

# Der Kraftfahrzeugbrand

## Hinweise zu Ursache und Untersuchungen

- Nachdruck aus „der kriminalist“ Heft 5/89 -

Prof. Dr.-Ing. Klaus Dieter Pohl

### Einleitung

Brände von Verkehrsmitteln, zu denen - insbesondere im Individual- und Güterverkehr - die Kraftfahrzeuge zählen, sind trotz spektakulärer Einzelereignisse mit hohen Verlusten an Menschenleben seltene Ereignisse. Nach den Statistiken der Fahrzeugversicherer sollen in 1986 jedoch insgesamt ca. 49.000 Schadensfälle entschädigt worden sein, wobei die Gesamtschadenssumme ca. 178 Mio. DM betrug. Dividiert man diese beiden Zahlenangaben, so gibt sich eine mittlere Schadenssumme von ca. 3.600,- DM pro Entschädigungsfall, ein relativ geringer Einzelschadenswert, der jedoch durch die Vielzahl der zu entschädigenden Fälle erheblich im Versicherungsgeschäft zu Buche schlägt. Von den Versicherern wird außerdem immer wieder aufgeführt, daß der begründete Verdacht besteht, daß 80 % oder sogar mehr der entschädigten Fahrzeugbrände mit einiger Wahrscheinlichkeit auf nicht beweisbares, beabsichtigtes Inbrandsetzen zurückzuführen sein sollen. Eine persönliche Information einer Recherche eines LKA untermauert diesen Verdacht. Hier wurde grob statistisch die Brandhäufigkeit von privat genutzten Pkw der Luxusklasse mit der gleichen Gruppe von Behörden-Dienstfahrzeugen verglichen. Es stellte sich hierbei heraus, daß Dienstfahrzeuge gegenüber den Privatfahrzeugen im Verhältnis 1 : 10 seltener in Brand geraten.

Bei diesem vermuteten hohen Prozentsatz der - Brandlegung zum Zwecke der Vorteilerlangung - am - Betriebschaden „Kraftfahrzeugbrand“ - ist es zu verstehen, daß man sehr daran interessiert ist, die Möglichkeiten der differenzierenden Beurteilung der Kraftfahrzeugbrandursachen in

- betriebs-/betriebsstörungsbedingter Fehler
  - unfallbedingt
  - vorsätzliche Brandlegung
- zu untersuchen, um die entschädigungspflichtigen ersten beiden Gruppen von der nicht entschädigungspflichtigen dritten Gruppe unterscheiden zu können.

Prof. Dr.-Ing. Klaus Dieter Pohl  
Bergische Universität -  
Gesamthochschule  
Wuppertal

### Der Fahrzeugbrand in der Theorie

Der Brand, definitionsgemäß beschrieben als „exotherme Oxidationsreaktion, die von einer Leuchterscheinung begleitet wird, sich unkontrolliert und selbständig ausbreitet und einen Schaden anrichtet (SCHADENFEUER)“

läßt sich zunächst in zwei Prozeßbereiche einteilen:

die ZÜNDUNG und die AUSBREITUNG

die zwar prinzipiell zusammenhängen können, in der Gesamtbeurteilung eines Brandgeschehens - insbesondere beim Kraftfahrzeugbrand - jedoch getrennt betrachtet werden sollten.

Die ZÜNDUNG läßt sich einfach mit dem Modell nach EMMONS beschreiben:

Oxidationsmittel (zumeist der Sauerstoffgehalt der Luft) und der Brennstoff müssen, vorgemischt oder mischbar, innerhalb der jeweiligen Zündgrenzen mit einer dem System angepaßten Zündquelle (effektive Zündquelle) zusammentreffen, damit eine erste Zündung resultiert. Alle drei Grundkomponenten des Zündens müssen zur gleichen Zeit am gleichen Ort aufeinandertreffen, da nur so die „effektive Primärzündung“ zu bewerkstelligen ist (räumliche und zeitliche Koinzidenz der drei Grundvoraussetzungen des Zündvorgangs). Abbildung 1 (Seite 2) demonstriert das Gesagte graphisch in bezug auf die Kraftfahrzeugzündung.

Der zweite Prozeßbereich ist die BRANDAUSBREITUNG, welche nach Form und Intensität entsprechend den in Abbildung 2 (Seite 3) skizzierten Modellvorstellungen in den Varianten

- Schwel-Glimmbrand
- Feststoffglimm-/flammenbrand
- Flüssigkeitsflammenbrand
- Explosionen

auftreten kann. Die jeweilige Form der Brandausbreitung hängt stark von Brennstoffart und -menge, außerdem vom Verteilungsgrad und dem verfügbaren Angebot an Oxidationsmittel (im Falle des Fahrzeugbrandes hauptsächlich dem Luftangebot) ab. Hier finden sich auch die nach unseren Untersuchungen sich abzeichnenden Möglichkeiten der Differenzierung des Fahrzeugbrandes in

