

Bild 4. Baustelle Ernst-Reuter-Platz, Berlin. Auf dem Dach des Rohbau-Hochhauses brannten ca. 400 qm Bitumen-Isoliermaterial. Einspeisestelle und trockene Steigleitung für die Feuerwehr waren zu diesem Zeitpunkt noch nicht betriebsbereit.

Bedingungen für die Bauwesenversicherung“ — schadenprisma 1975, Nr. 2 und 3 —

- [3] Merkblatt „Brandschutz bei Bauarbeiten“ — Verband der Sachversicherer e.V., Köln, Form 2021, 10/75 — Merkblatt „Brandschutz bei Bauarbeiten“ — Bau-Berufsgenossenschaft, Abruf-Nr. 511, ZH 1/503 —
- [4] Unfallverhütungsvorschrift „Schweißen, Schneiden und verwandte Arbeitsverfahren“ (VBG 15)
- [5] Sicherheitsregeln „Ortsveränderliche Schmelzöfen für Bitumen, Teer und ähnliche Stoffe“ (ZH 1/458)
- [6] Richtlinien für die Verwendung von Flüssiggas (ZH 1/455)
- [7] Merkheft „Flüssiggas auf Baustellen“ (Schriftenreihe der Bau-Berufsgenossenschaften)

Brände durch Fußbodenklebarbeiten

Dr. rer. nat. Wilhelm Jach

Der Umgang mit Spezialklebern zum Verlegen von Platten und Bahnenware aus Kunststoff (meist PVC) ist nicht nur brand-, sondern auch explosionsgefährlich! Die Untersuchung von Schadenfällen durch das Kieler Labor führt immer wieder zu dem eindeutigen Ergebnis, daß Leichtfertigkeit und Unkenntnis der Materialeigenschaften dieser Stoffe nicht nur Brand-, Verpuffungs- und Explosionsschäden zur Folge hatten.

Darüber hinaus traten z. T. sehr schwere Brandverletzungen in Erscheinung, in einigen Fällen sogar mit tödlichem Ausgang. Es erscheint deshalb überaus notwendig, zur Aufklärung allgemeiner Art, einige typische derartige Schadenfälle näher zu beschreiben.

Fall I

In einer Küche ereignete sich eine druckschwache Verpuffung mit nachfolgendem Brand. Die Küche brannte vollständig aus. Ein Verwandter des Wohnungsinhabers erlitt schwere Brandverletzungen, die einen länge-

ren Krankenhausaufenthalt notwendig machten.

Am Schadentag, gegen 7.30 Uhr, begann der Verwandte, den Fußboden der Küche mit Neoprenkleber zu verstreichen. Er arbeitete in Richtung Herd von der Küchentür ausgehend. Während der Arbeit waren sowohl die Tür zum Flur als auch die Flurtür nach außen voll geöffnet. Als er, kurz vor Beendigung der Verstreicharbeiten, in der Nähe des Küchenherdes die Klebmasse verstrich, entwickelte sich plötzlich aus dem Herd eine Stichflamme, der eine Raumverpuffung folgte.

Es kam zu einem schlagartig sich ausdehnenden Flächen- und Raumbrand, der die gesamte Küche und den Arbeitenden an seiner Kleidung erfaßte.

Die Untersuchung des Küchenherdes ergab, daß er am Schadentage gegen 6.30 Uhr mit Steinkohle angeheizt wurde. Bei der Untersuchung des Feuerungsraumes, die gegen 12.05 Uhr erfolgte, wurden 3 große Brocken noch glühender Kohle in der Asche aufgefunden.

Fall II

In einer Trocken- und Lagerhalle für Obst ereignete sich eine Explosion mit nachfolgendem Brand. Die Lagerhalle zeigte neben Brandschäden auch

erhebliche Druckwellenschäden. Durch den Oberflächenbrand des gesamten Fußbodens trat eine schwere Verrußung aller Räume der Lagerhalle ein.

