

# Magdeburg-Köthener Brandschutz- und Sicherheitstagung

14. und 15. März 2024

an der Otto-von-Guericke-  
Universität Magdeburg

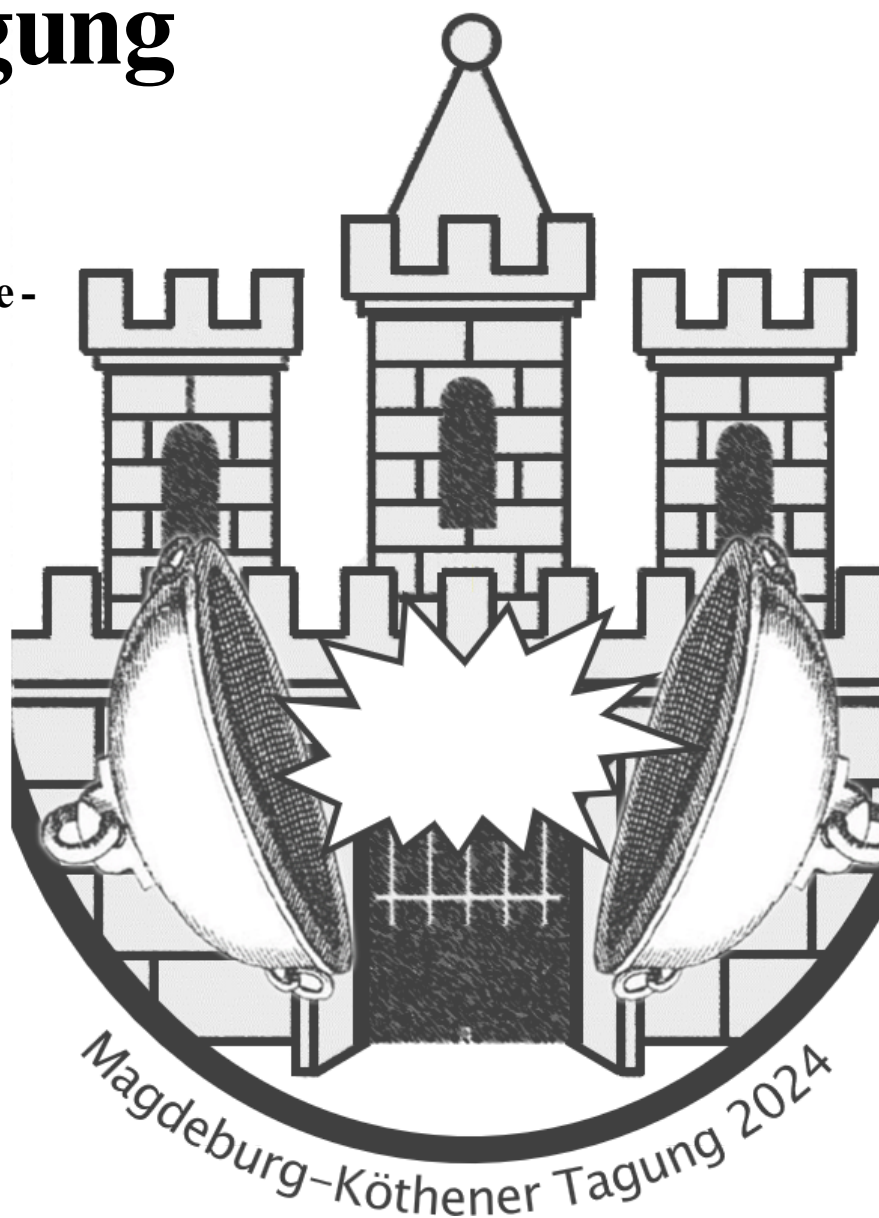
---

Brandschutz

Prozess- und  
Anlagensicherheit

Arbeits- und  
Umweltschutz

---



## Kurzfassungen

# **\*Anlagensicherheit vs. Klimawirkungen\***

Sandra Jänicke

Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau

Fachgebiet III 2.3 - Anlagensicherheit

E-mail: sandra.jaenicke@uba.de

## **Kurzfassung**

Der Klimawandel äußert sich zum einen in langfristigen Klimaänderungen (z.B. steigende Durchschnittstemperaturen, höhere Meeresspiegel), sowie zum anderen in stärkeren kurzfristigen Klimaschwankungen und häufigeren Extremwetterereignissen wie Starkregen, Dürren oder Hitzesommern [1]. Eine Anpassung sicherheitstechnischer Anforderungen an benannte Klimawirkungen ist hierbei unerlässlich.

Vor diesem Hintergrund sollen folgende Eckpfeiler das Gerüst der Präsentation bilden:

- Kurze Zusammenfassung zur Fortschreibung der TRAS 310 und TRAS 320 inkl. ihren Hinweisen und Erläuterungen  
Was hat sich geändert? Was ist neu? Mögliche Schwerpunkte weiterer Forschungsbedarfe?
- ggf. neue internationale Guidelines, Hilfestellungen und Empfehlungen für die Betrachtung der Risiken von durch natürliche Gefahrenquellen ausgelösten Unfällen (für Industrie und Behörden)
- Lehren aus Ereignissen zu ziehen, stellt im Arbeitsschutz, wie auch im Störfallrecht eine der wichtigsten Erkenntnisquellen dar. Hierfür soll ein Pilotprojekt innerhalb des AISV (Ausschuss zum Anlagenbezogener Immissionsschutz / Störfallvorsorge) an einem Ereignis, ausgelöst durch natürliche Gefahrenquellen, vorgestellt werden.

[1] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/folgen-des-klimawandels-0#welche-klimarisiken-sind-besonders-bedrohlich-fur-deutschland>, 19.07.2023 um 13:52Uhr

# Neues Testverfahren zur Bestimmung Sicherheitstechnischer Kenngrößen von katalytischen Hydrierungen

Dr. Marc-A. Serrer<sup>a</sup>, Thomas Christ<sup>a</sup>, Dr. Johannes Schroeder<sup>a</sup>, Dr. Markus Goedde<sup>b</sup>, Dr. Robert John Blanchard<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Sicherheitstechnik (RGA/BS) - Chemische Reaktionen, BASF SE, Carl-Bosch-Straße 38, 67056 Ludwigshafen

<sup>b</sup> Kompetenzzentrum Anlagensicherheit (ESE/SP), BASF SE, Carl-Bosch-Straße 38, 67056 Ludwigshafen

E-mail: marc-andre.serrer@basf.com

## Kurzfassung

Die Bestimmung sicherheitstechnischer Kenngrößen (z.B. kalorische Daten) repräsentativer Proben ist essenziell zur Erstellung eines gültigen Anlagensicherheitskonzeptes chemischer Prozesse. Für hierbei anfallende sicherheitstechnische Fragestellungen sind oft die sich an die Synthesereaktion anschließenden thermischen Zersetzungsreaktionen relevant. Um hierfür aussagekräftige Kenngrößen zu erhalten, ist es erforderlich, repräsentative Proben zu vermessen.

Katalytische Hydrierungen, *bspw.* von Aldehyden, Aromaten, Ketonen, Estern, Carbonsäuren, C-C-Doppel- und -Dreifachbindungen erfordern während der Synthese meist Temperaturen von bis zu 200 °C und H<sub>2</sub>-Drücke von bis zu 200 bar. Unter den genannten Prozessbedingungen, insbesondere nach unvollständiger Umsetzung, stellt die Überführung der Proben in das Messsystem mit geringen äußeren Einflüssen eine große Herausforderung dar. Daher sollten die Proben zur Charakterisierung der stark exothermen Zersetzungsreaktion von katalytischen Hydrierungen, *bspw.* aufgrund von Methanisierungsreaktionen, idealerweise direkt in der Messapparatur erzeugt bzw. synthetisiert werden. Die Synthese und Untersuchung katalytischer Hydrierungen und deren (Neben-)Produkten direkt in der Messapparatur und unter minimierten Stofftransportlimitierungen ist in der BASF aktuell in der selbst entwickelten adiabaten Hochdruck-Kalorimetrie möglich. Dieses Messverfahren ist zeitlich und apparativ sehr aufwändig und kostenintensiv. Während sich dieser Aufwand für Produktionsanlagen mit seltenen Prozessänderungen lohnt, ist die Methode nur bedingt für Screenings, *bspw.* für Labor- oder Technikumsprozesse, geeignet. Um daher eine adäquate Screening-Methode, *u.a.* für katalytische Hydrierreaktionen, bei bis zu 200 °C und 200 bar zu erhalten, wurde anhand eines modifizierten kommerziell erhältlichen Messgerätes ein neues Testverfahren evaluiert und validiert. Hierzu wurde ein Calvet-Kalorimeter um ein neues Dosier- und Rührsystem erweitert. Dieses ermöglicht es, repräsentative Proben mit minimierten Stofftransportlimitierungen direkt im Kalorimeter zu erzeugen und anschließend im gleichen Setup die sicherheitstechnischen Kenngrößen zu bestimmen.

Somit erweitert das neue Testverfahren zur Bestimmung sicherheitstechnischer Kenngrößen von katalytischen Hydrierungen im gerührten Calvet-Kalorimeter die Bandbreite der hierfür geeigneten Untersuchungstools um eine kosten- und zeiteffiziente Screening-Methode. Die Minimierung der Fehlerquellen während der Überführung der Proben ermöglicht es zudem, aufgrund geringerer äußerer Fehlerquellen, die Sicherheitsabstände im Anlagensicherheitskonzept zu den gemessenen Sicherheitskennzahlen zu verringern und somit schlussendlich die Prozessfenster zu erweitern.

# **Systematische Sicherheitsbetrachtungen - Darstellung von Brandszenarien**

Dipl. Ing. (FH) Rudolf Kappelmaier

CMK - Compliance Management Kappelmaier

Goethestr. 11, 84567 Perach

E-mail: *info@cmk-konzepte.de*

## **Kurzfassung**

Die StörfallV fordert von Betreibern eine systematische Darstellung von relevanten Szenarien. Dazu gehören explizit auch Brandszenarien.

Brandereignisse sind aber - wie alle anderen Ereignisse auch - keine Frage von Vorschriften, sondern basieren ausschließlich auf technischen, physikalischen und chemischen Grundlagen.

Darauf aufbauend werden die grundsätzlichen Entstehungswege von Bränden in systematischer Weise dargestellt.

Startpunkt ist hierbei das eigentliche Brandereignis. Davon ausgehend werden die einzelnen Brandszenarien systematisch zurückverfolgt bis zu den jeweiligen auslösenden Störereignissen/Fehlern.

Die sich so ergebenden Ereignispfade stellen dann auch die Struktur dar, mit der Brandereignisse in systematischen Sicherheitsbetrachtungen dargestellt und mit entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen hinterlegt werden können.

Damit ergibt sich ein systematischer Fehlerbaum mit dem Brand als Top-Ereignis. Dieser Fehlerbaum kann dann auch eine evtl. einmal notwendig werdende quantitative Risikoanalyse wirkungsvoll unterstützen.

# Optionen zur Verbesserung der Anlagensicherheit und des Brandschutzes in der chemischen Industrie

Dr. Guido Wehmeier

BASF Lampertheim GmbH

Chemiestraße, 68623 Lampertheim

[Guido.Wehmeier@BASF.com](mailto:Guido.Wehmeier@BASF.com)

## **Kurzfassung**

Im Rahmen der Magdeburg-Köthener Brandschutz- und Sicherheitstagung werden in diesem Vortrag verschiedene Möglichkeiten zur Steigerung der Anlagensicherheit und des Brandschutzes in der chemischen Industrie präsentiert.

Der Vortrag beginnt mit einer Analyse statistischer Daten zur Brandwahrscheinlichkeit in Prozessanlagen. Anschließend werden Ursachen von Bränden und Anlagensicherheitsereignissen anhand von realen Beispielen erläutert. Auf dieser Basis werden Lösungsansätze für die Vermeidung von Anlagenereignissen und die effektive Brandprävention diskutiert. Dies sind einerseits die Identifikation und Bewertung von Prozessrisiken und damit verbundenen Maßnahmen des vorbeugenden technischen Brandschutzes. Andererseits spielen das Training und die Sensibilisierung des Personals eine wesentliche Rolle.

Der Vortrag hebt die Bedeutung oft missachteter grundlegender Schutzmaßnahmen des vorbeugenden, anlagentechnischen und abwehrenden Brandschutzes hervor und betont den Mehrwert des Einsatzes digitaler Technik als preisgünstige und sinnvolle Lösung. Die neuesten Entwicklungen in diesem Bereich werden ebenfalls präsentiert.

Die Kombination der Themen Anlagensicherheit und Brandschutz macht diesen Vortrag für die Magdeburg-Köthener Brandschutz- und Sicherheitstagung besonders relevant. Die praxisnahen Beispiele und Lösungsvorschläge bieten den Teilnehmenden wertvolle Erkenntnisse für die Prozessindustrie.

Anmerkung:

Dieser Beitrag ist für einen Plenarvortrag von einer Dreiviertelstunde gut geeignet, da er die Themen Anlagensicherheit und Brandschutz verbindet

# Untersuchung der Vulnerabilität von Offshore Windparks

Babette Tecklenburg<sup>a</sup>, Alexander Gabriel<sup>a</sup> und Frank Sill Torres<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Institut für den Schutz maritimer Infrastrukturen, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Bremerhaven

E-mail: [babette.tecklenburg@dlr.de](mailto:babette.tecklenburg@dlr.de)

## Kurzfassung

Im Gegensatz zu vielen anderen Arten der Energieerzeugung verfügt die Offshore Windenergieproduktion über eine verteilte Infrastruktur. Der Strom wird durch die Offshore Windenergieanlagen (WEA) erzeugt und über die Umspannplattform und die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Plattformen (HGÜ-Plattformen) an Land transportiert. Als Beispiel soll hier der Windpark „Sandbank“ und die HGÜ Plattform „SylWin alpha“ dienen. Allein die Strecke zwischen der „SylWin alpha“ und der Onshore Konverterstation „Büttel“ beträgt 205 km [1]. Der Windpark Sandbank erstreckt sich über eine Fläche von 60 km<sup>2</sup> [2]. Diese geografisch verteilte Lage bietet zum einen eine große Anzahl von möglichen Angriffs- und/oder Schwachstellen. Zum anderen ist eine weitläufige und verzweigte Anlage schwieriger zu überwachen. Beides können Indikatoren für eine hohe Vulnerabilität sein.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Identifizierung von vulnerablen Bereichen und Prozessen in Offshore Windparks. Hierzu wurden 2022 leitfadengestützte Interviews durchgeführt. Insgesamt haben 24 Experten aus der deutschen Offshore Windindustrie an den Interviews teilgenommen. Aus den Experteninterviews konnten folgende drei Erkenntnisse gezogen werden.

Erstens, die häufigsten Infrastruktur(teile) oder Prozesse sind die HGÜ-, Umspann-Plattformen und Kabel. Zweitens, haben die Interviewteilnehmer mehr Infrastrukturen oder Infrastrukturteile erwähnt als Tätigkeiten. Drittens, dass ungefähr gleich viele Infrastrukturteile, die zu den Plattformen und zu den WEA gehören, erwähnt werden. Zur Überprüfung der Erkenntnisse aus den Experteninterviews wurde der Netzaufbau und der Prozess der Energieerzeugung sowie -transport mittels der Funktionellen Resonanzanalyse Methode (FRAM) untersucht. Im FRAM Model wurde die besondere Bedeutung der Kabel deutlich. Der Netzaufbau zeigt, dass es deutlich mehr WEA als HGÜ-Plattformen gibt in einem Windpark. Am Beispiel von OWF „Sandbank“ 72 WEA gegenüber einer HGÜ-Plattform im SylWind Cluster. Jedoch ist der Verlust von einer HGÜ-Plattform deutlich gravierender als der Verlust einer WEA. Zum Vergleich das Model der WEA im Offshore Windpark Sandbank produzieren 4 MW [2]. Während die HGÜ-Plattform „SylWin alpha“ 864 MW transformiert [1].

## Literaturverzeichnis

- [1] TENNET: *SylWin1 : Deutschlands längste Gleichstrom-Netzanbindung*. URL [https://tennet-drupal.s3.eu-central-1.amazonaws.com/default/2022-06/2017\\_Datenblatt\\_SylWin1.pdf](https://tennet-drupal.s3.eu-central-1.amazonaws.com/default/2022-06/2017_Datenblatt_SylWin1.pdf) – Überprüfungsdatum 2023-07-25
- [2] VATTENFALL: *Offshore Windpark Sandbank*. URL <https://powerplants.vattenfall.com/de/sandbank/> – Überprüfungsdatum 2023-07-25

# Einsatz von geografischen Informationssystemen in der raumplanerischen Risikovorsorge

F. Rößger, S. Schubert-Polzin  
Hochschule Magdeburg-Stendal,  
Breitscheidstraße 2  
39114 Magdeburg

Mit Blick auf das deutsche Katastrophenschutz-Risikomanagement ist unter anderem festzustellen, dass die Verantwortung und damit der Schwerpunkt der analysierenden, bewertenden und maßnahmenergreifenden Tätigkeiten traditionell bei den direkt betroffenen kommunalen und staatlichen Verwaltungen (mit den angehörigen BOS) und kritischen Infrastrukturen (KRITIS) erwartet wird.