betriebs-/unfallbedingt - vorsätzliche Brandlegung

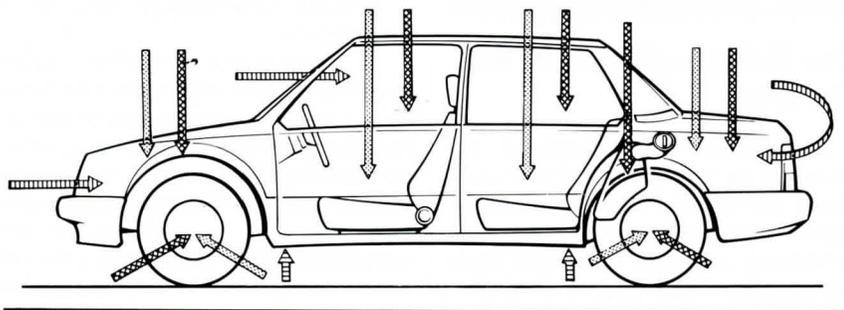
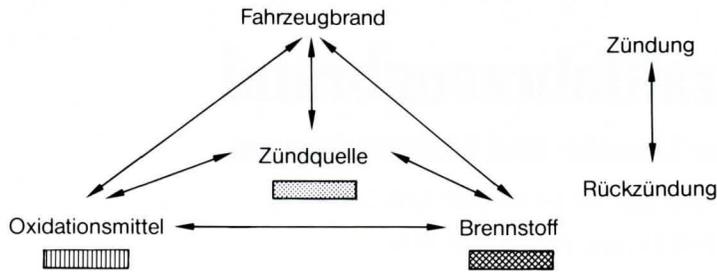
da in der ersten Gruppe nur selten und dann zumeist erkennbar in der Ursache es zu einem der raschen Brandverläufe kommen dürfte, während bei einer vorsätzlichen Brandlegung der rasche Brandablauf zum Vollbrand vorherrscht. Dieses liegt im wesentlichen an den erreichbaren Brennstoffarbeiten, die im ersten, dem „natürlichen“ Brand nur im Motorraum über leichtbrennbare Substanzen (Kraftstoffe) verfügt, während sonst nur zumeist schwerbrennbare Feststoffe vorhanden sein sollten. Im zweiten Fall, der vorsätzlichen Brandlegung, wird versucht, möglichst rasch und vollständig den Vollbrand des gesamten Fahrzeugs zu erreichen, wobei häufig leichtentflammbare „Brandbeschleuniger“ auch im Fahrzeuginnenraum angewandt werden. Hierzu nun im folgenden Abschnitt detaillierte Ausführungen.

### Der Kraftfahrzeugbrand in der Praxis

Im vorhergehenden Abschnitt wurden zunächst die Grundlagen offengelegt, die den erfolgreichen Ablauf eines Brandes in seinen verschiedenen Erscheinungsformen bedingen. Hierbei wurde schon das Ziel dieser Untersuchungen beschrieben, nämlich eine Differenzierung der Kraftfahrzeugbrandursache in

betriebsbedingte Fehler - vorsätzliche Brandlegung

zu erreichen. In dem nun folgenden Abschnitt soll in der Anwendung auf den realen Untersuchungsfall und die zur Rekonstruktion notwendigen Modelluntersuchungen versucht werden, darzustellen, welche Möglichkeiten insbesondere auch der naturwissenschaftlichen Kriminalistik in Verbindung mit diesen Grundkenntnissen des Brand- bzw. Explosionsverlaufes dem Sachverständigen zur Rekonstruktion des Fahrzeugbrandes zur Verfügung stehen. Zunächst jedoch in Tabelle 1 und 2 (Seiten 2 und 3) eine Zusammenstellung erreichbarer Brandstatistiken verschiedener Städte in bezug auf Kraftfahrzeugbrände nach den Unterlagen der örtlichen Feuerwehren.



a) Oxidationsmittel: Luft zur Aggregat-Kühlung zum Atmen der Insassen

b) Brennstoff: Kraftstoffe: Diesel/Benzine/Flüssiggase  
Schmierstoffe/Hydraulikflüssigkeiten  
Leitungs-/Geräuschisolierungen  
Auskleidungen allgemein/Nutzlast

c) Zündquellen: - mechanisch  
- Wärme  
- elektrisch

Abbildung 1: Das Kraftfahrzeug in der Sicht des EMMONS-Zündungstetraeders

**Personenkraftwagen**

Brandursache	Erhebungsort und Anzahl der Brandfälle (absolut / prozentual)					
	Köln 1975	Freiburg 1982/83	Göttingen 1983	Essen 1983/84	Düsseldorf 1985	Gesamt
Mängel in der Kraftstoffanlage	80/ 34	35/ 36	6/ 17	12/ 8	43/ 20,8	176/ 24,8
Mängel in der Elektrik	41/ 18	21/ 22	9/ 26	13/ 9	79/ 38,2	163/ 22,8
Reifenschaden	-	-	-	-	-	-
Verkehrsunfall	13/ 6	3/ 3	2/ 6	3/ 2	5/ 2,4	26/ 3,6
Fahrlässigkeit	2/ 1	2/ 2	4/ 11	11/ 8	22/ 10,6	41/ 5,7
Brandstiftung	22/ 9	16/ 17	9/ 26	11/ 8	33/ 15,9	91/ 12,8
unbekannt	76/ 32	15/ 16	5/ 14	38/ 27	25/ 17,1	159/ 22,4
Öl	-	2/ 2	-	1/ 1	-	3/ 0,4
Bremsen	-	1/ 1	-	-	-	1/-
sonstige	-	1/ 1	-	-	-	1/-
im Motorraum	-	-	-	33/ 37	-	53/ 7,5
	234/100	96/100	35/100	142/100	142/100	714/100

Tabelle 1: Typische Unfallursachen bei Personenkraftwagen und Zweiradfahrzeugen

Versucht man zunächst, die realen Fahrzeugbrände zu systematisieren, so fällt sicherlich gleich auf, daß allgemein

zunächst zwei Betriebszustände zu unterscheiden sind, die einer unterschiedlichen Beurteilung bedürfen:

Fahrzeug in Betrieb - Fahrzeug abgestellt.

Hiernach ergeben sich die weiteren unterteilenden Charakteristiken:

- Brand nach oder während eines Unfalls
- Brand nach oder während einer Reparatur
- Brand infolge eines technischen Defektes
- Brand als Folge einer fahrlässigen oder vorsätzlichen Brandlegung.

