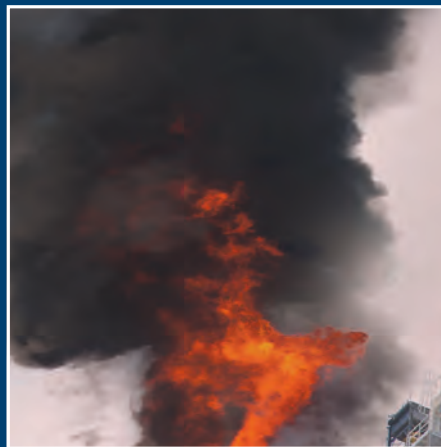


200 Jahre Explosionsschutz



200 Jahre Explosionsschutz

**Fachorgan für Wirtschaft und Wissenschaft, Amts- und
Mitteilungsblatt der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin**

126. Jahrgang, Heft 1, März 2016

Inhalt

200 Jahre Explosionsschutz

- Vorwort 3
Martin Thedens, Ulrich von Pidoll
- Die Verhinderung von Explosionen im Bergbau einst und jetzt 5
Michael Wittler
- Die ersten Explosionen in der Industrie und ihre Verhinderung durch die Berufsgenossenschaften
damals und heute 13
Oswald Losert
- Explosionsschutz im Militärversuchsanstalt und der Chemisch-Technischen Reichsanstalt 1907–1945 24
Ulrich von Pidoll
- Geschichte und Aufgaben der BAM im Explosionsschutz seit 1945 bis heute 29
Rainer Grätz, Thomas Schendler, Volkmar Schröder
- Geschichte der PTB – von ihrer Neugründung 1947 in Braunschweig
mit Übernahme von Arbeiten der CTR bis zur Gegenwart 36
Ulrich von Pidoll, Michael Beyer
- Dr. Ulrich Johannsmeyer geht in den Ruhestand 46
Thomas Horn

Technologietransfer

- „Erhöhte Sicherheit“ gegen Zündgefahr explosionsgeschützter Leuchten 48
- Emissionsarme Hochtemperaturbeschichtung 49

Vorwort

Martin Thedens*, Ulrich von Pidoll**

Es ist die Pflicht eines guten Beamten, sich im Aktenstudium zu üben. So ist es auch geschehen, als im Jahr 2014 in einem Archivraum ältere Unterlagen zum Vorschein gekommen sind: alte Briefe, Schriftstücke und Fotos aus den 30er- bis 50er-Jahren des letzten Jahrhunderts. Es ging um die Vergangenheit der Sicherheitstechnik, des Explosionsschutzes, zu Zeiten der Chemisch-Technischen Reichsanstalt (CTR), der Wirren des 2. Weltkrieges und der sich bildenden Schwesterinstitutionen der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin und der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig. Da ist beim Kollegen Dr. Ulrich von Pidoll die Idee entstanden, eine Chronik der damaligen Ereignisse und Vorgänge zu verfassen. Herausgekommen ist der PTB-Bericht Ex-7 „Explosionsschutz in der CTR und Weiterführung der Aufgaben in ihren Nachfolgeorganisationen“.

Darüber hinaus versucht ein guter Wissenschaftler natürlich, den Ursachen auf den Grund zu gehen: Wie war das nun mit dem Explosionsschutz? Was haben unsere Vorfahren so gemacht? Gab es eine Art Urknall des Explosionsschutzes? Nun, die erste dokumentierte Explosion war eine Mehlstaubexplosion in Turin und fand am 14. Dezember 1785 statt. Dieses Unglück, ausgelöst durch eine offene Flamme zur Beleuchtung in einem Lager für Mehl, wurde ausgewertet und aufgezeichnet von der Turiner Akademie der Wissenschaften. Offenes Feuer war in diesen Zeiten die einzige Möglichkeit der Beleuchtung – so auch unter Tage im Bergbau. Den Bergleuten war durchaus bewusst, dass eine Explosionsgefahr durch explosionsfähige Atmosphären, den sogenannten Schlagwettern, bestand und Schutzmaßnahmen zu treffen waren. Als eine erste Schutzmaßnahme, soweit man diese überhaupt so bezeichnen darf, kam eine Zündlanze zum Einsatz: Ein Bergmann kroch weit in einen gefährlichen

Grubenbereich hinein, um dort mithilfe einer brennenden Lanze eine Gemischwolke *kontrolliert* zu entzünden. Das ging allerdings nicht immer gut für diesen Bergmann aus. Eine weitere Schutzmaßnahme waren Kanarienvögel. Diese reagierten sehr empfindlich auf fehlenden Sauerstoff, sodass die Bergleute, sobald die Vögel nicht mehr zwitscherten, sich in belüftete Bereiche begeben konnten.

Diese Maßnahme erwies sich jedoch als nicht ausreichend sicher. Als es 1812 in der Grube Felling Main in Durham, England, wegen einer offenen Grubenlampe zu einer schweren Explosion unter Tage mit 92 Toten kam, setzte die Royal Society in London ein Preisgeld von 1000 £ (heute etwa 65.000 €) für die Entwicklung einer zündsicheren Sicherheitslampe für die Arbeit unter Tage aus. Der Preis ging an Sir Humphry Davy, der zusammen mit seinem Laborgehilfen George Stevenson im Herbst 1815 die gegenüber Grubengasen nicht zündwirksame Davy-Lampe erfunden hatte (Bild 1). Diese bestand aus einem dichten Drahtkorb, welcher rund um eine Öllampe angeordnet war und einerseits den Luftzutritt zur Flamme ermöglichte, andererseits jedoch einen Flammendurchschlag nach außen verhinderte. Die Lampe wurde am 9.11.1815 der Öffentlichkeit vorgestellt und im Januar 1816 auf der Zeche Hebburn Colliery bei Newcastle, England, getestet. Sie war somit das erste explosionsgeschützte Betriebsmittel, welches tatsächlich funktionierte.

Mit der Industrialisierung durch den Einsatz von Dampfmaschinen und später den Einsatz von Elektrizität sind die Risiken aus sicherheitstechnischer Sicht nicht geringer geworden. Denn nun stellte sich das Problem der Zündung von vorhandenen explosionsfähigen Schlagwettern durch die verwendeten Motoren mit ihren elektrischen Funken und hohen Oberflächentemperaturen. Auch war es in jenen Tagen üblich, zwei offene Drähte kurzzuschließen, damit zwecks Signal-

* Dr. Martin Thedens, Fachbereich „Grundlagen des Explosionsschutzes“ der PTB, E-Mail: martin.thedens@ptb.de

** Dr. Ulrich von Pidoll, Fachbereich „Grundlagen des Explosionsschutzes“ der PTB, E-Mail: ulrich.v.pidoll@ptb.de



Bild1:
Davy Lampe, um
1820 (im Besitz
der Royal Society,
London)

gebung über Tage z. B. eine Glocke ertönte. Doch auch dieser dann entstehende Funke war in vielen Fällen zündfähig. Eigentlich wusste man doch seit Menschengedenken, dass starke elektrische Funken in Form eines Gewitterblitzes praktisch alle brennbaren Stoffe entzünden können. Man begann daher 1884 mit der wissenschaftlichen Untersuchung der Zündgefahren von Schlagwettern und Kohlestaub durch die Anwendung von Elektrizität unter Tage und gründete hierzu 1894 die Berggewerkschaftliche Versuchsstrecke (BVS) auf dem Gelände der Steinkohlenzeche Consolidation in Gelsenkirchen-Bismarck. Die Erkenntnisse der BVS waren für den 1893 gegründeten Verband der Elektrotechniker Deutschlands, welcher ab 1894 Verband deutscher Elektrotechniker (VDE) genannt wurde, die Basis zur ersten Fassung der VDE 170 „Leitsätze für die Ausführung von Schlagwetter-Schutzvorrichtungen an elektrischen Maschinen, Transformatoren und Apparaten“, welche 1912 erschien. Damit existierte erstmals ein Regelwerk mit verpflichtenden Schutzmaßnahmen zur Vermeidung der Entzündung von Schlagwettern unter Tage durch elektrische Maschinen und einer Prüfpflicht elektrischer Maschinen für den Einsatz unter Tage.

Die industrielle Revolution führte jedoch auch außerhalb des Bergbaus zu Veränderungen des Arbeitswesens. Eine Vielzahl von Menschen arbeitete jetzt nicht mehr in der Landwirtschaft, sondern in der Industrie. Diese industrielle Arbeit

unter Zuhilfenahme von Maschinen bedingte ein bisher nicht gekanntes Risiko hinsichtlich Invalidität durch Unfall oder Berufskrankheit. Aus diesem Grund wurde mit der Verkündung des Unfallversicherungsgesetzes 1884 praktisch jeder Arbeiter mit einem Jahresarbeitsverdienst von nicht mehr als 2000 Mark kraft dieses Gesetzes gegen Unfall versichert. Hierfür wurden Berufsgenossenschaften (BG) gegründet, welche ermächtigt waren, Unfallverhütungsvorschriften (UVV) zu erlassen und deren Einhaltung durch Beauftragte kontrollieren zu lassen. Bereits 1885 nahmen 57 Berufsgenossenschaften ihre Arbeit auf und erließen 1886 die ersten Unfallverhütungsvorschriften.

Etwa um die gleiche Zeit traten die ersten Fragen bezüglich des Arbeitsschutzes von Seiten der Reichsregierung und des Kriegsministeriums auf. Mangels anderer verfügbarer Behörden wurde die 1889 gegründete Zentralversuchsstelle für Explosivstoffe, welche ab 1896 Versuchsstelle für Sprengstoffe und ab 1897 Militärversuchsammt genannt wurde, mit diesen Fragen betraut. Der Ausbruch des ersten Weltkriegs beendete diese Entwicklung und führte zu einem Neuanfang 1920. Um den Behörden der Reichsregierung auch weiterhin eine beratende Stelle auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik zu geben, wurden Teile des ehemaligen Militärversuchsamts auf den unverfänglichen Namen Chemisch-Technische Reichsanstalt (CTR) umgetauft. Dabei sollte der Arbeitsplan der CTR das bisherige Randgebiet „Sicherheitstechnik und Arbeitsschutz“ als neues Hauptgebiet umfassen. Und wie schon geschildert, sind nach dem zweiten Weltkrieg die Aufgaben an BAM und PTB übergegangen.

Da das Ereignis der ersten öffentlichen Vorstellung der Davy-Lampe 200 Jahre zurücklag, entschloss sich die PTB dazu, diesen Anlass im Rahmen eines Festkolloquiums zu würdigen. Und weil die PTB, als das nationale Metrologieinstitut Deutschlands, auch sonst alles immer sehr genau nimmt, fand dieses Kolloquium natürlich genau 200 Jahre später, am 9. November 2015 statt. Im Rahmen des Kolloquiums wurde berichtet über die Verhinderung von Explosionen im Bergbau, die Entstehung und Entwicklung der Berufsgenossenschaften und über den Arbeitsschutz in der Chemisch-Technischen Reichsanstalt (CTR), sowie natürlich über die Geschichte und Aufgaben von BAM und PTB im Bereich der Sicherheitstechnik. Und diese ganzen 200 Jahre sind nun in dieser Ausgabe der PTB-Mitteilungen zusammengefasst.

Die Verhinderung von Explosionen im Bergbau einst und jetzt

Michael Wittler*

Einleitung

Anlass des PTB-Festkolloquiums „200 Jahre Explosionsschutz“ am 9. November 2015 war die Vorstellung einer durch den englischen Chemiker Sir Humphry Davy entwickelten Sicherheitslampe. Sicherheitslampen sollen Schlagwetter, das sind Grubengas(Methan)-Luft-Gemische, nicht entzünden. Damit kann die Einführung dieser sogenannten Davy-Lampe im Jahre 1815 sicherlich als eine Geburtsstunde des Explosionsschutzes angesehen werden. Allerdings sind jedoch auch schon frühere Versuche mit Sicherheitslampen anderer Bauweise bekannt und in den nachfolgenden Jahrzehnten wurden noch wesentliche Verbesserungen an Sicherheitslampen eingeführt. Die Davy-Lampe war aber in der Tat die erste in Ansätzen funktionierende Sicherheitslampe.

Neben der Sicherheitslampe gab es viele weitere Entwicklungen und Maßnahmen, die den Schlagwetterschutz auf das heute – zumindest in westlichen Bergwerken – erreichte Niveau gebracht haben. In diesem Beitrag wird versucht einen Abriss wesentlicher Schritte in der Entwicklung des Schlagwetterschutzes darzulegen. Hierbei werden viele Sachverhalte mit Hauptaugenmerk auf den Steinkohlenbergbau im Ruhrgebiet dargestellt, wobei eine parallele Entwicklung in allen westlichen Ländern, in denen Steinkohlenbergbau betrieben wird bzw. wurde, zu verzeichnen ist. Diese parallele Entwicklung ist nicht zufällig, da es bereits früh und über viele Jahrzehnte einen regen internationalen Austausch sowohl auf wissenschaftlicher Ebene als auch zwischen den ab den 80er-Jahren des 19. Jahrhunderts gegründeten Versuchsstrecken gegeben hat. Im Ruhrgebiet, damals eine bedeutende Bergbauregion und Teil Preußens, wurde 1894 die „Berggewerkschaftliche Versuchsstrecke“ gegründet. Die zum 75-jährigen Jubiläum im Jahre 1969 herausgegebene Festschrift [1], war bei der Erstellung dieses Beitrags eine hilfreiche Informationsquelle.

Viele Fortschritte zur Verbesserung des Schlagwetterschutzes wurden in den ersten drei Jahrzehnten des vorherigen Jahrhunderts erzielt. Mit Blickrichtung auf den elektrischen Explosions-

schutz sind die Konstruktionsvorgaben nachfolgend auf den übertägigen Explosionsschutz übertragen worden. Es kann deshalb an dieser Stelle bereits ausgesagt werden, dass die meisten der heute bekannten Zündschutzarten von elektrischen Betriebsmitteln auf Untersuchungen und Vorgaben aus dem Bergbau beruhen.

Explosionsunglücke im Bergbau

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts war der Steinkohlenbergbau in allen westlichen Ländern stark expandiert. Leider fand sich diese Entwicklung auch in der angestiegenen Zahl der Explosionsereignisse und der dabei verunglückten Bergleute wieder. Verdeutlicht wird dies durch eine Statistik der Kohleförderung, der Anzahl der Explosionen und der Zahl der damit verbundenen Todesopfer im Bezirk des Oberbergamts Dortmund (zuständig für das gesamte Ruhrgebiet) in den Jahren 1861 bis 1968, siehe Bild 1. Auch in jüngerer Vergangenheit musste man noch über tragische Explosionsunglücke im deutschen Bergbau berichten, z. B. 1976 in Hamm (3 Tote), 1979 in Dortmund (7 Tote), 1986 in Quierschied (7 Tote), 1988 Grube Stolzenbach (51 Tote) und 1992 in Bergkamen (7 Tote).