Eine regelhafte Ergänzung der Risikovorsorge und -analysen des Katastrophenschutzes durch planerische Konzepte bei der Ordnung und Gestaltung von Räumen in Regionen stellt jedoch einen sinnvollen und zunehmend bedeutsamen Baustein des ganzheitlichen Risikomanagements im Katastrophenschutz dar. Risiken zählen dabei dann als raumbedeutsam bzw. für eine raumplanerische Betrachtung relevant, wenn sie aufgrund ihrer Wirk- und Schadenspotenziale überregionale und interdisziplinäre Vorsorge- und Bewältigungskonzepte erforderlich machen und sie in direkter Verbindung zur Nutzung der Böden bzw. Flächen stehen [1, 2].

Zur raumplanerischen Risikovorsorge kommen dabei vermehrt Geoinformationssysteme zum Einsatz. Darunter versteht man digitale Systeme, welche zur „Erfassung, Bearbeitung, Organisation, Analyse und Visualisierung von räumliche[n] Daten“ [3] genutzt werden. Ihr Einsatz geht jedoch auch mit Herausforderungen und ggf. Handlungsbedarfen einher.

## Literaturangaben

- [1] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung: Vorsorgendes Risikomanagement in der Regionalplanung. Handlungshilfe für die Regionalplanung, Bonn 2020.  
[https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2020/risikomanagement-dl.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2020/risikomanagement-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2), abgerufen am: 09.02.2024
- [2] Greiving, S.: Methodik zur Festlegung raum- und raumplanungsrelevanter Risiken. In: Pohl, J. u. Zehetmair, S. (Hrsg.): Risikomanagement als Handlungsfeld in der Raumplanung. Hannover: Verlag der ARL, S. 22–30
- [3] Deutscher Verband für Angewandte Geographie e.V.: Geoinformationssysteme (GIS), o.J. <https://geographie-dvag.de/geoinformationssysteme-gis/>, abgerufen am: 14.02.2024

# Stoffeigenschaften sind keine Naturkonstanten

## Unerwartete Selbstentzündungsvorgänge

Dipl.-Ing. (FH) Dirk Saschenbrecker, Dipl.-Ing. Daniel Vieth

INBUREX Consulting GmbH, Hamm

E-mail: *dirk.saschenbrecker@inburex.com*

Ein mehrfacher Filterbrand an der Entstaubungsanlage einer Strahlentzunderung hatte anfänglich Rätsel aufgegeben.

Eine im Außenbereich aufgestellte Strahlfilteranlage scheidet das Strahlmittel und den Staub der Entzunderungsanlage mit einer Absaugleistung von rund 7.500 m<sup>3</sup>/h ab. Die Reinfluft des zweistufigen Filters wird zu 100% Fortluft abgeführt, das abgeschiedene Material wird über eine Zellenradschleuse aus dem Rohgasraum ausgetragen und fällt in einen BigBag. Von der Serviceklappe im Rohgasraum der ersten Filterstufe aus sind keine großflächigen Brandspuren auf den Filterkerzen erkennbar. Die Venturidüsen sind augenscheinlich unbeschädigt geblieben. Besonders auffällig jedoch ist die unerwartet große Menge an brauner, ölig erscheinender Flüssigkeit in der zweiten Filterstufe.

Die Selbstentzündungstemperatur des Strahlstaubes alleine liegt bei offenkundig unkritischen 137°C. Jedoch bei Gemischen aus Strahlstaub, einem typischen Umformöl sowie einem Filterpapier senkte sich die Selbstentzündungstemperatur in Laborversuchen auf nur 82°C ab.

Die ausgebrannte Entstaubungsanlage saugt die beheizte Hallenluft der Produktionshalle gemeinsam mit dem ca. 50-60°C warmen Strahlgut in die Filteranlage. Ein unregelmäßiger Betrieb kann zu Kondensationseffekten der Luftfeuchtigkeit im Rohgasraum des Filters und auf dem Filterkerzen führen. Es ist bekannt, dass Eisenstaub mit Wasser - zum Beispiel aus Kondensat - zu einem schnellen Rosten als starkexothermer Reaktion führen kann. Temperaturerhöhungen um bis zu 80 K konnten dort beobachtet werden. Die auskondensierte Feuchtigkeit führt zu exothermen Oxidations-Reaktionen des angelagerten Eisenstaubes auf den Filterkerzen und erwärmt das angelagerte Material bis oberhalb der Selbstentzündungstemperatur, die durch das Umformöl unterhalb von 90°C liegt.

Somit ist es in diesem Fall als wahrscheinlich anzusehen, dass der unetwete Betrieb der Entstaubungsanlage zu einer vermehrten Kondensation im Rohgasraum der Filteranlage geführt hatte, die einen Temperaturanstieg auf den Filterkerzen und auf den Anlagerungen im Filtertrog nach sich zog, was dann zur Auslösung einer Selbstentzündungsreaktion des Strahlmittel/Ölgemisches und damit zur Brandentstehung geführt hatte.

Diese Fallstudie zeigt eindringlich, wie eine Kenngröße wie z.B. die Selbstentzündungstemperatur eines Staubes sich durch andere verfahrenstechnische Einflüsse wie zum Beispiel die Verwendung eines Umformöls in der vorigen Verarbeitungsstufe verändern kann. Kommen dann noch weitere physikalisch-chemische Effekte wie z.B. die Kondensation auf dem Eisenstaub dazu: Dann kann es eben trotzdem brennen.



# Selbstentzündung von Biokohlen – Lager- und Transportsicherheit

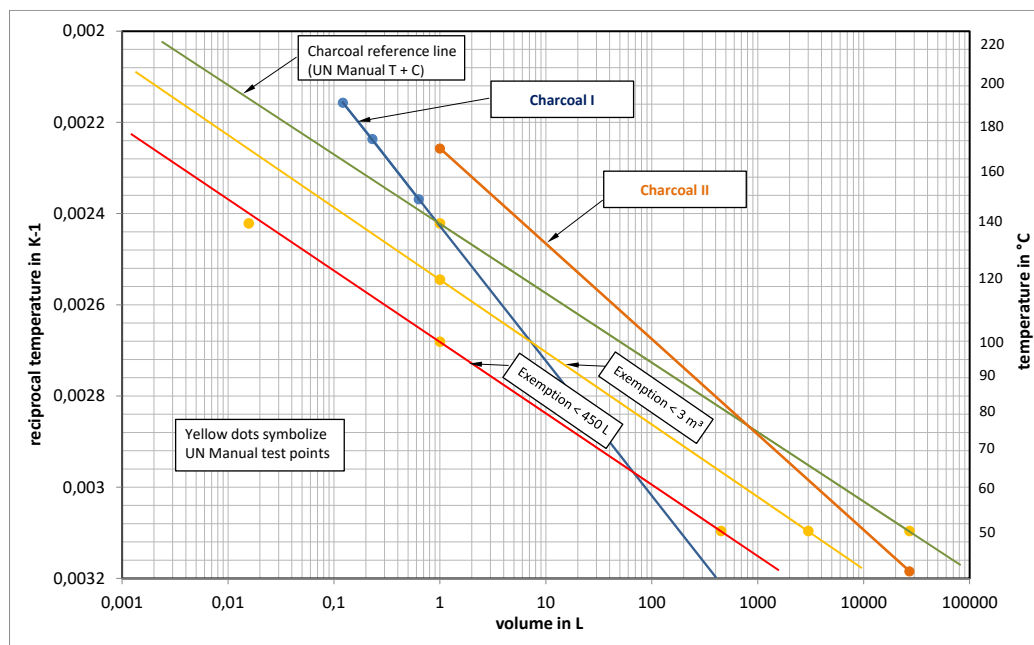
Martin Schmidt

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Fachbereich 2.1 „Sicherheit von Energieträgern“; Unter den Eichen 87, 12205 Berlin  
E-Mail: [martin.schmidt@bam.de](mailto:martin.schmidt@bam.de)

## Kurzfassung

Mit der Abkehr von der Nutzung fossiler Rohstoffe rücken regenerative Energieträger immer weiter in den Focus. Als Biokohlen werden aus Biomasse mit Hilfe thermochemischer oder hydrothormaler Verfahren hergestellte Kohlen bezeichnet. Diese werden häufig aus biogenen Abfallstoffen produziert; dies können sowohl pflanzliche, tierische oder auch mikrobielle Ausgangsstoffe oder Mischungen daraus sein. Die Einsatzzwecke dieser Kohlen sind vielfältig und reichen von der thermischen Nutzung, dem Einsatz in der Stahl- und Zementproduktion, der Nutzung als Beton-Zuschlagstoff, der Verwendung als Bodenverbesserer bis zur Kohlenstoff-Sequestrierung (Einlagerung in stillgelegten Tagebauen oder Bergwerken). Biokohlen werden weltweit produziert und häufig auch über weite Strecken zum Bestimmungsort transportiert (Überseetransporte).

Häufig zeigen diese Kohlen ein kritisches Selbstentzündungsverhalten, wobei Einstufungstests (UN N.4 Test) versagen können. Ein negatives Testergebnis führte dabei in der Vergangenheit zur Nichteinstufung als Gefahrgut (selbsterhitzungsfähiger Stoff), in der Praxis entzündeten sich aber bereits relativ kleine Mengen, z. B. beim Seetransport in Containern. Untersuchungen zeigten, dass die Reaktionskinetik der Kohlen zum Teil wesentlich von der für den UN-N.4 Test angenommenen Kinetik abweichen, vgl. nachfolgende Abbildung.



Untersuchungsergebnisse zum Entzündungsverhalten verschiedener Kohlen werden vorgestellt und diskutiert. Abgeleitet werden Maßnahmen für die sichere Lagerung und Transport.

# **Selbstentzündung von Reststoffen aus der Biomassevergasung - Einfluss von Alkali-Ionen**

Ulrich Krause

Otto-von-Guericke- Universität Magdeburg, Institut für Apparate- und Umwelttechnik, 39106 Magdeburg, ulrich.krause@ovgu.de

## **Kurzfassung:**

Reststoffe aus der Biomassevergasung weisen neben der Asche hohe Massenanteile an Kohlenstoff auf. Nach der Entnahme aus dem Prozess werden die Reststoffe häufig in Bigbags abgefüllt und zwischengelagert. In den vergangenen Jahren traten wiederholt Brände in solchen Lagern auf, deren wahrscheinlichste Ursache Selbstentzündung des Kohlenstoffanteils war. Im vorliegenden Beitrag werden experimentelle Untersuchungen zur Selbstentzündung von Gemischen aus brennbaren und mineralischen Anteilen vorgestellt. Es standen drei Proben von Reststoffen aus der Biomassevergasung mit unterschiedlichen Anteilen von Kohlenstoff und Asche zur Verfügung. Den Proben wurden Kaliumhydroxid und Natriumhydroxid zugegeben, um den Einfluss von Alkaliionen zu untersuchen, denen eine katalytische Wirkung unterstellt wird. Bei den Versuchen zeigte sich, dass beim Zugeben von Kaliumionen eine signifikante Verminderung der Selbstentzündungstemperatur gegenüber der ursprünglichen Probe eintrat, während dies bei Zugabe von Natriumionen weniger deutlich beobachtet wurde. Kaliumionen werden zum Beispiel im Pappelholz angereichert, so dass das vermehrte Auftreten von Selbstentzündung bei Resten dieser Holzart erklärbar wird.

In der Reihe der Alkalimetalle steigt die Reaktivität mit der Ordnungszahl. Diese beträgt 11 für Natrium und 19 für Kalium. Da KOH hygroskopisch und zugleich wasserlöslich ist, kann von einer teilweisen Dissoziation des KOH in der Schüttung ausgegangen werden, so dass freie Kaliumionen vorliegen, denen die katalytische Wirkung zugeschrieben werden kann. Die katalytische Wirkung kann auch mit der beobachteten deutlichen Verkürzung der Induktionszeiten begründet werden. Dies ist jedoch im Detail eingehender zu untersuchen. Der vorliegende Beitrag stellt lediglich ein frühes Stadium der Untersuchungen dar. Unter Berücksichtigung, dass Kalium große Bedeutung für die Holzbildung von Biomasse besitzt, ist die Annahme berechtigt, dass es in gewisser Menge in den Reststoffen aus der Biomassevergasung vorhanden ist. Pappeln sind schnell wachsende Gehölze, die deshalb als Biomasselieferanten bevorzugt in sogenannten Kurzumtriebsplantagen angebaut werden. Die Ernte aus diesen Plantagen wird vorwiegend zu Holzhackschnitzeln, dem Rohstoff für die Biomassevergasung, verarbeitet. Auf diese Weise entsteht eine Migrationskette der Kaliumionen in die Reststoffe.

Dieser Umstand verstärkt das beschriebene Problem, so dass eingehendere Forschung erforderlich erscheint.

# **Branddynamik von unentdeckten Konstruktions- und Hohlraumbränden im Holzbau**

Julius Lange<sup>a</sup>, Sebastian Wegner<sup>b</sup>, Björn Kampmeier<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg

<sup>b</sup>Institut für Brand- und Katastrophenschutz, Heyrothsberge

E-mail: *julius.lange@h2.de*

## **Kurzfassung**

Durch die zunehmende Verbreitung und stetige Weiterentwicklung des modernen Holzbaus, bei gleichzeitig noch nicht flächendeckend vorhandenem Wissen in Bezug auf die Brandbekämpfung von Bränden in Gebäuden moderner Holzbauweisen, besteht ein akuter Forschungsbedarf für die Feuerwehren. So besteht vor allem ein Bedarf an praxistauglichen und effizienten Brandbekämpfungstechniken und -taktiken für Gebäude in Holzbauweise, insbesondere für Glimm- und Hohlraumbrände. Letztere bieten ein besonders hohes Gefahrenpotential, wenn sie in der ersten Interventionsphase der Feuerwehr unentdeckt bleiben und sich weiter entwickeln können. Für die Weiterentwicklung der Taktik und Technik ist dabei besonders wichtig zu verstehen, wie das Brandverhalten der Baustoffe und Bauteile unter diesen besonderen Verhältnissen zu bewerten ist, um dann die richtigen Mittel zur richtigen Zeit am richtigen Ort anwenden zu können.

In dieser Veröffentlichung soll zu diesem Zweck die Branddynamik von unentdeckten Konstruktions- und Hohlraumbränden in Abhängigkeit verschiedener Bauarten untersucht werden. Dabei ist zu klären, welche Bauteilaufbauten als anfälliger für unentdeckte Hohlraumbrände zu bewerten sind und ob besondere Maßnahmen von der Feuerwehr bei Bränden in Gebäuden mit diesen Bauteilaufbauten eingeleitet werden müssen. Für diese Untersuchung wurden Versuche in zwei unterschiedlichen Skalierungen durchgeführt. Im ersten Schritt wurden die relevanten Aufbauten durch Versuche im mittleren Maßstab mit 1m x 1m - Probekörpern identifiziert und auf die besagten Fragestellungen hin untersucht. Im zweiten Schritt wurden die Ergebnisse mit ausgewählten Aufbauten im 2m x 2m - Probekörperformat validiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass - wie erwartet - ein gewisses Gefahrenpotential von Bauteilen mit Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen ausgeht, da diese zum Glimmen und Schwelen neigen. Zusätzlich wurde aber auch das Hohlraumbrandverhalten von OSB-Platten untersucht und festgestellt, dass diese durch ihr Wärmedämmverhalten nicht allein positiv zu bewerten sind, sondern dass sie ebenfalls zum verdeckten Glimmen gebracht werden konnten und daher auch ein gewisses Gefahrenpotential bieten. Weiterhin konnten durch Thermographie-Analysen Brandausbreitungsgeschwindigkeiten berechnet werden, welche Informationen zur Weiterleitung von Bränden innerhalb geschlossener Konstruktionen liefern.

