

Brandsicherheit - Fachbeilage zu "Starke Seiten"

Das Brandverhalten eines Werkstoffes ist aus verschiedenen Gesichtspunkten zu beurteilen, die je nach Einsatzgebiet (Bau, Automobil, Elektronik etc.) unterschiedlich zu gewichten sind.

- **Fördert oder hemmt das Material die Entstehung und Ausbreitung des Brandes?**
- **Wird die Bekämpfung des Brandes durch das Material erleichtert oder erschwert?**
- **Wie wirkt sich das Material auf die während des Brandes entstehenden Gase und Schadstoffe aus?**
- **Wird die Sanierung nach einem Brand durch das (verbrannte) Material entscheidend beeinflusst?**



Das Brandverhalten von PVC

PVC ist – mit einer Entzündungstemperatur von 330 bis 400 Grad Celsius – schwer entflammbar. Aufgrund des hohen Chloranteils brennt PVC schlecht; wird die Brandquelle entfernt, erlischt es.

- Im Brandfall entstehende Gase aus PVC sind weniger toxisch als bei vielen anderen Stoffen wie Wolle, Seide, Leder, Birkenholz.
- Eventuell entstehende Dioxinmengen und Brandrückstände sind ähnlich niedrig wie bei Hausbrandruss.

Der Einsatz von PVC senkt die Risiken der Brandentstehung und -ausbreitung.

PVC im Brandfall: Berechenbar

Alle organischen Substanzen sind brennbar und setzen beim Verbrennen Schadstoffe frei. Aber: "Selbst ein fiktives ‚schlimmstes Material‘ könnte im Ernstfall wenig Schaden anrichten, wenn zwei Faktoren entsprechend berücksichtigt sind: Vorbeugender baulicher Brandschutz und die Verhinderung menschlichen Versagens." Das wollte Dr. Friedrich Perner, der Branddirektor der Feuerwehr der Stadt Wien, deutlich festgehalten wissen, als ihn die "Starken Seiten" zum Thema PVC und Brände befragten. PVC sei bei weitem nicht der problematischste der im Bauwesen eingesetzten Stoffe. Ganz im Gegenteil: "Mittlerweile weiss man, dass viele andere Baustoffe weit unangenehmere Brandfolgen nach sich ziehen", resümiert der Feuerwehrexperte. Er schätzt an PVC auch, dass sein Verhalten im Brandfall besonders gut untersucht ist – PVC ist, im Gegensatz zu vielen anderen Baustoffen, "berechenbar".

PVC ist schwerentflammbar und selbstverlöschend. Dies dient dem vorbeugenden Brandschutz; der Grossteil der PVC-Bauprodukte ist dementsprechend als "schwerentflammbar" eingestuft. "Viele Untersuchungen von realen Bränden, aber auch Laboruntersuchungen belegen, dass Materialien aus Polyvinylchlorid weder für die Entstehung von Bränden noch für eine schnelle Brandausbreitung verantwortlich gemacht werden können", heisst es in einer Studie der Gerling Consulting Group (1997). Und weiter: "Aufgrund der hervorragenden Eigenschaften von Baustoffen und anderen Materialien aus PVC kann aus Sicht der Industrieversicherer auf deren Verwendung nicht verzichtet werden. Insbesondere erhöht die Verwendung solcher Materialien den bauschutztechnischen Standard erheblich, zum Beispiel im Vergleich zu Holzwerkstoffen."

Warum kommt PVC im Zusammenhang mit Bränden dennoch häufig ins Gerede? Für Branddirektor Perner im wesentlichen aus "historischen Gründen": Die gesamte Thematik der Brandschadstoffe sei seinerzeit erstmals anhand von PVC – als einem weit verbreiteten und gut untersuchten Baumaterial – aufgerollt worden. Dies zog nicht nur die weitere Verbesserung der Eigenschaften und des Einsatzes von PVC nach sich, sondern auch generelle Erkenntnisse: "Man macht es sich zu einfach, wenn man das Thema (Brandkatastrophen) an PVC anbindet."

Die akute Gefahr: Kohlenmonoxid

Brände sind niemals zu hundert Prozent zu verhindern. Die Untersuchung der bei Brandkatastrophen entstehenden Schadstoffe dient der Minimierung der Brandfolgen. Für die von einem Schadfeuer direkt Betroffenen ist – neben der Hitze-Einwirkung – Kohlenmonoxid (CO) die grösste Gefahr. Es ist in mehr als 90 Prozent der Fälle die Todesursache. Eine weitere relevante Bedrohung stellt auch Blausäure dar, die aus stickstoffhaltigen Materialien (z.B. Wolle, Teppichböden, Leder etc.) entstehen kann.