Zum Ablauf der Explosion ist festzustellen: 4 Arbeiter einer Isolierfirma führten im Trockenraum (Grundfläche 134 m²) Vorarbeiten für die Isolierungsverklebung durch:

1. 4 m lange und 1 m breite Aluminiumfolienstreifen wurden auf der Rückseite mit einem Neoprenkleber bestrichen und mit der bestrichenen Seite nach oben liegen gelassen.
2. Vor dem Verkleben muß die Hauptmenge des leichtflüchtigen Verdünners verdunsten, was nach ca. 20 bis 30 Min. Abdunstungszeit erreicht ist.
3. Zum Zeitpunkt der Auslösung der Explosion waren ca. 40 m² des vorbeschriebenen Folienmaterials in der Halle ausgelegt.
4. Bei Auslösung der Explosion waren alle Außenfenster und Außentüren geschlossen, die Türen zu den Räumen, die ausgelegt werden sollten, dagegen geöffnet.
5. Die Tür zum Kühlaggregatraum war geöffnet und die Elektromotoren der Kühlaggregate in vollem Betrieb.

Dipl.-Chemiker Dr. Wilhelm Jach, Wissenschaftl. Gesch.-Führer des Instituts für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlich-rechtlichen Versicherer e.V. (IfS), Kiel

6. Die Zündung des explosionsfähigen Gemisches erfolgte an den offenen Motoren der Kühlaggregate.

Die Arbeiter hatten eine Frühstückspause eingelegt. Plötzlich sahen sie über dem Zementfußboden eine bläulich schimmernde Wolke sich bewegen. Sie verließen fluchtartig den Raum. Im Augenblick, wo sie die Außentür öffneten, ereignete sich eine Raumexplosion mit starker Druckwelle, die einen intensiven Flächenbrand auslöste.

Fall III

Im Heizungskeller eines Einfamilienhauses ereignete sich eine Explosion mit nachfolgendem Brand. Mehrere Personen erlitten erhebliche Brandverletzungen 2. und 3. Grades, die einen langen Krankenhausaufenthalt notwendig machten.

Zur Isolierung gegen Feuchtigkeit sollte der Betonfußboden mit einem Isolierbelag versehen werden, der mit Hilfe eines Bitumenkaltklebers verlegt werden sollte. Die Fläche war mit diesem Bitumenkleber eingestrichen und sollte „vortrocknen“. Da dem Handwerker dieser Vortrocknungsvorgang zu langsam ging, wollte er durch Wärmezufuhr den Vorgang der Verdunstung des Lösungsmittels aus dem Kaltbitumenkleber beschleunigen. Er benutzte zu diesem Zwecke die offene Flamme eines Propangasbrenners. Im Augenblick, als er den mit Kleber versehenen Raum betrat, ereignete sich eine heftige Explosion mit nachfolgendem Brand, der die drei Personen schwer verletzte.

Fall IV

Es ereignete sich im Rohbau der Turnhalle eines Gymnasiums ein Ex-



Bild 1. Druckwellenwirkung im Erdgeschoß.

plosionsschaden mit nachfolgendem Brand.

Die Fußbodenleger einer Fachfirma waren damit beschäftigt, den Turnhallenboden für die weitere Verlegung eines sogenannten Schwingfußbodens mit einem „porenschließenden Sperrschutzanstrich“ zu versehen. Die ersten Ausstreicharbeiten mit einem „Versiegelungsgrund“ lagen bereits 20 Minuten zurück. Während der Vorverdunstungszeit des Lösungsmittelgemisches begann ein weiterer Handwerker im selben Bereich Schneid- und Trennarbeiten mit einem Trennschleifer, dessen Trennscheibe aus Nylon mit Korundeinlagen bestand. Als er seine Trennschleifarbeiten fast beendet hatte, erfolgte unerwartet eine heftige Explosion mit erheblichen