# **Forschungsvorhaben TIMpuls und die Entwicklungen des mehrgeschossigen Bauens in Holzbauweise**

Felix Steeger, Björn Kampmeier

Hochschule Magdeburg-Stendal  
Fachbereich Wasser, Umwelt, Bau und Sicherheit  
Breitscheidstraße 2, 39114 Magdeburg  
E-Mail: Felix.Steeger@h2.de

## **Kurzfassung**

Der Beitrag präsentiert die Inhalte und Ergebnisse des Forschungsvorhabens TIMpuls und die Entwicklungen der bauordnungsrechtlichen Regelungen des mehrgeschossigen Holzbaus bis zur Hochhausgrenze.

Der Notwendigkeit folgend, die auf der Erde vorhandenen Ressourcen in Zukunft nachhaltiger zu nutzen, wird das Bauen mit Holz stetig relevanter. Holz ist aufgrund seiner physikalischen Eigenschaften der wichtigste nachwachsende Rohstoff der Zukunft und kann sowohl für die Ressourcenversorgung als auch die notwendige Dekarbonisierung der Atmosphäre einen wesentlichen Beitrag leisten. Im Verbundforschungsvorhaben TIMpuls [1] der Technischen Universität München, Technischen Universität Braunschweig, Hochschule Magdeburg-Stendal und des Instituts für Brand- und Katastrophenschutz Heyrothsberge wurde ein wissenschaftlich begründeter Nachweis erarbeitet, mit dem die unbedenkliche Verwendbarkeit tragender und raumabschließender Holzbaukonstruktionen in mehrgeschossigen Gebäuden bis zur Hochhausgrenze gezeigt wurde. Einhergehend mit dem erweiterten Einsatz der Holzbauweise ist relevant, dass durch die zusätzliche Brandlast aus der tragenden und aussteifenden Gebäudestruktur das bauaufsichtlich geforderte Sicherheitsniveau im Hinblick auf den Brandschutz nicht bzw. allenfalls nur auf ein gesellschaftlich akzeptierbares Niveau gesenkt wird. Eine Form des Nachweises kann über die Gleichwertigkeit der Holzbauweise gegenüber den konventionellen, nicht brennbaren Bauweisen erbracht werden. Hierbei wurden unterschiedliche Aspekte und Lösungswege verfolgt, wie der Nachweis über eine Naturbrandbemessung, das Selbstverlöschten von Bauteilen, die brandschutztechnische Bekleidung „Kapselung“ der Bauteile und die Bewertung der Leistungsfähigkeit der abwehrenden und anlagentechnischen Maßnahmen. Innerhalb der themenbezogenen Risikobetrachtung wurden so alle beeinflussenden Parameter des vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes berücksichtigt und ganzheitliche Maßnahmen für sichere mehrgeschossige Konstruktionen in Holzbauweise erarbeitet.

[1] Engel T., Brunkhorst S., Steeger F., Butscher D., Kurzer C., Werther N., Winter S., Zehfuß J., Kampmeier B., Neske M., Schlussbericht zum Verbundvorhaben TIMpuls - Brandschutztechnische Grundlagenuntersuchung zur Fortschreibung bauaufsichtlicher Regelungen im Hinblick auf eine erweiterte Anwendung des Holzbaus, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe; Gülzow-Prüzen (2022), <https://doi.org/10.14459/2022md1661419>.

# PyroProBiD: Ein Modell zur Vorhersage des Schwelverhaltens von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen

Patrick Sudhoff<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Fachgebiet Brandschutz und Baukonstruktion, Hochschule Magdeburg-Stendal

E-mail: [patrick.sudhoff@h2.de](mailto:patrick.sudhoff@h2.de)

## Kurzfassung

Im Rahmen des 2020 abgeschlossenen FNR-Projektes „Mehr als nur Dämmung“ [1] wurde das Brandverhalten von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen bereits umfangreich experimentell untersucht. Aus dem Abschluss des Forschungsvorhabens resultierte jedoch der Bedarf einer physikalisch-chemischen Beschreibung der komplexen Brandprozesse im Rahmen eines numerischen Modelles. Die Entwicklung bzw. Weiterentwicklung von Modellen, welche die physikalischen Zusammenhänge der Bauteildurchwärmung und der Pyrolyse von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen betrachten, sind Gegenstand des BMEL-geförderten Forschungsprojektes zur „Entwicklung eines Pyrolyse-Prognosemodelles für Dämmstoffe aus nachwachsenden (biogenen) Rohstoffen (PyroProBiD)“. Das FNR-Projekt wurde im Zeitraum 2020-2023 durch die Hochschule Magdeburg-Stendal in Kooperation mit der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg sowie den Industriepartnern GUTEX GmbH & Co. KG und STEICO SE durchgeführt.

Um die Pyrolyse in Dämmstoffen korrekt beschreiben zu können, ist zunächst ein tieferes Verständnis der Wärme- und Stofftransportprozesse notwendig. Bisherige Modelle für die Berechnung des Raumabschlusses von Holzbauteilen mit Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen basieren ausschließlich auf der Verwendung von effektiven Materialparametern wie der Rohdichte, Wärmeleitfähigkeit und –kapazität [2]. Dabei wurde jedoch festgestellt, dass gewisse Transportprozesse wie beispielsweise der Wasserdampftransport nur unzureichend abgebildet werden konnten und der Modellfehler insbesondere bei Skalierung oder Veränderung der Geometrie erheblich anstieg. Aus diesem Grund wurde mit PyroProBiD ein alternativer Modellansatz entwickelt, welcher auf der expliziten Kopplung von Wärme-, Feuchte- und Stofftransport basiert. Als Grundlage für die Implementierung wurde die Finite-Element Software COMSOL Multiphysics verwendet.

Aufbauend auf diesem Transportmodell wurde ein gekoppeltes Reaktionsmodell entwickelt, welches die physiko-chemische Zersetzung des Materials im Rahmen von Schwelprozessen basierend auf den Vorarbeiten von Wanke [3] beschreibt. Im Rahmen von Schwelversuchen in einem Gero-Rohröfen konnte das PyroProBiD-Modell die Zündung sowie die Ausbreitung der Schwelfront auf Basis der experimentellen Randbedingungen mit guter Genauigkeit vorhersagen.

Das Modell wird derzeit im Rahmen einer Dissertation aufbereitet und soll zukünftig einen wichtigen Beitrag zur Heißbemessung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen liefern.

[1] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.: Weg frei für mehr Natur-Dämmstoffe beim Bauen, Pressemitteilung vom 30.09.2020, abgerufen am 31.07.2023 unter: <https://www.fnr.de/presse/pressemitteilungen/aktuelle-mitteilungen/aktuelle-nachricht/weg-frei-fuer-mehr-natur-daemmstoffe-beim-bauen>

[2] Sudhoff, P.; Steeger, F.; Zehfuß, J.; Kampmeier, B. (2021) Brandverhalten von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen – Teil 2: Untersuchungen zur bautechnischen Verwendung im Gefach von Holztafelbauweisen. Bauphysik 43, H. 5, S. 303–313. <https://doi.org/10.1002/bapi.202100024>

[3] Wanke, C.: Smoldering combustion in mixtures with inert material, Dissertation, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, 2021. <http://dx.doi.org/10.25673/60683>

# Unterfeuerung von Flüssigwasserstofftanks

Martin Kluge<sup>a</sup>, Abdel Karim Habib<sup>a</sup>, Kees van Wingerden<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Unter den Eichen 87, 12205 Berlin, Deutschland

<sup>b</sup> Vysus Norway, Kokstadflaten 35, 5257 Kokstad, Norwegen

E-mail: *martin.kluge@bam.de*

## Kurzfassung

In einer Versuchsreihe im Realmaßstab wurden drei Flüssigwasserstofftanks (LH2) unterfeuert. Hierbei sollte unter anderem geklärt werden, ob es, analog zu druckverflüssigten Gasen, zu einem BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Cloud Explosion) kommen kann. Die Experimente wurden auf dem Testareal Wasserstoffsicherheit des Testgeländes Technische Sicherheit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM-TTS) im Rahmen einer Forschungs Kooperation zwischen der BAM und Gexcon, als Teil des SH2IFT-Programms durchgeführt. Es handelte sich um doppelwandige, vakuumisolierte Tanks von 1 m<sup>3</sup> Volumen. Die zylindrischen Tanks unterschieden sich durch ihre Ausrichtung (horizontal oder vertikal) und das verwendete Isoliermaterial (Perlit oder Mehrschichtisolierung (MLI)). Der Füllgrad der Tanks betrug bei jedem der durchgeführten Tests etwa 35-40 %. Die homogene Brandlast wurde durch ein propangasbetriebenes Brennersystem erzeugt. Gemessen wurden die Bedingungen im Behälter (Temperaturen und Druck) sowie äußere Randbedingungen und Auswirkungen beim Versagen (Wärmestrahlung, Druckwellen, Flammenballentwicklung und Fragmentierung). Mit Bolometern wurde die Wärmestrahlung gemessen, die sowohl durch das Propanfeuer als auch durch einen möglichen Feuerball/BLEVE erzeugt wurde. Zur Messung der durch das Bersten von Behältern/BLEVEs erzeugten Druckwellen wurden an bis zu drei Stellen sog. Pencil probes zur Messung von Schockwellen angebracht. Des Weiteren wurden mehrere Kameras zur Überwachung der Experimente eingesetzt: normale Kameras, Infrarot (IR)-Kameras und Hochgeschwindigkeitskameras, sowohl bodengestützt als auch mit einer Drohne. Zwei der untersuchten Tanks, ein horizontaler und der vertikale, die beide mit Perlit isoliert waren, hielten der Brandbelastung stand, ohne dass es zu einem Behälterversagen kam. Der mit MLI isolierte horizontale Behälter barst nach 1 Stunde und 6 Minuten und erzeugte dabei einen Feuerball, Trümmerflug und eine Druckwelle.

Neben der Auswertung der Trümmer und deren Flugweiten des geborstenen Tanks, wurden auch die unversehrten Tanks im Nachgang zu den Versuchen zerlegt und insbesondere die Perlit Füllung auf Einfluss des Transports und der Unterfeuerung untersucht.

# Untersuchung der Freisetzung von Flüssigwasserstoff auf und unter Wasser

Abdel Karim Habib<sup>a</sup>, Martin Kluge<sup>a</sup>, Kees van Wingerden<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Bundesanstalt für Materialforschung und –Prüfung, Unter den Eichen 87, 12205 Berlin, Deutschland

<sup>b</sup> Vysus Norway, Kokstadflaten 35, 5257 Kokstad, Norwegen

E-mail: *karim.habib@bam.de*

## Kurzfassung

In einer Reihe von Experimenten wurden die möglichen Folgen der Freisetzung von verflüssigtem Wasserstoff (LH2) auf, bzw. unter Wasser untersucht. Die Experimente zielten darauf ab, eine unbeabsichtigte Freisetzung von LH2 (z.B. durch Schlauchabriss) insbesondere bei der Betankung eines Schiffes zu simulieren. Für verflüssigtes Erdgas (LNG) wurden dabei sog. RPT's (rapid phase transition) nachgewiesen, bei denen die spontane Verdampfung relevante Druckwellen erzeugt. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass RPTs auch im Falle von LH2 möglich sind. Die Versuche wurden auf dem Testareal Wasserstoffsicherheit auf dem Testgelände Technische Sicherheit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM-TTS) in Horstwalde, im Rahmen einer Forschungskoooperation zwischen der BAM und Gexcon im Rahmen des SH2IFT-Programms durchgeführt. Die LH2-Freisetzungen erfolgten direkt aus einem LH2-Tanklastwagen über eine lange, flexible, vakuumisolierte Transferleitung. Während die Freisetzung oberhalb und unterhalb der Wasseroberfläche jeweils vertikal orientiert war, wurde bei der Unterwasserfreisetzung zusätzlich eine horizontale Ausströmung, parallel zur Wasseroberfläche realisiert. Zur Bestimmung des Massenstromes, wurde ein Wägesystem unter dem Tankwagen eingesetzt. Spezielle Drucksensoren wurden verwendet, um die durch die Freisetzungsvorgänge erzeugten Stoßwellen sowohl im Wasser als auch in der Luft zu messen. Die Gaskonzentrationen über dem Wasserbecken wurden an verschiedenen Positionen gemessen. Hochgeschwindigkeits-, Infrarot-(IR) und normale Kameras wurden eingesetzt, um die Phänomenologie der Freisetzung aufzuzeichnen und das Verhalten der Gaswolke im Zeitverlauf zu verfolgen. Neben den fest installierten Systemen an Land, kamen auch Unterwasserkameras sowie eine Drohne mit Normal- und IR-Kameras zum Einsatz. Zwei Wetterstationen wurden zur Messung von Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Temperatur und Luftfeuchtigkeit während aller durchgeführten Tests eingesetzt. Des Weiteren kamen Bolometer zur Wärmestrahlungsmessung zum Einsatz. Zwar führten die Freisetzung zu einer hochturbulenten LH2/Wasser Mischzone, jedoch zu keinen nennenswerten Überdrücken durch RPT. Im Gegensatz dazu wurde jedoch unerwartet, aber reproduzierbar eine Zündung der Gaswolke in freier Luft in einiger Entfernung von den Instrumenten und dem Ort der Freisetzung beobachtet. Die daraus resultierenden Gaswolkenexplosionen führten zu relevanten Überdrücken, zur Wärmeabstrahlung in die Umgebung, sowie starken Schallemissionen.



# Sicherheitstechnische Untersuchungen von Wasserstoff Freistrahlfammen bei Hochdruck im Realmaßstab

Christopher Bernardy<sup>a</sup>, Karim Habib<sup>a</sup>, Martin Kluge<sup>a</sup>, Hanjo Kant<sup>a</sup>, Marcel Schulze<sup>a</sup>,  
Alessandro Orchini<sup>b</sup>, Christian Oliver Paschereit<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

<sup>b</sup>Institut für Strömungsmechanik und Technische Akustik, FG Experimentelle  
Strömungsmechanik (HFI), TU Berlin

E-mail: *christopher.bernardy@bam.de*

## Kurzfassung

Wasserstoff als Energieträger gewinnt zunehmend an Bedeutung. Die Untersuchung von Störfallauswirkungen mit Wasserstoff rückt somit stärker in den Fokus. Da Wasserstoff meist unter Druck gelagert und transportiert wird, ist ein zu betrachtendes Szenario die Freisetzung aus einer Leckage mit anschließender Zündung. Die daraus resultierende Freistrahlfamme (Jet Flame) muss hinsichtlich der in die Umgebung emittierten Wärmestrahlung charakterisiert werden. In der Literatur existieren bereits verschiedene Modelle ([1], [2]), welche jedoch vermehrt auf Daten aus Kohlenwasserstoffflammen mit geringem Impuls basieren. Zur Überprüfung dieser Modelle wird im Zuge des BAM internen H<sub>2</sub> Jet Flame Projektes die sicherheitstechnische Untersuchung von impulsbehafteten Wasserstoff Freistrahlfammen vorgenommen. Hierfür finden Versuche im Realmaßstab auf dem Testgelände Technische Sicherheit der BAM (BAM-TTS) statt. Gegenstand der Untersuchungen ist die Beurteilung der Auswirkungen von realistischen Freisetzungsszenarien hinsichtlich der Flammgeometrie und der freigesetzten Wärmestrahlung. Dabei werden Parameter wie Freisetzungswinkel, Leckagedurchmesser (z.Zt. 1 mm bis 10 mm), Druck (z.Zt. bis max. 250 bar) und Massenstrom (bis max. 0,5 kg/s) variiert. Zusätzlich können auch Einflüsse wie Art der Zündung, Zündort sowie Zündung mit zeitlichem Verzug untersucht werden. Gewonnene Erkenntnisse werden mit den Ergebnissen bereits vorhandener Modelle verglichen und diese im Bedarfsfall weiterentwickelt. Insbesondere wird der Fokus auf die Modellierung der freigesetzten Wärmestrahlung von Wasserstoffflammen gelegt. Herausforderung dabei stellt die IR-Vermessung und Modellierung von Sichtmodellen der Flammen dar. Die Visualisierung der Flammgeometrie wird mit Hilfe mehrerer Infrarot Kamerasystemen (aus mindestens zwei Blickwinkeln) vorgenommen.

Bisherige Messungen, die in der Literatur zu finden sind, basieren meist auf instationären Auströmbedingungen. Der hier verwendete Versuchsaufbau ermöglicht ein stationäres Ausströmen für mehrere Minuten und somit eine direkte Vergleichbarkeit mit den existierenden (stationären) Modellen.

Weiterhin ist der Versuchsstand umrüstbar für Vergleichsmessungen mit Kohlenwasserstoffen (Methan etc.) sowie Mischungen aus Wasserstoff und Kohlenwasserstoffen.