* Dr Michael Wittler, Fachstelle für Sicherheit elektrischer Betriebsmittel – BVS, DEKRA EXAM GmbH

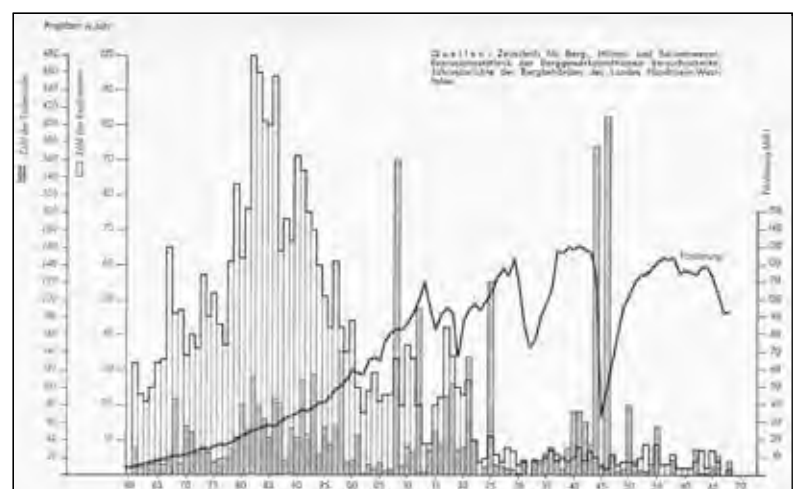


Bild 1: Schlagwetter- und Kohlenstaub-Explosionen im Ruhrgebiet in den Jahren 1861 bis 1968 [1]

In den 80er-Jahren des 19. Jahrhunderts hatte die Anzahl der Explosionsunglücke einen traurigen Höchststand erreicht. Dieser Umstand wird drastisch in einem Vortrag von Werner von Siemens verdeutlicht, der am 25. Mai 1880 im elektrotechnischen Verein gehalten wurde [2]. Folgender Auszug sei hier wiederholt:

„Leider hat aber die Erfahrung des letzten halben Jahrhunderts gezeigt, dass sie* nicht ausreichen; denn wenn sie ausreichten, würden wir nicht fortlaufend noch so viel Explosionen haben, und die häufigen Unglücksfälle durch mörderische schlagende Wetter, die, ich muss sagen, zur Schmach der Wissenschaft und Technik noch überall in der Welt so häufig vorkommen, würden ausbleiben oder doch wenigstens nur selten eintreten. Es vergeht aber fast kein Monat, wo nicht eine solche verderbliche Explosion durch die öffentlichen Blätter gemeldet wird. Es zeigt sich unwiderleglich, dass die bisherigen Mittel nicht ausreichen und dass auch noch nach anderen gesucht werden muss.“ (* gemeint sind Davy-Lampen)

Diese verheerende Entwicklung in allen westlichen kohlefördernden Ländern hat zur Einsetzung von sogenannten „Schlagwettercommissionen“ geführt, z. B. 1877 in Frankreich, 1879 in Belgien und England sowie 1880 in Sachsen. Der preußi-

sche Staat reagierte 1881 mit der Berufung der „Preußischen Schlagwettercommission“; unter ihr wurde eine Auswertung der Ursachen von Explosionen in den Jahren 1861 bis 1884 erarbeitet. Demnach waren von den Explosionen

- 56,8 % durch Verwendung offenen Gelechts
- 27,4 % bei Gebrauch der Sicherheitslampe
- 14,8 % durch Schießarbeit (Sprengarbeit)

verursacht worden. Im Abschlussbericht vom 19.5.1885 [3] wurden Grundsätze für den Betrieb von Schlagwettergruben empfohlen. Auf dieser Basis wurde nachfolgend die Verwendung offenen Gelechts durch Bergpolizeiverordnungen verboten, was erfreulicherweise zu dem deutlichen Rückgang der Explosionsereignisse führte, wie in Bild 1 erkennbar. Zudem wurde empfohlen, den Einfluss von Kohlenstaub auf die Explosionsauswirkungen zu erforschen, die Entwicklung von Sicherheitssprengstoffen weiterzutreiben sowie die Zündgefährlichkeit der Sicherheitslampe zu untersuchen, da auch auf ihren Gebrauch immer noch ein signifikanter Anteil von Explosionen zurückzuführen ist.

Entstehung der Versuchsstrecken

Diese zur damaligen Zeit im Vordergrund stehenden Forschungs- und Untersuchungsziele erforderten im Wesentlichen experimentelle Arbeiten; für diese Aufgaben wurden Versuchsstrecken gegründet, wie z. B. in den 1880er-Jahren in Neunkirchen/Saar, Zwickau, Mährisch-Ostrau und Segengottes bei Brünn – alle mit vergleichbaren Versuchseinrichtungen. Kern dieser Einrichtungen war dabei jeweils eine längliche Strecke mit einem Querschnitt, der den damaligen untertägigen Strecken entsprach. Aufbauend auf den Erfahrungen aus dem Betrieb dieser Versuchsstrecken und da einige experimentelle Ergebnisse widersprüchlich diskutiert worden waren, wurde 1894 die Berggewerkschaftliche Versuchsstrecke (BVS) mit erweiterten Prüfmöglichkeiten in Gelsenkirchen-Bismark gegründet. Der Lageplan aus dem Jahre 1904 ist in Bild 2 dargestellt.

Allen Versuchsstrecken war gemeinsam, dass sie in unmittelbarer Nähe von Bergwerken angeordnet waren, die genügend Grubengas freisetzen, das ja für die Versuche benötigt wurde. In dieser Notwendigkeit lag auch der Grund für den Umzug der BVS im Jahr 1910 nach Dortmund-Derne. In Gelsenkirchen stand nicht mehr die notwendige Menge Grubengas zur Verfügung. Am Standort in Dortmund-Derne verblieb die BVS bis Ende 2001, siehe Bild 3, danach fand der Umzug zu der heutigen Adresse in Bochum statt.

Nachdem die Versuchsstrecken ihre Arbeit aufgenommen hatten, erste Untersuchungsergebnisse

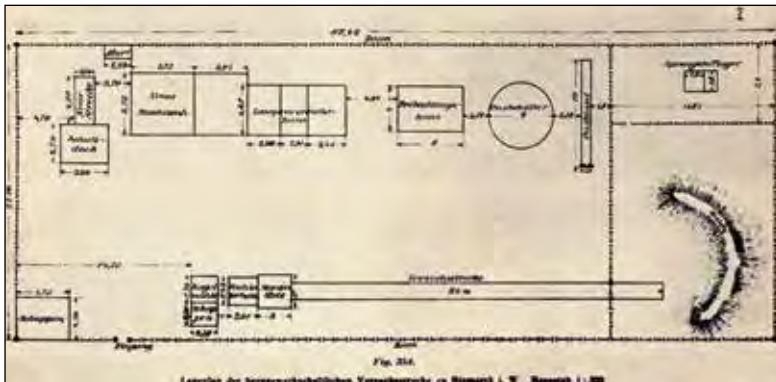


Bild 2:
Lageplan der BVS im Jahr 1904



Bild 3:
Luftaufnahme der BVS (Dortmund 2001)

vorlagen und erste Schritte zur Verbesserung des Schlagwetterschutzes in die Bergwerke einfließen, begann auch eine enge internationale Zusammenarbeit zwischen den Versuchsstrecken. Erstmals trafen sich Vertreter der Versuchsstrecken auf internationaler Ebene 1912 im Rahmen einer Grubensicherheitskonferenz in Pittsburgh (USA) mit Teilnehmern aus USA, England, Frankreich, Belgien, Österreich und Deutschland. Nach den Kriegswirren des 1. Weltkriegs fand die Grubensicherheitskonferenz regelmäßig statt, so z. B. 1935 in Dortmund, siehe Bild 4.

Diese internationale Zusammenarbeit hat sicherlich mit dazu beigetragen, dass wesentliche Entwicklungen und Verbesserungen des Schlagwetterschutzes in allen bergbaubetriebenden westlichen Industrienationen eingeführt wurden und sich damit die Anzahl der Grubenunfälle in diesen Ländern in vergleichbarem Maße reduzierte.

Erste Schlagwetterschutzmaßnahmen an elektrischen Motoren und Apparaten

Die Gründungszeit der BVS fiel auch zusammen mit den ersten Ansätzen der Elektrifizierung im Bergbau. Ab 1897 wurde deshalb auch mit Versuchen begonnen, die Entzündung von Schlagwetter- und Kohlenstaubgemischen durch elektrische Geräte zu untersuchen. Die Versuchseinrichtungen hierfür, im Lageplan (Bild 2) oben links eingetragen, sind in Bild 5 dargestellt.

Versuche an kleinen Motoren, Apparaten und Lampen in natürlichen Schlagwetter- und Kohlenstaubgemischen zeigten auf, dass betriebsmäßige Funken und heiße Oberflächen grundsätzlich in der Lage sind, Schlagwetter zu entzünden [4]. Dies galt zu der damaligen Zeit nicht als gesichert und wurde durchaus kontrovers diskutiert.

Auf der Basis dieser ersten Ergebnisse begann die Elektroindustrie spezielle Konstruktionen

schlagwettergeschützter Betriebsmittel zu entwickeln. Unter Beteiligung der Hersteller Siemens & Halske, Schuckert, Union, AEG, Helios, Voigt & Haeffner wurden auf der BVS in den Jahren 1903 bis 1905 diese Prototypen untersucht [5]. Maßgeblich wurden die Versuche durch den Leiter der Berggewerkschaftlichen Versuchsstrecke Carl Beyling (26.07.1872–24.11.1938) betrieben.

Neben dem Schutzkonzept *Ölkapselung* hatten diese frühen Konstruktionen schwerpunktmäßig zum Ziel, den Explosionsdruck in den Motoren und Apparaten zu reduzieren und gleichzeitig eine Zündung des umgebenden explosionsfähigen Gemisches zu verhindern.

Die untersuchten Schlagwetterschutz-Konzepte untergliederten sich in Ansätze, die *Geschlossene Kapselung*, *Drahtgewebe-Kapselung*, *Labyrinth-Kapselung*, *Rohrschutz-Kapselung*, *Flanschenschutz-Kapselung* und *Plattenschutz-Kapselung* genannt wurden. Als besonders geeignet wurden im



Bild 4: Versuchsstreckenkonferenz Dortmund 1935, Teilnehmer: USA, England, Frankreich, Belgien, Polen, Deutschland



Bild 5: Schnittbild und Foto (1904) der Versuchseinrichtung für elektrische Geräte [6]

Anschluss an die Untersuchungen insbesondere für Motoren – damals eine der Hauptanwendungen von Elektrizität im Bergbau – die Konzepte

Geschlossene Kapselung, Drahtgewebe-Kapselung und Plattenschutz-Kapselung erachtet.

Eine erste konkrete Umsetzung der Maßnahmen fand sich in einem schlagwettergeschützten Drehstrom-Motor wieder, der ab 1905 auf mehreren Bergwerken eingesetzt wurde, siehe Bild 6.

Nachfolgend wurden viele weitere elektrische Geräte mit Schlagwetterschutzmaßnahmen entwickelt, wie im Archiv der BVS nachzuschauen ist. Beispielhaft werden in Bild 7 Auszüge aus Bescheinigungsunterlagen eines Schaltkastens sowie einer Glühlicht-Armatur aus dem Jahre 1912 gezeigt.

Viele der damals erarbeiteten Grundlagen sind anschließend in die VDE-Normung eingeflossen und später in die Zündschutzart *Druckfeste Kapselung* überführt worden. 1911 wurden erstmalig die „Vorschriften für schlagwettergeschützte elektrische Betriebsmittel“ in der VDE 0170 veröffentlicht. Diese Norm, die 1943 um die Explosionsschutzvorschriften außerhalb des Bergbaus zur VDE 0170/171 erweitert wurde hat den Kennbuchstaben „d“ zur Kennzeichnung der druckfesten Kapselung eingeführt. Diese Zündschutzart erfährt seit Jahrzehnten bis heute weltweit eine hohe Akzeptanz; die Kennzeichnung „Ex d“ unterstreicht den deutschen Ursprung.

Entstehung der Eigensicherheit

Auch die Zündschutzart *Eigensicherheit*, die neben der druckfesten Kapselung weltweit sehr hohe Bedeutung erlangt hat, hat ihren Ursprung in einer Bergbauanwendung. Eine elektrische Signalisierungsanlage wurde als wahrscheinliche Ursache für ein schweres Grubenunglück in Wales im Jahre 1913 mit 439 Toten angesehen. Der anschließende Untersuchungsbericht [7] führte zu ersten Vorgaben im UK-Bergbau, aus denen die frühen Grundlagen der *Eigensicherheit* entstanden. 1936 wurde eine erste Stromversorgung nach den Prinzipien der *Eigensicherheit* in England zertifiziert und 1945 entstand mit der British Standard 1259 eine erste Norm, in der der Begriff „intrinsic safety (IS)“ definiert wurde.

Im Rahmen von Normungsbestrebungen auf IEC-Ebene zur *Eigensicherheit* in den 1960er-Jahren wurden verschiedene Prüfeinrichtungen zur experimentellen Überprüfung der Zündfähigkeit von Funken vergleichenden Versuchen unterzogen. „Testsieger“ hierbei wurde das ursprünglich auf Vorschlägen eines Siemens-Mitarbeiters [8] und auf der BVS erstmalig erprobte Funkenprüfgerät, das als IEC-genormte Einrichtung noch heute verwendet wird, siehe Bild 8.

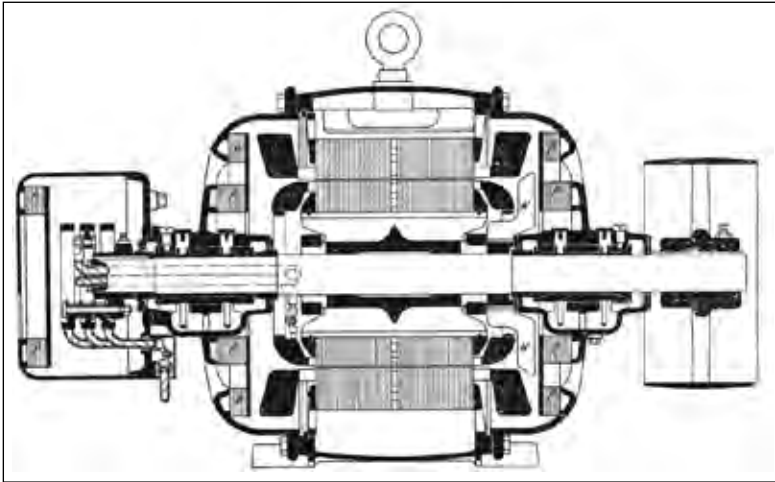


Bild 6: Schlagwettergeschützter Motor (500 V, 30 PS, 970 U/min) mit einer Kombination aus geschlossener Kapselung und Plattenschutz-Kapselung

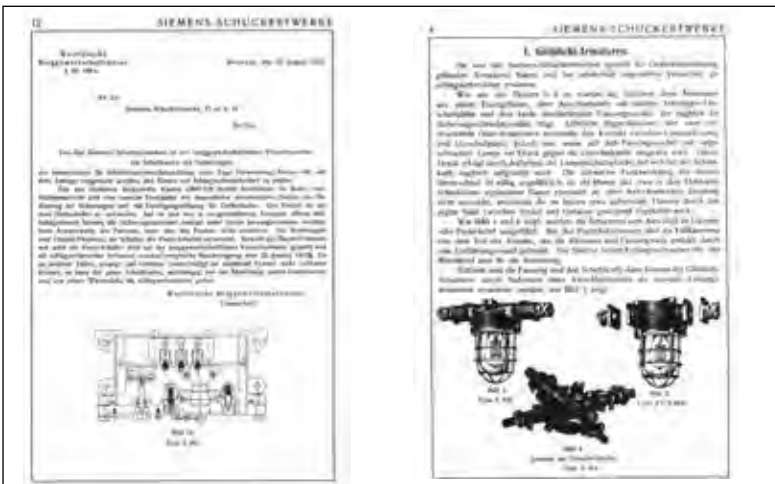


Bild 7: Auszüge aus Bescheinigungsunterlagen (1912)



Bild 8: Funkenprüfgerät

Geschichte der Grubenbeleuchtung

Wie bereits ausgeführt, war ein wichtiger Schritt zur Erreichung einer höheren Sicherheit die Einführung der Sicherheitslampe der Bauart nach Davy. Wichtig war dieser Schritt, da die Beleuchtung unter Tage zu allen Zeiten unverzichtbar war. In der Frühzeit des Bergbaus wurde mit offenen Flammen von Kerzen, Fackeln oder Öllampen beleuchtet. Erste Bestrebungen, ein schlagwetter-sicheres Geleucht zu erschaffen, führten im 18. Jahrhundert zu Versuchen mit phosphoreszierenden Substanzen oder mit einer schleifenden Stahlscheibe über einem Feuerstein, scheiterten jedoch an zu geringer Leuchtkraft. Erst Anfang des 19. Jahrhunderts wurde versucht, Lampen mit Flamme schlagwetter-sicher aufzubauen. Nach einigen Vorläufern galt die Bauart nach Davy als erste Sicherheitslampe. Da die Flamme bei dieser Lampe direkt von einem Drahtkorb umgeben ist, war die Lichtausbeute gering. Auch die Schlagwetter-sicherheit war nur begrenzt, da die Flamme zum Durchblasen bei höheren Wettergeschwindigkeiten (Strömungsgeschwindigkeit der Luft) neigte. Die Lichtausbeute wurde erst besser, nachdem die Leuchten um einen Glaszylinder erweitert wurden. Die Entwicklung der Grubenlampen bis hin zu den ersten elektrischen Lampen ist in Bild 9 dargestellt.