Druckwellenwirkungen. Etwa 1 m über dem Fußboden wurde eine bläuliche, flächig sich ausbreitende und schnell wachsende Flammenbildung beobachtet. Der Mann, der den Trennschleifer bedient hatte, konnte in gebückter Haltung das Fenster erreichen und setzte sich ohne nennenswerte Verletzungen in Sicherheit bringen. Die beobachtete Raumflamme senkte sich auf den Fußboden ab und setzte die gesamte, eingestrichene Fläche in Brand. Es entstand ein erheblicher Brand- und Verpuffungsschaden.

Aus den beschriebenen Schadenfällen, die aus einer größeren Anzahl zu dem gestellten Thema gewählt wurden, geht folgendes hervor:

1. Es wäre unvollständig, nur die Fußbodenklebearbeiten als besonders brand- und explosionsgefährlich herauszustellen!
2. Gleiche Gefahren liegen auch bei Ausführung von Kaltisolierungs- und Versiegelungsanstrichen vor, wie die Schadenbeispiele (Parkettfußbodenbrände u. ä.) zeigen. Hier sei insbesondere auf die Schadenbeispiele II und III hingewiesen.
3. Auch die auslösenden Zündquellen können sehr mannigfaltiger Natur sein. Wir stellten in den Beispielen heraus:

Fall I Glühende Kohleteilchen

Fall II Funkenbildung am Elektromotor – offener und nicht explosionsgeschützter Bauart

Fall III Gerät mit offener Flamme

Fall IV Mechanisch erzeugte Funken, die die Zündtemperatur derartiger Lösungsmittelluftgemische erreichen



Bild 2. Rußablagerung an Decken und oberen Wandbereichen (Explosionsschwade).

Die wichtigsten Lösungsmittelkomponenten, die isoliert werden konnten, zeigen folgende brandtechnische Daten:

Nr.	Stoffe	Siedepunkt ° C	Dichte (Dampf) (bezogen auf Luft = 1)	Flamm- punkt ° C	Explo- sions- grenzen (Vol. %)	Gefahr- klasse (VbF) *)	Verdunstungs- zahl (bezogen auf Äther = 1)
1.	Methylacetat (CH ₃ COO CH ₃)	57	2,56	-10	3,1-16,0	A I	-
2.	Toluol (C ₆ H ₅ CH ₃)	111	3,18	6,0	1,2- 7,0	A I	6,1
3.	aromatenfreies Testbenzin	~ 60	3,2	-30	1,1- 7,0	A I	2,4
4.	Gereinigtes Benzol	80,1	2,8	-11	1,0- 8,0	A I	3,0
5.	Essigsäurebutylester (CH ₃ COO C ₄ H ₉)	~ 116	4,1	22	1,2- 7,5	A II	7,0
6.	Ameisensäureäthylester (HCOO C ₂ H ₅)	~ 74	2,55	-20	1,8-14,0	A I	3,0
7.	Essigsäurepropylester (CH ₃ COO C ₃ H ₇)	~ 102	~ 3,5	4,0	1,7- 8,0	A I	-

*) Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF), sowie Technische Regeln und Erläuterungen

Die ausgewählten Schadenbeispiele zeigen, daß eine Vielzahl von Zündmöglichkeiten beim Arbeiten mit derartigen Klebern und Versiegelungsmitteln gegeben sind. Diese Feststellung scheint besonders wichtig, da zahlreiche im Versuch nachgewiesene Zündmöglichkeiten bei der praktischen Arbeit mit derartigen Produkten völlig übersehen werden.

Wichtig ist deshalb die Frage nach dem Verhältnis Festkörper zu Lösungsmittel und Verdünnungsmittel. Da ein dünner, aber sehr dichter Kleber- bzw. Versiegelungsfilm oder eine sehr schnelle Verdunstung in der Regel erzielt werden soll, weisen alle derartigen Produkte einen nur geringen Festkörperanteil neben einem ungewöhnlich hohen Lösungsmittelanteil

auf, um die Verarbeitungsbedingungen zu erfüllen.

