

ROLAND DEMKE

Brände von Erdgasbussen

Großbrand in Saarbrücken

Die Saarbahn GmbH, das Nahverkehrsunternehmen der Landeshauptstadt Saarbrücken, betreibt die größte mit Erdgas angetriebene Omnibusflotte Deutschlands. Am 12. Mai 2003 brannten zwei Gelenkbusse im Busdepot völlig aus. Bei dem Großbrand kam es auch zum Zerknall eines Gastanks.

Außer dem Feuerwehreinsatz werden die Erdgastechnik bei Omnibussen sowie mögliche Maßnahmen der Feuerwehr im Schadenfall beschrieben.

► Druckgasbehälter
Erdgas
Explosion
Omnibus

Saarbrücken ist als Landeshauptstadt mit etwa 183 000 Einwohnern das Oberzentrum des Saarlandes mit Ausstrahlung bis nach Rheinland-Pfalz und in den französisch-lothringischen Grenzraum, zumal zirka 19 Kilometer der Stadtgrenze gleichzeitig die Bundesgrenze zu Frankreich darstellen. Zusätzlich findet täglich ein Zustrom von rund 100 000 Pendlern statt. In Saarbrücken und dem Verdichtungsraum des Stadtverbandes wohnen mit 360 000

Einwohnern ungefähr ein Drittel der saarländischen Bevölkerung auf zirka 20 % der Gesamtfläche des Landes. Der Stadtverband ist eine bundesweit einmalige kommunale Gebietskörperschaft mit spezifischen Aufgabenzuweisungen und am ehesten mit einer Kreisverwaltung vergleichbar. Dieser Ballungsraum stellt das bei weitem größte Risikopotenzial des Landes dar, zumal sich sämtliche überörtlichen Verkehrswege zu Lande, zu Wasser und in der Luft hier bündeln bzw. miteinander verknüpfen sind. Die Mobilitätsbedürfnisse der Bevölkerung werden durch einen leistungsfähigen Personen-Nahverkehr auf der Straße und Schiene befriedigt. Der Brandschutz wird durch die Berufsfeuerwehr mit etwa 190 Mitarbeitern an zwei Feuerwachen und die Freiwillige Feuerwehr mit rund 730 Mitgliedern in 17 Löschbezirken sichergestellt.

■ Die Saarbahn GmbH

Die Saarbahn GmbH, das Nahverkehrsunternehmen der Landeshauptstadt Saarbrücken, befördert jährlich rund 42 Millionen Fahrgäste auf der Straße sowie der Schiene und legt dabei elf Millionen Kilometer zurück. Auf der Schiene leisten täglich 22 Stadtbahnen den Betrieb, sechs

weitere sind nach Kassel ausgeliehen. Die Stadtbahn befördert derzeit 40 000 Fahrgäste am Tag. Daneben tragen die Omnibusse immer noch die Hauptlast des täglichen öffentlichen Verkehrs. Etwa 300 Fahrer fahren jeden Tag mehr als 600 Haltestellen an. Seit 1995 sind in Saarbrücken und Umgebung Erdgasbusse im Einsatz. 70 % der Fahrzeuge fahren mit Erdgas. Die restlichen Busse haben noch Dieselantrieb. Somit besitzen die Saartal-Linien zurzeit die größte Erdgasbus-Flotte Deutschlands. Die Saartal-Linien verfügen gegenwärtig u. a. über 46 MAN-CNG-Solobusse und 38 MAN-CNG-Gelenkbusse (Tabelle 1 auf Seite 894; Bild 1). Es ist geplant, bis 2004 den kompletten Fuhrpark mit Erdgas zu betreiben.

Das Betriebsgelände

Das Betriebsgelände der Saarbahn GmbH befindet sich mitten in der Stadt im Stadtteil Alt-Saarbrücken. Es liegt zwischen der Gersweiler Straße und der Hohenzollernstraße bzw. in der Verlängerung der Autobahn 620 direkt neben der Ausfahrt »Malstatter Brücke«. Die Hauptzufahrt erfolgt über die quer verlaufende Malstatter Straße. Ebenso ist eine Zufahrt über die Gersweiler Straße möglich. Das Gelände

Bild 1
CNG-Solobus der
neuen Generation



Dr. ROLAND DEMKE
Leitender
Branddirektor
Leiter der
Berufsfeuerwehr
Saarbrücken
und Schulleiter
der Feuerwehrschiele
des Saarlandes

Bilder: Verfasser,
Feuerwehrschiele
des Saarlandes,
Saarbahn GmbH,
Becker & Breidel

	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Bus	Saarbahn
Hersteller	MAN	MAN	MAN	MAN	MAN	Renault	MAN	Bombardier
Modell	NL 232 CNG	NL 263 CNG	NG 313 CNG	NL 202	SG 292	PR 180.2	SUE 242	Stadtbahn
	Solo	Solo	Gelenk	Solo	Gelenk	Gelenk		2-System Niederflur
Anzahl	40	6	38	28	5	4	1	22 (+6 vermietet)
Sitzplätze	34	35	51	35	60	54	50	96
Stehplätze	62	55	101	62	100	85	50	147
Leistung [kW]	170	180	228	157	213	222	177	960
Antriebsart	CNG	CNG	CNG	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	750 V DC 15000 V AC
Länge [m]	11,80	12,00	18,00	11,80	17,43	17,67	11,89	37,07
Breite [m]	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,65
Höhe [m]	3,40	3,20	3,20	2,90	3,01	2,91	3,05	3,65
Leergewicht [t]	11,6	11,7	16,5	9,8	14,5	15,72	10,6	55,0
Höchstgeschwindigkeit [km/h]	79	84	86	93	85	86	115	100

ist rund 300 Meter lang und 130 Meter breit. Die Entfernung zur Feuerwache 2 der Berufsfeuerwehr beträgt zwei Kilometer, zur Feuerwache 1 etwa 3,5 Kilometer.

Auf dem Betriebsgelände befinden sich ein dreigeschossiges Betriebs- und Verwaltungsgebäude, das Busdepot sowie eine kombinierte Erdgas- und Dieseltankstelle (Bild 2). Ebenfalls steht auf dem Gelände eine Methangas-Absaugstation des Amtes für Brand- und Zivilschutz, die in diesem Stadtteil wegen geologischer Besonderheiten austretendes natürliches Erdgas absaugt und verwertet.