Chlorwasserstoff (HCl) spielt bei Bränden eine untergeordnete Rolle: Während

der CO-Gehalt im Brandfall rasch tödliche Konzentrationen erreicht, steigt die HCl-Konzentration nur langsam und erreicht daher keine tödlich wirkende Dosierung. Das Sachverständigen-gremium "Gesundes Bauen und Wohnen" beim deutschen Bundesbauministerium hält fest: "Wie unterschiedliche Brandversuche gezeigt haben, spielt im Brandfall der aus PVC-Produkten entstehende Chlorwasserstoff im Verhältnis zu der Menge des beim Brand aus den Umgebungsmaterialien entstehenden Kohlenmonoxids für die Gefährdung des Menschen keine entscheidende Rolle."

Chlorwasserstoff in Brandgasen hat allerdings eine weitere Auswirkung: Er reizt selbst bei sehr niedrigen Konzentrationen, die für den Menschen noch lange nicht gefährlich sind, die Schleimhäute. Im Unterschied zum weit bedrohlicheren geruchlosen CO kann das HCl daher frühzeitig wahrgenommen werden und Rettungs- bzw. Löschmassnahmen begonnen werden.

Schadstoffe: Dioxine nicht das grösste Problem

Wenn chlorhaltige Stoffe (mit)verbrennen, ist mit der Bildung von "Dioxinen" zu rechnen. Unter diesem Schlagwort werden "polychlorierte Dioxine" (PCDD) und "polychlorierte Furane" (PCDF) meist zusammengefasst. Chlor ist zum Beispiel in Holz und Pressspan ebenso enthalten wie in einigen Kunststoffen – und in hoher Masse in PVC. Die Bedeutung dieser Frage bei Brandkatastrophen wurde in der Vergangenheit sowohl hinsichtlich der Auswirkungen im konkreten Schadensfall als auch hinsichtlich möglicher genereller Umweltbelastungen überschätzt.

Alle Brände in der "industrialisierten Welt" (Wald- und Buschbrände ausgenommen) tragen zusammen weniger als 0,1 Prozent zur weltweit entstehenden Dioxinmenge bei – die wesentlichen Dioxinquellen sind bekannt und wurden in den letzten Jahren drastisch reduziert (bleihaltiges Benzin, Metallsinterung, Produktion von PCB und PCP, Papier-Bleichverfahren, etc.). Die Dioxineinträge in die Umwelt nahmen in den letzten Jahren kontinuierlich ab.

Selbst wenn grosse Mengen chlorhaltiger Substanzen verbrennen, entstehen relativ geringe Mengen an Dioxinen. Dies wurde zuletzt bei einem Brand in Lengerich (Deutschland), bei dem mehrere hundert Tonnen PVC brannten, nachgewiesen. Dazu Rainer Maurer, Hauptbrandmeister bei der Feuerwehr Schwelm (Nordrhein-Westfalen): "Bis heute liegen keine eindeutigen Hinweise von PVC-Bränden vor, die Rückschlüsse auf eine über die Gefährdungsschwelle hinausgehende Dioxinmission geben."

Der Umfang der Dioxinbildung im Brandfall ist primär von den Brandbedingungen abhängig. Rainer Maurer: "Die (für die Dioxinbildung im Brandfall, Anm.) erforderlichen Reaktionsbedingungen sind meist unzureichend." Professor Dr. Christian Schlatter vom Institut für Toxikologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule und der Universität Zürich, weist darauf hin, dass "die Dioxin-Gehalte in Verbrennungsprodukten von PVC – Russ, Asche, angebranntes Brandgut – ähnlich wie bei Hausbrandruss" sind.

Eine Gefährdung durch die bei einem Feuer entstehenden Dioxine ist nach heutigem Wissen nicht gegeben. Selbst bei Personen, die stark exponiert sind, wie z.B. Feuerwehrleute oder Anrainer eines Brandherdes, sind keine erhöhten Dioxinwerte festzustellen.

PVC-Sanierung" nicht erforderlich

Da die bei einem Brand gebildeten Dioxine an Russ und Brandrückständen fest gebunden sind, gelangen sie auch nicht in die Umwelt, sondern werden zusammen mit diesen bei der – in jedem Fall erforderlichen – Sanierung fachgerecht entsorgt. Der Russ "trägt" aber nicht nur Dioxine, sondern auch andere Schadstoffe. Russuntersuchungen können wichtige Aufschlüsse über das Brandgeschehen geben – so etwa im Falle der Russproben, die nach der Katastrophe auf dem Flughafen Düsseldorf analysiert wurden. Die dort gemessenen Mengen an Kohlenwasserstoffen, Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Benzo(a)pyren (BaP) entsprachen jenen Mengen, die bei Bränden (auch Waldbränden) "üblich" sind.