Da immer wieder Schlagwetter-Explosionen auf die Verwendung von Sicherheitslampen zurückgeführt wurden, sind in verschiedenen Ländern Versuche unternommen worden, die Sicherheit dieser Lampen zu verbessern. Neben dem Durchblasen der Flamme wurde auch das Betätigen der Zündeinrichtung als Zündursache identifiziert.

Auch auf der BVS wurden ab Ende des 19. Jahrhunderts grundlegende Versuche zur Verbesserung der Schlagwetter-sicherheit durchgeführt. Hieraus resultierte die Empfehlung, verbesserte Zündeinrichtungen sowie doppelte Drahtkörbe zu verwenden. 1911 wurde die Verwendung von Doppelkörben im Ruhrbergbau durch das Landesoberbergamt Dortmund vorgeschrieben.

Nach dem ersten Weltkrieg kamen zunehmend elektrische Lampen zum Einsatz, die nachfolgend schnell Verbreitung fanden. 1924 waren bereits ca. 400.000 elektrische Grubenlampen in Deutschland in Gebrauch, ab 1926 sind sie vorgeschrieben.

Detektion von Schlagwettern

Nachdem für Beleuchtungszwecke Grubenlampen mit Flamme durch elektrische ersetzt worden waren, blieben Wetterlampen zur Detektion des Grubengasgehalts mangels anderer brauchbarer Messmittel noch lange im Einsatz. Bis in die 1960er-Jahre wurden Wetterlampen mit Flamme im deutschen Bergbau verwendet. Anhand der

Verfärbung des Mantels der Flamme konnte der Bergmann den Grubengasanteil in der Umgebung ermitteln, siehe Bild 10.

Erste Vorschläge für flammenlose Schlagwetteranzeiger datieren aus dem Beginn des 20. Jahrhunderts. Aus heutiger Sicht ist es interessant, dass Ideen auch durch Preisausschreiben gesucht wurden, z. B. 1912 vom Verein für bergbau-liche Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund und 1920 vom Preußischen Ministerium für Handel und Gewerbe zusammen mit dem Reichskohlenrat.

Als geeignetes Messprinzip wurde früh die Oxidation von Methan an einem vorgeheizten katalytisch behandelten Widerstandsdraht erkannt – ein Messprinzip, das bis heute bei handgeführten Gaswarngeräten überwiegt. Eine frühe Realisierung nach diesem Prinzip war die Gerätereihe „Wetterlicht“; bei diesen Geräten wurde die Farbveränderung eines behandelten Platindrahts bei zunehmendem Methangehalt im Vergleich zu einem ebenfalls glühenden Hilfsdraht visuell



Bild 9: Schlagwettergeschützte Grubenlampen; Bauart Davy, Sicherheitslampe mit Glaszylinder, Wetterlampe, frühe elektrische Grubenlampe (von links nach rechts)

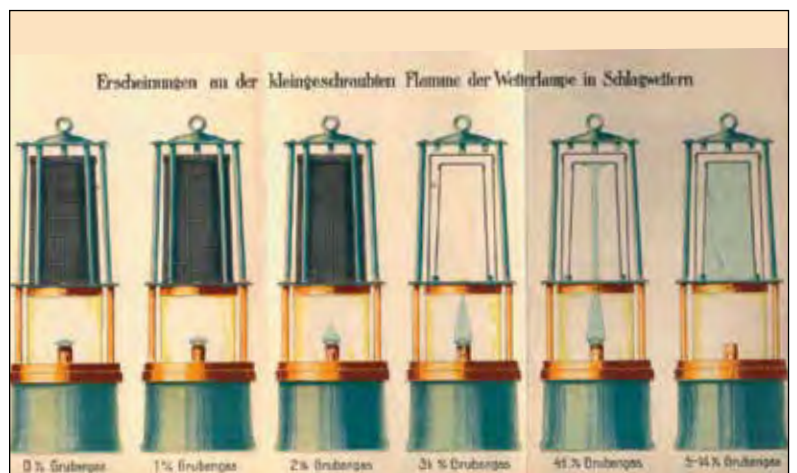


Bild 10: Ermittlung des Methangehalts mit der Wetterlampe [9]

durch den Bergmann ausgewertet. Solche Geräte waren im deutschen Bergbau bis in die 1940er-Jahre im Einsatz.

Ein erstes brauchbares Brückenmessgerät wurde Ende der 1930er-Jahre in den USA entwickelt; aufgrund des hohen Gewichts durch die Röhrenelektronik fand der Einsatz keine weite Verbreitung. Durch das Aufkommen von kleinbauenden elektronischen Bauteilen und auch vorangetrieben durch einen Wettbewerb, ausgeschrieben durch die Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl, wurden in der zweiten Hälfte der 1950er-Jahre verschiedene Gaswarngeräte entwickelt. Durchgesetzt haben sich bis heute – bei tragbaren Gaswarngeräten Geräte nach dem oben beschriebenen Prinzip (Wärmetönung) – und bei ortsfesten Anlagen Geräte mit Infrarotabsorption.

Verhinderung von Kohlenstaub-Explosionen

Wie zu Anfang des Berichts schon angesprochen, wurde bereits früh erkannt, dass der im Steinkohlenbergbau immer vorliegende Kohlenstaub maßgeblich die Auswirkung und Ausdehnung von Explosionen unter Tage beeinflusst. Insbesondere für die schweren Grubenunglücke waren Kohlenstaub-Explosionen verantwortlich – in der Regel ausgelöst durch eine Grubengasexplosion. Kohlenstaub-Explosionen haben deshalb eine so verheerende Wirkung, weil sich die Explosion durch den weit verteilten Kohlenstaub im Grubengebäude stark ausbreiten kann.

Zu Ende des 19. Jahrhunderts wurde mit Untersuchungen begonnen, die Explosionsgefährlichkeit

von Kohlenstäuben zu erforschen. Schwerpunktmäßig sollten diese klären, wie sich unterschiedliche Kohlenstäube bzgl. des Ausbreitens einer Explosion verhalten und ob sich der Kohlenstaub direkt durch Sprengarbeiten entzünden kann. Ursprünglich war man davon ausgegangen, dass eine Kohlenstaubexplosion immer nur durch eine vorher entstandene Schlagwetterexplosion eingeleitet werden kann. Diese Annahme hatte auch dazu geführt, dass man bereits Jahrzehnte vorher begonnen hatte, Sprengstoffe zu entwickeln, die Schlagwetter und damit auch Kohlenstäube nicht zur Entzündung bringen sollten. Die Sicherheit dieser sogenannten Sicherheitssprengstoffe wurde immer weiter entwickelt bis zu den heute bekannten Wettersprengstoffen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts.

Für die Untersuchung der Explosionsgefährlichkeit von Kohlenstäuben entstanden rohrförmige Versuchsstrecken. Hatte die Einrichtung der BVS aus dem Jahre 1894 noch eine Länge von 34 m mit elliptischem Querschnitt (1,85 m · 1,35 m), entstanden in der Folge Rohrstrecken bis zu einer Länge von 200 m mit einem Durchmesser von 1,8 m, siehe Bild 11.

Bei den Untersuchungen zeichnete sich früh ab, dass die Explosionsgefährlichkeit stark von dem Anteil der flüchtigen Bestandteile (Gase) in der Kohle abhängt, der bei den Ruhrgebietskohlen zwischen 7 und 40 % lag. Wurde die Grenze der Explosionsgefährlichkeit anfänglich bei 12 bis 14 % gesehen, wurde dieser Grenzwert in der Folge immer weiter abgesenkt. Heute wird in Deutschland die Ungefährlichkeit einer Kohlen-



Bild 11: Rohrformige Strecken zur Untersuchung von Kohlenstaub-Explosionen auf der BVS; 34-m-Strecke (1894–1910), 200-m-Strecke (ab 1913)

sorte durch einen experimentellen Versuch in der 200 m Rohrstrecke nachgewiesen. Dies kann z. B. bei Anthrazitkohle mit einem sehr niedrigen Anteil von flüchtigen Bestandteilen erfolgreich sein, siehe Bild 12.

Als eigentlich einzige Maßnahme zur Verhinderung von Kohlenstaub-Explosionen galt lange Zeit das Befeuchten des Staubes durch Berieseln mit Wasser. Nur vereinzelt fanden Wassertrogsperrungen Anwendung; dabei handelt es sich um wassergefüllte Tröge, die unter der Firste montiert werden und die Ausbreitung einer Explosion verhindern sollen.

Wegen des Problems des – insbesondere bei hohen Wettergeschwindigkeiten – schnellen Verdunstens des Wassers kamen außerhalb Deutschlands bereits Gesteinstaubexplosionssperren zum Einsatz. Hierbei wurde statt Wasser Gesteinstaub zur Explosionsunterdrückung verwendet. Bei dem Staub, der in Behältern oder auf Bühnen ebenfalls unter der Firste angeordnet wurde, handelt es sich um feinen Tonschieferstaub oder Flugasche. Zwischen 1920 und 1925 wurden Gesteinstaubexplosionssperren im deutschen Bergbau eingeführt, ab 1926 waren sie vorgeschrieben. Um die richtige Anwendung und Wirksamkeit dieser Sperren zu untersuchen, waren damals umfangreiche Prüfereien in den Rohrstrecken auf der BVS durchgeführt worden. Da in den nachfolgenden Jahren die untertägigen Streckenquerschnitte zunahm, wurden ab 1965 erneut Untersuchungen mit Wassertrog- und Gesteinstaubexplosionssperren bei größeren Querschnitten durchgeführt.

Schlussbemerkungen

Schaut man auf die Entwicklung im Steinkohlenbergbau in den letzten 200 Jahren zurück, wird deutlich, dass sich die Arbeitssicherheit für die Bergleute unter Tage drastisch verbessert hat. Dies ist sicherlich zu großen Teilen den Verbesserungen im Schlagwetter-/Explosionsschutz zu verdanken. In den letzten ca. 40 Jahren sind – zumindest in westlichen Ländern – größere Grubenunglücke nur noch vereinzelt aufgetreten, wie z. B. 1992 in Bergkamen (Kohlenstaubexplosion mit 7 Toten) und 2010 in Montcoal, USA (Schlagwetterexplosion mit 29 Toten).

Im Beitrag wurden einige wesentliche Fortschritte im Schlagwetterschutz dargestellt. Es wird deutlich, dass viele wirksame Verbesserungen in den Zeitraum von Ende des 19. Jahrhunderts bis etwa Ende der zwanziger Jahre des 20. Jahrhunderts fielen. In diesem Zeitraum wurden z. B. der Schlagwetterschutz für elektrische Betriebsmittel, elektrische Beleuchtungen, Wettersprengstoffe und Explosionssperren eingeführt. Diese Entwicklungsschritte werden hier aus deutscher, insbesondere aus Ruhrgebietssicht dargestellt.

In der Blütezeit war diese Region eine der führenden Bergbauregionen; zeitweise standen die größten und modernsten Bergwerke hier. Viele Entwicklungen sind deshalb in dieser Region entstanden und wurden zeitnah in anderen Ländern übernommen, sodass wesentliche Fortschritte im westlichen Bergbau durchaus vergleichbar waren.



Bild 12:
Fortpflanzung einer Kohlenstaubexplosion bei unterschiedlichen Kohlenstäube

Mittlerweile hat der Steinkohlenbergbau in Deutschland nur noch eine vergleichsweise geringe Bedeutung; im Januar 2016 waren noch ca. 6000 Beschäftigte in den beiden fördernden Bergwerken beschäftigt und das Ende ist für 2018 beschlossen. In besseren Zeiten hatte sich auch eine sehr leistungsstarke Bergbau-Zulieferindustrie entwickelt. Insbesondere Hersteller von Maschinen und elektrischen Ausrüstungen haben sich weltweit einen guten Ruf erarbeitet. Einigen – auch traditionellen – Herstellern ist es gelungen, ihre Produkte weltweit zu vermarkten und so dem zurückgehenden deutschen Steinkohlenbergbau zu begegnen. Ein Beispiel dafür ist in Bild 13 gegeben.

Wichtige Fortschritte des Schlagwetterschutzes wurden durch Grundlagenuntersuchungen und Erprobungen der Berggewerkschaftlichen Versuchsstrecke (BVS) ermöglicht. Diese BVS wurde 1894 durch die Westfälische Berggewerkschaftskasse (WBK) gegründet, die wiederum 1990 mit anderen bergbaunahen Organisationen zur Deutschen Montan Technologie (DMT) verschmolz.

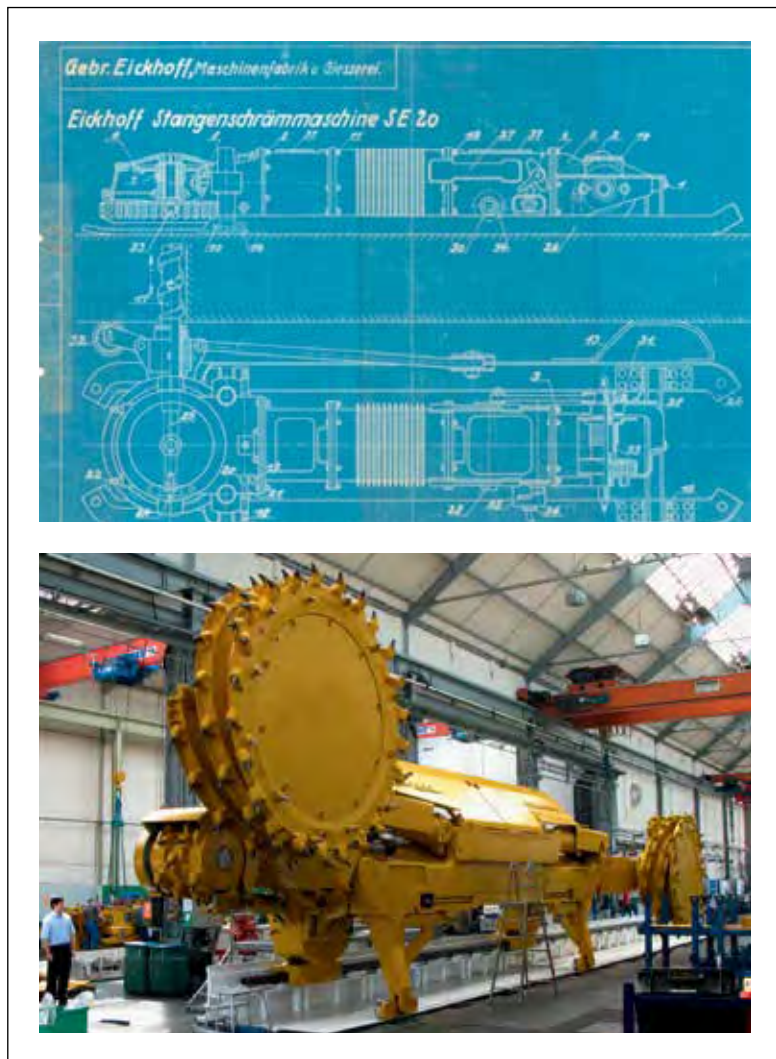


Bild 13:
Abbaumaschinen. Oben – Zulassungszeichnung aus dem Jahr 1924
Unten – moderne Abbaumaschine (Hersteller: Eickhoff Bergbautechnik GmbH)

Die Teile, die historisch mit der BVS verbunden waren, wurden 2003 mit anderen prüfungsorientierten Bereichen in die EXAM überführt, die heute als DEKRA EXAM GmbH Teil der weltweit operierenden DEKRA-Gruppe ist. Immer noch rankt sich der Schwerpunkt der Aktivitäten rund um den Explosionsschutz, heute aber hauptsächlich für übertägige Anwendungen. Bauartzertifikate von explosionsgeschützten Geräten tragen weiterhin den Kürzel „BVS“ in der Benennung.