In unmittelbarer Nachbarschaft zum Busdepot befindet sich in einer Entfernung

Tabelle 1
Fuhrpark der Saar-
bahn GmbH

von zirka 30 Metern das Hotel Crystal, ein dreigeschossiges Gebäude mit 66 Doppel- und 39 Einzelzimmern, und in etwas weiterer Entfernung eine öffentliche Tankstelle sowie mehrere Wohngebäude und Gewerbebetriebe. Die Löschwasserversorgung

Bild 2
Betriebsgelände der
Saarbahn GmbH und
unmittelbare Nachbar-
schaft

des Betriebsgeländes lässt sich aus einem leistungsfähigen Rohrleitungsnetz mit Unterflurhydranten (UH 450) sicherstellen, das sich im Bereich des öffentlichen Verkehrsraumes, der das Gelände umgibt, befindet. Die Saarbahn GmbH unterhält eine eigene Betriebsfeuerwehr mit elf Mitgliedern und einem Löschgruppenfahrzeug LF 16.

Die Erdgas-Tankstelle

Zum Konzept der Erdgas-Busflotte gehört auch eine leistungsfähige Erdgas-Tankstelle. Es ist die größte Erdgas-Tankstelle (CNG) Europas. Sie wird in Form einer kombinierten Diesel-/Erdgas-Tankstelle





Bild 3
Die Erdgastankstelle
auf dem Betriebs-
gelände der Saarbahn

betrieben (Bild 3). Ausgestattet ist sie mit zwei frei stehenden Stahltanks mit je 100 000 Litern Diesel-Kraftstoff. In acht überirdischen Druckbehältern (Röhrenspeicher: Länge 8,5 Meter, Durchmesser 0,81 Meter, Wandstärke 40 Millimeter) mit insgesamt 25 200 Litern Nenninhalt ist zudem Erdgas mit einem Gasvolumen von 5 500 Kilogramm bei 250 bar gespeichert (Bild 4). Die Zuführung des Erdgases erfolgt von einer Übergabestation aus dem öffentlichen Netz auf den Betriebshof durch eine 550 Meter lange Rohrleitung mit 150 Millimetern Nenndurchmesser.

Die Förderleistung der vier Kompressoren der Tankstelle beträgt 2 730 Nm³/h. Zwei Gas-Zapfsäulen für Pkw und vier Zapfsäulen für Busse sind in die vorhandene robotergestützte Diesel-Tankstelle integriert. Sie besitzen eine Durchflusskapazität von 6 000 Nm³/h bei Bussen. Die Betankung läuft automatisch. Die Zeit zum Betanken eines Erdgasbusses beträgt wie beim Dieselbus etwa drei Minuten. Von den Röhrenspeichern gespeist, befindet sich in rund 180 Metern Entfernung eine weitere Pkw-Gaszapfsäule für private Nutzer an einer öffentlichen Tankstelle. Die Genehmigung der Anlage nach § 8a des Bundes-Immissionsschutzgesetzes erfolgte durch das Gewerbeaufsichtsamt (Genehmigungspflicht ab Lagerung von drei Tonnen Erdgas).

Bild 4
Röhrenspeicher der
Erdgastankstelle

Das Busdepot

Im hinteren Bereich, parallel zur Gersweiler Straße verlaufend, befindet sich das Busdepot. Dieses besteht aus insgesamt vier nebeneinander angebauten, eingeschossigen Busabstellhallen in Massivbauweise, die jeweils eine Größe von etwa 110 × 25 Metern besitzen. Die Hallen sind jeweils in sieben Spuren unterteilt, in denen die Busse abgestellt werden können. Das Fassungsvermögen einer Halle beträgt 49 Solo-Omnibusse.

Die Hallen sind durch Zwischenwände getrennt, die teilweise mit Hohlblocksteinen gemauert und verputzt sind. Halle 1 besitzt an der linken (südlichen) Längsseite zur Gersweiler Straße hin eine Außenwand mit einem Lichtband aus durchgängigen Glasfenster-

einsätzen in zirka drei Metern Höhe. Böden und Decken bestehen aus Betonelementen. Die Dachkonstruktion des Satteldaches ist aus Spannbetonträgern aufgebaut, auf die Betonplatten aufgelegt sind. Der Nässeschutz des Daches besteht aus verschweißten Bahnen aus Bitumen (Dachpappe) ohne Isolierschicht. Die Rolltore an den Giebelseiten stehen in der Regel offen und werden zum Ein- und Ausfahren der Omnibusse benutzt.

Die nicht unterkellerten Hallen sind mit Gaswarnanlagen für Methan und Kohlenmonoxid und daran gekoppelten automatisch öffnenden Lichtkuppeln im Dachbereich als Sicherheitseinrichtung ausgestattet. Nach Aktivierung der Warnanlagen werden die vollautomatischen Hallentore sowie die Dachluken geöffnet. Die von-



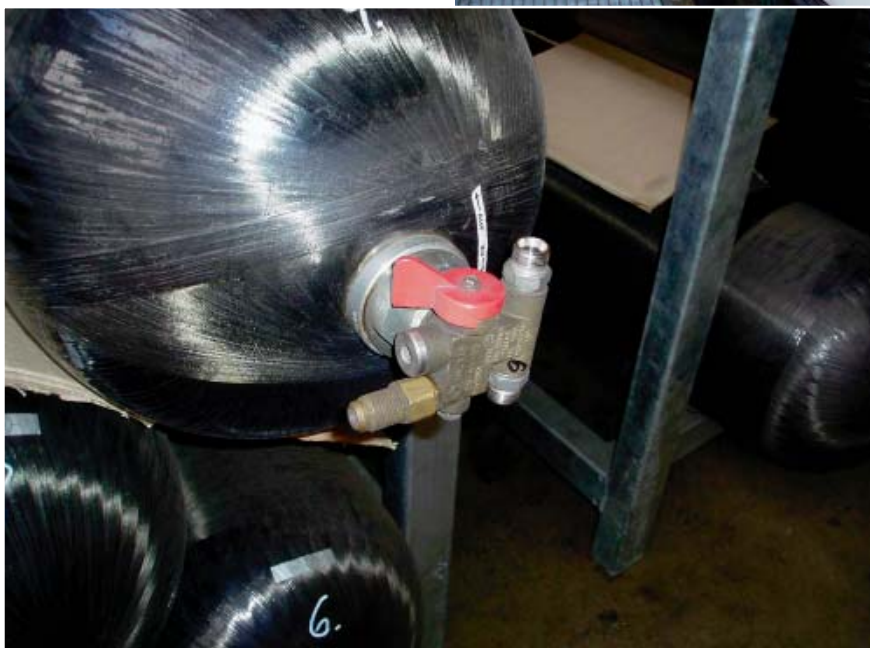


Bild 5
Gasstraße eines CNG-Gelenkbusses

einander mittels Mauerwerk abgetrennten Hallen unterliegen durch die natürliche Luftbewegung einer ständigen Sogwirkung, sodass ein ausreichender Luftaustausch gegeben ist. Die Hallen sind mit Handfeuerlöschern und Wandhydranten ausgestattet. Automatische Löschanlagen oder eine Brandmeldeanlage, die zur Feuerwehr aufgeschaltet ist, gibt es nicht.