Bei einigen der hier genannten Rahmenkomplexe kann die weitergehende Differenzierung des Fahrzeugbereiches eine Rolle spielen, in welchem der Brand seinen Ausgang genommen hat. Es sollte also versucht werden, weitergehend zu differenzieren in:

- Brandausbruch im Motorbereich
- Brandausbruch in der Fahrgastzelle
- Brandausbruch im Ladungsbereich

da in den drei genannten Fahrzeugbereichen unterschiedliche, insbesondere unterschiedlich wirksame, Kombinationen von Brennstoffen und Zündquellen anzutreffen sind. Hier wären im Motorbereich zu nennen:

Brennstoffe:

- Kraftstoff / Schmieröl / ölverschmierte Isolationsmaterialien

Zündquellen:

- heiße Oberflächen / bewegte Teile / elektrische Energie, unabgesichert
- Anders stellen sich diese Kombinationen im Fahrgastraum dar:

Brennstoffe:

- Innenauskleidungen unterschiedlichster Art

Zündquellen:

- elektrische Energie, zumeist abgesichert, mit Ausnahme der Zuleitung zum Zündschloß / herabgefallene Rauchrelikte

Zuletzt bliebe der Ladungsbereich zu betrachten:

Brennstoffe:

- Innenauskleidungen / Ladung

Zündquellen:

- elektrische Energie, abgesichert

Es ist aus der globalen Übersicht schon leicht zu erkennen, daß sich die aus natürlicher (betriebsbedingter bzw. betriebsstörungsbedingter) Ursache entwickelten Brände in den genannten drei Bereichen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit ausbreiten und in ihrer Auswirkung zu erkennen geben. Alle diese kriminalistisch oder kriminaltechnisch zu erarbeitenden Informationen müssen zusammengefaßt und in die Rekonstruktion des Ablaufes eines Fahrzeugbrandes wertend eingebracht werden.

Motorräder, Mofa, Moped usw.				%
elektrische Anlage	1			5
Defekt in der Kraftstoffanlage	1			5
Vergaser	1			5
unbekannt	4			20
ohne Brandstiftung	7			
Brandstiftung	13			65
Brände an Motorrädern, Mofa, Moped, usw.	20			100





Abbildung 3: Im Rahmen eines Auffahrunfalls in Brand geratener Citroen CX, in welchem – eingeklemmt – vier Personen verbrannten



Abbildung 5: Motorbrand bei abgenommenem Luftfilter nach Reparatur und Probelauf (Pfeil)



Abbildungen 6: Explosion und Folgebrand eines Tankfahrzeugs nach Reparaturarbeiten am Einfülldom (Pfeil)

hoch, da zum einen zumeist Karosserieteile erhebliche thermische Belastungen aufnehmen und auch weiterleiten können, zum anderen die bei diesen Arbeiten auftretenden Trennfunkeln oder Schweißperlen mit ihrer erheblichen Streuweite unbemerkt die Zündung eines Glimmbrandes herbeiführen können. Nach Untersuchungen von WOPENBERG beträgt die waagerechte Wurfweite dieser zündfähigen Partikel maximal 7-8 Meter (Abbil-

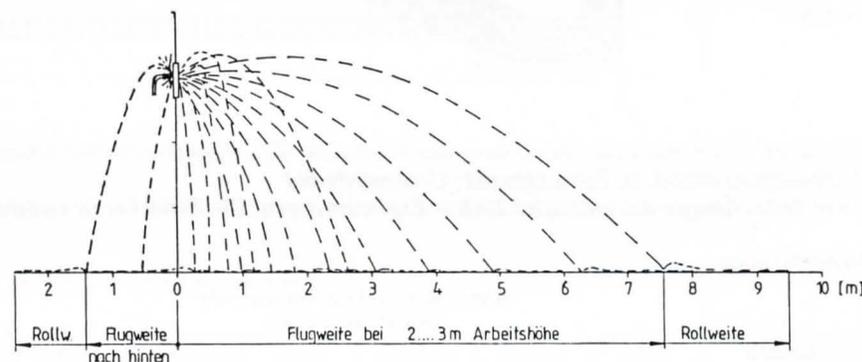


Abbildung 4: Flugbahnen und Reichweiten glühender Partikel beim Brennschneiden an vertikalen Stahlplatten in 2-3 m Arbeitshöhe (aus: Untersuchung des Gefährdungspotentials durch glühende Partikel beim Schweißen und Thermischen Trennen. R. Worpenberg, Diss. BUGH Wuppertal 1989)

dung 4). Eine weitere Möglichkeit des Fahrzeugbrandes auf Grund von Reparatur- oder Montagearbeiten liegt in der unsachgemäßen Ausführung von Arbeiten, die bei dem weiteren Betrieb des Fahrzeugs in Form einer Zündung sich bemerkbar machen können. Hier ist es naturgemäß zuweilen äußerst schwierig, die Kausalität zwischen der Reparatur und dem in zeitlichem Abstand erfolgten Fahrzeugbrand herzustellen.

Auch hierzu zwei Beispiele:

- Nach einer Reparatur im Motorraum eines Pkw wurde bei abgenommenem Luftfilter ein Probelauf durchgeführt. Hierbei kam es zu mehreren Fehlzündungen beim Startversuch. Als nochmals versucht wurde, den Motor in Gang zu bringen, kam es zu einer Verpuffung aus dem Bereich der Luftansaugung des Vergasers und einem Folgebrand, der zwar dann rasch unter Kontrolle gebracht werden konnte, jedoch am Fahrzeug einigen Schaden anrichtete: Die Untersuchung ergab, daß bei der Endmontage die Zündkabel vertauscht worden waren und bei den Startversuchen es zur Zündung rückschlagender Benzindämpfe gekommen war.

Diese These konnte durch einen Versuch gestützt werden, der bei Nachstellung des im realen Brandfall vorgefundenen Status gleichfalls zur Entzündung des Vergaserbereiches führte (Abbildung 5).