Wer sich weiter über die Geschichte des Steinkohlenbergbaus in Deutschland informieren möchte, dem kann man einen Besuch im Deutschen Bergbau-Museum in Bochum empfehlen. In dem weltweit bedeutendsten Bergbaumuseum findet sich eine Vielzahl von Exponaten und Informationen sowie ein Anschauungsbergwerk mit – überwiegend schlagwettergeschützten – Betriebsmitteln aus vielen Jahrzehnten.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] 75 Jahre Berggewerkschaftliche Versuchsstrecke in Dortmund-Derne der Westfälischen Berggewerkschaftskasse 1894–1969, Festschrift 1969, 128 Seiten.
- [2] *Werner Siemens*; Ueber elektrotechnische Hilfsmittel gegen schlagende Wetter in Bergwerken, Wissenschaftliche und technische Arbeiten, Verlag von Julius Springer, Berlin, 1891.
- [3] *A. Hasslacher*; Hauptbericht der preußischen Schlagwetter-Commission, Verlag Ernst & Korn, Berlin, 1887.
- [4] *Heise, Thiem*; Versuche betreffend die Entzündlichkeit von Schlagwetter-Gemischen und Kohlenstaubaufwirbelungen durch die Wirkung der Elektrizität, Glückauf 34, Essen, 1898.
- [5] *C. Beyling*; Versuche zwecks Erprobung der Schlagwettersicherheit besonders geschützter elektrischer Motoren und Apparate, Glückauf 42, Essen, 1906.
- [6] *Heise, Thiem*; Versuche betreffend die Entzündlichkeit von Schlagwetter-Gemischen und Kohlenstaubaufwirbelungen durch die Wirkung der Elektrizität, Glückauf 34, Essen, 1898.
- [7] *R. V. Wheeler*; Report on battery-bell signaling systems as regards the danger of ignition of firedamp-air mixtures by the break-flash at the signal-wires, London, 1915.
- [8] *K. Müller*; Die Zündung von explosiblen Methan-Luft-Gemischen durch elektrische Schaltfunken, Dissertation 1957, TU Berlin.
- [9] *Der Bergmannsfreund*, Westfälische Berggewerkschaftskasse, Bochum, 1927.

Die ersten Explosionen in der Industrie und ihre Verhinderung durch die Berufsgenossenschaften damals und heute

Oswald Losert*

Das Jubiläum „200 Jahre Explosionsschutz“ macht sich fest an der Erfindung der Davyschen Sicherheitslampe im Jahr 1815. Betrachtet von diesem Bezugspunkt war am 70. Geburtstag der Davyschen Sicherheitslampe das Deutsche Reich gerade einmal 14 Jahre alt. Kaiser und Reichsregierung waren damals innenpolitisch unter Druck, weil die harten Rahmenbedingungen, unter denen die Industriearbeit stattfand, den „Sozialisten“ Rückhalt gaben und ihnen aus der Arbeiterschaft Zulauf bescherten. Reichskanzler Bismarck (Bild 1) befürchtete, dass dies bei einer Eskalation zu einem Sturz der Regierung führen könnte und verfolgte eine zweigeteilte Politik, um dem entgegenzuwirken: auf der einen Seite wurden die Sozialistengesetze erlassen, durch die die politische Betätigung der Sozialdemokratie fast vollständig verboten wurde, zum anderen sollte durch die Sozialgesetzgebung, die der Arbeiterschaft bei Krankheit, Invalidität und Alter eine Absicherung bot, der Sozialdemokratie die Basis, nämlich eine unzufriedene Arbeiterschaft, entzogen werden. Im Rahmen dieses Vorgehens wurde durch die Kaiserliche Botschaft Wilhelms I., die Bismarck zur Eröffnung des 5. deutschen Reichstags am 17.11.1881 verlas, die Sozialversicherung in Deutschland begründet (Bild 2). In Ausführung des so erteilten Auftrags wurde am 6.7.1884 mit dem Unfallversicherungsgesetz, das als kaiserliche Verordnung in Kraft trat, die gesetzliche Grundlage der Berufsgenossenschaften als Träger der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland geschaffen (Bild 3): Bei Arbeitsunfällen tritt die Berufsgenossenschaft in die Arbeitgeberhaftung ein und hat die gesetzliche Aufgabe, mit allen geeigneten Mitteln für eine körperliche Wiederherstellung des Unfallverletzten zu sorgen bzw. bei bleibenden Körperschäden eine Entschädigung zu leisten. Der Arbeitgeber erhält so eine Haftpflichtversicherung gegen Arbeitsunfälle, die sich in seinem Unternehmen ereignen, während die betroffenen Arbeitnehmer bei Arbeitsunfällen ihre Ansprüche nicht erst vor Gericht gegenüber dem Arbeitgeber einklagen müssen. Wegeunfälle und Berufskrankheiten wurden später in den Versicherungsschutz aufgenommen. Die Unfallkosten

werden aus Solidarbeiträgen der Unternehmen durch branchenspezifischen Zusammenschluss in Berufsgenossenschaften finanziert, diese wiederum sind berechtigt, Vorschriften zur Unfallverhütung zu erlassen und deren Einhaltung in den



* Dr. Oswald Losert, Fachbereich „Rohstoffe und chemische Industrie“ der DGUV, im Kompetenz-Center „Gefahrstoffe und biologische Arbeitsstoffe“ der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie

Bild 1:
Otto von Bismarck
[1]



Bild 2:
Kaiserliche Botschaft, 1881 [2]



Bild 3: Reichsgesetzblatt Nr. 19, Unfallversicherungsgesetz vom 6. Juli 1884 [3]



Bild 4: Die in den 1860er-Jahren in Koblenz betriebene Wurstfabrik durch Dampftriebwerk und geräucherte Fleischwaren (Kupferstich: Kupferstecher unbekannt, Auftraggeber: Franz Lill, Scan vom Original: Klaus Lill) [4]

Zusammenstellung der im Deutschen Reich im J. 1879 stattgehabten Dampfessel-Explosionen in Bezug auf die Construction der Kessel.

Ort und Zeit der Explosion	Art der Kessel und mathematische Ursache der Explosion.	Verunglückte Personen
Einfache liegende Walzenkessel (1 Explosion).		
Dollern, 17. Sept.	Mangelhafte Construction	- - 1
Liegende Strahlrohrkessel (4 Explosionen).		
Crefeld, 11. März	Alter Bruch, Wassermangel	3 - 8
Stanowitz, 29. April	Oertliche Stechschweißung, Wassermangel	1 - 1
Heßra, 29. Mai	Saftiges Speisewasser, Kesselstein	1 - -
Neust., 14. Juli	Wassermangel, mangelhafte Wartung	- - -
Walzenkessel mit Stehröhren und Stehröhrenkessel (10 Explosionen).		
Worms, 2. Januar	Mangelhafte Reparatur	2 2 3
Bienn, 15. März	Mangelhafte Construction	- - -
Caseel, 25. April	Verrotten von außen durch Grundwasser	1 - -
Gambitz, 2. Mai	Wassermangel	2 - -
Willenhorn, 1. Mai	Mangelhafte Construction, übermäßige Anstrengung des Kessels	1 - -
Laband, 29. August	Verrotten von außen durch Grundwasser	11 3 12
Udabach, 1. Sept.	Mangelhafte Sintermauerung	- - -
Coppenheim, 18. Sept.	Wassermangel, fehlerhafte Wartung	1 - -
Hessler, 22. Sept.	Wassermangel	- - -
Bochum, 17. Novbr.	Nicht erhaltet	3 4 3
Stehende Kessel (2 Explosionen).		
Hamburg, 6. Novbr.	Wassermangel, schlechte Wartung	- - 1
Hünchen, 18. Dec.	Mangelhafte Wartung	- - -
Schiffkessel (1 Explosion).		
Rindow, 15. Juni	Verrotten von innen durch unregelmäßigen Betrieb	10 1 1
		Insgesamt 78 36 10 32
Die Zahl der verunglückten Personen betrug i. J.		
		1878 = 32 10 5 27
		1877 = 36 21 14 23

Bild 5: Zusammenstellung der im Deutschen Reich im J. 1879 stattgehabten Dampfessel-Explosionen in Bezug auf die Construction der Kessel [5]

Betriebsstätten zu kontrollieren bzw. die Unternehmen entsprechend zu beraten, um die Unfallgefahr zu reduzieren.

Unter dem Blickwinkel des Explosionsschutzes ist die Frage zu stellen, welche Explosionen damals eine Rolle spielten, welchen Explosionsgefahren sich die Technischen Aufsichtsbeamten der damaligen Zeit bei Ihren Kontrollbesuchen in den Betrieben gegenüber sahen. Eine spannende Lektüre für den technisch Interessierten, die einen Einblick in den Zeitraum zwischen 1839 und 1931 ermöglicht, ist *Dinglers Polytechnisches Journal*, das derzeit bis zum Jahrgang 1931 digitalisiert im Internet vorliegt. Für dieses „Journal“ wurden damals etwa 50 deutsche Zeitschriften rezensiert und technologisch interessante Inhalte daraus zeitnah zusammengetragen und in den jeweiligen Ausgaben veröffentlicht. Bei einer Suche in diesem Werk mit dem Stichwort „Explosion“, die allerdings weder den Anspruch auf Vollständigkeit noch auf Repräsentativität erhebt, drängt sich der Eindruck auf, dass in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts Dampfessel-Explosionen einen gewissen Schwerpunkt darstellen, der sich bis in die Anfänge des 20. Jahrhunderts fortsetzt. Die Erfindung der Dampfmaschine durch Newcomen Anfang des 18. Jahrhunderts und ihre Verbesserung durch Watt sind markante Punkte für den Beginn der Industrialisierung. Dampfmaschinen fanden in vielen Branchen ihren Einsatz – wie der Kupferstich einer Wurstfabrik (Bild 4) zeigt, der ein Vierteljahrhundert vor der Gründung der Berufsgenossenschaften angefertigt wurde. Liest man in damaligen Veröffentlichungen nach, war offenbar lange Zeit unklar, ob es sich bei diesen Dampfessel-Explosionen um physikalische Explosionen handelte, die auf Grund von Materialschwächen zu den berichteten verheerenden Unfällen führten – sehr spektakulär waren mehrere Kessel-Explosionen auf Dampfschiffen – , oder ob sich das Speisewasser an der rotglühenden Kesseloberfläche überhitzte und zersetzte, der gebildete Wasserstoff sich entzündete und die Wasserstoffexplosion für die Heftigkeit der Explosionen verantwortlich war. Nach einer statistischen Zusammenstellung (Bild 5) „verunglückten“ im Deutschen Reich im Jahr 1879 78 Personen bei Dampfessel-Explosionen, in den beiden Vorjahren 32 bzw. 58.

Dieses Unfallgeschehen legte einerseits den Grund zu der für Deutschland spezifischen Rechtsetzung der sogenannten „überwachungsbedürftigen Anlagen“, in Verbindung damit führte es andererseits zum Zusammenschluss der Betreiber zu „Dampfesselüberwachungsvereinen“, denen bald Prüfverantwortung übertragen wurde anstelle staatlicher Prüfungen. Später entwickelten sich daraus die betrieblichen Eigenüberwacher und die Technischen Überwachungsvereine, letztere besaßen lange

Zeit eine Sonderstellung als Prüforganisationen und haben diese erst verloren als das deutsche Recht an die Bedingungen des europäischen freien Markts angepasst werden musste.

Bei Dampfkessel-Explosionen geht es primär um das Gefahrenfeld Druck bzw. um Anlagensicherheit, dieser Aspekt der Explosionsgefahren soll im Folgenden nicht weiter vertieft werden.

Explosionsschutz im Bergbau war bereits Thema des vorangegangenen Beitrags von Dr. Wittler, deshalb soll an dieser Stelle nur noch durch eine kurze ergänzende Anmerkung der Bezug zur Berufsgenossenschaft hergestellt werden: Auch Bergleute genießen Unfallversicherungsschutz als Arbeitnehmer, zuständiger Träger ist die Bergbau-Berufsgenossenschaft, die 2010 mit fünf anderen Berufsgenossenschaften eine Fusion zur Berufsgenossenschaft Rohstoffe und Chemische Industrie einging. Im Bergbau sind die Kompetenzen der berufsgenossenschaftlichen Prävention eingeschränkt, weil der Dualismus im Arbeitsschutz, wie er in anderen Branchen besteht, die Überwachung und Beratung der Unternehmen durch den Staat sowie durch die gesetzliche Unfallversicherung, im Geltungsbereich des Bergrechts nicht vorhanden ist.

Eine Branche, die unmittelbar mit – bestimmungsgemäß herbeigeführten – Explosionen in Verbindung steht, ist die Explosivstoffindustrie. Natürlich liegt aber auch schon bei der Herstellung, der Verarbeitung, allgemein dem Umgang mit Sprengstoffen, pyrotechnischen Gegenständen oder auch anderen explosionsfähigen Stoffen eine hohe Gefahr in den eingesetzten Stoffen selbst – wie das Bild der Explosion des Pulverturms in Rheinberg im Jahre 1636 zeigt (Bild 6).

Normative Vorgaben in staatlichen und vor allem berufsgenossenschaftlichen Arbeitsschutzvorschriften waren in der Zeit um die Gründung des Deutschen Reichs und auch später noch oftmals durch Unfallvorkommnisse veranlasst. So finden sich in der „Preussischen Ausführungs-Anweisung für die Genehmigung gewerblicher Anlagen“ [7], die nach der Reichs-Gewerbe-Ordnung gefordert war, schon 1895 bauliche Vorgaben für Schießpulverfabriken (Bild 7). An einem Beispiel aus dem Jahr 1910 für die Anlage einer Schwarzpulver-Fabrik (Bild 8) ist gut zu erkennen, wie für die verschiedenen Tätigkeiten beim Umgang mit Schwarzpulver separate Gebäude vorhanden sind, um eine räumliche Trennung der Bereiche zu realisieren und damit die Gefahr des Übergreifens eines Brandes oder einer Explosion von einem Arbeitsplatz auf den nächsten zu reduzieren.