Bild 6
Flaschenbatterie mit Gastanks aus Kohlefaserverbundwerkstoff



■ Kraftstoff Erdgas

Für die Speicherung von Erdgas an Bord von Fahrzeugen bieten sich zwei Möglichkeiten an:

- flüssig bei -162 °C als LNG (Liquified Natural Gas),
- gasförmig unter einem Druck von zirka 200 bar als CNG (Compressed Natural Gas).

Nicht zu verwechseln sind diese Kraftstoffarten mit Flüssiggas LPG (Liquified Petroleum Gas), einem Propan-/Butangemisch, das auch von manchen Verkehrsbetrieben in ihrem Fuhrpark verwendet wird.

Bild 7
Armaturn eines Gastanks

Bild 8
Ventilplatte mit Hauptabsperrrventil eines CNG-Solobusses: 1 = Hauptabsperrrventil für Gaszufuhr Motor, 2 = Absperrrventil Gaszufuhr Heizung, 3 = gesichertes Ventil der Entsorgungsleitung



Erdgas-Antrieb ist zwar in den Anschaffungskosten teurer als ein Dieselmotor. Der Vorteil liegt jedoch nicht nur in den wesentlich umweltfreundlicheren Emissionen. Als Kraftstoff ist es gegenüber Diesel auch erheblich günstiger. Erdgasmotoren sind sehr sauber. Sie emittieren nur etwa 15 % der Schadstoffmenge von herkömmlichen Dieselmotoren. Die Erdgasmotoren sind außerdem wesentlich leiser als Dieselmotoren. Deshalb betrachten die Betreiber Erdgasbusse für den Nahverkehr in Städten als ideal.

■ Der Erdgasbus – technischer Aufbau

Die Busse bestehen aus einem Vierkant-Rohrrahmengestell. Bis in Fensterhöhe ist dieses Gestell mit Blechtafeln von außen verkleidet. Im vorderen Dachbereich der Busse ist auf dem Rohrgestell ein separat abnehmbares Gestell aus einer Aluminiumguss-Legierung für die Gastanks montiert (Bilder 5 bis 7). Die Druckgastanks liegen in diesem Gestell quer zur Fahrtrichtung und sind mit Stahlbändern gesichert. Sie werden über eine im Rahmen befindliche Befüllereinrichtung, von der eine Füllleitung aus Edelstahl zu den Tanks führt, mit komprimiertem Erdgas (CNG, 200 bar) befüllt.

Von den Druckgasbehältern auf dem Dach wird das Gas über eine Hochdruck-Versorgungsleitung aus Edelstahl bis in den Motorraum geführt. Im Heckbereich liegt der quer eingebaute Motor. Im Motorraum befindet sich ein Zweistufen-Druckgasregler, der den Fülldruck der Vorratsbehälter von 200 bar auf einen Systemdruck von 8 bar reduziert. Von diesem Zweistufenregler wird das Gas über eine Gasrohranlage und eine Schlauchlei-

tung zum Zumischer geleitet. In diesem sind Einblasventile, durch die das Gas in die Ansaugluft des Motors eingeleitet wird. Der Arbeitsdruck beträgt hier noch 0,9 bar. Die Abgasreinigung erfolgt über einen Dreiwegkatalysator.

Die Gasstraße des Busses besitzt verschiedene Sicherheitseinrichtungen, die das System vor dem unkontrollierten Ausströmen von Gas schützen sollen bzw. mit denen im Schadenfall das System stillgelegt werden kann (Bilder 8 und 9, Kästen 1 bis 4 auf Seite 898). Erkennbar sind mit Erdgas betriebene Busse an ihrem markanten Dachaufbau. Eine Abdeckhaube dient als Wetterschutz für die Gastanks. Das Dach besteht aus einem Glasfaserverbundstoff. Im Dach befinden sich zwei Notausstiegsklappen vor und hinter dem Flaschenpaket. Der Bodenbereich der Busse ist mit gedämmten Holzplatten, welche mit einem Kunststoff-Bodenbelag versehen sind, ausgelegt. Die Innenverkleidung besteht zum großen Teil aus Glasfaserverbundstoffen sowie Kunststoffsitzen mit Polsterbezug. Die Materialien der Innenverkleidung sind schwer entflammbar.

Bild 9
Befüllereinrichtung und Abdeckklappe eines CNG-Solobusses: 4 = Füllanschluss, 5 = Füllstandsanzeige, 6 = Tankventil



■ Der Feuerwehreinsatz

Lagebeschreibung bei Einsatzbeginn

Am Montag, dem 12. Mai 2003, herrscht trockenes Wetter mit bedecktem Himmel bei einer Lufttemperatur von 22 °C. Es bläst ein leichter Wind aus Südwest. Gegen 15.00 Uhr bemerkt das Betriebspersonal in Halle 1 des Busdepots einen im Heckbereich brennenden Erdgas-Gelenkbus. Eigene Löschversuche mit Pulverlöschern scheitern, da der Brand bereits auf den Innenraum des Busses übergegriffen hat.

Tanks

- Zehn Gasflaschen mit je 172 Litern Nenninhalt bei Gelenkbussen, sechs bis acht Flaschen mit je 140 Litern Inhalt bei Solobussen.
- Verbundflaschen mit einem Liner aus Aluminiumlegierung und Kohlefaser/Epoxidharz-Wicklung bei Gelenkbussen (ältere Solobusse: auch Stahlverbundflaschen mit Glasfaserwicklung).
- Fülldruck der Gasflaschen: 200 bar/15°C.
- Prüfdruck der Gasflaschen: 300 bar/15°C.