Das Verhältnis Festkörper zu Lösungsmittel schwankt zwischen 30 bis 40 Vol% Festkörper und 60 bis 70 Vol% Lösungsmittelanteil (Verdüner). Untersuchungen über das brandtechnische Verhalten der identifizierten Lösungsmittel führten zu folgenden wesentlichen Ergebnissen:

1. In der Regel liegen Lösungsmittelgemische vor.
2. Neben der Fraktion eines sehr niedrig siedenden Hauptanteiles des Lösungsmittelgemisches ist ein geringer Anteil höher siedender Lösungsmittelanteile vorhanden, damit die Bildung des trockenen Filmes nach einem bestimmten

zeitlichen Trocknungsablauf erzielt wird.

Alle diese Lösungs- und Verdünnungsmittel für Kleber-, Isolier- und Versiegelungsanstriche haben folgende gemeinsame, sehr gewichtige Eigenschaften, wie die Untersuchungen ergaben:

1. Sehr kleine Verdunstungszahl.
2. Flammpunkte unter oder nahe bei 21 °C.
3. Dämpfe sind sehr viel schwerer als Luft.
4. Die Dämpfe bilden mit Luft explosionsgefährliche Gemische.
5. Die explosionsgefährlichen Gemische mit Luft sind alle sehr leicht zu zünden mit energiearmen mechanischen Funken mit Temperaturen von 400 bis 500 °C bzw. durch heiße Metalloberflächen gleicher Temperatur.

Wenn man abschließend die Ergebnisse der Risikountersuchungen an Kleber-, Isolier- und Versiegelungsanstrichen mit denen der Nitrolacke – siehe auch Schadenprisma Nr. 1/75, Seiten 7-13 – vergleicht, ergibt sich folgende Situation:

A. Lösungsmittel und Verdünnungsmittel

In beiden Fällen werden leicht flüchtige Lösungsmittel und Verdünnungsmittel verwendet, die alle der Gefahrklasse A 1 der Verordnung über Brennbare Flüssigkeiten (VbF) zuzuordnen sind. Sie bilden in beiden Fällen brand- und explosionsgefährliche Gemische mit der Luft. Das Brand- und Explosionsrisiko ist also in beiden Fällen gleich groß und gleich akut.



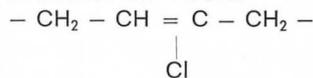
Bild 3. Flächenbrandschäden auf dem Fußboden.

B. Festkörper der Isolieranstriche, Kleberanstriche und Versiegelungsanstriche und der Nitrolacke

Hier ergeben sich grundsätzliche Unterschiede im Brand- und Explosionsrisiko:

I. Kleber-, Isolier- und Versiegelungsanstrichfestkörper

Hier besteht der Grundkörper aus Neopren, d. h. Polychloropren, einem chlorierten synthetischen Kautschuk der Formel



Bei Hitze- und Brandeinwirkung werden aktivierte Chloratome abgespalten (Cl), die hinsichtlich des Brandgeschehens „kettenabbrechend“ wirken, wie ein Feuerlöschmittel. Der Grundkörper ist also mindestens als schwerentflammbar einzustufen. Der Grundkörper ist nicht in der Lage, ein Brandgeschehen von sich aus weiterzuleiten, es sei denn, es werden sehr hohe Temperaturbelastungen auf ihn ausgeübt.

