftstosswirkungen

Der durch die Explosion verursachte Luftstoss hatte grosse Schäden an den umliegenden Bauten zur Folge. Auch in grösserer Entfernung kam es noch zu kleineren Schäden an Bauten. So wurden beispielsweise in einem Umkreis von 800 m eingedrückte Türen und zerbrochene Fensterscheiben gemeldet. In einem Fall wurden Ziegel eines Dachs abgehoben. Vereinzelt gingen Verglasungen auch in einer Entfernung von über einem Kilometer in Brüche. Aussagen von Politikern, wonach 60 bedeutende Gewerbebauten und Geschäftshäuser so gravierende Tragwerksschäden erlitten haben, dass sie abgerissen werden müssen, sind jedoch als übertrieben zu beurteilen.

Auf Grund der Schäden an den umliegenden Hochbauten und den gemeldeten Druckwirkungen in grosser Entfernung sowie der Trommelfellverletzung des Tankwagenfahrers in rund 200 m Entfernung kann auf die Ausbreitung der Überdruckwelle geschlossen werden. Diese ist in der folgenden Grafik dargestellt. Ein Luftstoss mit dieser Stärke ist die Folge einer Explosion mit einem TNT-Äquivalent von etwa 15'000 kg.



Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass der Spitzenüberdruck des einfallenden Luftstosses beim *Northgate* Gebäude (1) und bei der Halle West (2) etwas über 0,2 bar betragen haben dürfte. Beim Gebäude der *Fujifilm* (4) und den beiden Lagerhallen im Osten (5) und (6) dürfte der Überdruck rund 0,15 bar gewesen sein. In 800 m Entfernung hatte der Spitzenüberdruck noch eine Grösse von etwa 0,05 bar.

Die für die Druckwirkung auf Gebäude massgebende Überdruckspitze des reflektierten Luftstosses ist jeweils ungefähr doppelt so gross, wie der oben dargestellte Spitzenüberdruck des einfallenden Luftstosses. In Bezug auf die Reflektion ist jedoch auch die Lage des Gebäudes zum einfallenden Luftstoss massgebend.

Die folgenden Abbildungen zeigen Gebäudeschäden an den verschiedenen mit Nummern bezeichneten Stellen. Dazu sind die geschätzten Überdruckspitzen des reflektierten Luftstosses angegeben.

### (1) Northgate

Der Spitzenüberdruck des reflektierten Luftstosses dürfte ca. 0,5 bar betragen haben. Das Gebäude ist generell schwer beschädigt. Die Fensterverglasungen sind am ganzen Gebäude (auch auf der Gebäuderückseite) zerbrochen. Fassadenbekleidungen sind weggerissen. Die Tragsicherheit (wahrscheinlich Stahlbetontragwerk) ist jedoch vermutlich gewährleistet. Es ist schwierig zu beurteilen, welche Schäden vom Luftstoss und welche vom nachfolgenden Gebäudebrand herrühren.



Luftaufnahme des Hauptsitzes der Firma *Northgate Information Solutions*



Ostfassade des Gebäudes der *Northgate Information Solutions*

**(2) Halle West**

Für die südöstliche Gebäudeecke der "Halle West" wird der Spitzenüberdruck des reflektierten Luftstosses auf 0,5 bar geschätzt. Die Halle wurde durch den Luftstoss vollständig zerstört. Die Tragkonstruktion der Halle ist über weite Strecken zerstört und das Dach ist bei dem am stärksten betroffenen Gebäudeteil eingestürzt. Auf Grund der allgemein leichten Bauweise wurden die Blechverkleidungen der Aussenwände und des Dachs vom Luftstoss weggerissen.



Luftaufnahme der "Halle West"



Aufnahme in Richtung Süden



Aufnahme in Richtung Nordwesten (Gebäude der Fujifilm im Hintergrund)

### (3) Eingang West

Beim Eingang zum Industrieareal an der Westseite dürfte der maximale Überdruck des reflektierten Luftstosses noch etwa 0,3 bar betragen haben. Auf den Bildern unten erkennt man die vollständig zerstörte "Halle West".