CNG-Hochdruckgasanlage mit drei Druckstufen

1. Hochdruckbereich mit 200 bar zwischen Gastanks und Druckminderer.
2. Mitteldruckbereich mit 8 bar zwischen Druckminderer und Dosiereinheit im Motorraum.
3. Niederdruckbereich mit 0,9 bar Arbeitsdruck ab Dosiereinheit bis zum Antriebsaggregat.

Rohrleitungssystem

- Füllleitung aus Edelstahl von Befüllrichtung zu den Gastanks;
- Versorgungsleitung aus Edelstahl von den Gastanks zum Motorraum;
- Flexible Schlauchleitungen im Bereich des Drehschemels von Gelenkbussen.

Motor

- CNG-Antriebstechnik mit Erdgas als Kraftstoff.
- Ottomotor mit Gasantrieb und Dreiwegkatalysator.

**Kasten 1
Kenndaten
der Gasstraße****Kasten 4
Besondere Maßnahmen
der Feuerwehr
bei Ereignissen mit
Erdgasbussen**

Zum Zeitpunkt des Brandausbruches sind in der Halle 1, die als Ausweichhalle genutzt wird, fünf erdgasbetriebene Gelenkbusse, ein Kipperauflieger, ein Infomobil, ein Mehrzweckfahrzeug mit Straßenschiene-Antrieb sowie ein Teleskopmast abgestellt. Es gelingt dem Betriebspersonal, zwei Gelenkbusse aus der Halle zu entfernen.

Um 15.03 Uhr wird über die hauseigene Leitstelle mit Notruf 112 die Feuerwehr alarmiert. Die Haupteinsatzzentrale der Feuerwehr Saarbrücken (HEZ) alarmiert anschließend mit dem Alarmstichwort »Brennender Omnibus« den Löschzug der Feuerwache 2 sowie das Tanklöschfahrzeug TLF 24/50 der Wache 1 und den Leitungsdienst (L-Dienst). Der Einsatzleiter vom Dienst (Feuerdienst) sowie das

- Kombinationsarmatur an jeder Flasche mit Sicherheitseinrichtungen bestehend aus:
 - Schmelzlotsicherung, Auslösetemperatur 110°C ± 10°C
 - Absperrventil
 - Sicherheitseinrichtung im Flaschenhals (Durchflussmengenbegrenzer)
 Die Sicherheitseinrichtung im Flaschenhals soll bei größeren Leckagen und schneller Entleerung ansprechen (z. B. Rohrbruch oder Abriss der Flaschenarmatur). Sie soll die Ausströmrates der Druckbehälter schlagartig reduzieren und das Gas kontrolliert abströmen lassen bzw. die Flasche schließen.

- Berstscheibe
Die in Saarbrücken fahrenden Erdgasbusse besitzen in den Armaturen der Gasflaschen **keine** Berstscheiben, die bei einem unkontrollierten Druckanstieg ansprechen könnten.
- Schmelzlotsicherung am anderen Ende der Flasche
- Rückschlagklappe sowie Absperrventil in der Befüllrichtung (verhindert ein unkontrolliertes Entweichen von Gas während der Betankung).
- Magnetabsperrentile zwischen Tankanlage und Druckregler (Hochdruckseite) sowie zwischen Druckregler und Gaszumischer (Niederdruckseite), welche die Gasversorgung nach dem Abschalten der Zündung unterbrechen.

**▲ Kasten 2
Aufbau und Anordnung
wichtiger Sicherheitseinrichtungen****▼ Kasten 3
Unterbrechungsmöglichkeiten
der Gaszufuhr und
des Stromkreislaufs****Unterbrechungsmöglichkeiten
der Gaszufuhr**

- Hauptabsperrentil für die Gaszufuhr zum Motor;
- Absperrventil für Gaszufuhr zur Heizung (nicht bei allen Modellen);
- Flaschenventile (beidseitig bei Gelenkbussen).

**Unterbrechungsmöglichkeiten
des Stromkreislaufs**

- Abdeckklappe der Tankbefüllrichtung unterbricht bei Öffnung automatisch die Zündung;
- Zündschloss (Achtung: Motor läuft nach Abschalten noch einige Zeit nach);
- Batterietrennschalter.

**Besondere Maßnahmen
der Feuerwehr****bei verunglückten Erdgasbussen
ohne Beschädigung der Gasstraße**

- Schließen der Gaszufuhr am Hauptabsperrentil;
- Bus gegen Wegrollen sichern (Feststellbremse oder Unterlegkeile);
- Elektrische Anlage stromlos schalten (Öffnen der Tankklappe oder Zündung abstellen).

**bei verunglückten Erdgasbussen
mit Gasausströmung**

- Messung der Gaskonzentration auf explosionsfähige Gemische;
- Bus gegen Wegrollen sichern (Feststellbremse oder Unterlegkeile);
- Elektrische Anlage stromlos schalten (Öffnen der Tankklappe oder Zündung abstellen);
- Zündquellen vermeiden;
- Hauptabsperrentil »Gas« schließen;
- Flaschenventile schließen;
- Gefahrenbereich räumen und absperren.

bei brennenden Erdgasbussen

- a) *Motorraumbrand*
 - Motor abstellen (Öffnen der Tankklappe oder Zündung abstellen);

- Bus gegen Wegrollen sichern (Feststellbremse oder Unterlegkeile);
- Hauptabsperrentil »Gas« schließen;
- Löschangriff mit geeigneten Löschmitteln;
- bei Gefährdung der Gastanks Kühlung der Flaschen.

b) Brand im Innenraum (ohne Gefährdung der Gastanks)

- Motor abstellen (Öffnen der Tankklappe oder Zündung abstellen);
- Bus gegen Wegrollen sichern (Feststellbremse oder Unterlegkeile);
- Flaschenventile schließen;
- Hauptabsperrentil »Gas« schließen (wenn möglich);
- Kühlung der Flaschenbatterie;
- Löschangriff mit geeigneten Löschmitteln.

c) Vollbrand des Busses mit Gefährdung bzw. Beaufschlagung der Flaschenbatterie

- Brandbekämpfung aus sicherer Entfernung bzw. aus der Deckung mit Werfern und B-Rohren (Wasserversorgung sicherstellen!);
- Vor Annäherung an den Bus Entleerung der Flaschen abwarten;
- Gefahrenbereich räumen und absperren.