II. Nitrolacke

Der Grundkörper, der etwa 30 Gewichts-% derartiger Spritzlacke ausmacht, besteht aus teilweise nitrierter Cellulose der Formel $[(C_6H_{10}O_4)O - NO_2]_x$

Wie bereits seit langem bekannt, ist der „trockene“ Grundkörper derartiger Nitrolacke stark selbstentzündungsgefährdet. Die Zerfallsreaktion kann sich so stark in der Geschwindigkeit steigern, daß sie in den Geschwindigkeitsbereich Meter/Sekunde bzw. Kilo-



Bild 4. Kleber und Verdünner ordnungsgemäß gekennzeichnet.

meter/Sekunde gelangt, also die Reaktionsform einer Explosion oder Detonation annimmt.

Leszczynski hat experimentell erstmalig nachgewiesen, daß die thermische Alterung im Brandfall der Nitrocellulose auf der Abspaltung von nitrosen Gasen (NO, NO₂) beruht unter gleichzeitiger Oxydation des verbleibenden, ungesättigten Restmoleküls (siehe „Grundlagen der Kriminaltechnik“, 1958, Wiesbaden, Selbstverlag Bundeskriminalamt).

Der Grundkörper der Nitrocelluloselacke ist also sehr viel brandgefährlicher als der Grundkörper von Versiegelungs-, Kleber- und Isolieranstrichen, wobei hier ein echtes Explosionsrisiko mit schweren Personengefährdungen mit berücksichtigt werden muß.

Wie kann man Explosions- und Brandschäden und Personenunfälle bei der Arbeit mit Fußbodenklebern und ähnlichen Präparaten weitgehend vermeiden?

1. Der Aufdruck „feuergefährlich“ auf den handelsüblichen Verpackungsbehältern sollte sehr ernst genommen werden. Die Verarbeitungsvorschriften des Herstellers sind peinlichst und sorgfältigst zu beachten.
2. Die Ausführung derartiger feuergefährlicher Arbeiten sollte durch ein gut sichtbares Warnschild angezeigt werden.
3. Im unmittelbaren Gefahrenbereich sollten keine anderen Arbeiten geduldet werden. Auch ein Arbeiten mit funkenerzeugenden Geräten (z. B. Trennschleifer) ist verboten, ebenso das Hantieren mit offenem Feuer und Licht.

4. Öfen, Herde und sonstige Heizgeräte aller Art einschließlich vollautomatische Gasheizgeräte dürfen weder in den Arbeitsräumen, wo derartige Klebe- und Verlegungsarbeiten durchgeführt werden, noch in anschließenden Nachbarräumen, die durch Türen mit den Arbeitsräumen verbunden sind, in Betrieb sein oder in Betrieb genommen werden.
5. Es sind unübersehbar Rauchverbotsschilder aufzustellen.
6. Das rasche Auftrocknen der Klebe-, Isolier- und Anstrichmittel darf nur durch indirekte Wärme, z. B. durch Zentralheizkörperwärme, erfolgen. Niemals dürfen hierfür Feuerstätten, Heiz-, Koch- und Wärmegeräte eingesetzt werden, weil diese eine akute Explosions- und Brandgefahr bedeuten.
7. Die Räume sind während und nach der Arbeit ausreichend lange und intensiv zu be- und entlüften.
8. Die Behälter mit der Verstreich- und Ausstrichmasse sind nach Gebrauch fest zu verschließen und in einem brandsicheren Raum oder brandsicheren Ort des Gebäudes abzustellen.
9. Allgemein: Von der Bau-Berufsgenossenschaft ist wegen der besonderen Gefährlichkeit von Fußbodenklebearbeiten ein Merkblatt herausgegeben worden mit dem Titel: „Fußbodenklebearbeiten auf Baustellen“, das unter der Abruf-Nr. 510 bei der Bau-Berufsgenossenschaft Wuppertal, Wilhelmstraße 21, 5600 Wuppertal, zu erhalten ist. Diese Richtlinien gehen jedoch noch nicht auf die besonderen Gefahren, die in klimatisierten Räumen entstehen, ein.



Bild 5. Auslösender Faktor: nicht geschützter Tiefkühlschrank im Kellergeschoß.