### (4) Fujifilm

Auf die Ostfassade des Gebäudes der *Fujifilm* dürfte ein reflektierter Überdruck von 0,3 bis maximal 0,4 bar gewirkt haben. Das Gebäude wurde bei der am nächsten zur Explosion liegenden Gebäudeecke schwer beschädigt, wobei Fassadenverkleidungen sowie Dachaufbauten weggerissen wurden. Die Verglasungen wurden am ganzen Gebäude zerstört.



### (5)(6) Hallen Ost

Die beiden Industrie- und Lagerhallen liegen östlich ca. 250 m vom mutmasslichen Explosionsort entfernt. Der senkrecht an den Westfassaden der Hallen reflektierte Luftstoss hatte einen geschätzten Spitzüberdruck von 0,3 - 0,4 bar. Durch diesen Luftstoss wurden die Gebäudeverkleidungen der Hallen auf der ganzen Fassadenlänge zerstört.



Halle (5) links und Halle (6) rechts sowie brennender Tank 12 im Vordergrund



Auf der gesamten Länge zerstörte Metallfassade der Halle (5)

### (7) Eingang Ost

Beim rund 350 m entfernten Eingang zwischen den beiden "Hallen Ost" war noch ein einfallender Luftstoss mit einem maximalen Überdruck von etwa 0,1 bar massgebend. Auf Grund der Lage der Gebäudefassaden waren an dieser Stelle Reflexionen des Luftstosses kaum massgebend. Wegen des vergleichsweise geringen Druckes und auf Grund des Schadenbildes kann davon ausgegangen werden, dass die in den folgenden Bildern sichtbaren Schäden an der Fassade durch den Überdruck im Innern der Halle verursacht wurden.

Als Folge des Überdrucks im Innern der Halle (5) nach Aussen gedrückte Fassadenelemente. Im Hintergrund ist in etwa 250 m Entfernung der brennende Tank 12 zu erkennen.



### (8) Hemel Hempstead

In der Ortschaft Hemel Hempstead in einer Entfernung von einem Kilometer und mehr führte der durch die Explosion verursachte Luftstoss noch zum Bruch von Fensterverglasungen. Der maximale Überdruck der reflektierten Luftstosswelle betrug an diesen Stellen 0,05 bar und weniger.



### 3.3.3 Rauchemission

Der Brand des Tanks 12 emittierte am meisten Rauch. Es handelt sich dabei um den grössten Tank auf dem Areal des Tanklagers der HOSL. Sein Fassungsvermögen kann auf etwa 20'000 m<sup>3</sup> geschätzt werden. Auf Grund der Fotografien ist davon auszugehen, dass die Feuerwehr den Tank ausbrennen liess und nicht löschte. Eine Beschreibung der Rauchausbreitung und der damit verbundenen ökologischen und gesundheitlichen Aspekte findet sich im folgenden Abschnitt 3.4.



## 3.4 Brandrauch

### 3.4.1 Rauchausbreitung

Die Informationen im Zusammenhang mit der Rauchfahne des Brandes des Tanklagers sind widersprüchlich. Es ist jedoch offensichtlich, dass der Rauch über dem Brand vertikal in die Höhe stieg. Im Hinblick auf ein Absinken der Rauchfahne zum Boden waren die meteorologischen Verhältnisse während des Brandes günstig. Es herrschte eine Inversionslage mit einer kalten Luftschicht in Bodennähe. Dies unterstützte den Aufstieg des Rauchs in höher gelegene Luftschichten. In 2'000 – 3'000 m Höhe driftete die Rauchfahne gegen Südengland, zuerst in Richtung Südwesten, dann in Richtung Südosten. Die Verschmutzung wurde somit in eine grosse Höhe getragen. Eine Kontamination des Bodens wurde an keinem Ort festgestellt.







These satellite images show how smoke from the Buncefield fuel depot fire spread after the initial explosions at 0600 GMT on 11 December. By lunchtime on 12 December, the smoke had reduced to a tiny black plume. (All images courtesy Dundee University except the first, which is from US NOAA.)