[1] Chamberlain, G.A., Developments in design methods for predicting thermal radiation from flares, (1981)

[2] Johnson, A.D., Brightwell, H.M., Carsley, A.J., A Model for predicting the thermal radiation hazards from large scale horizontally released natural gas jet fires, (1994)

## **Sicherheit elektrochemischer Energiespeicher – Ergebnisse aus dem Projekt SEE-2L**

Sarah-K. Hahn<sup>1</sup>, Christopher Bernardy<sup>2</sup>, Rico Tschirschwitz<sup>2</sup>, Marvin Janßen<sup>3</sup>, Ulrich Krause<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. (vfdb), Münster,

<sup>2</sup>Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin, Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen (IdF NRW), Münster <sup>3</sup> <sup>4</sup>Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

(OVGU), Magdeburg

Die Transformation der Energienutzung von konventionellen zu erneuerbaren Quellen führt dazu, dass Energie zukünftig häufiger umgewandelt und zwischengespeichert werden muss. Eine Möglichkeit der elektrochemischen Zwischenspeicherung bieten Lithium-Ionen-Batterien. Hierfür können ausgemusterte Automobilantriebsbatterien verwendet werden. Erfüllen sie die hohen Anforderungen des mobilen Bereichs nicht mehr, haben sie oftmals noch eine ausreichende Kapazität und Leistungsfähigkeit für die stationäre Zwischenspeicherung.

Neben der Verwendung der Batterien im größeren Maßstab, z.B. bei Energieversorgern, werden durch den vermehrten Einsatz von Photovoltaik-Anlagen in Ein- und Mehrfamilienhäusern verstärkt Zwischenspeicher für Privathaushalte nachgefragt. Dies birgt auch für Einsatzkräfte neue Herausforderungen in der Gefahrenabwehr.

Im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Verbundprojekt „SEE-2L – Sicherheit elektrochemischer Energiespeicher in Second Life Anwendungen“ wurden Versuche mit Second Life Modulen durchgeführt. Verbundpartner im Projekt waren neben der vfdb die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung. Zudem war das Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen eingebunden.

Die durchgeführten Versuche bilden eine Grundlage für die Einordnung der Batteriespeicher, z.B. aus Sicht des baulichen Brandschutzes, zur Methodik der Brandbekämpfung oder zur Risikobewertung hinsichtlich der Prozess- und Anlagensicherheit.

Im Beitrag werden die Versuchsergebnisse vorgestellt und Ansätze für deren Anwendung präsentiert. Um die gewonnenen Erkenntnisse zu vermitteln, wurde im Projekt zudem ein Schulungskonzept für Einsätze mit Lithium-Ionen-Technologien erarbeitet. Es besteht aus theoretischen und praktischen Anteilen, sodass praxisnah aus- bzw. fortgebildet werden kann.

Kontakt:

Dr.-Ing. Sarah-K. Hahn

Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V. (vfdb)

Stellvertretende Generalsekretärin

Postfach 4967

48028 Münster

Fon: 0251/3112 - 1605

Fax: 0251/3112 - 1603

[hahn@vfdb.de](mailto:hahn@vfdb.de)

# Nutzung kunststoffbasierter Mikrokanalstrukturen für die Zwischenzellkühlung von Lithium-Ionen Pouchzellen zum Eingriff in den Thermal Runaway und seine Propagation

Henrik Graichen<sup>a</sup>, Gunar Boye<sup>a</sup>, Jörg Sauerhering<sup>b</sup>, Frank Beyrau<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Institut für Strömungstechnik und Thermodynamik (ISUT), OVGU Magdeburg, Magdeburg

<sup>b</sup>Fachbereich für angewandte Biowissenschaften und Prozesstechnik, Aufgabengebiet Thermische Verfahrens- und Energietechnik, Hochschule Anhalt, Köthen

E-mail: [henrik.graichen@ovgu.de](mailto:henrik.graichen@ovgu.de)

## Kurzfassung

Lithiumbatterien sind in New Mobility Anwendungen weit verbreitet, da sie gute Eigenschaften hinsichtlich der spezifischen Energiedichte und der Lebensdauer bieten. Dennoch bergen Sie die Gefahr des thermischen Durchgehens (Thermal Runaway/TR). Dem Thermomanagement fällt hierbei eine Schlüsselrolle des Sicherheitssystems zu. Es sorgt für eine optimale Zelltemperatur in jedem Betriebsszenario und soll damit kritische Zustände vermeiden, wobei Gewicht und Volumen des Systems gering sein müssen. Tritt dennoch ein Zustand ein, der zu einem TR führt, ist es von entscheidender Bedeutung, die Ausbreitung des thermischen Durchgehens (TR-Propagation/ TRP) auf Nachbarzellen zu vermeiden, um die Schäden an Einrichtungen und Personen zu minimieren.

In dieser Studie wird ein neuartiges thermisches Konditionierungssystem für Batterien mit großem Oberflächen-Volumen-Aspektverhältnis wie Pouch-Zellen und dünnen prismatische Zellen untersucht. Es basiert auf nicht-metallischen, flüssigkeitsdurchströmten Mikrokanal-Folien (MCHS) zur Zwischenzellkühlung. In einer experimentellen Untersuchung wird geklärt, inwieweit das System geeignet ist, um einen TR zu verzögern und eine TRP auf benachbarte Zellen einzuschränken. Pouch-Zellen (NMC 622; 12,5 Ah) werden mit 1 C überladen, wobei ohne Konditionierungssystem innerhalb einer Stunde der TR und die TRP zur Nachbarzelle wiederholbar auftreten. Im Mittel 4 min und frühestens 12 min vor TR kann die Öffnung der Pouchzelle und das Abblasen von Reaktionsgasen detektiert werden. Unter Kühlung durch MCHS kann die Überladung die Zellen nicht in einen Zustand bringen, der zum TR führt. Die erfassten Oberflächentemperaturen der überladenen Zellen bewegen sich in einem Bereich bis zur kritischen Marke von 60 °C. Dies zeigt sich für alle getesteten Kühlmiteleintrittstemperaturen von 5-40 °C. Die Zellen zeigen eindeutige Überladungserscheinungen, wie Lithium Plating, Gasentwicklung und eine durch Überdruck induzierte Zellöffnung. Allerdings weisen die Zellen auch Minuten nach der Zellöffnung einen stabilen Zustand auf und können durch die thermische Konditionierung in einem sicheren Zustand gehalten werden, wobei die Mikrokanalstruktur eine dissipative Wärmeleistung von bis zu 60 W respektive 5200 W/m<sup>2</sup> abführt. Besonders vielversprechende Resultate lassen sich für die Propagation des TR auf benachbarte Zellen ableiten, welche beim Ausfall der aktiven Flüssigkeitskühlung zum Tragen kommen.

Zusammenfassend kann ein Thermomanagementsystem zur Zwischenzellkühlung durch kunststoffbasierte Mikrokanalstrukturen einige Sicherheitsaspekte für Batteriesysteme bedienen und sein Potenzial sollte als Alternative zu konventionellen Anwendungen weiter untersucht werden.

# **An Experimental Study on the Thermal Runaway Characteristics and Gas Release Analysis of 18650-type Cylindrical Sodium-ion cells of NFM Chemistry at different State of Charge Level**

Kofi Owusu Ansah Amano, Elena Gimadieva, Ulrich Krause

Otto von Guericke University Magdeburg, Faculty of Process and Systems Engineering, Dept. of Plant Design and Process Safety, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg, Germany

E-mail: *kofi.amano@ovgu.de*

## **Abstract**

This work investigates the effect of the state of charge (SOC) level on the thermal runaway characteristics and gas release from 18650-type Cylindrical Sodium-ion cells of NFM chemistry. A total of 15 tests are conducted by subjecting 15 cells to thermal abuse in a reaction vessel of 10 liters in volume. The SOC levels studied among the test were 0%, 25%, 50%, 75%, and 100%. Emphasis was put on the time derivative of temperature and pressure to evaluate the thermal runaway behaviour and gas production from the sodium-ion cells. The investigation revealed the occurrence of thermal runaway was more probable at SOC level  $\geq 50\%$  SOC. Thermal runaway of the Na-ion cells was observed at a rate of temperature rise greater than 2 K/s. The results demonstrated the safety in Na-ion cells varies with SOC level. The high maximum pressure ( $4 \pm 0.3$  bar) and peak reaction temperature ( $375 \pm 40$  °C) measured and gas production ( $5 \pm 0.2$  L;  $1.45 \pm 0.05$  L/Wh) observed at 100% SOC indicated thermal runaway-related hazards are increased at high SOC level. The results from the gas component analysis showed the release of HF and explosive gases such as HCN, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, and C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> from Na-ion cells is inevitable.

# Fassadengrün – (k)ein Brandrisiko?

Ansgar R. Gietmann<sup>a</sup>, Benjamin Trautmann<sup>a</sup>, Robert Westphal<sup>a</sup>

<sup>a</sup>hhpberlin Ingenieure für Brandschutz GmbH, Berlin und Frankfurt am Main

E-mail: [a.gietmann@hhpberlin.de](mailto:a.gietmann@hhpberlin.de)

## Kurzfassung

Begrünte Fassaden haben einen positiven Einfluss auf das Mikroklima, wirken lärmmindern und tragen zur Vergrößerung der Artenvielfalt bei. Damit sind sie ein wichtiges Instrument zur Bewältigung der Herausforderungen in den Städten der Zukunft. Allerdings können Pflanzen brennen, sodass dieses erhöhte Risiko bei der Planung begrünter Fassaden berücksichtigt werden muss.

Die Zahl der neu begrünter Fassaden in Deutschland steigt, auch aufgrund des politischen Willens zur Gebäudebegrünung. Gleichzeitig herrscht unter den an der Planung und dem Genehmigungsverfahren beteiligten Akteuren Unsicherheiten darüber, wie die brennbare Begrünung zu berücksichtigen ist.

In diesem Beitrag wird die Herangehensweise an die brandsichere Gestaltung von begrünter Fassaden vorgestellt. In einer interdisziplinären Arbeitsgruppe haben wir die Perspektiven der an der Planung und Genehmigung beteiligten Akteure zusammengeführt, um dringend benötigte Lösungen zu entwickeln. Wir diskutieren die grundsätzlichen Anforderungen an Fassaden sowie die Berücksichtigung von begrünter Fassaden im Baugenehmigungsverfahren, bestehende Leitfäden und die Perspektive der Feuerwehr. Darüber hinaus wird der aktuelle Forschungsstand zum Brandschutz von begrünter Fassaden in Deutschland und Österreich vorgestellt.

# Fire test on a greened timber façade

Linda Zauper<sup>a</sup>, Robert Westphal<sup>a</sup>

<sup>a</sup>hhpberlin Ingenieure für Brandschutz GmbH, Berlin

E-mail: [l.zauper@hhpberlin.de](mailto:l.zauper@hhpberlin.de)

## Kurzfassung

Greening of the building envelope is becoming increasingly popular. In addition to the temperature-regulating and acoustic-dampening effects and the binding of fine dust, green facades contribute to a harmonious cityscape. At the same time, timber construction is experiencing an upswing and therefore the combination of both systems is favoured.

So far, no fire tests on greened timber façades have been described in literature. For an initial assessment of their fire behaviour, a façade fire test was carried out in accordance with the German standard DIN 4102-20. The closed and rear-ventilated cladding of the timber façade was designed with fire stops in accordance with the general timber construction guideline (Muster-Holzbaurichtlinie). The ground-based plants examined were Hardy Kiwi (*Actinidia arguta* 'Geneva') and Purple Wintercreeper (*Euonymus fortunei* 'Coloratus') in well-maintained condition.

The main findings were that the greenery in front of the façade did not lead to uncontrolled vertical fire spread on the wooden façade. The burning timber façade ignited the greenery several times, but burning greenery never ignited the timber façade, which meant that there was no premature vertical fire spread across fire barriers. The fire barriers of the wooden facade retained their function.

# Experimental Investigation of the Charring Rate of Cross Laminated Timber Made of Modified Beechwood

Robert Westphal<sup>a</sup>, Björn Kampmeier<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Hochschule Magdeburg-Stendal, Magdeburg

E-mail: *robert.westphal@h2.de*

## Kurzfassung

Due to the increasing of sustainable forest management, the proportion of deciduous trees in German forests is increasing. However, coniferous wood has so far dominated the use of timber as construction material. In order to secure the value chain of sustainably managed forests in the future, it is necessary to expand the usage of hardwood. Due to its pronounced swelling and shrinkage behavior, beech has so far only been of limited use as a construction material. Through a chemical modification process with polyethylene glycol, it has been possible to increase the dimensional stability of beech wood to such an extent that it can now also be used as cross-laminated timber.

This paper presents the experimental investigations to determine the charring rate of cross laminated timber product made of modified beechwood. The charring rate is the essential input parameter for calculating the fire resistance of timber structures according to DIN EN 1995-1-2 and is thus an important parameter for evaluating the fire performance of this new construction material.

To determine the charring rate, tests were carried out in the cone calorimeter under constant heat flux and in the fire resistance furnace under ISO 834 standard temperature-time curve. In addition, the char fall-of under the influence of different adhesives was evaluated, as it is an important parameter describing the fire performance of cross laminated timber. In all test series, the charring rate of the conventional beech wood was about 20% higher than that of the modified beech wood. This is due to the structure of the protecting char layer, which was significantly more stable in modified beech wood.



# **Analyse der Brand- und Rauchausbreitung regionaler Waldbrände – Erste Ergebnisse aus den German-Pilot Brandversuchen im TREEADS-Projekt**

Lukas Heydick<sup>a</sup>, Kira Piechnik<sup>a</sup> und Andrea Klippel<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Institut für Apparate- und Umwelttechnik, Otto-von-Guericke-Universität, Magdeburg

E-Mail: [lukas.heydick@ovgu.de](mailto:lukas.heydick@ovgu.de) ; [kira.piechnik@ovgu.de](mailto:kira.piechnik@ovgu.de)

Thematische Einordnung: Brand- und Katastrophenschutz, EU-Projekt TREEADS

## **Kurzfassung**

Waldbrände stellen auch im deutschen Bundesgebiet komplexe und zunehmende Gefährdungslagen dar. Die Erfahrungen der vergangenen Jahre zeigen, dass die Bekämpfung von Waldbränden einen erheblichen logistischen und personellen Einsatz über mehrere Tage erforderte. Während der lang andauernden Brände treten fortwährend Gefährdungen für die Einsatzkräfte, die Zivilbevölkerung sowie Tiere und die Umwelt, durch das Feuer selbst als auch durch die kontinuierliche Freisetzung und Ausbreitung von Brandrauch auf. Zur Charakterisierung typischer Brandphänomene, der Rauchausbreitung sowie der Rauchgastoxizität werden im September 2023 Brandversuche in einem Waldgebiet in Sachsen-Anhalt durchgeführt.

Im Tagungsbeitrag und Vortrag zur Magdeburg-Köthener Brandschutz- und Sicherheitstagung werden die Ergebnisse aus den Vegetationsbrandversuchen vorgestellt. Ausgehend von ausgewählten Ergebnissen der Labor- und kleinskaligen Versuchsreihen, werden Gefährdungspotentiale für oben genannte Gruppen analysiert. Es erfolgt ein Überblick über die in den Brandversuchen quantitativ nachweisbaren Gefährdungen. Darauf aufbauend werden die in den Versuchen ermittelten Temperaturdaten (Thermoelemente im Feld), Rauchgasmessungen (Punktmessungen) sowie thermografische Aufnahmen (Stationär und Drohnenbilder) dargestellt. In der Auswertung der Ergebnisse werden die Gefährdungen ausgehend vom Brandrauch für Einsatzkräfte, Zivilbevölkerung, Tiere und die Umwelt bewertet. Die Auswertung der Brandversuche soll die typischen Brandphänomene, die Rauchausbreitung sowie die Rauchgastoxizität regionaler Wald- und Vegetationsbrände charakterisieren. Im Ausblick soll die Verwendbarkeit der Daten für numerische Modellierungen mit ANSYS CFX gezeigt werden.

Die Ergebnisse dieser Studie tragen zur fortlaufenden Forschung und dem Verständnis von Wald- und Vegetationsbränden bei. Sie bieten eine Grundlage zur Weiterentwicklung wirksamer Maßnahmen und Strategien, zum Schutz von Personen, Tieren und Umwelt vor den Auswirkungen von Waldbränden. Die gewonnenen Erkenntnisse unterstützen die Entwicklung proaktiver Ansätze für einen effektiven Katastrophenschutz im Hinblick auf zukünftige Wald- und Vegetationsbrände.