In derselben Preussischen Ausführungs-Anweisung sind auch, z. B. für Betriebe zur Herstellung von Feuerwerkskörpern, „Besondere Unfallverhütungsvorschriften“ der Berufsgenossenschaft aufgeführt (Bild 9), so dass auch deren Einhaltung bei der Genehmigung einzufordern war.



Bild 6: Der Pulverturm von Rheinberg explodiert in 1636. Casper Luycken & Jan Luycken, 1698, Amsterdams Historisch Museum [6].



Bild 7: Titelblatt der „Preussischen Ausführungs-Anweisung für die Genehmigung gewerblicher Anlagen“ und Beginn der darin enthaltenen „Anleitung zu Vorschriften über Anlage und Betrieb von Pulverfabriken“ [7]

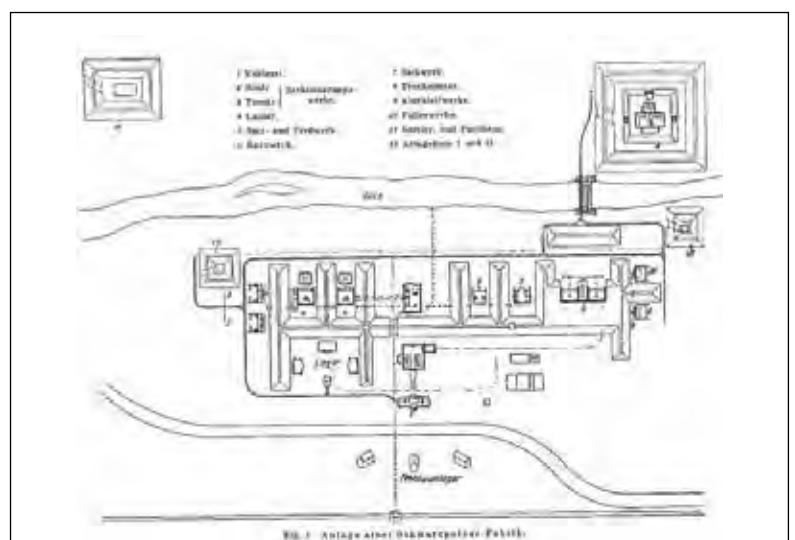


Bild 8: Anlage einer Schwarzpulver-Fabrik [8]

VI	Inhalt.	Seite
II.		
Technische Vorschriften zur Wahrnehmung der den Bezirksausschüssen übertragenen Zuständigkeiten. (§. 16.)		
1.	Schießpulverfabriken	33
A.	Schwarzpulver	33
B.	Mitropulver (Schießpulver, Dynamit)	45
C.	Technische Betriebsleitung von Sprengstofffabriken	50
D.	Bezeichnung von Schießmitteln	60
2.	Anlagen zur Feuerwerkerei und zur Bereitung von Zündstoffen aller Art	59
A.	Betrieb der Feuerwerkerei	59
B.	Unfallverhütungsvorschriften für Feuerwerkerei	59
C.	Anfertigung von Knallquerschnitten	59
D.	Abgangsküßigkeiten bei der Vorbereitung von Knallquerschnitten	59
E.	Einrichtung und Betrieb von Zündstofffabriken	60

Bild 9: Seite VI des Inhaltsverzeichnisses der „Preussische Ausführung-Anweisung ...“, [7] im Inhaltsverzeichnis sind „Unfallverhütungs-Vorschriften für Feuerwerkerei“ genannt (Hervorhebung durch Losert)

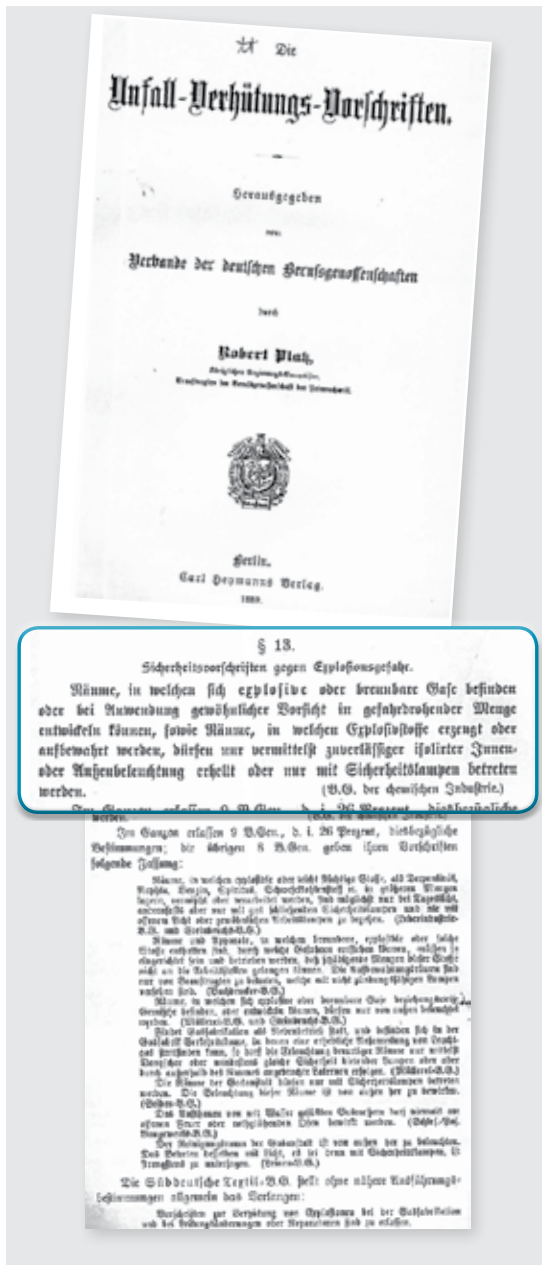


Bild 10: Deckblatt und §13 der Allgemeinen Vorschriften aus der Sammlung Die Unfall-Verhütungs-Vorschriften, Hrsg. Verband der deutschen Berufsgenossenschaften, Carl Heymanns Verlag 1889, [10] (Hervorhebung durch Losert)

Bereits unmittelbar nach ihrer Gründung hatten die Berufsgenossenschaften über „Allgemeine Unfallverhütungsvorschriften“ beraten, sie ab 1886 beschlossen und ab 1894 als sogenannte „Normal-UVVen“ einheitlich für alle Berufsgenossenschaften formuliert. Schon im Entwurf der Allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften findet sich ein Punkt zum Brand- und Explosionsschutz: „5. Räume, in welchen sich explosive oder brennbare Gase befinden oder entwickeln können, dürfen nur von Außen beleuchtet werden [9].“ In späteren Fassungen waren Sicherheitslampen wie die Davysche ausdrücklich genannt, die beim Zugang zu den unbeleuchteten Räumen zugelassen waren (Bild 10).

Neben den Allgemeinen Vorschriften wurden durch die BG Chemie als zuständige Berufsgenossenschaft „Besondere UVVen für Explosivstoffbetriebe“ erlassen: genannt werden 1900 in einer Synopse des Verbands der deutschen Berufsgenossenschaften [10]:

- besondere Vorschriften für Sprengstofffabriken mit ihren Unterabteilungen,
- für das Laden und Entladen von Patronen für zivile und militärische Waffen mit Schwarzpulver und rauchschwachem Pulver,
- für die Herstellung von Feuerwerkskörpern und
- für Fabriken von Zündern aller Art.

Dort findet sich auch erstmals die Vorschrift zur Erdung von Metallteilen [11], bevor sie 1907 in §21 der Allgemeinen Vorschriften [12] aufgenommen wurde (Bild 11).

Diese Explosivstoff-UVVen, die für entsprechende Betriebe, die Explosivstoffe herstellen, – nicht aber für die Anwendung von Sprengstoffen oder Waffen – galten, hatten lange Bestand, sie wurden erst am 1.2.2014 zurückgezogen. Ihre Fortschreibung ist die DGUV-Regel 113-017 (BG-/GUV-R 242) „Tätigkeiten mit Explosivstoffen“ vom März 2012. Bereits 1940 wurden übrigens die „Richtlinien über das Vernichten von Sprengstoffen“ [13] erlassen, sie wurden laufend fortgeschrieben und stehen als DGUV-Regel 113-003 (bisher BGR 114) aktuell zur Überarbeitung an (Bild 12).

Nach den bisherigen Ausführungen könnte der Eindruck entstehen, dass die Berufsgenossenschaften vor allem durch das Vorschriften- und Regelwerk Einfluss auf die Sicherheit in den Explosivstoffbetrieben zu nehmen versuchen. Dies ist aber nur eine der Facetten, aus denen sich berufsgenossenschaftliche Prävention zusammensetzt. Gerade in dieser Branche besteht ein besonders intensiver Kontakt zu den Unternehmen, er zeigt sich ebenso bei der Beratung durch Aufsichtsper-

sonen der Berufsgenossenschaft zusammen mit den staatlichen Stellen bei neuen Projekten, wie bei der Untersuchung von Unfällen, aber auch bei der Ausbildung von Mitarbeitern dieser Betriebe bezüglich der im Sprengstoffgesetz geforderten Fachkunde.

Die Erdungspflicht bei „elektrisch erregbaren Flüssigkeiten“ – wie sie in der oben erwähnten Unfallverhütungsvorschrift von 1907 heißen – und die naheliegende Frage, wie es dazu kam, ist das Stichwort für den nächsten Schwerpunkt von Explosionen in der Frühzeit der Berufsgenossenschaften. Er ist verbunden mit dem Einsatz brennbarer Flüssigkeiten in Handwerk und Industrie, es handelt sich um Explosionen brennbarer Gase und Dämpfe. Benzin als hervorragendes Lösemittel wurde z. B. bei der chemischen Reinigung von Textilien eingeführt (Bild 13), ebenso bei der Knochenentfettung (Bild 14). Interessant ist, dass in den beiden gezeigten Beispielen bewusst durch ein „geschlossenes System“ die Gefahren des manuellen Transports vermieden werden. Bei der Wäscherei wird dies durch die Verrohrung zwischen Lagertank und Waschmaschine sowie beim Destillationszyklus realisiert. Im ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts waren Explosionen in Waschmaschinen der chemischen Reinigung keine Seltenheit [16]. Als Ursache wurden 1892 von Dr. Richter, Direktor einer großen Wäscherei, elektrostatische Aufladungen erkannt, die mittels einer Erhöhung der Leitfähigkeit durch Zugabe von Magnesiumoleat zu verhindern waren, was auch Eingang in die entsprechende UVV fand [17]. Als Schutzmaßnahmen wurden aber auch z. B. ein „Benzinfeuerwarner“ (Bild 15) oder ein „explosions-sicheres“ Spülgefäß (Bild 16) propagiert, dessen Deckel bei einer „Verpuffung“ im Inneren aufgeht und den Druckausgleich ermöglicht. Durch einen Anschlag wird dafür gesorgt, dass anschließend der Deckel wieder zufällt und weiteren Luftzutritt ins Innere verhindert, so dass der Lösemittelbrand mangels Sauerstoff erlischt. Die Untersuchungen von Dr. Richter zeigten 1906, dass ungeerdete Metallteile als Zündquelle wirken können, was – wie bereits geschildert – im gleichen Jahr in den besonderen Vorschriften für Fabriken zur Herstellung von Nitropulver und im Folgejahr in den Allgemeinen Vorschriften der BG Chemie berücksichtigt wurde.

Die Thematik Zündgefahren durch elektrostatische Aufladungen war 1937 Inhalt eines Forschungsauftrags der BG Chemie an die Chemisch-Technische Reichsanstalt [20], dessen Ergebnisse 1938 zum Entwurf eines „Merkblatts zur Verhütung von Bränden und Explosionen durch statische Elektrizität“ führten, das 1939 als Richtlinie 4 der BG Chemie [21] veröffentlicht wurde (Bild 17). Die Richtlinie 4 wurde fortgeschrieben, es bestand weiter Forschungsbedarf,

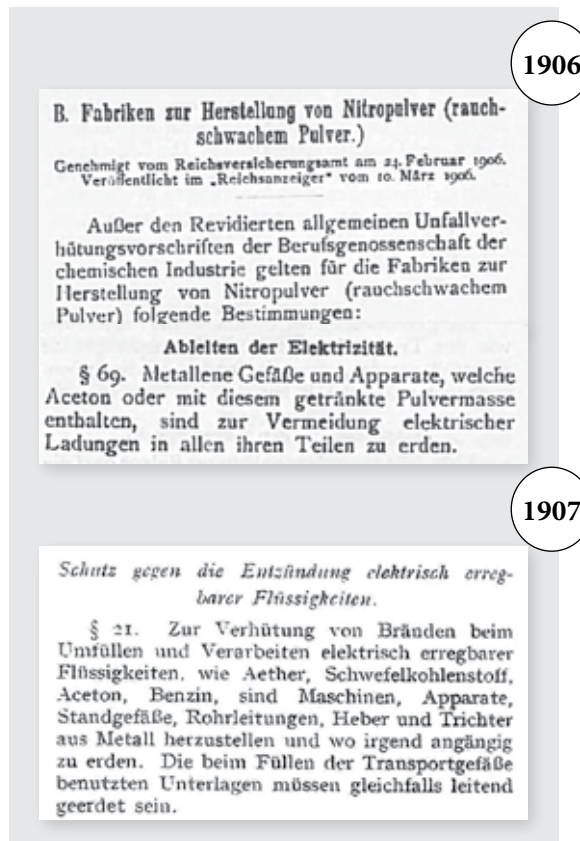


Bild 11:
oben: § 69 UVV „Fabriken zur Herstellung von Nitropulver“ (1906) [11] unten: § 21 UVV „Allgemeine Vorschriften“ (1907) [12]

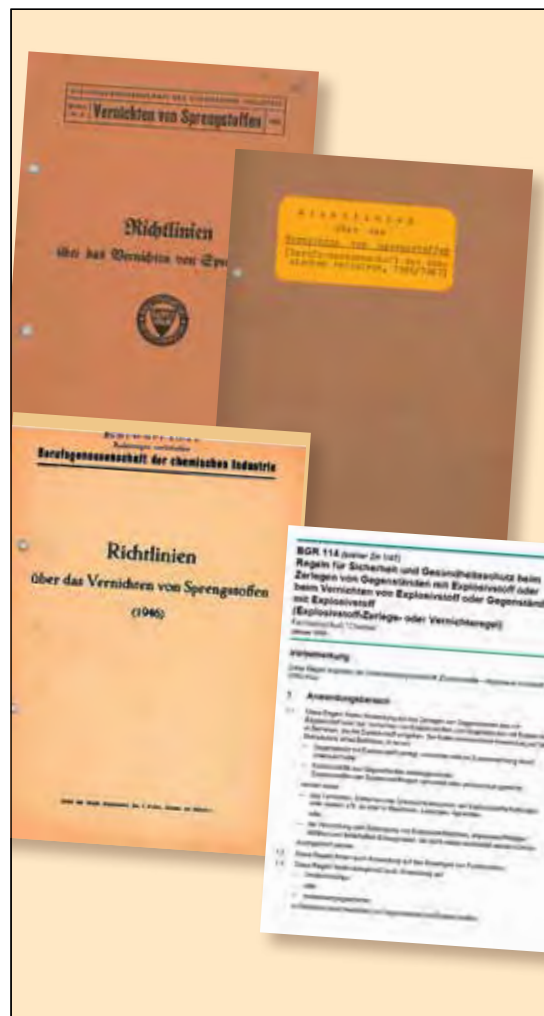


Bild 12:
Richtlinien über das Vernichten von Sprengstoffen (Fassung 1940, Entwurf 1946, Fassung 1946/47; BGR 114 (ZH1/47) Fassung 01/1996 [13]), heute „DGUV Regel 113-003“