Hauptgefahr PAK

Das kanzerogene Potential des Brandrusses wird nicht durch die Dioxine, sondern durch die – ebenfalls fest an den Russ gebundenen – PAK bestimmt. Unabhängig von einer PVC-Beteiligung ist deren Konzentration um etwa einen Faktor 100-500 höher als die von Dioxinen, selbst wenn man die unterschiedliche Wirkungsstärke berücksichtigt. Belegt ist dies für zahlreiche thermische Prozesse und Brandfälle, zuletzt nach dem Brand im Düsseldorfer Flughafen.

Da Russ aus Brandstellen durch eine Vielzahl (chlorfreier) toxischer Verbindungen belastet ist, ist eine sorgfältige, dem Stand der Technik

entsprechende Entsorgung ohnehin notwendig – unabhängig von der An- oder Abwesenheit von PVC. Meist führt bereits eine relativ leicht durchzuführende Reinigung wie das Absaugen mit Staubsaugern oder das Abwaschen zur effektiven Befreiung von Dioxinen.

Schäden durch Hitze

Korrosiv wirkende Brandgase können bei der nachfolgenden Gebäudesanierung einen wichtigen Kostenfaktor darstellen. Schwefel-, Salpeter- oder Essigsäure ebenso wie Chlorwasserstoff, der mit Wasser zu verdünnter Salzsäure abreagiert. Diese kann Metalle und Beton angreifen. Irreparable Gebäudeschäden entstehen jedoch hauptsächlich durch die Hitze bei einem Grossbrand – mehr als 1.000 Grad Celsius. Bleibende Gebäudeschäden durch Salzsäure sind in der Regel ebensowenig zu verzeichnen wie dauerhafte Korrosionsschäden an Maschinen oder elektronischen Geräten.



Die Gefahr von Korrosionsschäden durch Salzsäure hat zu Untersuchungen geführt, ob die Mehrkosten bei Einsatz von halogenfreien Kabeln durch allenfalls geringere Sanierungskosten von Brandstätten insgesamt aufgewogen würden. Dr. Manfred Engelmann (Vinnolit) und die Werksfeuerwehr der Hoechst AG haben reale Brände als Grundlage ihrer Studie genommen. Nur in eng begrenzten Spezialbereichen liegen die Investitions-Mehrkosten meist wesentlich höher als die Sanierungs-Kosten. "Substitutionskosten von ca. 2 Milliarden Mark im Jahr allein für den derzeitigen Bedarf an PVC-Kabeln liegen ungefähr in der gleichen Grössenordnung wie die Kosten – nicht nur die durch Korrosion entstandenen – für die Sanierung sämtlicher Brände in Deutschland zusammengenommen." Der Experte der Gerling-Gruppe, Dr. Sommerfeld, fasst zusammen: "Aus allen durchgeführten Untersuchungen folgt aufgrund der Gesetzmässigkeiten der Brandentstehung und Brandausbreitung, dass der Schwerpunkt erforderlicher Massnahmen zur weiteren Verbesserung des Brandschutzes nicht im Austausch von PVC durch andere Materialien liegen kann, sondern in einer besseren Verhinderung der Rauchausbreitung ... und in einem verbesserten Notfallmanagement." Oder, wie es einer der führenden

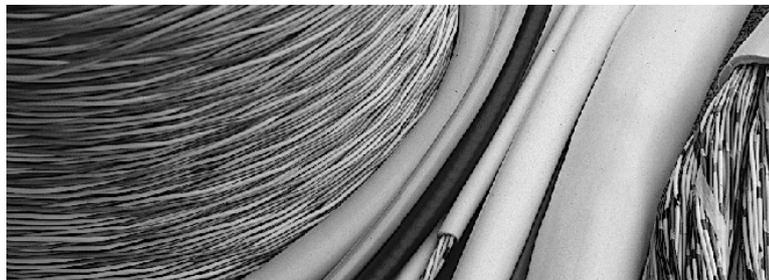
deutschen Experten auf dem Gebiet des Brandverhaltens von Kunststoffen, der Berater Dr. Jürgen H. Troitzsch, Wiesbaden, im Starke-Seiten-Interview ausdrückt: "Zunächst einmal muss man den vorbeugenden baulichen Brandschutz als ein Bündel von Anforderungen, die nicht auf einen bestimmten Baustoff ausgerichtet sein können, begreifen. Eine Materialdiskussion ist daher nicht gerade der Königsweg zur Erarbeitung und Umsetzung brandschutztechnischer Sicherheitskonzepte."