Weiterführende Informationen sind dem DVGW-Merkblatt zu entnehmen.

Löschfahrzeug (LHF) der Wache 1 sind fünf Minuten zuvor mit Einheiten des zuständigen Löschbezirks Scheidt der Frei-

willigen Feuerwehr zu einem ausgedehnten Flächenbrand in den Stadtteil Scheidt ausgerückt.



Bild 10
Dichte Rauchwolken
quellen aus Halle 1.

bus, auf den der Brand überzugreifen droht. Außerdem hat der Brand über die hölzernen Verkleidungen der Lichtkuppeln auf die Bitumenbahnen des Hallendaches übergegriffen; aus den Wanddurchbrüchen zur Halle 2 quellen Feuer und Rauch.

Der Leitungsdienst erhöht um 15.09 Uhr das Alarmstichwort auf »3. Alarm«. Dies bedingt u. a. die Alarmierung der vier Kernstadtlöschzüge der Freiwilligen Feuerwehr und die Alarmierung des Löschbezirks Dudweiler. Des Weiteren werden die bereits zum Flächenbrand ausgerückten Kräfte der Berufsfeuerwehr umdisponiert sowie die noch in der Feuerwache 1 befindlichen Einheiten alarmiert.

Einsatzmaßnahmen der Feuerwehr

Der zuerst eintreffende Löschzug der Feuerwache 2 versucht ein Übergreifen des Brandes auf die Halle 2 zu verhindern. An der Vorderseite des Busdepots wird im Außenangriff ein B-Rohr an der Trennwand zwischen den Hallen 1 und 2 vorgenommen sowie mit einem C-Rohr über die Drehleiter ein Angriff auf die brennende Dachfläche vorgetragen. Die Maßnahme wird durch ein nachalarmiertes TLF 24/50 der Freiwilligen Feuerwehr unterstützt, das mit einem Schwerschäumrohr einen Außenangriff auf die brennenden Busse beginnt.

Das Betriebspersonal räumt währenddessen die Halle 2 und fährt die dort abgestellten Busse ins Freie. Als sich noch drei Busse in der Halle 2 befinden, kommt es in Halle 1 zum Zerbersten einer Gasflasche. Die Trennwand zwischen den Hallen 1 und 2 wird durch die Flasche durchschlagen, ebenso die Wand zwischen Halle 2 und 3. An dieser Trennwand zu Halle 3 prallt die Flasche jedoch an Wasserleitungen, die vor und hinter der Wand liegen, ab

Die alarmierten Einsatzkräfte erreichen die Einsatzstelle sechs Minuten nach Eingang des Notrufes um 15.09 Uhr. Bereits während der Anfahrt sind riesige schwarze Rauchwolken über dem Betriebsgelände zu erkennen, die im Busdepot aus Halle 1, der linken (südlichen) von vier aneinander gebauten Busunterstellhallen, quellen (Bild 10). Durch die geöffneten Hallentore ist hinter der Rauch-

schicht offener Feuerschein zu sehen. Aus der Halle sind zudem laufend explosionsartige Geräusche zu vernehmen. Die Hallen 2 bis 4 sind offensichtlich vom Feuer noch nicht direkt betroffen.

In der Spur 6 stehen zwei Gelenkbusse in einem Abstand von 1,50 Metern hintereinander, die beide in voller Ausdehnung brennen. In einigem Abstand dahinter befindet sich in Spur 7 ein weiterer Gelenk-



Bild 11
Blick auf die brennenden Busse von der Rückseite der Halle 1. Über den Werfer des TLF 24/48 und ein B-Rohr wird ein Innenangriff vorgetragen.

Bild 12
Besondere Schwierigkeiten bereitete das Ablöschen der brennenden Busreifen.



und kommt auf dem Dach eines in der Mitte stehenden Busses zum Liegen. Verletzt wird niemand.

Bedingt durch die Art und Größe der Unterstellhallen ist von der Rückseite der Halle 1 ein genauerer Lageüberblick möglich, da die Rauchgase durch die Thermik und den natürlichen Luftzug in Richtung Hallenvorderseite abziehen. Der Einsatzleiter entschließt sich daher, über die Hallenrückseite einen Angriff vorzutragen. Ziel ist es, ein Übergreifen des Brandes auf den dritten Gelenkbus in der Halle zu verhindern bzw. die beiden brennenden Busse zu löschen. Das TLF 24/48 der Feuerwa-

che 1 fährt bis zur Rauchgrenze in die Halle 1 ein (Bild 11). Über den Dachwerfer des Fahrzeugs wird abwechselnd mit Wasser und Schwertschaum angegriffen. Außerdem wird durch die Besetzung ein tragbarer Werfer vor den brennenden Omnibussen platziert. Der Angriff wird durch die Freiwillige Feuerwehr mit einem B-Rohr, das im Innenangriff ebenfalls über die Rückseite vorgenommen wird, unterstützt.

Die Maßnahmen sind erfolgreich, sodass das Feuer gegen 16.00 Uhr unter Kontrolle ist. Die Bauteile der Hallen werden mittels Wärmebildkamera und Fernther-

mometer kontrolliert, um Brandnester und abzukühlende Elemente aufzuspüren. Gegen 16.30 Uhr sind nur noch Nachlöscharbeiten durchzuführen (Bild 12). Ab 17.30 Uhr wird die Einsatzstelle an die Betriebsfeuerwehr übergeben.