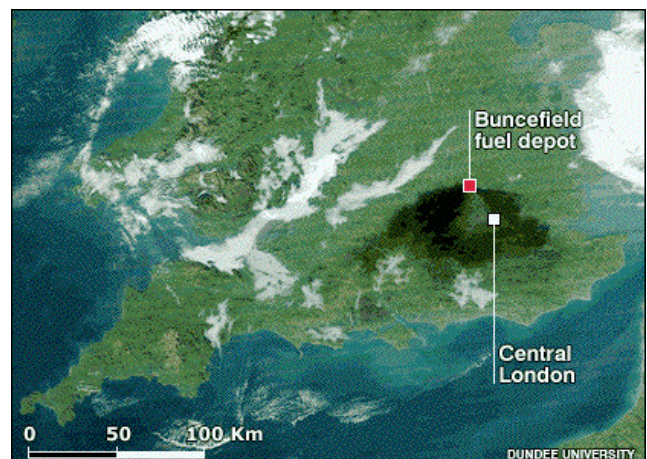


Rauchfahne in einer Höhe von 2'000 – 3'000 Meter über dem Boden



Rauchwolke über London

Die Rauchwolke dehnte sich 100 km in ost-westlicher Richtung sowie 50 km in südlicher Richtung aus.



### 3.4.2 Evakuierungen, Sperrungen

In einem Abstand von 800 Meter (1/2 Meile) wurde eine Sperrzone um das Tanklager errichtet. Obwohl der Rauch über dem Brand vertikal in die Höhe stieg, wurden 2000 Personen in der Umgebung des Tanklagers evakuiert. 500 Personen mussten in Notunterkünften untergebracht werden. Im Weiteren wurden etwa 70 Schulen in einem Umkreis von 17 Kilometern geschlossen. Es ist denkbar, dass diese Anordnungen der Behörden aus psychologischen Gründen sinnvoll waren, da die Bevölkerung nicht in der Lage war, die Gefährdung zu beurteilen.



Die Autobahn M1 war wegen dem Risiko weiterer Explosionen im einen halben Kilometer entfernten Tanklager zwischen den beiden Anschlüssen J8 und J9 bis am Montagabend gesperrt.



### 3.4.3 Gesundheitliche Gefährdung

Mit einem speziell instrumentierten Flugzeug wurde die Rauchfahne durchflogen und dabei Luftproben entnommen. Die gemessenen Russpartikel hatten eine Grösse im Bereich von 10  $\mu\text{m}$ . Partikel dieser Grösse sind generell wenig gesundheitsgefährdend. In der Folge entstanden Diskussionen über die Toxizität des Rauches. Es wurde darauf hingewiesen, dass der Rauch auch feinere Partikel enthalte und deshalb krebserregend sei. Ein Professor der Universität von Edinburgh stellte fest, dass die Brände in Kuwait nach dem Irak-Krieg ein Vielfaches an Russ emittierten, ohne dass Auswirkungen auf die Gesundheit der Bewohner beobachtet wurden. Die zuständige nationale Stelle für die Überwachung der Luftqualität konnte am Boden keine Auswirkungen des Brandes feststellen.