# Waldbrandbekämpfung aus der Luft mittels Löschdrohnengeschwader

Paul David Lieten, Anna Ilic, Stefanie Schubert-Polzin

Fachbereich Wasser, Umwelt Bau und Sicherheit, Hochschule Magdeburg-Stendal, 39114

E-mail: {*paul.lieten, anna.ilic, stefanie.schubert-polzin*}@h2.de

## Kurzfassung

Das Forschungsprojekt „PEELIKAN“ widmet sich der Entwicklung und feuerwehrtechnischen Erprobung eines Löschdrohnenschwarms zur effizienten Bekämpfung von Vegetationsbränden, speziell in munitionsbelasteten Gebieten. Ziel ist es, die traditionelle Bodenbrandbekämpfung zu unterstützen, indem durch automatisierten Betrieb ein kosteneffizienter, kräfteschonender Einsatz sowohl tagsüber als auch nachts ermöglicht wird. Die Hochschule Magdeburg-Stendal fokussiert sich dabei auf die Untersuchung der Löscheffektivität dieser Drohnen, entwickelt entsprechende Einsatzstrategien und erarbeitet umfassende Schulungs- sowie Qualifikationskonzepte.

Angesichts der zunehmenden Herausforderungen durch großflächige und langanhaltende Waldbrände, besonders in ländlichen Gebieten Deutschlands, bietet das Projekt innovative Lösungsansätze. Die konventionelle Bekämpfung dieser Brände ist oft durch personelle und zeitliche Ressourcen begrenzt. Zusätzlich erschweren unwegsames Gelände und schwierige Sichtbedingungen für bemannte Luftfahrzeuge die Effektivität der Einsätze. Besonders herausfordernd sind zudem munitionsbelastete Gebiete, die ein erhebliches Risiko für die Einsatzkräfte am Boden darstellen.

„PEELIKAN“ strebt an, durch die Konzeption von Drohnengeschwadern, die direkt Löschmittel auf Brandherde abwerfen können, eine effizientere und flexiblere Brandbekämpfung zu realisieren. Die Forschung umfasst die Modellierung typischer Waldbrandszenarien, die Analyse der thermischen Belastung der Drohnen sowie umfangreiche Tests zur Bewertung der Löschwirkung. Zudem werden spezifische Einsatzstrategien für das Drohnengeschwader entwickelt, um eine optimale Löschmittelverteilung zu gewährleisten.

# **Brandbekämpfung an E-Fahrzeugen – Neue Erkenntnisse auf der Basis von Realbrandversuchen**

Dr. Michael Neske, Dr. Daniel Butscher, Dr. Julia Kaufmann, M. Sc. Christoph Vogel

Institut für Brand- und Katastrophenschutz (IBK) Heyrothsberge, Abteilung Forschung

E-Mail: *daniel.butscher@ibk.sachsen-anhalt.de*

## **Kurzfassung**

Der Anteil an zugelassenen Kraftfahrzeugen (KFZ) mit elektrischen oder teilelektrischen Antrieben hat im Vergleich zu den KFZ mit ausschließlichen Benzin- oder Dieselantrieb in den letzten Jahren stark zugenommen. Diese Entwicklung macht Einsätze der Feuerwehren an Fahrzeugen mit Hochvoltkomponenten immer wahrscheinlicher. Entsprechend ergeben sich in den Reihen der Feuerwehren zahlreiche Fragen zur erfolgreichen taktischen Vorgehensweise bei der Brandbekämpfung an Fahrzeugen mit solchen Antrieben. Zur Verbesserung der Erkenntnislage im Kontext der Brandbekämpfung an Elektrofahrzeugen, im Englischen auch als Battery Electric Vehicle (BEV) bezeichnet, wurde im Rahmen der Brandschutzforschung der Bundesländer ein erstes Forschungsprojekt erfolgreich durchgeführt.

Ziel des Projektes war es, die derzeit zur Anwendung empfohlenen Brandbekämpfungsstrategien sowie Standardeinsatzmittel der Feuerwehren auf im Brand befindliche BEV, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu untersuchen. Darüber hinaus wurde eine solide Datenbasis generiert, welche verfestigte „Mythen“ überprüft und Vorbehalte abbaut.

Für die Untersuchungen wurden insgesamt zwölf vollelektrische Fahrzeuge von den Herstellern BMW Group, Opel Automobile GmbH und der Volkswagen AG zur Verfügung gestellt. Bedingung bei allen Untersuchungen war ein für den Brand ursächliches thermisches Ereignis im Batteriesystem. Die Eskalation des Batteriesystems erfolgte durch Penetration mit einem Metallhorn. Der Untersuchungsfokus für die Brandbekämpfung von BEV lag im Vollbrand. Die jeweiligen Brandbekämpfungsstrategien kamen im Allgemeinen 15 min nach der Penetration zur Anwendung. Untersucht wurde die Wirksamkeit von C-Hohlstrahlrohren, zwei Sondertechniken zur Löschmitteleinbringung in die Traktionsbatterie, einem Einsatzgerät zur Kühlung der Traktionsbatterie von unten und Brandbegrenzungsdecken. Es wurde ausschließlich Wasser als Lösch- und Kühlmedium verwendet. Für eine vergleichbare Bewertung der Einsatzmittel sind darüber hinaus zwei Referenzversuche durchgeführt worden, bei dem keine Brandbekämpfungsmaßnahmen zum Einsatz kamen. Die Bewertung erfolgte auf Basis unterschiedlicher Einsatzparameter und anderen Messgrößen, wie Lösch-/Kühlwasservolumenströme, Einsatzzeit, Temperatur und Wärmestrahlung.

Allgemein eröffnet das Forschungsprojekt die Identifizierung von insgesamt vier Phasen bei Bränden von BEV. Für die Vollbrandphase wurden Vorschläge für konkrete, taktische Einsatzmaßnahmen zur Brandbekämpfung abgeleitet.

# **Schadstoffe bei der Brandbekämpfung an Elektrofahrzeugen – Kontaminationen von PSA und Wasser**

Dr. Julia Kaufmann

Institut für Brand- und Katastrophenschutz (IBK) Heyrothsberge, Abteilung Forschung

E-mail: [julia.kaufmann@ibk.sachsen-anhalt.de](mailto:julia.kaufmann@ibk.sachsen-anhalt.de)

Der derzeitige Wandel bei Antriebsmodellen von Kraftfahrzeugen erfordert eine Neubewertung hinsichtlich der Gefährdung durch Gefahrstoffe. Durch eine veränderte Zusammensetzung von Brandlasten ergeben sich zwangsläufig neue Schadstoffspektren. Fahrzeugbrände bringen neben typischen Rauchgaskomponenten, wie Kohlenstoffmonoxid (CO), Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Chlorwasserstoff (HCl), Cyanwasserstoff (HCN) und Fluorwasserstoff (HF) eine Vielzahl weiterer schädlicher Rauchgasbestandteile hervor. Im Rahmen der Elektromobilität bilden die Batteriesysteme einen Pool zusätzlicher potenzieller Schadstoffe, der sich beispielsweise von Fahrzeugen mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren unterscheidet. Der Unterschied liegt sowohl in der Art der Schadstoffzusammensetzung als auch in deren Konzentrationsprofilen. So ist bei Elektrofahrzeugen von einer höheren HF-Exposition wie auch von der Entstehung von Wasserstoff auszugehen.

Ebenfalls ist die Schadstoffbelastung durch die Kontamination von Lösch- / Kühl- und Tauchwasser sowie der Einsatzkleidung zu berücksichtigen. Von besonderer Relevanz sind die Konzentrationen bestimmter Metalle, wie Eisen, Kupfer, Mangan, Cobalt, Nickel, Blei, Zink, Chrom, Vanadium, Lithium, Magnesium und Aluminium sowie auch die PAK-Belastung (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe).

Im Rahmen der Brandschutzforschung der Bundesländer konnten in mehreren Realbrandversuchen an Elektrofahrzeugen die entstehenden Rauchgase und anfallenden Abwasser hinsichtlich ihrer Schadstoffbelastung analysiert werden. In einem Nachfolgeprojekt liegt nun der Fokus auf der Kontamination der persönlichen Schutzausrüstung (PSA) bei Einsätzen mit in Brand geratenen Elektrofahrzeugen. Ziel der Untersuchungen sind aufschlussreiche Erkenntnisse bzgl. der realen Belastung der PSA und daraus ableitbare potenzielle Gefahren für die Einsatzkräfte. Zur Beantwortung dieser Fragestellung erfolgt eine gezielte Kontamination von repräsentativen Textilproben im Labor mit kontaminiertem Abwasser und Ruß aus den Realbrandversuchen. Untermauert werden die Laborversuche mit Untersuchungen von Stoffproben, welche von den Einsatzkräften während der Brandbekämpfung bei den Realbrandversuchen getragen wurden.

# Leistungsgrenzen von Flammendurchschlagsicherung bei nicht-atmosphärischen Bedingungen

Frank Stolpe<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

E-mail: *frank.stolpe@ptb.de*

## Kurzfassung

Verschiedene an der PTB in den letzten Jahren durchgeführte Untersuchungen waren mit der Ermittlung der Leistungsgrenzen von Flammendurchschlagsicherungen befasst. Der Fokus lag dabei auf Deflagrationsrohrsicherungen und ihre Verwendung bei nicht-atmosphärischen Bedingungen. Die grundsätzliche Eignung der Normspaltweite, hier als Grenzspaltweite zu verstehen, zur Darstellung der Leistungsgrenze einer Flammendurchschlagsicherung wurde von B. Kampe [1] untersucht. Die Spaltweite des verwendeten Gemisches zum Zeitpunkt der Zündung wurde durch den Druck des Gemisches im Messaufbau eingestellt. In einer zweiten Untersuchung von S. Henkel et.al. [2] wurde der Einfluss eines erhöhten Sauerstoffgehalts auf die Leistungsgrenze einer Deflagrationsrohrsicherung untersucht. Neben dem Sauerstoffgehalt wurde zur Ermittlung der Leistungsgrenze auch der initiale Druck zum Zeitpunkt der Zündung variiert. Nicht-atmosphärische Bedingungen herrschen auch in Gasgemischen mit einem erhöhten Anteil inerten Gases. Deren Einfluss auf die Leistungsgrenze wurde von F. Stolpe und S. Bendada [3] untersucht. In einem abweichenden Setup wurden die Leistungsgrenzen von Flammensperren bei Verwendung von Methan-Wasserstoff Gemischen bei Drücken bis zu 500kPa<sub>abs</sub> ermittelt, F. Stolpe, J. Grube [4]. Die hier ermittelten Befunde werden/wurden in Versuchen mit einer Deflagrationsrohrsicherung im zuvor verwendeten Setup [2], [3] verifiziert.

Allen diesen Untersuchungen ist gemeinsam, dass sie eine Beschreibung der Leistungsgrenze von Deflagrationssicherungen durch eine Grenzspaltweite unterstreichen. Darüber hinaus erlauben die zuletzt durchgeführten Versuche die Aufstellung erweiternder Prüfschemata für flexiblere und zielorientiertere Prüfungen.

[1] Kampe B.; Die Normspaltweite als Kenngröße zur Charakterisierung von Flammendurchschlagsicherungen, Masterarbeit, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, 2011

[2] Henkel S., Zakel S., Stolpe F.; Determination of the performance limits of flame arresters at increased oxygen concentrations; Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 58 (2019), S. 17–21

[3] Stolpe F.; Bendada S.; The capabilities of flame arresters on explosive mixtures with increased inert gas content; 14th Symposium International Symposium on Hazards, Prevention and Mitigation of Industrial Explosions Proceedings (2022), S. 329–336

[4] Stolpe F., Grube J.; Entwicklung von Verfahren zur Qualifizierung und Prüfung von innermotorischen Flammensperren in Gasmotoren für wasserstoffhaltiges Erdgas/Biogas; PTB-Bericht zu FV37066 (2023), im Druck

# Untersuchungen zu möglichen Zündrisiken an Wellenerdungsbürsten explosionsgeschützter elektrischer Maschinen

Christian Lehrmann<sup>a</sup>, Uwe Dreger<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig

E-Mail: *christian.lehrmann@ptb.de*

## Kurzfassung

Wellenerdungsbürsten werden in Anwendungsfällen eingesetzt, bei denen rotierende Teile auf einem definierten (Erd)-Potential gehalten werden müssen. Hierbei sind Stromflüsse unterschiedlicher Höhe über die Bürsten möglich.

Bei elektrischen Maschinen werden Erdungsbürsten eingesetzt, um den Rotor der Maschine auf Erdpotential zu halten, wenn ansonsten eine ausreichende Erdverbindung nicht gegeben ist. Dieses ist z.B. bei Maschinen der Fall, bei denen beide Lager isoliert ausgeführt worden sind.

Weiterhin hat bei magnetgelagerten Maschinen, bedingt durch das Funktionsprinzip, der Rotor im Betrieb keinerlei elektrischen Kontakt zum Erdpotential und kann somit ein undefiniertes elektrisches Potential annehmen. Dieses ist insbesondere dann kritisch, wenn auch die Arbeitsmaschine mit Magnetlagern ausgeführt ist. Werden dabei in der Arbeitsmaschine Gase oder isolierende Flüssigkeiten gefördert, kann es zu elektrostatischen Aufladungen des Rotors mit der Gefahr zündfähiger Entladungen kommen, z.B. beim Abschalten des Antriebes einschließlich der Magnetlagerung und „fallen“ der Welle in die Fanglager.

Neben elektrostatischen Aufladungen ist der Frequenzumrichterbetrieb in Abhängigkeit der Ausgangsbeschaltung eine weitere Ursache für Potentialdifferenzen des Rotors gegenüber dem Erdpotential.

Werden am Umrichterausgang keine auch gegen Erde wirksamen Sinusfilter eingesetzt, führen die durch schnelle Schaltvorgänge der Leistungshalbleiter bedingten hohen  $du/dt$  – Werte der Phasenspannung des Motors gegen Erde auch zu einer durch die kapazitive Kopplung bedingten Spannungsanhebung des Rotors gegenüber dem Erdpotential. [1]

Die Ursache hierfür ist die Einprägung einer Common-Mode Spannung in die Motorwicklung durch den Umrichter, wobei das mittlere Potential des Rotors der Maschine durch kapazitive Kopplungen zum Stator dem mittleren Wicklungspotential folgt, sofern der Rotor isoliert ist. Die Spannung über der Isolation ist dabei ein Abbild der umrichterbedingten Common-mode-Spannung, wobei sich die Spannungsamplitude gemäß der Kapazitätsverhältnisse (Maschine und Lager) in der Maschine einstellen (kapazitiver Spannungsteiler).

Ein weiteres Phänomen bei frequenzumrichtergespeisten Antrieben sind hochfrequente, pulsförmige Wellenspannungen durch in der Maschine auftretende zirkuläre hochfrequente magnetische Flüsse. [1] Diese Wellenspannungen weisen deutlich höhere Amplituden als die

auch bei netzgespeisten Maschinen auftretenden Wellenspannungen aufgrund von magnetischen Unsymmetrien der Maschine auf und können zu Lagerschäden führen.

Dem wird durch die Verwendung isolierter Lager (üblicherweise auf einer Seite) begegnet. Die Gefahr dabei ist allerdings, dass sich der Zirkularstrom über die Arbeitsmaschine schließt, wenn keine isolierte Kupplung verwendet werden kann und dann dort zu Lagerschäden führt. Durch den Einsatz einer Erdungsbürste kann dabei das Wellenpotential auf Erdpotential gehalten und Stromflüsse über die Lager der Arbeitsmaschine effektiv verhindert werden.

Dieses bedeutet allerdings auch, dass die Wellenerdungseinrichtung während des Betriebes kontinuierlich mit einem Stromfluss beaufschlagt wird, der beim Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen keinesfalls zu einer Zündquelle werden darf. [2]

Eine Möglichkeit stellt hierbei z.B. die Ausführung des Wellenerdungssystems in der Zündschutzart „druckfeste Kapselung“ dar, welche jedoch wegen der zünddurchschlagsicheren Spalte um die rotierende Welle fertigungstechnisch nur sehr aufwendig zu realisieren ist.

Eine mögliche Alternative zum Einsatz in der Zone 2 wäre dabei die Zündschutzart ec, dabei muss jedoch sichergestellt werden, dass im Normalbetrieb keine Zündquellen in der Wellenerdungseinrichtung auftreten, wobei hier hohe Temperaturen, elektrische Entladungen und mechanische Reibfunken zu nennen sind.

Im Rahmen dieses Beitrages werden die Ergebnisse zur Temperaturverteilung an einer beispielhaften Wellenerdungseinrichtung in Abhängigkeit der Parameter „Ableitstrom“ und „Drehzahl“ vorgestellt. Im Anschluss erfolgte die Prüfung auf Zündfähigkeit in einer Wasserstoff-Luft Atmosphäre (Explosionsgruppe IIC).