- Bei der Reparatur an der Füllklappe eines Tanklastzuges kam es zu einer Explosion. Der Tank sollte vorher nur zum Transport von Dieselmotorkraftstoff benutzt und zum Zwecke der Reparatur gut ausgeblasen worden sein. Da Diesel nach der Norm einen Flammpunkt von ca. 55 °C aufweisen sollte, ließ sich eigentlich kein Grund für die Anwesenheit einer gefährlichen explosiven Atmosphäre finden, wie sie sich auf Grund der stattgefundenen Explosionen dokumentieren läßt (Abbildung 6).

Vermutlich war es jedoch entweder durch den Transport von „Winterdiesel“ mit erheblich niedrigerem Flammpunkt oder durch vorhergehenden Transport von Benzin durch mit dem Diesel vermischte Leichtsieder zu einer explosiven Atmosphäre im Tankluftraum gekommen, die auch durch das Ausblasen nicht restlos entfernt worden war. Durch den

Folgebrand nach der Explosion des Tankes wurde auch die Werkstatt praktisch völlig zerstört.

## Fahrzeugbrand durch technische Defekte

Um einen Überblick über die Häufigkeit bestimmter technischer Defekte als Ursache von Kraftfahrzeugbränden zu erlangen, wurde die eingangs schon erwähnte Arbeit von FELDE (Studienarbeit BUGHS Wuppertal 1987) ange-regt und durchgeführt. Hier wurden über ein Jahr (1985) hinweg die Feuerwehreinsätze der Berufsfeuerwehr Düsseldorf im Hinblick auf Kraftfahrzeugbrände untersucht. Felde kam bei der Auswertung von insgesamt 207 Pkw-Bränden zu folgenden summarischen Aussagen:

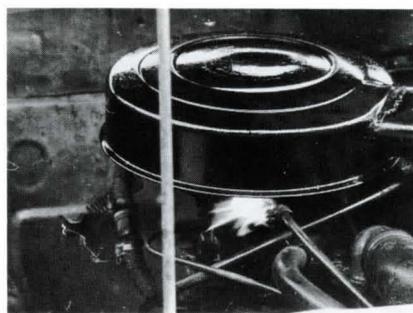
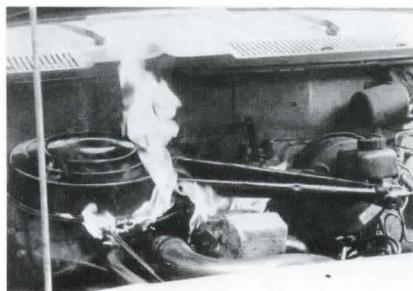
- bei 79 Fahrzeugen entstand der Pkw-Brand in der elektrischen Anlage = 38,2 %
- bei insgesamt 43 Fahrzeugen Defekte im Kraftstoffsystem = 20,8 %
- bei insgesamt 19 Fahrzeugen Mängel oder Fehler in der Wartung bzw. bei der Reparatur (10 Fahrzeugbrände alleine durch Schweißen) = 9,2 %
- Brand nach einem Verkehrsunfall insgesamt 5 Fälle = 2,4 %
- fahrlässiges und vorsätzliches Inbrandsetzen des Pkw insgesamt 36 Fälle = 17,4 %
- Brandursache unbekannt insgesamt 25 Fälle = 12,1 %

Nimmt man die letzten beiden Punkte - nachgewiesenes Inbrandsetzen und unbekannte Brandursachen - zusammen, da im letzteren Punkt sich in der Mehrzahl auch Brandlegungen verbergen dürften, so würden sich für die Brandlegung insgesamt etwa 30 % ergeben.

Die Brandursachenstatistik für motorisierte Zweiräder und für die Gruppe der Nutzfahrzeuge ist der Tabelle 1/2 zu entnehmen.

Beginnt der Brand im Motorraum, so wird rasch der „Vergaserbrand“ als Ursache angegeben. Dieser ist - wie auch aus der o. g. Statistik hervorgeht - als Defekt im Kraftstoffsystem als relativ häufige Brandursache anzusehen. Bei starker Belüftung des Motorraumes konnte bei eigenen Versuchen jedoch festgestellt werden, daß auch hier eine zumeist langsame Brandausbreitung zu beobachten war (Abb. 7). Gestützt werden diese Beobachtungen durch Untersuchungen der ALLIANZ (Abbildung 8), wo bei künstlich herbeigeführten Vergaserbränden an verschiedenen Fahrzeugtypen Durchbruchzeiten in den Fahrzeuginnenraum bei stehendem Fahrzeug zwischen 6 und 10 Minuten festgestellt wurden.

Ein besonderer Abschnitt muß hier dem Austritt heißen Motorschmieröls



Abbildungen 7: Simulierter Vergaserbrand bei stehendem (oben) und bei laufendem Motor (unten) mit Ventilatorbelüftung und stark reduzierter Flammenintensität

aus dem nicht verschlossenen Öleinfüllstutzen auf dem Ventildeckel gewidmet werden, obgleich eine Abgrenzung dieses „technischen Fehlers“ zum Bereich des fahrlässigen bzw. vorsätzlichen Inbrandsetzens eines Kraftfahrzeugs nicht leicht sein dürfte. Es besteht erfahrungsgemäß die Möglichkeit, daß durch einen geöffneten Verschluss des Öleinfüllstutzens erhitztes Schmieröl sich an der heißen Oberfläche des zumeist unter dem Öleinfüllstutzen angeordneten Hosenrohr oder Auspuffkrümmer entzünden kann, da hierzu nur eine Oberflächentemperatur von ca. 320 bis 350 °C erforderlich ist. Bei eigenen Modellversuchen mit einem Opel Rekord C konnte jedoch mit diesem Defekt nur über die Zündquelle heiße Oberfläche kein selbständig entstehender Brand erzeugt werden. Nun muß jedoch auch dazu gesagt werden, daß durch die sehr starke Zwangsventilation, gekoppelt mit dem Motorlauf bei diesem Modell, zuweilen bei uns der Verdacht aufkam, daß eine Zündung durch betriebsbedingte Ursache im Motorraum dieses Fahrzeugs prinzipiell auszuschließen sei. Bekannt geworden sind jedoch einige Fälle, bei denen sowohl während der Fahrt als auch kurz nach Abstellen des Motors sich das aus der unverschlossenen Öffnung herausgespritzte Öl selbständig entzündete, wobei die Wahrscheinlichkeit des Entzündens im Fahrzeugstillstand wesentlich höher ist, da hierbei die verwirbelnde Zwangsbelüftung entfällt. In den Abbildungen 9 A/B (Seite 6) sind Beispiele für den Zustand des Einfüll-