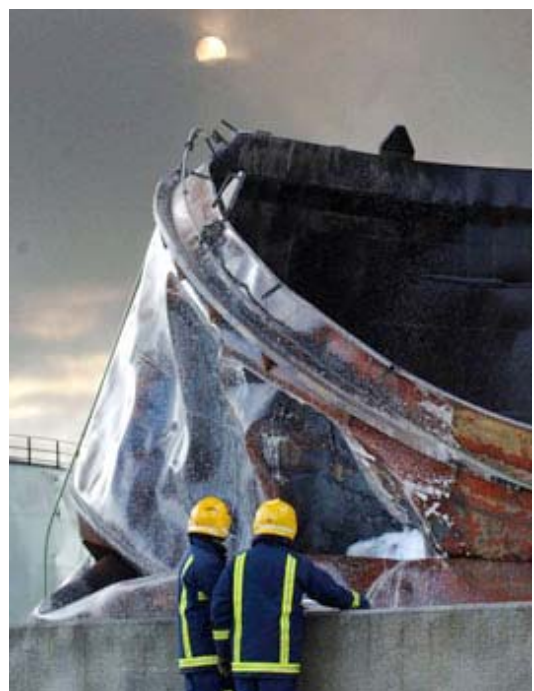
## 4 Zusammenfassung und Fazit

### 4.1 Charakteristiken des Ereignisses

- Das Ereignis ist in Anbetracht der sehr hohen Schadenssumme ein Störfall gemäss der schweizerischen Störfallverordnung.
- Ausgangspunkt des Ereignisses war die Freisetzung einer grossen Menge von Treibstoff, die eine starke Explosion mit einem erheblichen Luftstoss bewirkte.
- In Anbetracht des Zeitpunktes der Explosion an einem Sonntagmorgen um 6 Uhr wurde durch die Explosion niemand getötet.
- Die Explosion verursachte grosse Schäden am Treibstofflager sowie auch an Nachbarbauten. Die im Tanklager entstandenen Havarien lösten kurz nach der Explosion noch weitere Explosionen aus.
- Die Explosionen lösten einen Grossbrand mit den folgenden Konsequenzen aus:
  - Eine möglicherweise nicht vorgesehene Beschaffung von Löschwasser aus einem 1,6 km entfernten Teich.
  - Die Beschaffung von grossen Mengen von Löschschaumkonzentrat
  - Eine eher marginale Evakuierung von Personen aus der Nachbarschaft
  - Die Gefahr von Explosionen während des Löscheinsatzes von Angehörigen der Feuerwehr
- Der Brand hatte eine riesige Rauchfahne zur Folge. Diese sank jedoch nicht auf den Boden ab und ist in Anbetracht der weltweiten Verbrennung von Stoffen aller Art nicht relevant.

### 4.2 Einsatzunterlagen und Feuerwehreinsatz

Basierend auf den vorliegenden Unterlagen ist zu vermuten, dass die Einsatzunterlagen weder auf eine Explosion mit einem grossen Energiepotential, noch auf den Brand mehrerer Tanks ausgerichtet waren. Die Äusserungen seitens des zuständigen Chefs der Feuerwehr sind dahingehend, dass bei den Übungen vom Brand eines Tanks ausgegangen wurde. Sehr erstaunlich war der Umstand, dass die Feuerwehr keine Informationen zum Lagergut in einzelnen Tanks besass. Positiv zu beurteilen ist die Organisation einer Informationsveranstaltung für die Bewohner in der näheren Umgebung des Treibstofflagers mit einer Teilnahme der Behörden, der Polizei, der Feuerwehr und Vertretern des Tanklagerbetreibers der Firma *Total*.



Unter Berücksichtigung der wenig umfassenden Einsatzplanung für den Fall des Brandes mehrerer Treibstofftanks ergeben sich die folgenden Schwerpunkte der Ereignisbewältigung.

- Die Vorkehrung von Massnahmen zum Schutz eines Flusses und des Grundwassers
- Die Koordination von 15 Formationen der Feuerwehr mit insgesamt 650 Angehörigen
- Der Bau von Wassertransportleitungen mit einer Länge von 1,6 km zu einem Teich und der Einsatz zahlreicher Hochleistungspumpen
- Die Beschaffung einer grossen Menge von Löschschaumkonzentrat
- Die Beschaffung von Informationen zum Lagergut in den einzelnen Tanks
- Die Sicherheit der Angehörigen der Feuerwehr im Hinblick auf Explosionen während des Einsatzes an der Front



### 4.3 Krisenmanagement

Der eingesetzte Führungsstab hatte in Anbetracht des günstigen Verlaufs des Ereignisses wie insbesondere die geringe Anzahl verletzter Personen sowie der ideale Wetterlage keine schwierigen Entscheidungen zu treffen und keine bedeutsamen Interessenabwägungen vorzunehmen. Die durchgeführten Evakuierungen sowie die Ratschläge an die Bevölkerung im Zusammenhang mit dem Rauch wären nicht notwendig gewesen. Das Gleiche gilt auch für die Schliessung der Schulen in einem grossen Umkreis.

Es kann festgestellt werden, dass die übrigen Organe der Ereignisdienste im Vergleich zur Feuerwehr wenig gefordert wurden. Die folgenden Aufgaben sind gemäss den vorliegenden Informationen erwähnt.

- Die Evakuierung von Anwohnern in der näheren Nachbarschaft des Treibstofflagers durch die Polizei
- Die Beurteilung der Gefährdung von Gewässern durch Löschschaum sowie der Beratung der Feuerwehr bei der Planung von Sicherheitsmassnahmen
- Die meteorologische Beurteilung der Rauchfahne primär im Hinblick auf ein allfälliges Absinken auf den Boden
- Probeentnahmen von Rauch mit einem speziell ausgerüsteten Flugzeug
- Die Anordnung von Sperrungen der Autobahn M1