## **Literatur**

- [1] Ponick, B.: Lagerströme in elektrischen Maschinen, Vortrag FEMAG-Anwendertreffen 28. – 29.10. 2015, Institut für Antriebssysteme und Leistungselektronik, Leibniz-Universität Hannover
- [2] I. Schramke, Betrachtung der Wellenerdung elektrischer Maschinen mit dem Fokus auf den Betrieb in explosionsgeschützten Atmosphären, Bachelorarbeit, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, September 2020

# Absicherungskonzepte für polymerisierende, brennbare Stoffe

Martin Hundt

Huckauf Ingenieure GmbH

[martin.hundt@huckauf.de](mailto:martin.hundt@huckauf.de)

Tel.: +49 (0) 173 5758420

Im Bereich des mechanischen Explosionsschutzes werden Flammendurchschlagsicherungen und Atmungsventile häufig in verschiedenen Anwendungen in der Industrie, z.B. in Tankanlagen, Prozessanlagen, Abluft-, Fackel-, und Verbrennungsanlagen, bei Belade- und Entladeprozessen im Logistikbereich, in Dämpferückgewinnungsanlagen oder auch als Sicherheitskomponenten für Anlagenteile, eingesetzt. Diese Anlagen werden häufig für die Lagerung und Herstellung von zähflüssigen und polymerisierenden Stoffen genutzt. Gerade bei Stoffen wie Styrol oder diverse Harze kommen die Armaturen an die Leistungsgrenzen. Der Vortrag behandelt die Herausforderungen, die sich beim Umgang mit besagten Stoffen ergeben anhand von konkreten Praxisbeispielen. Es werden verschiedene Absicherungsbeispiele thematisiert, bei denen entweder der Kostenfaktor oder die Anlagenverfügbarkeit im Fokus steht. Dabei wird einerseits der normative Hintergrund zu dem Einsatz besagter Armaturen aufgezeigt als auch Erkenntnisse über „Best Practice“ aus den Anlagen verdeutlicht. Wahlweise können ebenfalls, die unterschiedlichen Phänomene möglicher Explosionen in Rohrleitungen oder an Anlagenöffnungen aufgezeigt werden. Wir beleuchten welche Kriterien bei der Bestimmung der technischen Spezifikationen berücksichtigt werden müssen, und geben einen Ausblick auf die umfangreichen Anforderungen der Betreiber.



# Vision Zero – Warum uns ein weiter so in der Arbeitssicherheit nichts bringt!

Magnus Magnusson

Dräger Safety AG & Co. KGaA

Rental & Safety Services

Magnus Magnusson

Europark Fichtenhain B5

47807 Krefeld

E-Mail: *magnus.magnusson@draeger.com*

## Kurzfassung

Die Vision Zero ist die Vision einer Welt ohne Arbeitsunfälle und arbeitsbedingte Erkrankungen. Eine umfassende und nachhaltige Präventionskultur, die die drei Dimensionen Sicherheit, Gesundheit und Wohlbefinden bei der Arbeit auf allen Ebenen integriert, ist der Weg zur Erreichung der Vision Zero (1).

Das Ziel von null Unfällen mag schwierig erscheinen, aber es ist das einzige ethisch richtige Ziel, auf das wir in der Zukunft hinarbeiten müssen. Warum wir bei stagnierenden Unfallzahlen in Deutschland (2) neue Wege gehen müssen, wird anhand der Bradley Kurve erläutert.

Moderne Sicherheitsexperten sind mehr als Regelhüter und Kontrolleure: Sie müssen den Menschen im Zentrum ihrer Tätigkeit begreifen. Menschen machen Fehler, daher gestalten moderne Unternehmen die Arbeitssysteme fehlertolerant.

Die Sicherheitsexperten werden zukünftig mehr Einfluss auf Motivation, Sicherheitsverständnis und Fehlerkultur der Mitarbeitenden nehmen, um die Unfallzahlen und Abwesenheitsquoten signifikant zu senken. Das erfordert ein grundsätzlich anderes Rollenverständnis von Fachkräften für Arbeitssicherheit oder Sicherheitsingenieur\*innen.

Dazu betrachten wir auch die Sicherheitskennzahlen: Üblicherweise sind diese die Unfallzahlen. Retrospektive Kennzahlen haben keine Aussagekraft über die Zukunft. Welche Ansätze man stattdessen verfolgen könnte, um Sicherheits- und Gesundheitsmanagement in die tägliche Routine zu integrieren, werden dargestellt.

(1) <https://visionzero.global/de/warum-vision-zero>, ISSA General Secretariat

(2) <https://www.dguv.de/de/zahlen-fakten/au-wu-geschehen/index.jsp>, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V.

# **Sicherheitskonzept für modulare Anlagen – eine flexible und strukturierte Methode mit der zukünftigen Möglichkeit zur Implementierung einer iaHAZOP**

Michael Pfeifer<sup>a</sup>, Birger Bockius<sup>b</sup>

<sup>a</sup>TÜV Süd, Anlagen- und Apparatechnik, München

<sup>b</sup>Merck Electronics KGaA

E-mail: *birger.bockius@merckgroup.com*

## **Kurzfassung**

Die Prozessindustrie steht vor gewaltigen Herausforderungen: Bei vielen Produkten stehen geringe Volumina, kleine, kundenspezifische Losgrößen sowie kurze Herstellungszeiten und Produktlebenszyklen im Vordergrund. Das hat weitreichende Folgen für den Anlagenbetrieb. Die veränderten Herstellungsweisen benötigen eine bislang nicht dagewesene Flexibilität, die vor allem regelmäßige Anpassungen und Umbauten erfordert – bis hin zur Notwendigkeit des Einsatzes von modular verschaltbaren Anlagen.

Innerhalb modular verschalteter Anlagen werden eine Vielzahl von Bausteinen miteinander flexibel verschaltet. Solche Bausteine sind neben den PEAs auch aufstellungsortspezifische Bausteine und Verbindungselemente. In diese technische Verschaltung wiederum werden Teilprozesse und -verfahren zu einem Gesamtverfahren implementiert.

Um das gleiche Sicherheitsniveau bei der Vielzahl der möglichen Verschaltungen beizubehalten und trotzdem zeitnah auf Anpassungen im Produktionsablauf reagieren zu können, ist es notwendig einem klar strukturierten Sicherheitskonzept zu folgen. In einem Pilotprojekt wurde in einem ersten Schritt ein allgemeingültiges manuelles Vorgehen für Sicherheitsbewertungen bei modularen Anlagen konzipiert und kann in Zukunft mit einer Teilautomatisierung erweitert werden.

Das Sicherheitskonzept für die modular verschaltete Anlage

- definiert die notwendigen Begriffe, um eine einheitliche Grundlage zu schaffen,
- stellt die heutige Struktur „der Anlage“, der neuen Struktur der Bausteine gegenüber und
- bietet konkrete Handlungsabläufe für einen strukturierten Sicherheitscheck vom Teilprozess, über das PEA-Design bis hin zur Integration in das Gesamtverfahren an.

Erfolgt die neue Sicherheitsbewertung zunächst manuell, beinhaltet iaHAZOP schon im Konzept das Potenzial, mit einer Teilautomatisierung noch effizienter zu werden. Das an die modulare Anlage angepasste Sicherheitskonzept bildet hierfür die nötige Grundlage. Durch die Teilautomatisierung lässt sich der notwendige Freigabeprozess nach Umbauten und Anpassungen deutlich beschleunigen, was sich positiv auf die Gesamtproduktion auswirkt und Ressourcen beim Fachpersonal freisetzt.

# Chemische Prozesssicherheit in kontinuierlichen Rohrreaktor-Anlagen

Alain Georg

Fluitec mixing + reaction solutions AG, Seuzachstrasse 40, 8413 Neftenbach (Schweiz)

E-mail: [ag@fluitec.ch](mailto:ag@fluitec.ch)

## Kurzfassung

Prozesssicherheitskonzepte für kontinuierliche Anlagen mit Rohrreaktoren sind im Vergleich zu Tankreaktoren zurzeit erst in der Entwicklungsphase [1]. Da die Reaktionswärme eines chemischen Prozesses stark von der Prozessführung abhängig sein kann, sollten die thermischen Analysen für Flow-Prozesse entsprechend in Flow-Kalorimetern durchgeführt werden [2,3]. Damit können verlässliche thermokinetische Daten für einen sicheren und wirtschaftlichen Scale-up ermittelt werden. Die resultierenden industriellen Anlagen werden bei Fluitec standardmässig mit axialen Temperatursensoren in den Rohrbündel-Mischer-Wärmetauschern ausgestattet, was eine real-time Prozessüberwachung erlaubt (Abb. 1). Somit können Anomalien, wie beispielsweise Fouling oder ein thermischer Runaway rasch erkannt werden und sofortige Massnahmen (z.B. Sicherheitsspülung) via Steuerung ergriffen werden. Die prozessspezifischen Sicherheitsmassnahmen sollen jeweils im Rahmen einer Risikoanalyse (z.B. HAZOP) festgelegt werden.

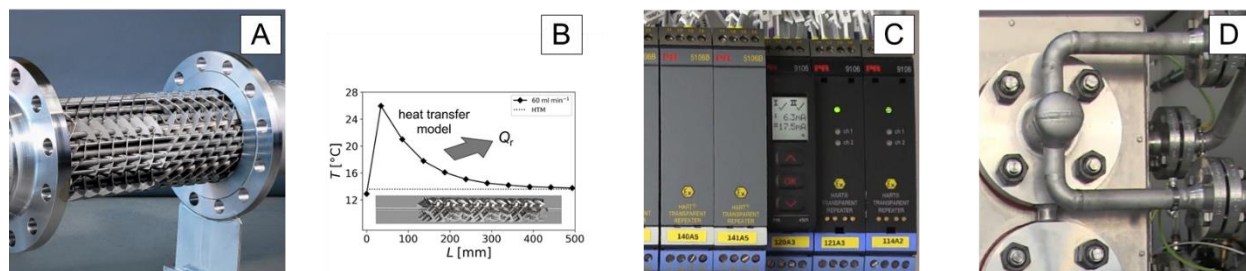


Abb. 1: Automatisierte kontinuierliche industrielle Fluitec-Anlage. A: Rohrbündel-Mischer-Wärmetauscher; B: Axiales Temperaturprofil [3]; C: ATEX-Steuerungskomponenten; D: Reaktorumlenkungen.

In dieser Präsentation werden einerseits bereits etablierte Prozessentwicklungstools und Sicherheitselemente von industriellen kontinuierlichen Fluitec-Anlagen und andererseits ein aktuelles Innosuisse-Projekt zusammen mit der Forschungsgruppe von Prof. Dr. A. Zogg von der FHNW sowie der chemischen Fabrik Schärer & Schläpfer AG, vorgestellt. Dabei wird die Flow-Prozesssicherheit anhand einer Ethoxylierung in Rohrreaktoren untersucht, mit dem längerfristigen Ziel ein industriell anwendbares Sicherheitskonzept für Flow-Prozesse zu entwickeln.

- [1] N. Kockmann, P. Thenée, C. Fleischer-Trebes, G. Laudadio, T. Noël, *React. Chem. Eng.* **2017**, 2 (3), 258–280. DOI: 10.1039/C7RE00021A.
- [2] F. Mortzfeld, J. Polenk, B. Guélat, F. Venturoni, B. Schenkel, P. Filippini, *Org. Process Res. Dev.* **2020**, 24 (10), 2004–2016. DOI: 10.1021/acs.oprd.0c00117.
- [3] M. Moser, A. G. Georg, F. L. Steinemann, D. P. Rütli, D. M. Meier, *J. Flow Chem.* **2021**, 11 (3), 691–699. DOI: 10.1007/s41981-021-00204-y.

# **Bewertung elektrostatischer Zündgefahren beim Versprühen von Wasser während der Behälterreinigung**

Florian Baumann<sup>a</sup>, Matthias Himstedt<sup>a</sup>, Dieter Möckel<sup>a</sup>, Michael Beyer<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 38116 Braunschweig

E-mail: *florian.baumann@ptb.de*

## **Kurzfassung**

Der stark ladungserzeugende Prozess des Versprühens von Wasser ist, wenn er in explosionsgefährdeten Bereichen erfolgt, sicherheitstechnisch zu bewerten. Zur Prävention elektrostatischer Zündgefahren sind die Grenzwerte der Flüssigkeitsstrahler und Behälterabmessungen, die in der nationalen technischen Regel für Gefahrstoffe 727 und in der internationalen technischen Spezifikation IEC TS 60079-32-1 angegeben sind, einzuhalten. Die Grenzwerte resultieren aus den Leistungsgrenzen der Flüssigkeitsstrahler und den Behältern der in den 70er und 80er Jahren durchgeführten Untersuchungen. Ob eine Überschreitung der Grenzwerte eine elektrostatische Zündgefahr darstellt, ist ungeklärt. Der technische Fortschritt verlangt nach einer Klärung dieser Wissenslücke.

In dieser Arbeit werden die bisherigen Messwerte, Erkenntnisse und Grenzwerte aus einschlägiger Literatur zusammengefasst und ein neuer Ansatz der sicherheitstechnischen Bewertung beschrieben. Um an Messwerte an Wasserstrahlen und -sprühnebeln aus der Literatur anzuschließen, erfolgten Messungen der elektrischen Feldstärke und des Raumpotentials. In Zusammenarbeit mit einem nationalen Interessentenkreis wurden Messungen bei grenzwertüberschreitenden Parametern in leitfähigen geerdeten Behältern bis 44 m<sup>3</sup> und ohne räumliche Begrenzung durchgeführt.

Das Ergebnis der sicherheitstechnischen Bewertung dieser Arbeit erlaubt, unter Beachtung der beschriebenen Parameter der Messungen, eine Überschreitung der Grenzwerte, ohne dass eine elektrostatische Zündgefahr zu erwarten ist.

# **Zusammenhänge und Einflussfaktoren bei einer Zündung eines Wasserstoff-Luft-Gemisches durch eine elektrische Kontaktöffnungs-Entladung**

Carsten Uber<sup>a</sup>, Dominik Bratek<sup>a</sup>, Ralf Methling<sup>b</sup>, Bogdan Barbu<sup>c</sup>, Niklas Schüler<sup>a</sup>,  
Michael Hilbert<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

<sup>b</sup>Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V., Greifswald

<sup>c</sup> TU Ilmenau, Ilmenau

E-mail: *carsten.uber@ptb.de*

## **Kurzfassung**

Elektrische Kontaktöffnungs-Entladungen sind eine Variante von elektrischen Zündquellen, die beispielsweise beim Öffnen von Steckverbindungen auftreten können. Für die sicherheitstechnische Bewertung verfahrenstechnischer Anlagen ist deshalb das detaillierte Verständnis des durch elektrische Entladungen ausgelösten Zündprozesses, besonders in der Nähe der Zündgrenze, von großem Interesse. Frühere Untersuchungen zur Zündung von Kontaktentladungen erfolgten mit großen Strömen (Zborovsky, 1969). Im Rahmen eines DFG-Projektes werden Zündungen mit kleinen Strömen nahe an der Zündgrenze von explosiven Wasserstoff-Luft-Gemischen durch elektrische Kontaktöffnungs-Entladungen erzeugt und analysiert. Damit soll ein Modell entwickelt werden um perspektivisch die Vorhersage einer Zündung zu ermöglichen.

Für die Erzeugung der zündfähigen Kontaktentladungen an der Zündgrenze sind einerseits die Kontaktöffnungs-Bewegung mit geeigneten Einflussfaktoren (Öffnungsgeschwindigkeit, Elektrodengeometrie, -oberflächenbeschaffenheit und -material) erforderlich. Je nach Stromkreistyp und Parameter der elektrischen Versorgung wird eine zündfähige Entladung mit einem Nichtgleichgewichtsplasma erzeugt. Um das Plasma bildet sich ein heißer Gaskern, der bei einer erfolgreichen Zündung den kritischen Radius überschreitet (Uber, 2022) und eine thermochemische Zündung bewirkt. Dieser Beitrag gibt einen Überblick zu den umfassenden Zusammenhängen und Einflüssen bei einer Zündung eines Wasserstoff-Luft-Gemisches durch eine Kontaktöffnung-Entladung und zeigt die Ergebnisse mit dem aktuellen Stand der Untersuchungen.

Z. Zborovszky, Ignition criteria and flame kernel development between breakflash electrodes in explosive gas mixtures, PhD Thesis, Electrical department mining research and development establishment, University of Surrey, Guildford, (1969).

C. Uber, N. Schüler, S. Franke, M. Hilbert and D. Uhrlandt, Schlieren investigations of hot gas kernel expansion caused by slow contact break discharges, ISHPMIE (2022).