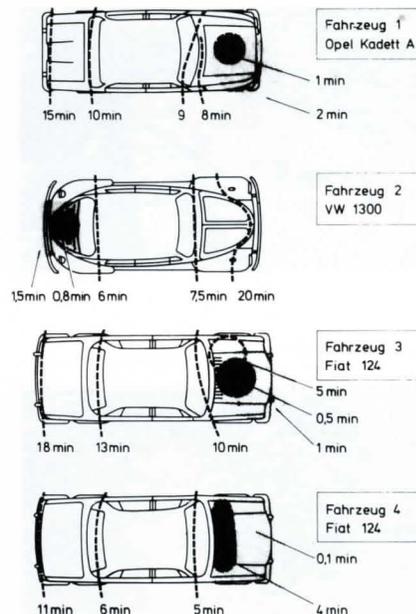
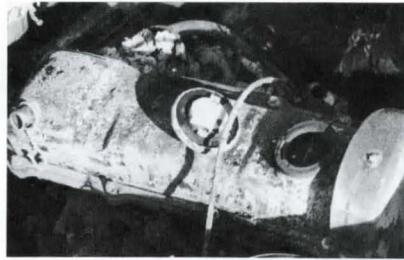


Abbildung 8: Brandausbreitungsgeschwindigkeit bei simuliertem Vergaserbrand aus einer ALLIANZ-Versuchsreihe (DANNER/ANSELM): Der Verkehrsfall 12 [1977] 229-234

stutzens mit und ohne Deckel nach einem Brand im Motorraum aufgeführt.

Nach den Untersuchungen von FELDE entstanden bei über 35 % aller Kraftfahrzeugbrände im Untersuchungszeitraum 1985 der Berufsfeuerwehr Düsseldorf durch einen Defekt an der elektrischen Anlage (86 von insgesamt 244 überprüften Fällen). In 37 dieser Brände wurde als Ursache ein Kurzschluß festgestellt, obgleich eine Überbrückung der betriebsmäßig vorgesehenen Schmelzsicherungen nicht festgestellt werden konnte. In wenigen Fällen war jedoch die Applikation zu hoch dimensionierter Sicherungen nachweisbar. Da im nicht abgesicherten Bereich der elektrischen Verkabelung des Kraftfahrzeuges die volle Leistung der Lichtmaschine im Fahrzeugbetrieb, die volle Leistung der Batterie bei Fahrzeugdeaktivierung in einigen Bereichen anliegt, konnte es hierzu erheblichen Wärmeentwicklungen bei Isolationsdefekten kommen, die entweder im Motorraum oder im Bereich der Frontkonsole (Sicherungskasten im Fahrzeuginnenraum oder Zuleitung zum Fahrtschalter = Zündschloß) deutliche thermische Defekte erzeugten. Bei den modernen Fahrzeugausstattungen kommt es hierbei jedoch zumeist nur zum Glimmbrand bzw. zum Selbstverlöschen des durch das möglicherweise auftretenden Spritzfeuer geschmolzenen Plastikmaterials im Bereich der Durchleitung der Batterieenergie zum Zündschloß hin in der Frontkonsole (Abbildung 10, Seite 6).



Abbildungen 9: Brand des Motorraums bei verschlossenem (A) und bei geöffnetem (B) Öleinfüllstutzen mit dem unterschiedlichen Erhaltungsgrad des Öleinfüllstutzens

## Vorsätzliches Inbrandsetzen von Kraftfahrzeugen

Wie in einem SPIEGEL-Artikel des letzten Jahres berichtet wurde, soll bei Untersuchungen des hessischen Kriminalamtes Wiesbaden festgestellt worden sein, daß von insgesamt 2.189 Fahrzeugbränden im Jahre 1986 fast zwei Drittel auf die Ursache „vorsätzliche Inbrandsetzung“ beruht haben sollen (SPIEGEL Nr. 4/1988, Seite 117). Bei unseren statistischen Auswertungen der Feuerwehrberichte kommen wir auf deutlich niedrigere Prozentzahlen (ca. 20 %, Tabelle 1/2), doch sind in diesen Zusammenstellungen noch etwa 20–30 % Fälle mit der angenommenen Brandursache „unbekannt“ enthalten, bei denen sicherlich ein hoher Prozentsatz Brandlegung enthalten sein dürfte. Es kann daher zusammengefaßt werden, daß u. a. durch verlockende Versicherungskonditionen (e. g. Neuwert-Erstattung bei Fahrzeugen mit „Totalschaden“ in den ersten zwei Jahren), aber auch durch die erheblichen Schwierigkeiten des forensisch auswertbaren Nachweises des vorsätzlichen Inbrandsetzens von Kraftfahrzeugen die Neigung des Fahrzeugbesitzers steigen könnte, sich seines „neuwertigen“ alten Fahrzeugs durch den Brand kostengünstig zu entledigen.

Im folgenden sollen daher einige Hinweise für eigene Untersuchungen von Kfz-Bränden gegeben werden, die im straf- oder zivilrechtlichen Bereich verwandt werden könnten, zumindest Zweifel am „natürlichen“ Brandverlauf in einem Kraftfahrzeug zu erwecken. Im folgenden daher eine kurze Zusammen-

fassung der vorgeschlagenen Vorgehensweise bei der Untersuchung von Fahrzeugbränden, die nicht aus der bekannt gewordenen Vorgeschichte (e. g. als Folge eines Unfallgeschehens oder eines offensichtlichen Betriebsfehlers) als „natürlich“ anzusehen sind. Ausführliche Darstellungen finden sich in der Monographie „Der Fahrzeugbrand“ (POHL 1989, Monographienreihe des DAT).