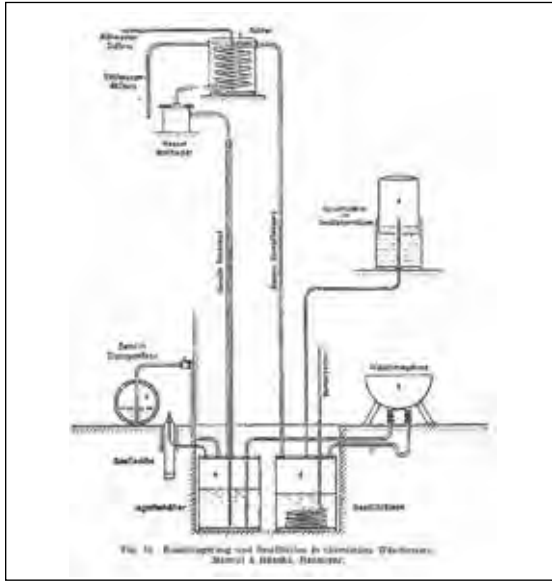


Bild 13: Benzinlagerung und Destillation in chemischen Wäschereien (Martini & Hüneke, Hannover) [14]

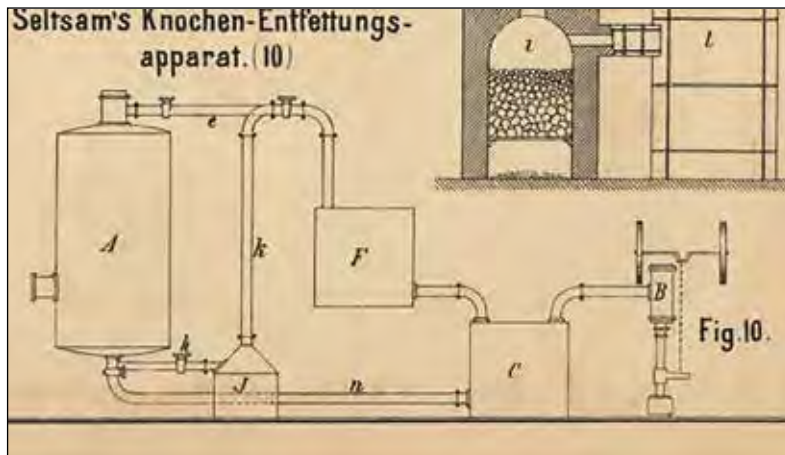


Bild 14: Seltsam's Verfahren zum Entfetten der Knochen [15]

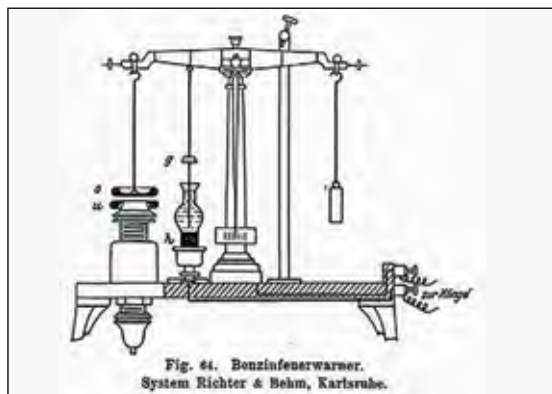


Bild 15: Benzinfeuerwarmer, System Richter & Behm, Karlsruhe [18]



Bild 16: Explosionssicheres Spülgefäß, Rumsch & Hammer, Forst (Lausitz) [19]

wie z. B. ein Auftrag zur Untersuchung strömender Flüssigkeiten an PTB und TH Braunschweig durch die Firma Esso und die BG Chemie zeigt, dessen Ergebnisse 1956 vorgetragen wurden [22]. Vom Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften wurde die Elektrostatik-Richtlinie der BG Chemie erst als ZH1/200, dann als BG-Regel 132 [23] übernommen. 2009 fand sie Eingang ins staatliche Technische Regelwerk als TRBS 2153 [24] (Bild 18), die aktualisierte Fassung wird jetzt nach der aktuellen Novellierung von Betriebs-sicherheitsverordnung und Gefahrstoffverordnung als TRGS 727 veröffentlicht. Die Überarbeitung der Technischen Regel erfolgt im Kooperationsmodell durch ein Expertengremium im Sachgebiet Explosionsschutz des Fachbereichs Rohstoffe und Chemische Industrie der DGUV.

Der Fokus in der Regelsetzung lag hinsichtlich der Zündquellen, die die Explosionen auslösen, frühzeitig auf dem elektrischen Bereich – und wie eben erwähnt bei der Elektrostatik. Dies zeigen z. B. die „Polizeiverordnung über Schlagwetter- und Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel“ von 1943 [25] oder die „Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen (ExVO)“ von 1963 [26]. Bei der BG Chemie gab es bis 1969 neben der erwähnten Richtlinie 4 noch eine weitere Richtlinie, die sich mit dem Explosionsschutz befasste. Dies war die Richtlinie 11 mit dem vollständigen Titel „Richtlinien für elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten mit Beispielsammlung der BG Chemie“ [27]. Gemäß der Regelung in der Polizeiverordnung legte die zuständige Gewerbeaufsicht jeweils im Einzelfall den Umfang der Explosionsgefährdung in den jeweiligen Räumen fest, also auch in den Betriebsstätten der Unternehmen. Mit der Beispielsammlung veröffentlichte die Berufsgenossenschaft dazu in der Richtlinie 11 eine Bewertung konkreter Szenarien. Auf der Achema 1973 stellte die BG Chemie ihren Messestand unter das Thema „Der Explosionsschutz in der chemischen Industrie“. Mittels der zugehörigen Broschüre wurde auf der Messe erstmals der Entwurf für ein Gesamtkonzept vorgestellt, das eine systematische Vorgehensweise zum Explosionsschutz beinhaltete und sich außerdem nicht mehr auf elektrische Zündquellen beschränkte. 1976 wurden dann diese „Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre mit Beispielsammlung – EX-RL“ veröffentlicht [28]. Der Regeltext der „EX-RL“ stellt die Grundlage für die heutige Reihe der Technischen Regeln TRBS 2152 ff. / TRGS 720 ff. [29] dar, die zugehörige Beispielsammlung wurde seither vielfach aktualisiert und erweitert und ist heute ein anerkanntes Hilfsmittel zur Zoneneinteilung.

Der Blick in die Frühzeit der Berufsgenossenschaften zeigt noch einen weiteren Schwerpunkt

im Explosionsgeschehen, die Staub-Explosionen, die auch im Übertagebereich frühzeitig bekannt waren. Die erste dokumentierte Staubexplosion findet sich in den Aufzeichnungen der Turiner Akademie der Wissenschaften: am 14. Dezember 1785 wurde in Turin ein Lagergebäude durch eine Mehlstaubexplosion zerstört [30]. Noch zur Gründungszeit der Berufsgenossenschaften war allerdings umstritten, ob Mehlstaub als solcher zur Explosion gebracht werden kann oder ob nicht eher Schwel- oder Faulgase ursächlich für die Explosionen sind, die in Mühlen immer wieder auftraten. 1872 setzte der Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen zusammen mit dem Verband deutscher Müller und Mühleninteressenten ein Preisgeld aus für den Nachweis der Ursachen, die für Selbstentzündungen und Brände, letztlich also auch für die Explosionen in Mühlen verantwortlich sind (Bild 19) [31].

Ein Beispiel für die vielseitigen Aktivitäten der Berufsgenossenschaften ist die Tatsache, dass der Vorstand der Zucker-Berufsgenossenschaft 1926 die Übersetzung und Veröffentlichung eines amerikanischen Werks über Staub-Explosionen veranlasste und finanzierte (Bild 20).

Wenige Jahre vor dem 100-jährigen Bestehen der Berufsgenossenschaften ereignete sich 1979 eine Explosion in einem Mühlenbetrieb in Deutschland, bei der 14 Tote, 17 Schwerverletzte, mehr als 100 Millionen D-Mark Sachschaden und ein Jahr Produktionsausfall zu beklagen waren. Bei der Untersuchung des Vorkommnisses wurden zu den Ursachen und zum Ablauf folgendes ermittelt: Zwischenspeichergebäude und Mehlspeicher lagen in zwei benachbarten Gebäuden, die über eine Brücke miteinander in Verbindung standen, und in beiden Gebäuden hatten sich Mehlstaubablagerungen gebildet. Als es zu einem Brand im Probenlagerraum des Zwischenspeichergebäudes kam, wurde dadurch Staub im ebenfalls dort befindlichen Zwischenlager aufgewirbelt. Der Brand griff – begünstigt durch Deckenöffnungen für Fördereinrichtungen – auf das Zwischenlager über, so dass dort der aufgewirbelte Staub explodierte. Durch die Druckwelle dieser Explosion wurde unverbranntes Mehl über die Brücke vor der Flammenfront hergeschoben und so die Explosion durch die Verbindungsbrücke in den Verpackungsbereich des Mehlspeichers übertragen. Dies äußerte sich dadurch, dass im Verpackungsbereich ein großvolumiges Mehlstaub-Luft-Gemisch durch Flammenstrahl gezündet wurde, was eine ausgeprägte Raumexplosion zur Folge hatte. Dabei wurden die tragenden Wände zerstört und der siebengeschossige Mehlspeicher stürzte ein. Infolge weiterer Explosionsübertragung – durch Übergänge, Durchführungen, Förder- und Entstaubungsleitungen – traten in verschiedenen anderen Betriebsbereichen, z. B. in den Silozellen,

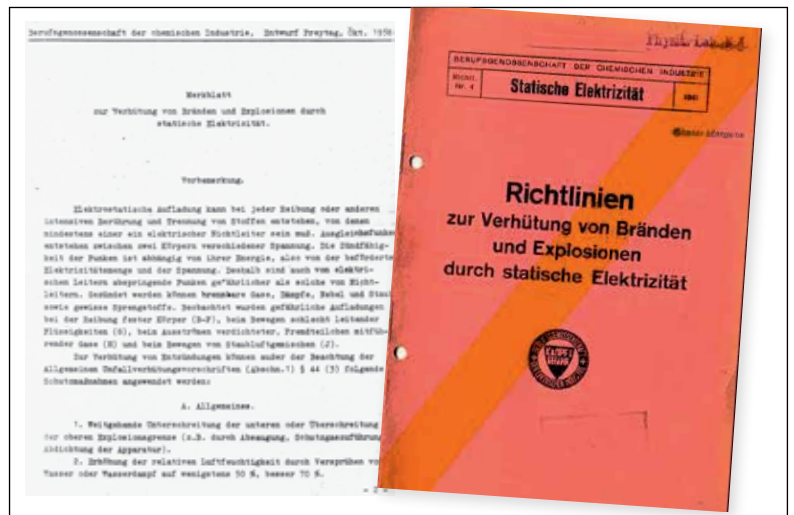


Bild 17: Entwurf des „Merkblatts zur Verhütung von Bränden und Explosionen durch statische Elektrizität“ von 1938 und gleichnamige Richtlinie Nr. 4 der BG Chemie von 1941 [21]



Bild 18: BG-Regel „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ (BGR 132)“ von 2003 [23] und TRBS 2153 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ [24] von 2009 in der farbigen Fassung als Merkblatt T 033 der BG RCI



Bild 19: Über Mehl-Explosionen in Mühlen [31]

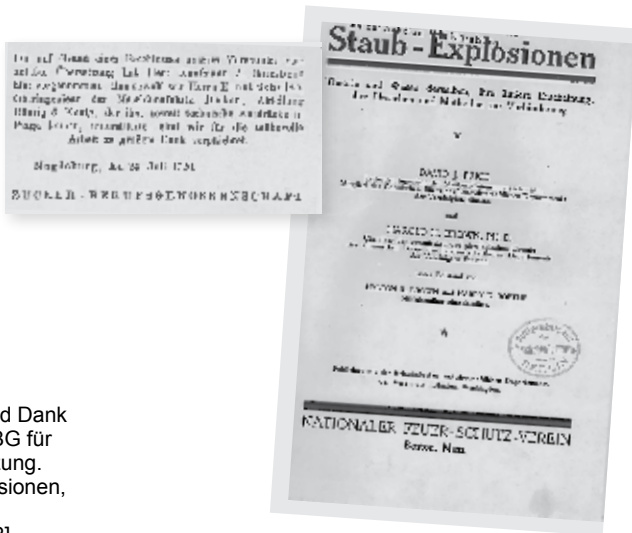


Bild 20: Deckblatt und Dank der Zucker-BG für die Übersetzung. Staub-Explosionen, D. Price und H. Brown [32]

zahlreiche weitere Folge-Explosionen auf, was zu der enormen Höhe des Gesamtschadens führte.

Diese Darstellung des Explosionsablaufs wurde mit einer Reihe anderer Explosionsereignisse in der Broschüre „Staubexplosionsereignisse“ [33] aufgearbeitet und von der Internationalen Vereinigung für soziale Sicherheit (IVSS) zu Schulungszwecken veröffentlicht. Der IVSS gehören in den verschiedenen branchenbezogenen Sektionen auch die deutschen Berufsgenossenschaften an. Arbeitsgruppen zum Explosionsschutz bestanden sowohl in der Sektion Chemie wie in der Sektion Maschinen- und Systemsicherheit, 2008 erfolgte ihr Zusammenschluss zu einer gemeinsamen Arbeitsgruppe. Die IVSS ist Herausgeber einer ganzen Reihe von Broschüren, teils wenden sie sich mit Fachinformationen zum anlagentechnischen Explosionsschutz eher an Hersteller und Betreiber, teils sind sie mit leicht verständlichen Darstellungen eher für Unterweisungs- und Schulungszwecke gedacht.

Auch wenn bereits vor dem zweiten Weltkrieg in der Staubbekämpfungsstelle des Hauptverbands der gesetzlichen Unfallversicherung, der Keimzelle des heutigen Instituts für Arbeitsschutz (IFA), Untersuchung von Stäuben hinsichtlich Explosionsgefahr durchgeführt wurden [34], hat doch die Mühlenexplosion von 1979 die zuständige Berufsgenossenschaft (die jetzige Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe) veranlasst, 1979 ein Staublabor und 1986 in Kappelrodeck ein Testgelände in Betrieb zu nehmen, um selbst praxisnahe Versuche zum Staubexplosionsschutz durchzuführen [35]. Die BG RCI, in der durch die Fusion 2010 die ehemalige BG Chemie aufgegangen ist, veranlasst und fördert ebenfalls Forschungsprojekte und kooperiert dabei mit der PTB, der BAM, der BGN bzw. der FSA, mit Hochschulen und anderen Forschungsstätten.

Im Rahmen dieses Jubiläumsvortrags konnten die Aktivitäten, die die Berufsgenossenschaften in ihren ersten Jahrzehnten unternommen haben, um Explosionen in ihren Mitgliedsbetrieben zu verhindern, nur schlaglichtartig beleuchtet werden. Weil dies außerdem aus dem speziellen Blickwinkel der Branche Chemie geschah, kann dies also keine lückenlose, objektive Darstellung sein. Aber auch wenn sie unvollständig bleiben muss, gehört wesentlich zum Thema, dass auch die heutigen Aktivitäten der Berufsgenossenschaften zum Explosionsschutz angesprochen werden müssen – notwendigerweise erfolgt auch dies wieder aus meiner persönlichen Sicht.