## **Sicherheits-Upgrade einer Bestands-Produktionsanlage zur Verpressung von pulverförmigem Material mit früher Einbeziehung der Mitarbeiter und dem Ergebnis einer Produktivitätssteigerung bei Einhaltung geltender Grenzwerte**

Kevin Beutel

Merck Electronics KGaA

E-Mail: *kevin.beutel@merckgroup.com*

Die chemische Industrie steht seit einigen Jahren großen Herausforderungen gegenüber: Einerseits sind bei der Verwendung gefährlicher Stoffe, bedingt durch strengere Regularien, vermehrt technische High-Tech-Systeme zum Schutz der Mitarbeitenden zu installieren. Auf der anderen Seite ist die Produktivität und Effizienz bei der Herstellung von chemischen Substanzen stetig zu erhöhen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Für interne Umbau- und Erneuerungsprojekte entstehen somit zunehmend höhere Kosten, um die verschiedenen Anforderungen erfüllen zu können. Demnach ist es aus unternehmerischer Sicht notwendig, dass geplante Verbesserungen der Anlagen möglichst effektiv sind und sich damit die Investitionen zeitnah amortisieren.

Im Rahmen des hier vorgestellten internen Umbau-Projektes konnten die angestrebten Zielvorgaben vollständig erreicht werden und das bei gleichzeitiger sehr hoher Akzeptanz der Änderungen bei der Belegschaft. An eine bestehende Einzelteil-Pressen waren für sechs verschiedenen Stellen funktionsbezogene Containment-Lösungen (Gefahrstoffhandhabung) zu finden und an der Anlage zu implementieren. Zugleich war gefordert durch minimale Anpassung der bestehenden Anlage einen höheren Durchsatz pro Zeit zu erzielen. Die Herausforderungen dabei waren unter anderem:

- begrenzte räumliche Gegebenheiten,
- eingeschränktes Budget,
- Zusammenführung verschiedener Lieferanten bei Erreichung einer Genauigkeit von bis zu 1/10 mm,
- weitere Nutzung vorhandener Gebinde, Waagen und Verschlussgeräte.

Um die Anforderungen erfüllen zu können und eine breite Akzeptanz der Umbauten erreichen zu können, wurden bereits im frühen Projektstadium sowohl Produktionsmitarbeiter als auch Mechaniker mit einbezogen, um deren Erfahrungen und Ideen mit einfließen zu lassen. Neben einer Überarbeitung des Gesamtprozesses wurden so diverse praktikable Containment Anwendungen und eine automatisierte Bereitstellung der Pressteile gemeinsam entwickelt. Nach erfolgreichem Umbau, entsprechenden Trainings und Arbeitsplatz-Grenzwert-Messungen, konnte schließlich eine Presse an den Produktionsbetrieb übergeben werden, die hinsichtlich Gefahrstoffhandling, Arbeitshygiene, Produktivität wie auch allgemeiner Akzeptanz deutlich optimiert wurde und dabei die einzelnen Aspekte sehr gut vereint. Bei diesem Projekt ist hervorzuheben, dass das tendenziell eher kosten- und trainingsintensive Thema Containment auf eine positive Weise mit den anderen Schwerpunkten (Automatisierung, Akzeptanz) verbunden werden konnte. So konnte trotz aufwendigeren Containment-Maßnahmen sowohl die Produktivität der Anlage als auch die Akzeptanz der Mitarbeitenden deutlich erhöht werden.

## Effektive und sichere Hautreinigung von Gefahrstoffen

Jonas Schubert<sup>a,b</sup>

*a Department of Functional Colloidal Materials, Leibniz-Institute for Polymer Research Dresden e.V., Germany*

*b DermaPurge GmbH*

Email: schubert-jonas@ipfdd.de, schubert@dermapurge.com

Für viele Berufe in Deutschland ist das ein reales Problem. Unsere über eine Million Feuerwehren in Deutschland sind bei Löscheinsätzen krebserregenden Stoffen im Brandrauch ausgesetzt, der laut Studien auch trotz PSA Hautstellen erreichen kann. Die Arbeit an drehenden Werkzeugen untersagt das Tragen von Handschuhen, während bei Schleif- und Polierprozessen hautgefährdende Stoffe freigesetzt werden, bei denen kleinste Partikel auf die Haut gelangen können. Es besteht also im Bereich der Entfernung von PAK (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) und kleinster Partikel ein Bedarf diese effizient und sicher von der Haut zu entfernen. Es gibt zahlreiche weitere Beispiele über Kontaminationsverschleppung und Arbeitsunfälle in diesen Bereichen.

Bisher wird versucht, die Stoffe mit Seifen und seifenhaltigen Mitteln, wie z.B. Reinigungstüchern, von der Haut zu entfernen. Für PAK wurde gezeigt, dass nach einer Reinigung spezialisierten Reinigungstüchern 77% oder mehr und mit Seife und Wasser 53% der PAK auf der Haut zurückbleiben (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**)<sup>1</sup>

Die Verwendung bisher eingesetzter Hautreinigungsmittel nicht nur defizitär, sondern sie ist sogar kontraproduktiv, weil Seifen oder seifenhaltige Mittel, die auch in Dekontaminationstüchern enthalten sind, zu einem *washing-in*-Effekt führen. Die PAK können dann um bis zu 400% leichter durch die Haut eindringen.<sup>2</sup>

Im Bereich von Mikro- und Nanopartikeln sieht das Problem ähnlich aus. Hier ist Seife ebenfalls nicht ausreichend.<sup>3</sup> Dies führt insbesondere in Bereichen wo viel mit Pulvern gearbeitet wird zu Hautproblemen. So sind Nickel- und Cobalt haltige Partikel dafür bekannt Allergien auszulösen.

In diesen Vortrag werden mögliche Lösungen und Strategien, die am Leibniz-Institut für Polymerforschung entwickelt sind präsentiert. Ein Schwerpunkt wird die Entfernung von PAK, Mikro- und Nanopartikeln sein.

---

<sup>1</sup> Jennifer L. A. Keir, Tracy L. Kirkham, Rocio Aranda-Rodriguez, Paul A. White & Jules M. Blais, Effectiveness of dermal cleaning interventions for reducing firefighters' exposures to PAHs and genotoxins, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2023, 1-11.

<sup>2</sup> Richard P. Moody\*, Brita Nadeau, Ih Chu, In vivo and in vitro dermal absorption of benzo[a]pyrene in rat, guinea pig, human and tissue-cultured skin, *Journal of Dermatological Science* 9 (1995) 48-58.

<sup>3</sup> Nastassja A. Lewinski, Aurélie Berthet, Lionel Maurizi, Antoine Eisenbeis & Nancy B. Hopf (2017): Effectiveness of hand washing on the removal of iron oxide nanoparticles from human skin ex vivo, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*.

# Das Glas ist immer HALBVOLL

## Lagerung von ungereinigten, restentleerten Gebinden

Dipl.-Ing. (FH) Dirk Saschenbrecker, Dipl.-Ing. Daniel Vieth, Dipl.-Chem. Joachim Wandt,  
M.Eng.

INBUREX Consulting GmbH, Hamm

E-mail: [dirk.saschenbrecker@inburex.com](mailto:dirk.saschenbrecker@inburex.com)

In der Philosophie stellt man sich häufig die Frage, ob ein Glas entweder halb voll oder eher halb leer ist. In der alltäglichen Praxis verhält es sich jedoch speziell beim Gefahrstoffhandling von restentleerten Gebinden häufig anders, da immer wieder deren tatsächliches Gefährdungspotenzial in Frage gestellt wird.

Hier soll die bei der Lagerung und Handhabung von restentleerten Gebinden anhand von praktischen Brandversuchen im Realmaßstab verdeutlicht werden. Entsprechend der TRGS 510 gelten Behälter als restentleert, wenn die im Behälter verbleibende Flüssigkeit oder Restanhaftungen weniger als 0,5% des Fassungsvermögens betragen. Im Fall von restentleerten IBCs ist somit davon auszugehen, dass maximal 5 l im Behälter verbleiben.

Die Versuchsreihe besteht insgesamt aus drei Unterfeuerungszenarien, in denen IBCs mit Isopropanol unterfeuert wurden.

Die Videos der Versuche sind hinter den abgebildeten QR-Codes hinterlegt. Die Links führen zur Video-Plattform Youtube:



Abblasvorgang eines Kunststoff-IBC mit 5 l Restmenge an Aceton.



Aufgrund des unberechenbaren und schlagartigen Flammenstrahls ist es für die Mitarbeiter, die sich im Umfeld eines unterfeuerten IBCs aufhalten, unmöglich sich in Sicherheit zu bringen.

Bei Kontakt mit den beobachteten Flammenstrahlen ist mit schwersten bis hin zu tödlichen Verbrennungen zu rechnen. Die Richtung eines möglichen Flammenstrahls ist dabei nicht vorhersehbar.

Die Wucht kann ausreichend sein, die Behälter über die Fläche zu bewegen oder bei gestapelten Behältern zu einem Absturz und damit zu weitergehenden Gefährdungen zu führen.



# Kontinuierliche Trennung von Öl-Wasser-Gemischen mittels adaptierter Pitot-Pumpe

Jessica Köpplin<sup>a</sup>, Dominique Thévenin<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Institut für Strömungstechnik und Thermodynamik, OvGU, 39106 Magdeburg

E-mail: [jessica.koepplin@ovgu.de](mailto:jessica.koepplin@ovgu.de)

## Kurzfassung

Die adaptierte Pitot-Pumpe ist eine innovative Lösung für die gleichzeitige Trennung und Förderung von flüssigen Mehrphasensystemen. Die klassische Pitot-Pumpe wird im Allgemeinen eingesetzt, um bei niedrigen spezifischen Drehzahlen eine effiziente Druckerhöhung zu erzielen. Das neuartige modifizierte Pitot-Rohr ermöglicht den Einsatz dieser Pumpe in Katastrophenfällen zur Trennung von Öl-Wasser-Gemischen. Die Dringlichkeit einer effizienten Reinigung ölverschmutzter Gewässer wurde in zahlreichen Natur- und menschengemachten Katastrophen deutlich, einschließlich starkregeninduzierter Überschwemmungen in Deutschland und weltweit. Strenge Umweltauflagen setzen niedrige Grenzwerte für öl- und fetthaltige Abwässer fest, wie beispielsweise der Einleitungsgrenzwert für Bilgewasser der Internationalen Seeschiffahrts-Organisation (IMO) von 15 ppm Öl in Wasser und der Grenzwert von 30 ppm Öl in Wasser für Prozesswasser in der Nordsee [1]. Damit ergibt sich eine klare Herausforderung für Trennanlagen. Bestehende Systeme sind oft zu groß für den praktischen Einsatz oder erfordern hohe Drehzahlen im fünfstelligen Bereich für eine effiziente Trennung. Durch intensive Forschung an der Pitot-Pumpe, von den Grundlagen der Öl-Wasser-Trennung bis zur Simulation, Validierung und Optimierung, wurde die Leistung der Trennpumpe erheblich verbessert. Mittels experimenteller und numerischer Methodik konnte die Trennpumpe so optimiert werden, dass die erzielte Reinheit ausreicht, um das Wasser auch bei den strengsten Richtlinien wieder in das Gewässer leiten zu dürfen. Erste Strichproben-Untersuchungen zeigten, dass im gereinigten Wasser weniger als 10 ppm Öl in Wasser vorhanden sind. Weitere Laboruntersuchungen bestätigten ähnlich hohe Reinheiten, sowohl bei der Auftrennung von verschiedenen Gemischen mit Sonnenblumenöl, Olivenöl, Rapsöl, Diesel, Benzin, Motorenöl und Heizöl. Die Trennergebnisse können je nach den Parametereinstellungen an der Pumpe variieren, jedoch konnten sie mittlerweile unter definierten Einlassbedingungen konstant unter 100 ppm Öl-in-Wasser gehalten werden, meistens sogar unter 10 ppm. Um die konstante Reinheit des Wassers auf 10 ppm Öl-in-Wasser oder darunter zu gewährleisten, wird eine automatisierte Lösung für die Pitot-Pumpe entwickelt. Dazu soll ein Sensor entwickelt werden, der den Durchmesser des Ölkerns im Inneren der Pumpe kontinuierlich überwacht. Dieser Sensor wird dazu beitragen, die Betriebsparameter der Pumpe automatisch zu steuern. Diese automatisierte Kontrolle und Anpassung der Parameter gewährleistet eine zuverlässige und präzise Trennung von Öl-Wasser-Gemischen und erfüllt die strengen Umweltauflagen für die Einleitung des gereinigten Wassers in Gewässer.

[1] Carpenter A.; Oil pollution in the North Sea: the impact of governance measures on oil pollution over several decades, *Hydrobiologia* 845 (2019) 109–127.

# Verwendung von Polyurethan-Hartschaumabfällen als Ölbindemittel

Daniel Müller<sup>1</sup>, Ulrich Krause<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Apparate und Umwelttechnik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Magdeburg, Deutschland

E-mail: *daniel.mueller@ovgu.de*

## Kurzfassung

Weltweit werden über 22 Millionen Tonnen [2] an Produkten aus Polyurethan (PU oder PUR) angefertigt, in Deutschland etwas über 1 Million Tonnen [1]. Davon sind 42 % Hartschaumerzeugnisse, z. B. Dämmstoffe oder Formteile [3]. Entsorgt werden die verschiedenen PUR-Produkte überwiegend durch Co-Verbrennung. Da hierbei die chemische Struktur unter Freisetzung von nicht-klimaneutralem CO<sub>2</sub> verloren geht und nur 30 % der Herstellungsenergie zurückgewonnen werden [4], ist ein stofflicher Verwertungsweg vorzuziehen. Eine Möglichkeit, PUR-Abfälle vor der finalen Entsorgung, noch einmal zu nutzen, wäre es als Ölbindemittel einzusetzen. Auf dem Markt existieren bereits etliche geprüfte Ölbindemittel, die meisten beschränken sich aber auch nur auf die Anwendung auf Verkehrsoberflächen.

In diesem Beitrag sollen verschiedene Anwendungsmöglichkeiten von PUR-Hartschaumabfällen als Ölbindemittel dargestellt werden. Der Fokus liegt dabei auf die Entfernung von groben Ölmengen auf Wasseroberflächen, von fein-dispergiertem Öl im Wasser sowie von benetztem Öl auf Bodenmaterialien (z. B. Sand oder Glaskugeln als Modell). Hauptuntersuchungsaspekte sind die Ölbindungskapazität, die Produktform (Pellets oder Mahlgut), das Sinkverhalten im Wasser, die Prozessgestaltung (Filter oder Rührkessel) und die Trennbarkeit des Gutes vom zu reinigenden Gut. Die Freisetzung von Fremdstoffen aus dem Recycling-Prozess, zum Beispiel Schwermetallen, spielt eine weitere Rolle.

[1] Austin A., Hicks D. A.; A review of the global PU industry of 2016 and outlook for 2017, PU MAGAZINE, Bd. 14, pp. 1-15, 2016. <https://www.researchgate.net/> [Zugriff am 12 6 2023].

[2] Verband der Chemischen Industrie e.V.; Produktion von Polyurethanen in Deutschland in den Jahren von 2013 bis 2021, 2022. [Online]. <https://de.statista.com/> . [Zugriff am 12 6 2023].

[3] Vanbergen T., Verlent I., Geeter J. D., Haelterman B., Claes L., Vos D. D., Recycling of Flexible Polyurethane Foam by Split-Phase Alcoholysis: Identification of Additives and Alcoholyzing Agents to Reach Higher Efficiencies, ChemSusChem, Bd. 13, pp. 3835-3843, 2022. <https://doi.org/10.1002/cssc.202000949>

[4] B. Fischer, „PUR recyceln und daraus neues herstellen,“ Österreichische Kunststoffzeitschrift, 7 10 2022. [Online]. Available: <https://www.kunststoff-zeitschrift.at/>. [Zugriff am 12 06 2023].

# Ausbreitung von flüchtigen organischen Verbindungen aus Schwimmdachtanks: Konzentration im Fernbereich von Raffinerien und Tanklagern

Jan Struve<sup>a</sup>, Dr. Ronald Zinke<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Institut für Apparate und Umwelttechnik, Otto-von-Guericke Universität, Magdeburg

E-mail: [jan.struve@st.ovgu.de](mailto:jan.struve@st.ovgu.de)

## Kurzfassung

In Raffinerien oder Tanklagern werden Rohöle, Mineralöle wie Naphta oder Benzin und andere petrochemische Folgeprodukte sehr häufig in Schwimmdachtanks (External Floating Roof Tanks: EFRT) gelagert. EFRTs zeichnen sich durch ein bewegliches Dach aus, das auf dem Lagergut schwimmt und wechselnden Produktständen folgt. Die Dichtungssysteme und Deckarmaturen von EFRTs im Betrieb sind Emissionsquellen für flüchtige organische Verbindungen (VOC), die je nach Lagerstoff brennbar, giftig und geruchsintensiv sind.