Bei der Untersuchung eines durch Brand geschädigten Kraftfahrzeugs sollte man, wie auch allgemein bei einer Schadensuntersuchung, ein schematisiertes Verfahren zugrunde legen. Hierfür wird der folgende Untersuchungsablauf vorgeschlagen:

- Prüfung der Identität des vorgestellten Fahrzeugs mit den beigebrachten Fahrzeugpapieren. Hierzu gehören die Typen- und Individual-Kennzeichnungen.
- Fabrikschild und Fahrgestellnummer nach § 59 StVZO
- Prüfung der Identität wesentlicher Teile des Fahrzeugs. Hierzu gehört in erster Linie die Überprüfung des Motorschildes mit der eingestanzten Bezeichnung des Motortyps und seiner fortlaufenden Fertigungsnummer. Aber auch die Identität geltend gemachter „Extras“ (siehe hierzu auch VERKEHRSUNFALL 25 (1987, S. 246) muß überprüft und die Anwesenheit dieser zumeist teuren Zusatzausstattungen nicht nur als individualisierende Kennzeichen des brandgeschädigten Fahrzeugs, sondern auch im Sinne der anstehenden Entschädigung verifiziert werden.
- Prüfung, ob ein wesentlicher Vorschaden am Fahrzeug vorgelegen



Abbildung 10: Kurzschlußdurchbrand im un abgesicherten Kfz-Bordnetz (Frontkonsole zum Fahrtschalter), das auch im abgestellten Fahrzeug unter voller Batteriespannung steht

hat, durch welchen entweder das Fahrzeug deutlich an Wert für den Besitzer gemindert wurde oder der ordnungsgemäße Betrieb des Fahrzeugs nicht mehr möglich war.

- Prüfung der Brandvorgeschichte, hierbei insbesondere die Möglichkeit von Reparaturen oder Veränderungen. Festgehalten und in die Untersuchungen einbezogen werden muß die Differenzierung in
  - Brandausbruch in Betrieb / abgestellt / nach Diebstahl
 da diese drei „Zustandsformen“ des in Brand geratenen Fahrzeugs teilweise unterschiedliche Untersuchungen erfordern.
- Suche nach dem „Primären Brandherd“ im oder am Fahrzeug. Hier ist besonders auf die Lokalisierung im Motorbereich / Innenraum / Ladebereich zu achten und die an diesen Bereichen typischen Brandursachen zu prüfen. Außerdem sollte versucht werden, Spurenmaterial zum möglichen Nachweis der Verwendung von Brandbeschleunigungsmitteln zu sichern. Zuweilen eignen sich hierzu einfache „Wischproben“ in den interessierenden Fahrzeugbereichen zum Nachweis der Verwendung des verbleibenden Benzins (Abbildung 11).
- Rekonstruktion des Brandablaufes aus Zeugenaussagen und aus den Brandzehrungen (Asymmetrien links-rechts, Brandüberschlag zwischen den drei Fahrzeugbereichen etc.). Hierbei ist besonders auf Hinweise zur Geschwindigkeit der Brandausbreitung zwischen erkennbarem Brandausbruch und Fahrzeugvollbrand zu achten.

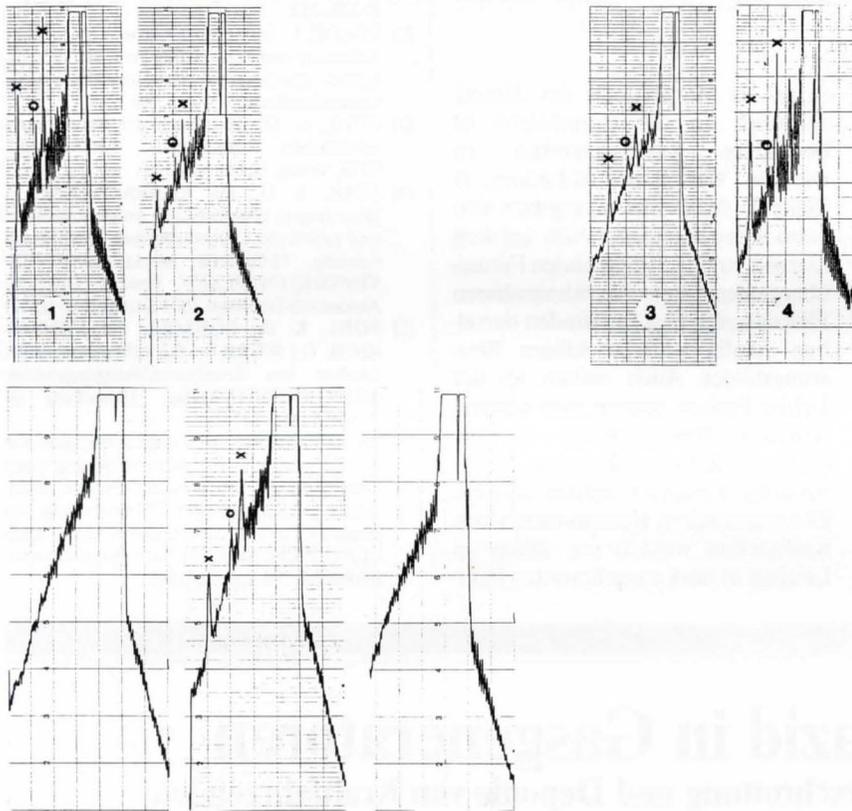


Abbildung 11: In Frontbereich mit verbleitem Benzin übergossene und in Brand gesetzte Dieselfahrzeuge (oben) und Röntgenfluoreszenzspektrogramme der Wischproben aus diesen Bereichen mit deutlich positivem Blei- und Brom-Nachweis