Die Einsatzleitung gliederte den Raum in die beiden Einsatzabschnitte Vorder- und Rückseite des Busdepots sowie in den Einsatzabschnitt Wasserversorgung (Bild 13). Die Wasserversorgung der beiden Einsatzabschnitte wurde durch verschiedene Einheiten der Freiwilligen Feuerwehr und die Betriebsfeuerwehr aus dem städtischen Leitungsnetz an der

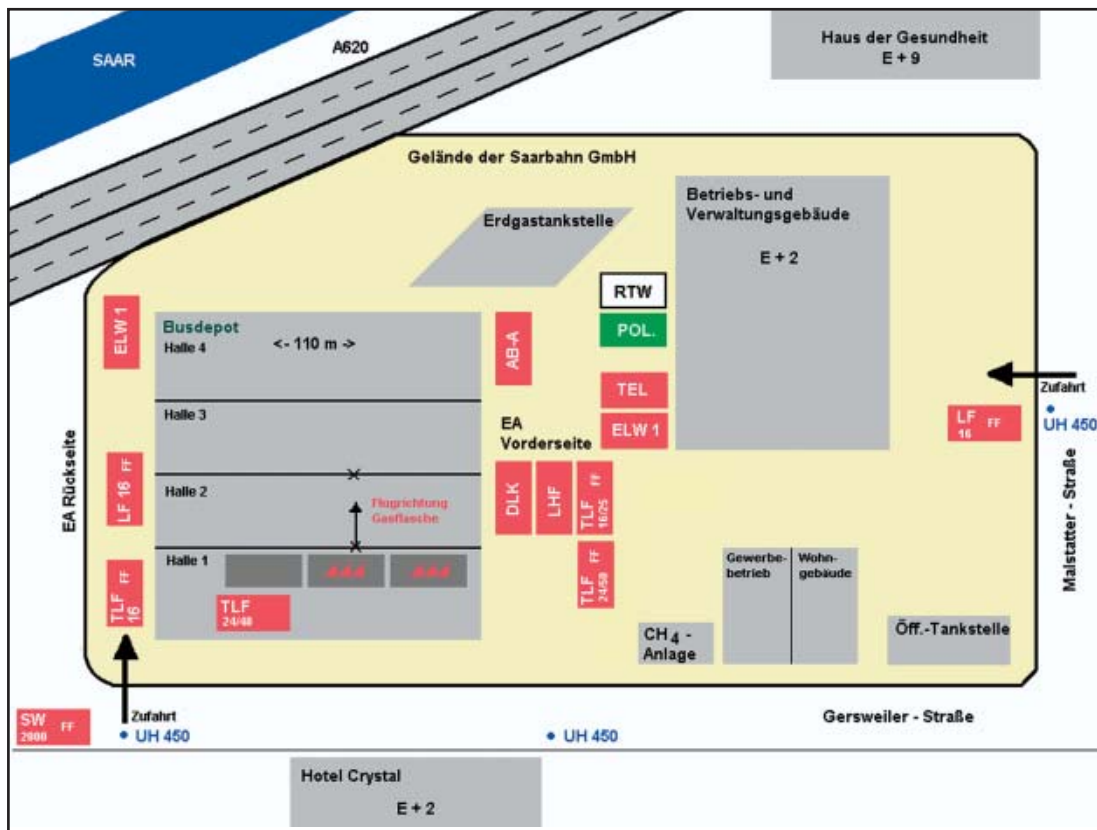


Bild 13
Lageskizze

Organisation	Einheit	Stärke	Einsatzabschnitt	Aufgaben
BF				
AL, LvD, FD ^a	3 ELW 1	3/1		Einsatz- und Abschnittsleitung
Feuerwache 2	LHF, DLK 23-12	1/7	Vorderseite	Abschirmung Halle 2, Riegelstellung mit B-Rohr im Außenangriff, Angriff mit C-Rohr über DLK auf brennende Dachfläche
Feuerwache 1	TLF 24/48	1/1	Rückseite	Innenangriff mit Schaum/Wasser über Dachwerfer und tragbaren Werfer
Feuerwache 1	WLF mit AB-A	1/1		Atemschutz-Sammelstelle
Feuerwache 1	LHF, DLK 23-12	} 1/8		} Bereitstellung als Einsatzreserve
Feuerwache 2	TLF 24/50			
FF				
WF ^b	ELW 1	1/0	Wasserversorgung	Abschnittsleitung
LB 11	ELW 1	1/3	TEL	Führungsassistenten für Gesamt-Einsatzleitung
Alt-Saarbrücken	TLF 16/25	1/5	Rückseite	Brandbekämpfung mit B-Rohr im Innenangriff
	LF 16-TS	1/8	Wasserversorgung	
	MTF	1/1	Wasserversorgung	
LB 12	LF 16	1/8	Rückseite	Brandbekämpfung mit B-Rohr im Innenangriff
Malstatt-Burbach	TLF 16/24-Tr	1/2	Wasserversorgung	
	RW 1	1/2	Wasserversorgung	
	MTF	1/8	Wasserversorgung	
LB 13 St. Johann	LF 16-TS	1/8		Bereitstellung als Einsatzreserve
LB 14 St. Arnual	SW 2000	1/6	Wasserversorgung	
LB 15 Gersweiler	TLF 24/50	1/1	Vorderseite	Außenangriff mit Schwertschaumrohr
LB 13 St. Johann	LF 16, LF 8/6	1/8	}	} Sicherung Brandschutz durch Bereitschaft in den Feuerwehrhäusern
LB 14 St. Arnual	TLF 24, TLF 16/25	1/8		
LB 18 Dudweiler	DLK 23-12	1/17		
Sonstige				
Betriebsfeuerwehr	LF 16	1/5	Wasserversorgung	
Rettungsdienst	NEF	1/1		Bereitstellung für Versorgung möglicher Verletzter
	RTW	1/1		
	ELW/ORGL	1/0		
Polizei				Verkehrslenkung und weiträumige Absperrung

^a AL = Amtsleiter, LvD = Leiter vom Dienst, FD = Feuertdienst – ^b WF = Wehrführer FF

Malstatter Straße und an der Gersweiler Straße über Unterflurhydranten UH 450 sichergestellt (Tabelle 2). Während der Löscharbeiten wurden die an das Betriebsgelände angrenzenden Straßen durch die Polizei für den Verkehr und für Fußgänger weiträumig abgesperrt.

Auf dem Betriebsgelände in Bereitschaft bzw. in Reserve standen ein weiterer Löschzug der Berufsfeuerwehr sowie ein LF16-TS mit einem Anhänger mit Schaum-/Wasserwerfer der Freiwilligen Feuerwehr. Ebenfalls in Bereitschaft standen der Rettungsdienst mit NEF, RTW sowie dem Organisatorischen Leiter Rettungsdienst (ORGL). Der Brandschutz in der Landeshauptstadt wurde während der Löscharbeiten durch Einheiten der Freiwilligen Feuerwehr sichergestellt, die in ihren Unterkünften in Bereitstellung gingen.