Das Emissionsverhalten von Schwimmdachtanks wurde bereits in zwei Vorprojekten untersucht [1, 2]. Hauptgegenstand der Untersuchungen in [1] war eine Langzeitmessung des Emissionsverhaltens eines Schwimmdachtanks für Ottokraftstoffe im Normalbetrieb. In [2] wurden zusätzlich Emissionsabschätzungen für Revisionsphasen und insbesondere für Schäden an EFRTs betrachtet. Ziel beider Projekte war die Abschätzung möglicher Emissionen und die Bildungswahrscheinlichkeit einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre (GEA) für eine geeignete Einstufung der explosionsgefährdeten Bereiche.

Der Fokus dieser Arbeit liegt nun auf den Bereichen, die von toxischen Konzentrationen oder von Geruchswahrnehmungen betroffen sein können. Letztere sind insbesondere weit ausgedehnt, wenn der Lagerstoff nennenswerte Anteile an Mercaptanen enthält. Während für die Explosionsgefahr vor allem die untere Explosionsgrenze (UEG) von Bedeutung war, sind für die hier durchgeführte Analyse deutlich niedrigere Konzentrationen, bisweilen im Bereich ppb relevant. Es ist zu erwarten, dass viel größere Bereiche betroffen sind, für die CFD-Simulationen numerisch zu sehr komplex wären. Daher wird die Ausbreitungsmodellierung mit einem Partikeltrajektorienmodell (PTM) durchgeführt. Im Vortrag werden die wesentlichen Ergebnisse der Ausbreitungsbetrachtungen vorgestellt.

- [1] Zinke, Ronald; Köhler, Florian; Krause, Ulrich: Long-term emission measurements at a floating roof tank for gasoline storage. In: Journal of Loss Prevention in the Process Industries 55 (2018), S. 152–161. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2018.05.004>. – DOI 10.1016/j.jlp.2018.05.004. – ISSN 09504230
- [2] Zinke, Ronald; Köhler, Florian; Klippel, Andrea; Krause, Ulrich; Leitl, Bernd: Emissions of volatile hydrocarbons from floating roof tanks and their local dispersion: Considerations for normal operation and in case of damage. In: Journal of Loss Prevention in the Process Industries 66 (2020), S. 104179. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104179>. – DOI 10.1016/j.jlp.2020.104179. – ISSN 09504230

# Unsicherheitsbetrachtungen in CFD-Simulationen von Bränden und Stoffausbreitungen

Jan Struve<sup>a, b</sup>, Kevin Wothe<sup>a</sup>, Dr. Ronald Zinke<sup>a, b</sup>

<sup>a</sup>TÜV Nord EnSys GmbH & Co. KG, Hamburg

<sup>b</sup>Institut für Apparate und Umwelttechnik, Otto-von-Guericke Universität, Magdeburg

E-mail: [jstruve@tuev-nord.de](mailto:jstruve@tuev-nord.de)

## Kurzfassung

Brände und Stofffreisetzungen zählen zu den häufigsten Schadensereignissen im industriellen Umfeld. Neben den schädlichen Wirkungen auf Menschen und Umwelt können Brände und Freisetzungen ebenso negative Auswirkungen auf unmittelbar in der Nähe befindliche Anlage und System oder gelagerte Stoffe haben. Dies kann im ungünstigsten Fall zu sogenannten Domino-Effekten führen.

Die zum Zeitpunkt eines Unfalls konkret vorliegenden Randbedingungen, z. B. Meteorologie, Anlagensituation und Brand- bzw. Freisetzungsumstände sind im Vorfeld nur in Form von Spannweiten bekannt, haben aber einen wesentlichen Einfluss auf das Brandgeschehen bzw. auf die Ausbreitung der Freisetzung.

Als Beispiel sei hier die Flammenneigung genannt, bei der es durch den Einfluss von Windströmung zu einer Annäherung oder auch zu einer Berührung der Flammenoberfläche auf benachbarte Objekte und somit zu einer erhöhten Wärmeübertragung kommen kann. Dies kann die Möglichkeit eines entsprechenden Domino-Effekt begünstigen. Obwohl ein Brandgeschehen merklich durch die Windanströmung beeinflusst werden kann, finden sich in der Literatur nur wenige Kopplungen zwischen den beiden Disziplinen des Fire Safety Engineering (FSE) und des Computational Wind Engineering (CWE) [1, 2].

Explizite Einflüsse von Hindernissen innerhalb des Strömungsgebiets (z.B. Gebäude) können mit diesen Modellen nicht berücksichtigt werden. Diese können jedoch einen wesentlichen Einfluss auf den Strömungsverlauf und somit auch auf ein mögliches Brandgeschehen haben.

In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, mit welcher Abbildungsstrategie die Einflüsse inklusive deren Unsicherheiten mittels der Kopplung von CFD-Simulationen und der Response Surface Methode (RSM) optimal bestimmt werden können. Dabei soll auch untersucht werden, ob eine Vorhersage eines sogenannten abdeckenden Ereignisses in den vorliegenden Fällen ohne weitere möglich ist.

[1] Węgrzyński, W., Lipecki, T. Wind and Fire Coupled Modelling—Part I: Literature Review. *Fire Technol* **54**, 1405–1442 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10694-018-0748-5>

[2] Węgrzyński, W., Lipecki, T. & Krajewski, G. Wind and Fire Coupled Modelling—Part II: Good Practice Guidelines. *Fire Technol* **54**, 1443–1485 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10694-018-0749-4>

# Ersatzmodelle von CFD-Simulationen: Unsicherheitsbetrachtungen und Genauigkeitsanalysen

Kevin Wothe<sup>a</sup>, Jan Struve<sup>b</sup>, Ronald Zinke<sup>a, b</sup>

<sup>a</sup>Institut für Apparate- und Umwelttechnik, Otto-von-Guericke Universität, Magdeburg

<sup>b</sup>TÜV Nord EnSys GmbH & Co. KG, Hamburg

E-mail: *kevin.wothe@ovgu.de*

## Kurzfassung

CFD-Simulationen (Computational Fluid Dynamics) werden in der Anlagensicherheit zunehmend für sicherheitstechnische Betrachtungen (z. B. der Modellierungen von Brand- oder Ausbreitungsszenarien) verwendet. Der Hauptgrund ist die potenziell höhere Genauigkeit aufgrund der physikalischen Nachbildung realer Prozesse und der Verwendung möglichst genauer, fallspezifischer Eingangsdaten. Jedoch lassen sich viele Beispiele von qualitativen Sicherheitsanalysen von Anlagen und Prozessen mit CFD-Simulationen finden, die entweder verfahrensbedingt ohne Unsicherheitsbetrachtungen auskommen müssen oder bei denen eine detaillierte Betrachtung dieser zu Gunsten eines abdeckenden Einzelszenarios ausgelassen wurde.

Bei einer Kopplung der Simulationen mit Monte-Carlo- oder Latin-Hypercube-Sampling können Verteilungsfunktionen von Eingangsparametern berücksichtigt und somit Unsicherheiten analysiert werden. Diese gehen aber mit einem hohen numerischen Aufwand einher, sodass die Anwendung oft nicht in einem vertretbaren Zeitrahmen durchführbar ist. Als Alternative zur direkten Kopplung der Methoden mit einer ohnehin aufwändigen CFD-Simulation können Ersatzmodelle dieser Simulationen verwendet werden. Die Response-Surface-Methode (RSM) ist dabei eine Möglichkeit, algebraische Ersatzmodelle von CFD-Simulationen zu erstellen. Um Stützstellen für die Response Surface (RS) bereitzustellen, werden die für die Unsicherheitsbetrachtungen vorgesehenen Parameter auf einem zuvor festgelegten Raster definiert und Simulationen mit ihnen durchgeführt. Anschließend wird mithilfe der Simulationsergebnisse für jede Gitterzelle des Simulationsnetzes ein multivariates Polynom erstellt, welche in ihrer Gesamtheit die RS darstellen. Diese Methodik sowie der dafür erstellte C++-Code und deren Anwendungsmöglichkeiten sollen in diesem Tagungsbeitrag vorgestellt werden.

Weiterhin soll aufbauend auf bereits abgeschlossene Forschungsprojekte [1] [2] die Genauigkeit der Ersatzmodellierung mittels der ANOVA (analysis of variance) quantitativ bewertet und daraus ableitbare Verfahrensweisen für zukünftige Simulationen anhand von Beispielrechnungen aufgezeigt werden. Dies sind jeweils Teile eines bereits laufenden Promotionsverfahrens.

[1] Zinke R., Wothe K., Dugarev D., Götze O., Köhler F., Schalaus S., Krause U.: Uncertainty consideration in CFD-models via response surface modelling: application on realistic dense and light gas dispersion simulations, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 75 (2022), <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jlp.2021.104710>.

[2] Zinke R., Köhler F.: Modellierung von Brandszenarien in komplexen Gebäudestrukturen, *Reaktorsicherheitsforschung – Vorhaben-Nr.: 1501530* (2021)

# Risikobasierte Wirksamkeitskontrolle von Brandschutzmaßnahmen auf der Basis der Brandschadenstatistik: Stand der Arbeiten

Dr.-Ing. Sebastian Festag, Jonas Esser, vfdb Arbeitskreis Statistik, Bergische Universität Wuppertal

E-mail: [statistik@vfdb.de](mailto:statistik@vfdb.de), [jonas.esser@uni-wuppertal.de](mailto:jonas.esser@uni-wuppertal.de)

## Kurzfassung

Mit der vfdb-Brandschadenstatistik wurden im Zeitraum von 2013 bis 2017 Erfassungsbögen einheitlich zu 5.016 Gebäudebrandalarmierungen mit 1.220 echten Bränden gesammelt (Festag & Döbbling, 2020). Die Erhebung erfolgte durch einige Werk-, Freiwillige- und Berufsfeuerwehren quer durch Deutschland verteilt. Mit dem erhobenen Bestand an Ereignissen zeigt sich bereits, dass die Daten einerseits zur Identifikation von statistischen Schwerpunkten im Einsatz- und Ereignisspektrum nützlich sind und andererseits für die statistische Wirksamkeitskontrolle von ausgewählten Brandschutzmaßnahmen. Die Erkenntnisse fließen über beide Verwertungswege in die Planung des Brandschutzes ein und lassen sich risikobasiert mit den Ingenieurmethoden aufgreifen (Zehfuß, 2020). Auf diese Weise wird der Brandschutz durch Fakten untermauert. Der Aufbau einer entsprechenden Datenbasis erfordert kontinuierliche Anstrengungen. Das betrifft die Erhebung von Einsatzdaten durch Feuerwehren, die Pflege und Weiterentwicklung der technischen Infrastruktur der Datenbank als auch die statistische Auswertung der Daten. Der aktuelle Stand der Arbeiten wird im Rahmen des Beitrages dargestellt.

## Literaturverzeichnis

- Festag, S. & Döbbling, E.-P. (2020). *vfdb-Brandschadenstatistik: Untersuchung der Wirksamkeit von (anlagentechnischen) Brandschutzmaßnahmen: Technischer Bericht vfdb TB 14-01*. Münster. Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V.
- Zehfuß, J. (2020). *Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes: Technischer Bericht vfdb TB 04-01*. Münster, Braunschweig. Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e. V. (vfdb).

# **Die Kunst der Krisenkommunikation: Der Weg zur effektiven, zielgruppenspezifischen Kommunikation in Extremsituationen**

Fabienne Seifert<sup>a</sup>

<sup>A</sup>Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V., Münster

E-mail: [seifert@vfdb.de](mailto:seifert@vfdb.de)

## **Kurzfassung**

In Krisensituationen spielt eine effektive Kommunikation eine entscheidende Rolle für das erfolgreiche Management und zur Bewältigung des Ereignisses; trotzdem ist die Bedeutung der Krisenkommunikation in Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) bisher in der Forschung weitgehend unbeleuchtet. Untersuchungsschwerpunkte konzentrieren sich hauptsächlich auf die Reputation und das strategische Handeln von Unternehmen in einer Krise.

Im Rahmen des Forschungsprojekts ResKriVer (Kommunikations- und Informationsplattform für resiliente krisenrelevante Versorgungsnetze) beschäftigen wir uns u. a. mit Prozessen, Infrastrukturen und Strategien von Krisenkommunikation. Dabei ist bedeutsam, dass allgemeine Leitfäden, wie der Leitfaden Krisenkommunikation vom BMI vorliegen, jedoch keine spezifischen „Anwenderinformationen“ sowie konkrete, szenariorientierte Umsetzungsmodelle für BOS.

Im Verlauf des Vortrags möchte ich die Herausforderungen und Besonderheiten der Krisenkommunikation in BOS am Beispiel der Feuerwehr beleuchten. Hierbei werden mögliche Kommunikationsstrategien und -werkzeuge für den Umgang mit Krisenszenarien in der Feuerwehr diskutiert. Besondere Aufmerksamkeit wird auch der Rolle der sozialen Medien in diesen Situationen gewidmet.

Eine effektive Kommunikation in Krisensituationen stärkt das Vertrauen der Bevölkerung in BOS. Dabei ist ein zentraler Aspekt, wie verschiedene Bevölkerungsgruppen adäquat von BOS angesprochen und ihre spezifischen Bedarfe berücksichtigt werden können. Eine maßgeschneiderte Kommunikation, die auf die unterschiedlichen Bedürfnisse der Menschen eingeht, kann die Wirksamkeit der Krisenkommunikation erhöhen und die Resonanz in der Bevölkerung verbessern, indem Empfehlungen umgesetzt werden, oder die individuelle Vorbereitung auf künftige Krisen vorangetrieben wird.

Das Ziel des Vortrags ist es, ein umfassendes Verständnis für die Bedeutung der Krisenkommunikation in BOS zu vermitteln und den Zuhörenden praxisnahe Ansätze zur Bewertung und gegebenenfalls Verbesserung ihrer Kommunikationsstrategien in Krisensituationen aufzuzeigen. Dabei sollen die Erkenntnisse aus der Feuerwehr auch auf andere BOS übertragen werden können. Durch die Auseinandersetzung mit Krisenkommunikation, ihrer Vorbereitung und Best Practice Beispielen werden die Teilnehmenden ermutigt zur Umsetzung der adressatengerechten Krisenkommunikation in ihren Organisationen beizutragen.

# **Krisenkommunikation im Landkreis Meißen**

## **(KriKom-LK-MEI)**

Jakob Reitmeier<sup>a</sup>, Thomas Müller<sup>a</sup>, Stefanie Schubert-Polzin<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Hochschule Magdeburg-Stendal, Fachbereich Wasser, Umwelt, Bau und Sicherheit, Magdeburg  
E-mail: *[jakob.reitmeier@h2.de](mailto:jakob.reitmeier@h2.de), [thomas.mueller@h2.de](mailto:thomas.mueller@h2.de), [stefanie.schubert-polzin@h2.de](mailto:stefanie.schubert-polzin@h2.de)*

### **Kurzfassung**

Der Großteil der modernen Kommunikationstechnologien ist von einer kontinuierlichen Stromversorgung abhängig. Daher ist es dringend notwendig, sich auf mögliche Krisen wie weitreichende, langanhaltende Stromausfälle vorzubereiten.

Im Rahmen des Forschungsprojekts „KriKom-LK-MEI“ untersucht die Hochschule Magdeburg-Stendal die Krisenkommunikation im Landkreis Meißen. Durch die Auswertung von Einsatzprotokolle aus zwölf Realeinsätzen des Krisenstabes und Literaturrecherche konnten erste Schwachstellen im bestehenden Krisenkommunikations-System identifiziert und beschrieben werden. Dabei wurde zwischen technischen und organisatorischen Schwachstellen differenziert. Die Mehrheit der identifizierten Schwachstellen waren sowohl in der Literatur als auch in Einsatzprotokollen und -berichten beschrieben. Im Laufe des Projektes werden in Zusammenarbeit mit den Stakeholdern der Krisenkommunikation zusätzliche Anforderungen an ein modernes KriKom-System ermittelt und Akzeptanzkriterien definiert.

Zudem ergab die Untersuchung der Einsatztagebücher, dass 63% der eingehenden und 65% der ausgehenden Nachrichten mit anderen Krisenstäben ausgetauscht wurden. So konnte ein erster Anwendungsfall „Horizontalen und vertikalen Vernetzung von Krisenstäben“ aus den Einsatzprotokollen abgeleitet werden. Weiterführende Untersuchungen der Einsatzprotokolle können zusätzliche Anwendungsfälle liefern und ein Nachrichten-kategorie-System entwickeln.