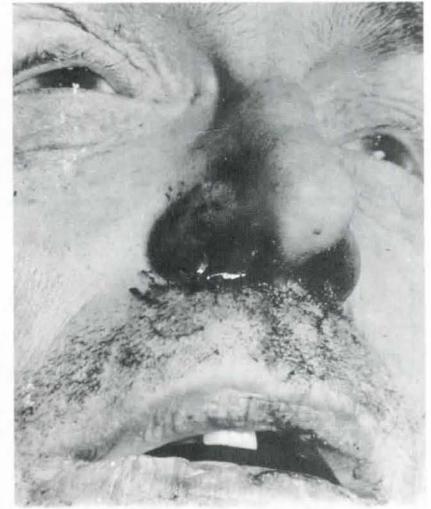
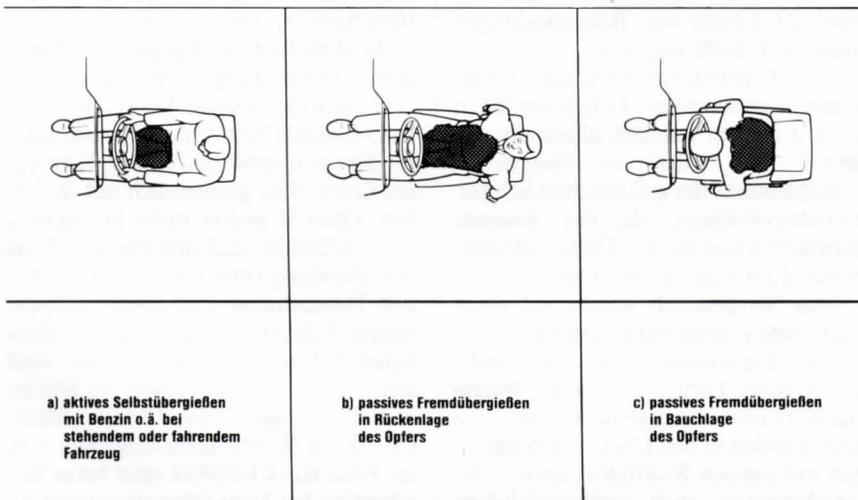


Abbildung 12: Unterschiedliche Erhaltungsgrade von Brandtoten  
oben: Rauchgastoter mit äußerlich schon sichtbaren Verschmäuungen der Atmungsorgane  
unten: stark brandbelasteter Brandtoter mit ausreichend erhaltenem Torso in typischer Fechterstellung

Abbildung 13, links unten: Schematische Darstellung der unterschiedlichen Primärdefekte von Fahrzeuginsassen bei aktivem Selbstübergießen und passivem Übergossenwerden mit flüssigem Zündhilfsmittel in verschiedenen Sitzpositionen

- Prüfung auf Hinweise für einen Fahrzeugdiebstahl, wenn dieser geltend gemacht wird. Hierbei ist besonders auf den Zustand der Türschlösser und des Lenkrad- bzw. Fahrerschalteschlusses zu achten, um Spuren der Gewaltanwendung oder sonstige Hinweise auf die unbefugte Inbetriebnahme des Fahrzeugs feststellen zu können. Auch sollte hier besonders intensiv nach Fahrzeugschäden gesucht werden, die es möglicherweise ausgeschlossen machen, daß das Fahrzeug aus eigener Kraft an die Brandstelle gelangt sein kann. Besondere Schwierigkeiten können sich bei der Auffindung von Brandtoten im aus- oder teilverbrannten Kraftfahrzeug ergeben, da es bei Bränden im Fahrzeuginnenraum zumeist zu einer weitgehenden Brandbelastung des auf dem metallenen Sitzrahmen frei aufliegenden Körpers kommt. Auch hier ist natürlich – wie bei allen Brandleichen – nach Vitalzeichen zu

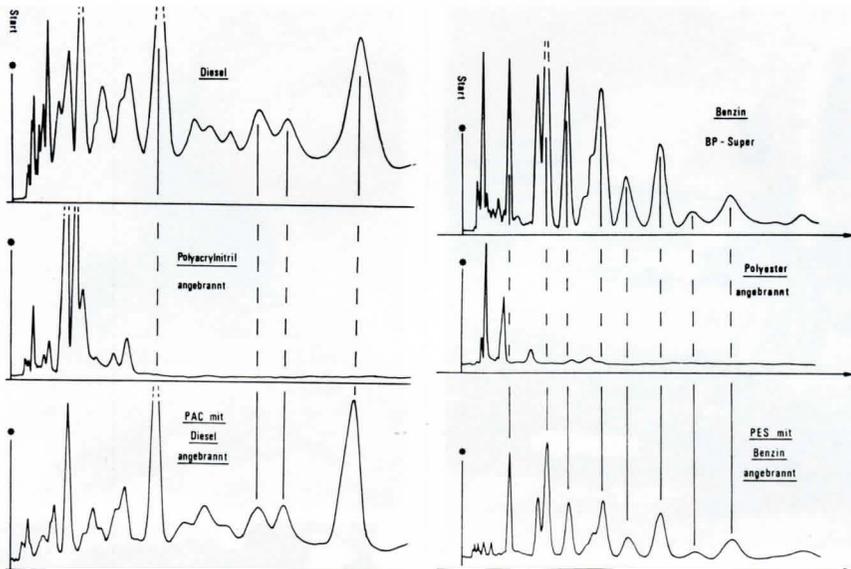


Abbildung 14: Modellversuche zum Nachweis restlicher Hochsieder des Diesels und des Benzins auf angebrannter Bekleidung

zeuginnenräumen gaschromatographisch nachweisbar sein, doch lassen sich zuweilen ihre Relikte auch auf angebranntem Textil noch feststellen (Abbildung 14).