Um ihre Kompetenzen zu bündeln, haben die Unfallversicherungsträger auf der Ebene des Spitzenverbands DGUV-Fachbereiche (früher als Fachausschüsse bezeichnet) eingerichtet, die sich thematisch in Sachgebiete gliedern. Diese Gremien sind zu den jeweiligen Themen durch Beratung,



Bild 21: Site des Sachgebiets „Explosionsschutz“ des Fachbereichs „Rohstoffe und chemische Industrie“ der DGUV (Hervorhebungen durch Losert) [36]



Bild 22: Explosionsschutzportal der BG RCI [37]

zum Explosionsschutz, das sich sowohl an operative Führungskräfte als auch an Ingenieure in den verschiedenen Funktionen richtet. Darüber hinaus wird unter dem entsprechenden Stichwort auf externe Veranstaltungen zum Explosionsschutz hingewiesen.

Der „Exinfo Newsletter“ als modernes Medium, das zielgerichtet nur Informationen zum Explosionsschutz bietet, wird nach unserer Erfahrung sehr gut angenommen und hat inzwischen fast 7000 Abonnenten. Er erscheint fünfmal jährlich und weist auf wichtige Entwicklungen auf dem Gebiet des Explosionsschutzes hin. Die aktuelle Ausgabe und das Archiv sowie die Möglichkeit zur Anmeldung bzw. zum Abbestellen sind unter dem Stichwort „Exinfo Newsletter“ zu finden.

Mit dieser Darstellung sollte gezeigt werden – ohne es jeweils zu betonen –, dass die Verhütung von Explosionen durch die Berufsgenossenschaften naturgemäß durch Aktivitäten auf einer Reihe ganz unterschiedlicher Ebenen erfolgt. Dazu gehören Kontrolle und Aufsicht, Beratung, Regelsetzung, Forschung und Unfallanalyse sowie Information und Schulung. Diese Aktivitäten und Ebenen bedingen sich teilweise gegenseitig, erfordern aber auch eine Vernetzung mit anderen Institutionen, die auf dem Gebiet des Explosionsschutzes tätig sind. Auch die Besucher unseres Portals sollen neben den Informationen, die wir für sie eingestellt haben, weiterführende Links zum Explosionsschutz finden. Verweise auf kommerzielle Dienstleister sind dort nicht vorhanden, aber am Ende dieser Darstellung sollte verständlich geworden sein, dass es kein Zufall ist, dass die Bundesoberbehörde PTB in der Linkliste des Explosionsschutzportals ganz oben steht.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Bundesarchiv Bild 146-2005-0057, Otto von Bismarck (heruntergeladen von Wikimedia Commons, <https://commons.wikimedia.org>, am 31. Oktober 2015, 16:45 Uhr).
- [2] DHM & DGUV, SICHER ARBEITEN – 125 JAHRE GESETZLICHE UNFALLVERSICHERUNG IN DEUTSCHLAND 1885–2010 (als Datei „sicher-arbeiten.pdf“ heruntergeladen von www.dguv.de, am 21. Oktober 2015, 19:02 Uhr).
- [3] DGUV Lernen und Gesundheit, Die gesetzliche Unfallversicherung, Arbeitsblatt 2, 11/2010 (heruntergeladen von www.dguv.de/lug, am 21. Oktober 2015, 19:08 Uhr).
- [4] Wikimedia Commons (heruntergeladen von <https://commons.wikimedia.org>, am 31. Oktober 2015, 13:44 Uhr).
- [5] Dingers Polytechnisches Journal, 1881, Band 241, Miszelle 2 S.74 (http://dingler.culture.hu-berlin.de/article/pj241/mi241mi01_2, aufgerufen am 31. Oktober 2015, 14:45 Uhr).
- [6] Wikimedia Commons (heruntergeladen von <https://commons.wikimedia.org>, am 21. Oktober 2015, 18:41 Uhr).
- [7] Preußische Ausführungs-Anweisung zu §§ 16 u. ff. der Reichs-Gewerbe-Ordnung betreffend Genehmigung gewerblicher Anlagen, in Guttentagsche Sammlung Preußischer Gesetze Nr. 16, J. Gutten-tag Verlagsbuchhandlung, Berlin, 1895.
- [8] Unfallverhütungstechnik, G. Schlesinger, Berlin, Carl-Heymanns-Vlg 1910, S. 1030 (Fig. 1).
- [9] Protocoll zweite Sitzung des Genossenschaftsvorstands, abgehalten in Frankfurt am Main am 28. April 1886, Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie.
- [10] Die Unfall-Verhütungs-Vorschriften, Hrsg. Verband der deutschen Berufsgenossenschaften, Carl Heymanns Verlag, 1889.
- [11] Die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, 4. Auflage, Carl Heymanns Verlag, Berlin, 1906.
- [12] Die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, 5. Auflage, Carl Heymanns Verlag, Berlin, 1907.
- [13] Richtlinien über das Vernichten von Sprengstoffen, Richtlinie Nr. 5 der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, 1940; fortgeschrieben als Entwurfsfassung 1946, Fassung 1946/47, weiter fortgeschrieben als ZH1/47, gingen über in BGR 114 „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Zerlegen von Gegenständen mit Explosivstoff oder beim Vernichten von Explosivstoff oder Gegenständen mit Explosivstoff (Explosivstoff-Zerlege- oder Vernichteregel)“ des Fachausschuss „Chemie“ der BGZ, Januar 1996 (aktuelle Bezeichnung DGUV Regel 113-003).
- [14] Unfallverhütungstechnik, G. Schlesinger, Berlin, Carl-Heymanns-Verlag 1910, S. 1023 (Fig. 73).
- [15] Dingers Polytechnisches Journal, 1880, Band 238, S. 321–322 (Fig. 10 auf Tafel 25; <http://dingler.culture.hu-berlin.de/article/pj238/ar238118>, aufgerufen am 31. Oktober 2015, 14:45 Uhr).
- [16] „Eine häufige Ursache der Explosionen in der Waschmaschine ist die Ansammlung statischer Elektrizität ...“ Unfallverhütungstechnik, G. Schlesinger, Berlin, Carl-Heymanns-Verlag 1910, S. 813.
- [17] U. von Pidoll, Explosionsschutz in der CTR und Weiterführung der Aufgaben in ihren Nachfolgeorganisationen, PTB-Bericht Ex-7, August 2015, S. 4.
- [18] Unfallverhütungstechnik, G. Schlesinger, Berlin, Carl-Heymanns-Verlag 1910, S. 1017.
- [19] Unfallverhütungstechnik, G. Schlesinger, Berlin, Carl-Heymanns-Verlag 1910, S. 813.
- [20] U. von Pidoll, Explosionsschutz in der CTR und Weiterführung der Aufgaben in ihren Nachfolgeorganisationen, PTBBericht Ex-7, August 2015, S. 21.

- [21] Richtlinien zur Verhütung von Bränden und Explosionen durch statische Elektrizität, Richtlinie Nr. 4 der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, 1941.
- [22] TAB-Arbeit, R. Kassebarth, 1957, S. 28f.
- [23] BG-Regel „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen (BGR 132)“ des Fachausschuss „Chemie“ der BGZ, 2003.
- [24] TRBS 2153 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“, GMBL Nr. 15/16 vom 9. April 2009, S. 278. In der farbigen Fassung wortgleich veröffentlicht als Merkblatt T 033 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen“ der BG RCI, Jedermann Verlag, Heidelberg.
- [25] Polizeiverordnung über Schlagwetter- und Explosionsschutz elektrischer Betriebsmittel vom 13.10.1943.
- [26] „Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen (ExVO)“ vom 30.8.1963.
- [27] „Richtlinien für elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten mit Beispielsammlung“, Richtlinie Nr. 11 der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, letzte überarbeitete Ausgabe 1969.
- [28] Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre (Ex-RL) mit Beispielsammlung der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, 1976; laufend fortgeschrieben, gingen über in BGR 104 „Explosionsschutz-Regeln mit Beispielsammlung (EX-RL)“ des Fachausschuss „Chemie“ der BGZ, danach weitere Fortschreibung (aktuelle Bezeichnung DGUV Regel 113-001).
- [29] TRBS und TRGS werden vom ABS bzw. AGS erarbeitet und vom BMAS im Gemeinsamen Ministerialblatt (GMBL.) veröffentlicht. Elektronische Versionen sind auf der Homepage der BAuA unter www.baua.de herunterladbar.
- [30] *W. Bartknecht*, Staubexplosionen, Springer Verlag, 1987, S. 2.
- [31] Dingers Polytechnisches Journal, 1872, Band 206, Miscellen S. 417–424 (<http://dingler.culture.hu-berlin.de/article/pj206/ar206mi05>, aufgerufen am 31. Oktober 2015, 14:45 Uhr).
- [32] Staub-Explosionen, D. Price und H. Brown, Boston, 1926 (dt. Übersetzung und Herausgabe in deutsch veranlasst durch die Zucker-Berufsgenossenschaft).
- [33] Broschüre „Staubexplosionsereignisse“, IVSS Sektion Chemie, Heidelberg (2005).
- [34] *K. Meffert*, Ein Jahrhundert BG-Forschung: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Die BG 05/05, S. 242–247.
- [35] *A. Vogl*, Hier wird in die Luft geflogen, Akzente 6/2006 Magazin für Arbeitssicherheit, Gesundheitsschutz und Rehabilitation (auf <http://bgn.de>, aufgerufen am 21.10.2015).
- [36] Site des Sachgebiets „Explosionsschutz“ des Fachbereichs „Rohstoffe und chemische Industrie“ der DGUV (www.dguv.de/fb-rci/Sachgebiete/explosion/index.jsp, aufgerufen am 29.04.2016, 12:42 Uhr).
- [37] Explosionsschutzportal der BG RCI (www.exinfo.de, aufgerufen am 31. Oktober 2015, 18:03 Uhr).

AEMBERAUBEND.

Ultrapräzise Positioniersysteme
auch für den Einsatz in Vakuum und Tieftemperatur.



PI

MOTION CONTROL
www.pimicos.com

Explosionsschutz im Militärversuchsammt und der Chemisch-Technischen Reichsanstalt 1907–1945

Ulrich von Pidoll*

* Dr. Ulrich von Pidoll, Fachbereich „Grundlagen des Explosionsschutzes“ der PTB, E-Mail: ulrich.v.pidoll@ptb.de

1 Einleitung

1892 entdeckte Dr. M. M. Richter, Direktor der größten Wäscherei in Hamburg, dass die in den letzten Jahren in Benzinwäschereien aufgetretenen Brände durch elektrostatische Entladungen verursacht wurden. 1906 entdeckte Richter, dass die in den letzten Jahren in der chemischen und der Sprengstoffindustrie aufgetretenen Explosionen durch elektrostatische Entladungen von ungeerdeten Metallteilen ausgelöst wurden. Für diese Entdeckungen erhielt Dr. Richter eine Professur an der Universität in Karlsruhe.

Die letztere Entdeckung war so wichtig, dass noch im gleichen Jahr ungeerdete Metallteile an Geräten zur Sprengstoffherstellung in den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie für die Sprengstoffindustrie verboten wurden. Ein Jahr später, 1907, wurde diese Erkenntnis auch in die Neuauflage der Unfallverhütungsvorschriften für die chemische Industrie aufgenommen.

Die notwendige Erdung isolierter Metallteile war etwas fundamental Neues, so dass sich erstmals Fragen der Reichsregierung bezüglich des Arbeitsschutzes ergaben. Man überlegte hin und her und beauftragte schließlich das Militärversuchsammt in Berlin Plötzensee mit den diesbezüglichen Beratungen, da dieses Amt die Reichsregierung bereits hinsichtlich der Handhabung von Sprengstoffen beriet und die neuen Erkenntnisse diesen Bereich betrafen.



Bild 1: Luftaufnahme des Militärversuchsammts in Berlin Plötzensee, um 1920

2 Explosionsschutz im Militärversuchsammt

Die Erdung von ungeerdeten Metallteilen bei der Handhabung von Flüssigkeiten war aber auch für das 1889 gegründete Militärversuchsammt mit seinen vier Abteilungen Chemie, Physik, Metall und Sprengstoff völlig neu, und so begann man, die notwendige Fachkenntnis auf diesem Gebiet mit einem Forschungsvorhaben „Elektrostatische Aufladungen von Flüssigkeiten bei der Sprengstoffherstellung“ zu erlangen. Das Vorhaben wurde von Dr. Finger von der Abteilung Physik durchgeführt. Parallel hierzu befasste sich Dr. Fritz Lenze von der Abteilung Chemie mit dem Transport gefährlicher Güter, insbesondere mit der Eisenbahn. Ein weiteres Forschungsvorhaben, durchgeführt von Dr. Erwin Bollé von der Abteilung Physik, betraf den Blitzschutz von Sprengstoffanlagen.

Weitere Forschungsvorhaben, durchgeführt von Dr. Franz Ritter von der Abteilung Physik, betrafen Schadensfälle bei Gewehren und Munition sowie Sicherheit und Leuchtkraft von warnenden Lichtquellen. Bezogen auf das gesamte Arbeitsgebiet war der Bereich Sicherheitstechnik im Militärversuchsammt jedoch nur eine Randaufgabe.

Bild 1 zeigt eine Luftaufnahme des Militärversuchsammts um 1920. Von links nach rechts sieht man: das Wohngebäude, der Tegeler Weg (heute Kurt Schumacher Damm), das große Gebäude mit der Abteilung Chemie und der Verwaltung, dahinter die Gebäude der Abteilung Metall, das Kraftwerk, das Gebäude für die Abteilung Physik und ganz rechts die Gebäude für die Abteilung Sprengstoff.

Der verlorene Weltkrieg führte in der Nachkriegszeit zu dem Befehl der Siegermächte, alle für das Militär arbeitenden Ämter zum 1.4.1920 aufzulösen. Zum gleichen Zeitpunkt mussten die Länderbahnen und die Länderpostämter zur Reichsbahn und Reichspost zusammengefasst und mit einem hohen Kredit zugunsten der Siegermächte versehen werden.

Da das Deutsche Reich jedoch nach wie vor ein großes Bedürfnis nach einer beratenden Behörde auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik besaß,

hatten der Reichsminister des Inneren Dr. Theodor Lewald und der Direktor des Militärversuchsamts, Dr. Emil Bergmann, die Idee, Gebäude und Personal des Militärversuchsamtes, welches bisher der Heeresverwaltung unterstand, vom Deutschen Reich zu übernehmen und hieraus eine neue Behörde mit dem unverfänglichen Namen Chemisch-Technische Reichsanstalt als Gegenstück zur Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu gründen.

3 Explosionsschutz bei der Chemisch-Technischen Reichsanstalt

Am 1.4.1920 nahm die Chemisch-Technische Reichsanstalt (CTR) ihre Arbeit auf. Die Aufteilung in die vier genannten Arbeitsgebiete blieb unverändert, allerdings wurde das bisherige Nebenarbeitsgebiet Sicherheitstechnik und Arbeitsschutz jetzt zum Hauptaufgabengebiet. Darüber hinaus gab es bis 1921 noch Aufträge der Siegermächte auf dem Gebiet des Sprengstoffwesens. Der neue Direktor der CTR war der frühere Direktor Dr. Emil Bergmann (1857–1922), welcher das Militärversuchsammt bereits seit 1898 leitete.

Der neue Arbeitsplan der CTR lautete 1920:

- Gutachten und Regelsetzung auf dem Gebiet Unfallverhütung und Arbeitsschutz,
- Durchführung von Prüfungen,
- Aufklärung von Bränden und Explosionen,
- Überwachung von Betrieben in Zusammenarbeit mit der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie.

Schon ein Jahr nach Übernahme der neuen Aufgaben konnte Direktor Bergmann am 14.10.1921 stolz verkünden: „Es sind im vergangenen Jahre eine große Zahl von Aufträgen, vor allem auf dem Gebiet der Unfallverhütung, erledigt worden und auch für das nächste Jahr liegen zahlreiche Aufträge von Reichs- und Staatsbehörden vor“.