Lagebeschreibung bei Einsatzende

Der vordere Gelenkbus, der völlig ausgebrannt ist, hat auf dem Dach zehn Gasbehälter, die unbeschädigt wirken. Eine spätere Untersuchung ergibt, dass alle 20 Schmelzloten ordnungsgemäß ausgelöst und das in den Flaschen enthaltene Gas abgelassen haben.

Auf dem dahinter stehenden, ebenfalls völlig ausgebrannten Gelenkbus fehlt von

Tabelle 2
Übersicht der eingesetzten Kräfte

den ehemals zehn Gastanks die vorderste Flasche. Von den noch vorhandenen neun Flaschen ragt eine Flasche senkrecht in das Wageninnere, und eine weitere Flasche hängt an den Versorgungsleitungen ein Stück weit herab (Bild 14 auf Seite 902). Der Bus ist in diesem Bereich extrem stark verbrannt, das Dach des Busses ist durchgebrannt, und die Trägerkonstruktion des Busdaches ist in sich eingestürzt. Bei den noch vorhandenen neun Flaschen haben alle 18 Schmelzloten ausgelöst.

Der dritte in der Halle stehende Gelenkbus konnte durch den Löscheinsatz abgeschirmt und gerettet werden.

Die Betondecke der Halle oberhalb der beiden ausgebrannten Busse zeigt intensive Brandspuren, die jeweils durch das Abblasen der Gastanks und den resultierenden Folgebrand entstanden sind. In der Zwischenwand von Halle 1 zu Halle 2, etwa 20 Meter vom vorderen Halleneingang entfernt, ist es in einer Höhe von 3,50 Metern zu einem fast kreisrunden Durchbruch der Wand mit einem Durchmesser von 60 Zentimetern gekommen. Leicht schräg gegenüber dem Durchbruch

wird an der Trennwand zur Halle 3 ein weiterer Wanddurchbruch mit einer Größe von 40 Zentimetern festgestellt. Die Entfernung zwischen beiden Durchbrüchen beträgt rund 25 Meter. Trümmer der durchbrochenen Mauern liegen auf dem Hallenboden. Teile einer Kohlefaserummantelung werden im Bereich der Mauerdurchbrüche auf dem Hallenboden gefunden. Auf dem Dach eines in Halle 2 abgestellten Busses wird ein zerborstener Gastank entdeckt (Bild 15 auf Seite 902). Es ist die fehlende Flasche des ausgebrannten Busses, die infolge des Brandgeschehens zerknallt ist und quer zur Fahrtrichtung des abgestellten Busses die Zwischenwand zur Halle 2 durchschlagen hat. Danach ist sie an der Zwischenwand zur Halle 3 abgeprallt und auf dem Dach eines Busses zum Liegen gekommen. Die weiteren Trümmer der Flasche, insbesondere der Boden, werden erst im späteren Verlauf der Brandursachenermittlung gefunden.

Es ist als großes Glück zu bezeichnen, dass die geborstene Flasche nicht in die genau entgegengesetzte Richtung geflogen ist. Denn dort befindet sich, wie bereits beschrieben, in nur rund 30 Metern Entfernung das Hotel Crystal. Die Außenwand der Bushalle 1 hatte in Flughöhe der Flasche ein mit Glas versehenes Lichtband, das durch die Brandeinwirkungen bereits

Bild 14
Auf dem Dach des mittleren Busses befinden sich noch neun Flaschen. Davon hängen zwei Flaschen nur noch an den Versorgungsleitungen in das Businnere (Pfeile). Über der Flaschenbatterie ist in der Hallenwand das Loch zu erkennen, das die zerborstene Gasflasche in die Wand gerissen hat.



zerstört war. Die Druckgasflasche hätte daher quasi wie ein Torpedo eine freie Flugbahn mitten ins Hotel gehabt ...

Durch die untere Bauaufsichtsbehörde wird die Abstellhalle gegen 17.00 Uhr wegen Einsturzgefahr baupolizeilich vorläufig gesperrt und mit einem Bauzaun gesichert. Das THW stützt die Halle später mit mehreren Verbauen ab. Eine genauere Begutachtung an den folgenden Tagen ergibt, dass die Halle wegen der Schädigung der

Spannbetonteile abgerissen werden muss. Der geschätzte Sachschaden beträgt in etwa eine Million Euro.

■ Weitere Brände und Ereignisse mit Erdgasbussen

Außer zu dem beschriebenen Großbrand wurde die Feuerwehr Saarbrücken in den vergangenen drei Jahren zu weiteren drei Einsätzen mit Erdgasbussen alarmiert (Tabelle 3).

Nicht unerwähnt sollen an dieser Stelle auch weitere Vorfälle im Ausland bleiben. So kam es in Brescia/Italien im Sommer 2003 scheinbar aus unerklärlicher Ursache zum Zerknall eines Flaschentanks bei einem Erdgasbus. Ein ähnliches Ereignis wird aus Kanada berichtet. Auch aus Frankreich wird über Feuerwehreinsätze mit brennenden Erdgasbussen berichtet.



Bild 15
Trümmer des zerborstene Gastanks

Datum	Uhrzeit	Ort	Ereignis	Maßnahmen der Feuerwehr
2. Juni 2000	07.45	Universität, Haltestelle Mensa	Starker Gasaustritt aus Dachbereich eines Gelenkbusses (Leck im Leitungssystem der Flaschenbatterie)	Weiträumige Absperrung Einsatzstelle (r = 50 m), Räumung eines Wohnheimes, Schließen der Flaschenventile auf dem Dach. Sicherstellung Brandschutz über Werfer. Messungen der Gaskonzentration ergaben im Bus: keine messbaren Gaskonzentrationen. Auf dem Dachbereich wurden Werte >100 % UEG gemessen.
4. November 2002	17.32	SB-Klarenthal, Birkenweg	Motorbrand im Heckbereich eines Gelenkbusses	Gaszufuhr des Motors über Hauptabsperrentil geschlossen; Ventile der Gasflaschen geschlossen; Brand mit Pulverlöcher und C-Rohr 18 Minuten nach Notrufeingang gelöscht; Gastanks waren durch Brand nicht betroffen.
9. August 2003	18.03	Richard-Wagner-Straße	Motorbrand im Heckbereich eines Gelenkbusses	Gaszufuhr des Motors über Hauptabsperrentil geschlossen; Brand mit C-Rohr acht Minuten nach Notrufeingang gelöscht. Gastanks waren durch Brand nicht betroffen.