Die in diesem Abschnitt vorgestellten Untersuchungen bzw. Ermittlungen sind schematisch noch einmal in der Abbildung 15 (Titelbild) zusammengestellt.

## Literatur:

- [1] DANNER, M; ANSELM, D.: Brandausbreitung von Vergaserbränden an Personenkraftwagen. VERKEHRUNFALL 1977, Heft 12, S. 229-234
- [2] FELDE, J.: Feuerwehreinätze – Statistische Erfassung und Auswertung im Kraftfahrzeugbereich. Studienarbeit, Bergische Universität/Gesamthochschule Wuppertal 1987
- [3] POHL, K. D.: Handbuch der Naturwissenschaftlichen Kriminalistik. KRIMINALISTIK-Verlag, Heidelberg 1981
- [4] POHL, K. D.: Der Kraftfahrzeugbrand – Grundlagen, systematische, wissenschaftliche und praktische Untersuchungen. DAT-Schriftenreihe, TECHNIK, Markt, SACHVERSTÄNDIGEN-WESEN, Band 4, Deutsche Automobil-Treuhand 7000 Stuttgart 70 (1989)
- [5] POHL, K. D.; LÖHMER, St.; KEMMERICH, D.; WERP, J.: Zur differenzierenden Analyse von Brandbeschleunigungsmitteln. KRIMINALISTIK-Verlag, Heidelberg 10 (1986), S. 503-507
- [6] WOPPENBERG, R.: Untersuchungen zur Brandentstehung und Brandverhütung beim Schweißen und Thermischen Trennen, insbesondere durch glühende Partikel sowie zur Abgrenzung von Gefahrenbereichen. DISSERTATION, Bergische Universität-Gesamthochschule Wuppertal (1989)

suchen. Hierbei handelt es sich zunächst um die Verschmattung und Verruung der Atemwege (Abbildung 12, Seite 7 oben), außerdem muß eine quantitativ spektrophotometrische Bestimmung des Kohlenmonoxid-Hämoglobins (CO-Hb) veranlaßt werden. Selbst bei nur kurzfristig eingeatmeten Brandgasen lassen sich im belasteten Blut CO-Hb-Konzentrationen im Bereich zwischen ca. 15-25 % CO-Hb nachweisen, wobei für diesen analytischen Nachweis nur ein winziger Tropfen flüssigen Blutes erforderlich ist, der auch in sehr stark verkohlten Leichen noch zu gewinnen ist (Abbildung 12, Seite 7 unten).

Auch der Morphologie der „Brandzehrung“ an der Brandleiche ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Wie in der Abbildung 13 (Seite 7) demonstriert, ergeben sich beim Selbstübergießen bzw. bei dem hiervon zu differenzierenden Fremdübergießen mit leichtbrennbaren Flüssigkeiten und Entzünden derselben häufig unterscheidbare Belastungsbilder. Auch sollten an der Leiche Proben entnommen werden, welche auf Blei und Brom – als Leit-elemente verbleiten Benzins – routinemäßig überprüft werden können. Die organischen Komponenten von Kraftstoffen werden nur selten an Leichen in stark ausgebrannten Fahr-

# Natriumazid in Gasgeneratoren

## Gefahren bei der Verschrottung und Deponie von Kraftfahrzeugen

– Eine sicherheitstechnische Betrachtung –  
Dr. Eduard Blossfeld, Ing. Günter Krüger

### 1. Einleitung

Gasgeneratoren für Airbags in Kraftfahrzeugen sollen bei ihrer Aktivierung in kurzer Zeit große Mengen eines nicht-toxischen Gases erzeugen. Ein Mittel der Wahl ist dabei die Verwendung von Natriumazid ( $\text{NaN}_3$ ), welches im Gemisch mit einem Oxidationsmittel bei Zündung nur Stickstoff ( $\text{N}_2$ ) entwickelt. Stickstoffoxide entstehen dabei nicht.

Verschiedene Hersteller von Airbag-gasgeneratoren unterscheiden sich durch das verwendete Oxidationsmittel. Eine amerikanische Firma verwendet als Oxidationsmittel Kupfer(II)-oxid ( $\text{CuO}$ ).

Gute Erfahrungen damit liegen seit rund 20 Jahren vor, Beanstandungen haben sich nicht ergeben.

Viele Untersuchungen wurden inzwischen unternommen. (Einige werden in diesem Bericht referiert, allerdings nur unter dem hier interessierenden Gesichtspunkt der gefährlichen Schwermetallazidbildung, da das gesamte inzwischen vorliegende Untersuchungsmaterial sehr umfangreich ist.)

Das Satzgemisch wurde auf seine explosiven Eigenschaften untersucht. Es wurden Lagerversuche mit verschiedenen relativen Luftfeuchten sowie Warmlagerversuche durchgeführt. Des weiteren wurden in den USA Untersuchungen mit ganzen Kraftfahrzeugen unter verschiedenen, auch mißbräuchlichen

Gebrauchsbedingungen sowie bei der Verschrottung vorgenommen.

In allen Untersuchungen ergab sich keine Gefährdung bzw. signifikante Gefahrenerhöhung bei Verwendung des  $\text{CuO}$ -haltigen Natriumazidgemisches.

Dennoch stößt die Verwendung dieses Gemisches gelegentlich auf Bedenken. Obwohl bisher nicht beobachtet, wird befürchtet, daß sich aus einer Kupferverbindung (hier  $\text{CuO}$ ) im Gemisch mit Natriumazid irgendwie vielleicht einmal äußerst explosionsfähiges, detonationsfähiges Kupferazid bildet. Und wenn nicht das  $\text{CuO}$  selbst, so könnte metallisches Kupfer (aus Drähten, Blechteilen) mit Natriumazid reagieren, z. B. im Falle eines Unfalles oder beim Verschrotten bei Vorhandensein eines sau-