PVC-Kabel: Die beste Wahl für grösste Sicherheit

Ein spektakuläres Beispiel für die zahlreichen Vorurteile, mit denen PVC zu kämpfen hat, stellen die Vorgänge rund um den tragischen Brand des Düsseldorfer Flughafens im April 1996 dar. Heute ist wissenschaftlich nachgewiesen, dass PVC bei dem Brand keinerlei gravierenden zusätzlichen Auswirkungen hatte. So hielt der Leiter der Düsseldorfer Expertenkommission, Professor Dr.-Ing. Paul Michael Weinspach, auf einer Pressekonferenz fest: "Der Brand wäre genauso abgelaufen, wenn die heute hochgelobten Alternativen eingesetzt gewesen wären." Eine Erkenntnis, die Fachleute nicht überrascht. Und der Bericht führt aus: "Sicher ist, dass bei dem (erfolgten, Anm.) Abbrand des Polystyrol-Hartschaumes auch die üblichen halogenfreien Kabel mit verbessertem Brandverhalten in vollem Umfang abgebrannt wären."

PVC-Kabeln, die "wie Zündschnüre gebrannt" hätten, wollten einige selbsternannte Experten kurz nach dem Brand die Schuld an der Düsseldorfer Katastrophe zuschieben. Eine unwahre Behauptung, die zu unnötiger Verunsicherung führte. Und die heute – mit "Brief und Siegel" – widerlegt ist.

Für die Herstellung und Ummantelung von Kabeln werden hauptsächlich Kunststoffe – neben PVC vor allem PE, VPE, EPR – verwendet. Im Niederspannungsbereich haben PVC-Compounds mit ca. 75 Prozent den grössten Anteil.



Gute mechanische Festigkeit, Zähigkeit sowie Chemikalien- und Feuchtigkeitsbeständigkeit verhelfen PVC-Kabeln in den unterschiedlichsten Bereichen zu grosser Beliebtheit. "Normale" PVC-Kabel sind – selbst ohne flammhemmende Zusatzstoffe – flammwidrig und selbstverlöschend, wie Schweissversuche zeigen. Die häufigsten Nicht-PVC-Kabelmaterialien wären ohne flammhemmende Zusätze nicht flammwidrig und werden erst durch entsprechende Zusätze schwerentflammbar.

Verbesserte Brandeigenschaften

Auch bei PVC-Kabeln ist die Entwicklung nicht stehengeblieben. Seit einigen Jahren gibt es auf dem internationalen Markt PVC-Spezialkabel, die weiter verbesserte Brandeigenschaften wie etwa reduzierte Rauchabgabe und geringere Säureemissionen besitzen. PVC bietet damit eine den "PVC-freien" Alternativen vergleichbare Leistung zu wesentlich geringeren Kosten – die so

gesparten Investitionskosten können zusätzliche Brandschutzmassnahmen ermöglichen wie z.B die feuerfeste Beschichtung von Kabeln. Mit modernen Brandschutztechniken kombiniert, sorgen diese Kabel für extrem niedriges Brandrisiko. Denn weit wichtiger als die Werkstoffeigenschaften sind für die Brandsicherheit konstruktive Bedingungen bei der Kabelinstallation und Leitungsführung sowie das Brandverhalten anderer Werkstoffe in der näheren Umgebung. Die Brandsicherheit kann allerdings nur mit einem ganzen Bündel von Massnahmen erhöht werden. Mit an erster Stelle stehen dabei organisatorische Vorkehrungen und Einrichtungen des passiven Brandschutzes (Notausgänge, Hitzefühler, Alarmanlagen, Belüftung etc.).

Reduzierung von Korrosionsschäden

Auch die Gefahr eines Korrosionsschadens kann durch "Umfeldmassnahmen" reduziert werden. Neben der generellen Verringerung der Brandgefahr durch die Verwendung von Sprinklersystemen – HCl wird in Wasser schnell gebunden und damit stark verdünnt – sind hier die schnelle Reinigung der betroffenen Gebäudeteile und Einrichtungen nach einem Feuer sowie – materialspezifisch – die Verwendung von PVC-Kabel-Compounds mit geringer Säureabgabe von Relevanz.

Literatur:

Binder, Gerhard: "Erfahrungen mit Bränden unter Beteiligung von PVC", Sonderdruck aus Brandschutz/DFZ 2/1994

"PVC in Fire", The Vinyl Institute, USA 1997

M. Engelmann, J. Skura, PVC im Brandfall, Brandschutz/DFZ, 4/92, S. 510 ff, mit Ergänzungen neu aufgelegt in Gummi, Fasern, Kunststoffe, 49 (1996), S. 554-558

"Umweltmedizinische Untersuchungen an Feuerwehrleuten", Ruhr-Universität Bochum und Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf in Auftrag des Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen, 1993

Tagungsband VKE-Brand-Symposium, Dez. 1996