Tabelle 3
Weitere Brände und Ereignisse mit Erdgasbussen in Saarbrücken

■ Untersuchungen zur Brandursache

Als Brandausbruchstelle wurde bei dem Großbrand im Busdepot anhand von Zeugenaussagen der Heckbereich des vorderen Gelenkbusses festgestellt, sodass der Brand mit großer Wahrscheinlichkeit im Motorraum entstanden ist und von dort auf den dahinter stehenden Bus übergegriffen hat. Die genaue Brandursache konnte nicht mehr ermittelt werden. Vermutet wird ein technischer Defekt. Die enorme, brandbedingte Wärme und der in der Halle entstandene Wärmestau verursachten wahrscheinlich das Zerbersten des fehlenden Gastanks.

Es wird vermutet, dass es im Verlauf des Brandes zu einem Durchbrand vom Motorraum in den Innenraum des vorderen Busses kam. Daraufhin griff das Feuer dann auf den dahinter stehenden Bus über. In diesem Bus kam es zu einem Durchbrand des Daches im Bereich der Notausstiegsklappe, die geöffnet war. In der Folge zogen Rauchgase, Wärme und Flammen durch die vor der Flaschenbatterie im Dach liegende Öffnung wie durch einen Kamin ab. Die direkt vor der Öffnung liegende erste Flasche der Flaschenbatterie wurde dadurch mittig befeuert und zerbarst, bevor die Schmelzloten an den Enden der Flaschen auslösen konnten. Zudem waren die Schmelzloten noch durch die Abdeckhaube der Flaschenbatterie auf dem Dach geschützt. Die beiden Schmelzloten der ersten Flasche wurden unbeschädigt im Brandschutt bzw. an den Flaschentümmern aufgefunden. Sie waren voll funktionsfähig.

Der Zerknall einer Gasflasche ist somit eine Brandfolge und für die Brandursache nicht von Bedeutung. Auch die Ursachen der zahlreichen Explosionsgeräusche während des Brandes ließen sich im Nachhinein aufklären:

- Zerknall der Omnibusreifen, verursacht durch den Vollbrand der beiden Busse;
- Die Schmelzlotsicherungen der Flaschen lösen bei 110 °C mit explosionsartigem Knall aus;
- Das Gas strömt mit Schallgeschwindigkeit ab. Insgesamt haben 38 Schmelzloten ausgelöst;
- Zerknall der ersten auf dem Dach eines brennenden Busses angebrachten Druckgasflasche.

Verschiedene Gutachter versuchen zurzeit, anhand der beiden weiteren Motorbrände bei Erdgas-Gelenkbussen, die von der Feuerwehr rasch gelöscht werden konnten, die Brandursachen einzugrenzen bzw. zu ermitteln. Ein konkreter Nachweis der Brandursachen der drei Brände konnte bisher nicht geführt werden. Auch ist ein gemeinsamer Zusammenhang der drei Brände bisher nicht herstellbar, obwohl dies bei vordergründiger Betrachtung nahe liegen würde. Als mögliche Schwachstellen werden diskutiert:

- Defekte der elektrischen Anlage;
- überhitzte Katalysatoren;
- Entzündung brennbarer Ablagerungen und Verunreinigungen (Ölschlämme) im Motor- und Getriebereich;
- Undichtigkeiten der Gasanlage im Motorbereich.

■ Schlussfolgerungen

Gutachter haben vorgeschlagen, die stirnseitigen Flaschen von Flaschenbatterien an ihren beiden Enden jeweils über eine weitere Rohrleitung miteinander zu verbinden und in der Mitte jeweils mit einer weiteren Thermosicherung zu versehen, sodass sich ein Ringsystem mit Thermosicherungen ergibt. Bei einer mittigen Befuerung der ersten und letzten Flasche könnten diese Sicherungen dann auslösen. In Frankreich ist diese Absicherung der ersten und letzten Druckgasflasche von Flaschenbatterien übrigens Standard. Wegen des möglichen Versagens von Schmelz-

loten wird des Weiteren über den Ersatz durch Glasfass-Verschlüsse in ähnlicher Ausführung wie bei Sprinkleranlagen nachgedacht.

Auf die Anbringung von Berstscheiben in den Flaschenarmaturen wird aus Furcht vor möglichen Fehlauflösungen in Saarbrücken verzichtet. Dies ist zu hinterfragen.

Als Maßnahme des Vorbeugenden Brandschutzes wird durch die Feuerwehr die Installation leistungsfähiger Überflurhydranten direkt auf dem Betriebsgelände gefordert. Des Weiteren sollte aus Sicht der Feuerwehr auf die Unterstellung erdgasbetriebener Omnibusse in Hallen oder Gebäuden verzichtet werden, wenn diese nicht durch besondere Einrichtungen des technischen Vorbeugenden Brandschutzes geschützt sind.

Die Unterbrechung der Gas- und Stromzufuhr bei Erdgasbussen erfordert eindeutig gekennzeichnete sowie klar und verständlich beschriftete und angeordnete Sicherheitseinrichtungen, damit diese von der Feuerwehr im Schadenfall schnell lokalisiert und identifiziert werden können. Leider ist die Qualität der Kennzeichnung und die Anordnung der Sicherheitseinrichtungen bei verschiedenen Modellreihen selbst bei einem Hersteller unterschiedlich, sodass eine Orientierung der Feuerwehr nicht immer einfach ist.

Literatur

- Kolb, T.: Erdgasbetriebene Kraftomnibusse, Lehrunterlage der Berufsfeuerwehr Salzgitter, 11/1995, S. 1–9.
- DVGW-Merkblatt »Erdgasfahrzeuge und -tankstellen – Informationen für die Feuerwehr«, 3/2003.
- Heinrich, F., und Henrich, J., Nahverkehrspraxis, 6/1995, S. 1–8.
- Heinrich, F., und Henrich, J., Nahverkehrspraxis, 9/1997, S. 1–8.
- Heinrich, F., und Henrich, J., Nahverkehrspraxis, 6/1999, S. 1–6.
- Heinrich, F., und Henrich, J., Nahverkehrspraxis, 3/2000, S. 1–8.
- Römer, R.: Erdgasbetriebene Fahrzeuge, BRANDSCHUTZ/Deutsche Feuerwehr-Zeitung 9/1995, S. 642–643. □