Nachfolger von Direktor Bergmann wurde 1922 Dr. Fritz Lenze, bisher Leiter der Abteilung für allgemeine Chemie. Sein Nachfolger als Leiter der Abteilung für allgemeine Chemie wurde Dr. Walther Rimarski (Bild 2), welcher seinerseits 1931 zum Direktor, später Präsident der CTR befördert wurde und diese Position bis zur Auflösung der CTR 1945 inne hatte. Die einzelnen Abteilungen der CTR hatten folgende Arbeitsgebiete:

- Die Abteilung für allgemeine Chemie C, 1920 unter der Leitung von Dr. Fritz Lenze, befasste sich mit den sicherheitstechnischen Fragen, die sich bei der Verwendung von Ethin-Sauerstoff-Mischungen zum Schweißen und Schneiden und bei der Handhabung von Zelluloid- und Filmmaterial ergaben.



Bild 2:
Dr. Walther Rimarski (1874–1963),
Präsident der CTR
1931–1945

- Die Abteilung für Sprengstoffe S, 1920 unter der Leitung von Dr. Hermann Kast, beschäftigte sich mit der Ursache von Explosionsunfällen und der Beförderungs- und Handhabungssicherheit von chemischen Produkten.
- Die Abteilung für Metallchemie und Metallschutz M, 1920 unter der Leitung von Dr. Emil Maaß, befasste sich mit der Korrosion von Metallen und der Wirksamkeit von Korrosionsschutzmaßnahmen und war Prüfstelle für die bei der Reichsbahn und Reichspost verwendeten Anstrichmittel.
- Die Abteilung für Physik P, 1920–1939 unter der Leitung von Dr. Franz Ritter (Bild 3), beschäftigte sich mit Fragen der Unfallverhütung auf dem Gebiet der Gas- und Benzin-Explosionen und war außerdem für das Beschusswesen mit Handfeuerwaffen zuständig.

Dr. Franz Ritter (Bild 3), ein gelernter Ballistiker, war 1904 in die Abteilung Physik des Militärs



Bild 3:
Dr. Franz Ritter,
geboren 1874,
1920–1939 Leiter der
Abteilung Physik



Bild 4:
Dipl.-Ing. Karl Nabert, geboren 1906

tärversuchsamts eingetreten. Diese Abteilung beschäftigte sich ursprünglich ausschließlich mit Fragen der Ballistik. Ab 1907 wurden er und seine Kollegen auch mit Fragen des Arbeitsschutzes konfrontiert.

1920 wurde er als Nachfolger von Dr. R. Scholz mit der Leitung der Abteilung für Physik betraut. Im Alter von 46 Jahren musste Dr. Ritter somit vom reinen Ballistiker zum Sicherheitstechniker umschulen. Erschwerend kam hinzu, dass es hierfür keine Vorbilder und Veröffentlichungen gab und er somit völliges Neuland betrat.

Dieses Problem löste Dr. Ritter dadurch, dass er nach der Abarbeitung von Aufgaben für die Siegermächte erst einmal Forschungsaufgaben auf dem neuen Gebiet annahm. Die erhaltenen Forschungsergebnisse haben dann dazu geführt, dass Prüfungen von Produkten erforderlich wurden und außerdem Regeln für die Beherrschung der erkannten Gefahren erstellt werden mussten. Diese drei Standbeine Forschung, Prüfung und regelsetzende Gremienarbeit bilden auch heute noch die Standbeine der Nachfolgeorganisationen der CTR.

Mitarbeiter der Abteilung P waren 1927 Dr. Erwin Bollé, Dr. Finger (Stellvertreter von Dr. Ritter), Dr. Fischer, Dr. Karl Fricke und Dr. Friedrich vom Berg. Später kamen hinzu Dr. Beyer, Dr. Kanschak, Dr. Wilhelm Schneider, Dr. Tanne, und seit 1935 Dipl. Ing. Karl Nabert (Bild 4).

Die allerersten Forschungsarbeiten von Dr. Ritter betrafen die Messung kurzer Zeitintervalle sowie die Lichtstärke von Lichtsignalen zur Verhinderung von Eisenbahnunglücken. 1921 kamen hinzu:

- Blitzschutz explosionsgefährdeter Betriebe,
- Neuregelung der Prüfung von Handfeuerwaffen,
- Prüfung der Zuverlässigkeit von Zündschnüren durch Röntgenstrahlung,

- Zündung elektrischer Zünder durch Streuströme,
- Explosionsmöglichkeit von Ammoniak-Luft-Gemischen.

Gerade um das letzte Vorhaben hatte Dr. Ritter sehr gekämpft, da er aufgrund des Ablaufs einer kürzlich erfolgten Explosion in einem Düngemittelwerk vermutete, dass Ammoniak-Luft-Gemische zündfähig sein müssen. Dies wurde bisher von allen Experten vehement bestritten.

Zum Nachprüfen seiner Vermutung konstruierte Dr. Ritter eine spezielle Apparatur zur Bestimmung der Explosionsgrenzen. Er konnte hierdurch belegen, dass Ammoniak-Luft-Gemische zwischen 17 Vol.-% und 27 Vol.-% Ammoniak explosionsfähig sind.

Dieser Erfolg brachte Dr. Ritter ein hohes Ansehen auf dem Gebiet der Bestimmung sicherheitstechnischer Kenngrößen ein und führte ab 1927 zu zwei neuen Arbeitsbereichen

- Sicherheitstechnische Kenngrößen, und
- Staubexplosionsschutz

mit zahlreichen Folgeaufträgen. So wurden z. B. 1928 und 1936 die Dampfdrücke, Flammpunkte und die untere Explosionsgrenze von Mineralölprodukten bestimmt. Im Laufe der nächsten 23 Jahre entstand aus diesen und den Folgeaufträgen eine umfassende Handkartei sicherheitstechnischer Kenngrößen brennbarer Gase und Dämpfe.

1923 begann Dr. Ritter mit der Fortführung der bereits früher begonnenen Untersuchung der Zündquelle elektrostatische Aufladungen. So wurden z. B. beim Strömen von Kraftstoff durch Rohre bei Strömungsgeschwindigkeiten bis 4 m/s keine gefährlichen Aufladungen beobachtet.

1925 beantragte die Firma Berger Werke in Berlin die Prüfung von Davysieben, welche die Fortpflanzung der Explosion eines Benzin-Luftgemischs vom Anschlussrohr in einen Benzinlagertank verhindern sollen. Diese Prüfung, noch in Form eines Briefs dokumentiert, bildete die Initialzündung für weitere Prüfungen auf diesem Gebiet. So wurden ab 1927 Siebe als Flammenrückschlagsicherungen für Gasleitungen und Benzintanks und später auch Tauchtöpfe, Kiestöpfe, Fußventile sowie Peilrohrsicherungen geprüft, und von 1928 bis 1933 Untersuchungen über die Notwendigkeit von Tanksicherungen für Benzinlagertanks durchgeführt.

Seit 1929 wurden außerdem Benzin-, Koch- und Heizgeräte auf ihre Explosionssicherheit geprüft. Hierzu wurde auch seit Januar 1930 eine Handkartei mit Zeitungsausschnitten von Unfällen dieser Geräte angelegt.

Am 22.4.1931 tagte erstmals der Ausschuss für den Verkehr mit brennbaren Flüssigkeiten, in dem

die Reichsregierung zwei Sitze hatte. Diese wurden an die Leiter der Abteilungen C, Dr. Bernhard Pleus, und P, Dr. Franz Ritter, delegiert. Bereits auf der ersten Sitzung erklärte Dr. Ritter sich bereit, bisher unklare Sachverhalte durch Experimente an der CTR aufzuklären.

Als Folge davon wurde 1932 in der Abteilung P eine Prüfstelle für die Prüfung von Tanksicherungsgeräten eingerichtet, welche 1939 auf Leuchten und elektrische Maschinen erweitert wurde. Diese Prüfstelle wurde intern als Unterabteilung P2, das Prüflaboratorium Explosionsschutz, bezeichnet. Mit der Durchführung der Prüfarbeiten wurde Dr. Karl Fricke betraut.

Die zunehmende Arbeit im Prüflaboratorium führte dann dazu, dass 1935 Dipl.-Ing. Karl Nabert (Bild 4) als weiterer Mitarbeiter in P2 eingestellt wurde und von Dr. Franz Ritter persönlich eine gründliche Ausbildung im Explosionsschutz elektrischer und nichtelektrischer Betriebsmittel erhielt. Nabert ersetzte ab 1935 Dr. Ritter in allen Gremien, während zum gleichen Zeitpunkt Dr. Fricke die Nachfolge von Dr. Pleus in dessen Gremien übernahm. Das Duo Fricke/Nabert sollte die nächsten Jahre die Prüf- und Gremienarbeiten der CTR im Explosionsschutz dominieren und fast alle Aktivitäten gemeinsam unternehmen.

Schon bald wurde die Abteilung P2 weiter in P2a (Gase und Benzindämpfe), geleitet von Dr. Karl Fricke, und P2b (Stäube), geleitet von Dr. Friedrich vom Berg, aufgeteilt.

Folgende spätere Forschungsaktivitäten sind belegt, die alle von Karl Nabert durchgeführt wurden:

- Messung der Explosionsfähigkeit von Benzol-Luft-CO₂-Gemischen bei verschiedenen Anfangsdrücken, 1937;
- Löschversuche von diversen Bränden, 1939–1944;
- Auswirkung von Kurzschlüssen in Kabelkästen, 1941.

Bereits in den 1930er-Jahren wurde über elektrostatisch bedingte Unfälle berichtet. Hieraus resultierte mit Schreiben vom 29.12.1937 ein Forschungsauftrag der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie mit folgenden Fragestellungen:

- Wann ist ein elektrostatischer Funke zündwirksam?
- Gibt es auch zündwirksame Entladungen von Nichtleitern und Flüssigkeiten?
- Ab welcher Luftfeuchte werden elektrostatische Aufladungen unterdrückt?
- Welches Schuhwerk ist im Ex-Bereich geeignet?
- Welche leitfähigen Schmiermittel gibt es oder braucht man sie überhaupt?

Mit den Untersuchungen wurde wieder einmal Karl Nabert betraut. Die Zündversuche mit elektrischen Funken wurden von der Firma Siemens-Schuckert durchgeführt. Bei diesen Zündversuchen wurde erstmals die statistische Streuung der Zündwirksamkeit von Entladungen erkannt.

Die erhaltenen Ergebnisse wurden mit Dr. Helmuth Freytag von der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie diskutiert und als siebenseitiger Entwurf der Richtlinie Nr. 4 „Statische Elektrizität“, dem ersten Regelwerk hinsichtlich der Vermeidung von Zündgefahren durch statische Elektrizität, veröffentlicht (Bild 5).

1941 erschien dann die erste verbindliche Version der Richtlinie Nr. 4, die sich von der früheren Version durch Ergänzung eines kurzen Abschnitts über das Spritzlackieren und einige sprachliche Verbesserungen unterschied.

Seit Erscheinen der VDE 0165 im Jahre 1935 war bekannt, dass in explosionsgefährdeten Bereichen elektrische Betriebsmittel eingesetzt werden können, wenn durch geeignete Konstruktion des Gehäuses hohe zündwirksame Oberflächentemperaturen und ein Eindringen des Brennstoffs in das zündquellenhaltige Gehäuse verhindert wird. Letztere Maßnahme ist zwar für Stäube relativ einfach realisierbar, nicht aber für Gase und Dämpfe.

Aus diesem Grund wurde 1938 in der Elektrotechnischen Zeitschrift unter Mitarbeit von Dr. Karl Fricke und Karl Nabert ein erster Entwurf einer VDE 0171 veröffentlicht, welcher geplante Vorschriften für elektrische Betriebsmittel mit speziellen Schutzarten für gasexplosionsgefährdete Bereiche beinhaltet.



Bild 5:
Entwurf des ersten
Regelwerks be-
züglich „Statischer
Elektrizität“, 1939

Außer der BVS, die bisher ausschließlich für den Bergbau zuständig war, gab es jedoch keine weitere behördlich anerkannte Prüfstelle für den Explosionsschutz im Deutschen Reich. Aufgrund der Berufung der CTR zur anerkannten Prüfstelle für Tanksicherungsgeräte bestand jedoch kein Zweifel daran, dass die CTR eine behördlich anerkannte unabhängige Prüfstelle im Bereich Explosionsschutz außerhalb des Bergbaus war.

Die Folge waren 1939 die ersten Prüfanträge für elektrische Betriebsmittel wie elektrische Leuchten, Transformatoren, Geräte und Maschinen für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen außerhalb des Bergbaus, und 1943 eine Prüfpflicht dieser Geräte bei der CTR (Bild 6).

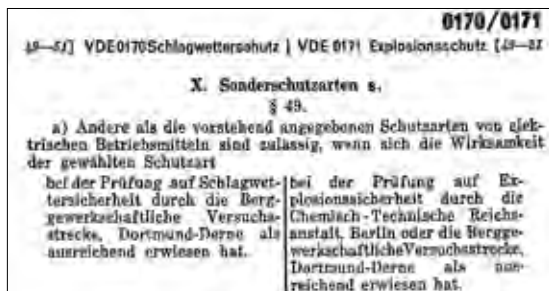


Bild 6: Erste VDE-Bestimmung (0170/0171, 1943), in der die Chemisch-Technische Reichsanstalt als Prüfstelle erwähnt ist



Bild 7: Titelseite der Bescheinigung der CTR für einen explosionsgeschützten Elektromotor der Siemens-Schuckertwerke, Berlin, 1941



Bild 6: Die zerstörten Gebäude der CTR, 1947

Die Bearbeitungsdauer der Prüfung eines Elektromotors hinsichtlich druckfester Kapselung (Bild 7) betrug 3 Monate. Kriegswichtige Prüfungen wurden innerhalb von 2 Monaten abgeschlossen. Die Prüfkosten für eine derartige Prüfung betrugen pauschal 200 Reichsmark.

4 Das Ende der Chemisch-Technischen Reichsanstalt

In der Nacht vom 3. auf den 4. September 1943 gab es schwere Schäden an den Laboratorien der CTR durch feindliche Luftangriffe. In der folgenden Zeit nahmen die Luftangriffe ständig an Intensität zu. Man begann daher mit der Auslagerung von Laboratorien in die Provinz. Dr. Wilhelm Schneider, seit 1939 Leiter der Abteilung P, beschloss jedoch, die Abteilung P in Berlin verbleiben zu lassen.

Dennoch flohen Karl Nabert und Dr. Karl Fricke im Februar 1944 mit mehr als 200 Aktenordnern in das fränkische Dorf Waldsassen bei Bayreuth, wo Fricke Familie wohnte. Dort betrieben sie ihre Prüfstelle P2 als CTR, Außenstelle Waldsassen, 13a Waldsassen, weiter. Ihr Kollege Dr. Friedrich vom Berg verblieb jedoch in Berlin und arbeitete ab 1953 wieder mit Karl Nabert zusammen.

Der letzte Brief, den sie in Waldsassen erhielten, war datiert vom 14.2.1945. Danach floh Karl Nabert zu seinen Eltern nach Braunschweig.

Nach der Eroberung Berlins durch sowjetische Truppen besetzte Oberst Tschlerenkov die zerstörte CTR (Bild 8) und ordnete an, sämtliche Akten, Aufzeichnungen und Bücher zu sammeln und zusammen mit allen Maschinen, Apparaten und sämtlichem Laborbedarf zum Abtransport vorzubereiten.

Nachdem alles sachgemäß geordnet, registriert und zum Abtransport aufgeladen war, erklärte die Rote Armee am 30.6.1945 die Tätigkeit der Anstalt für beendet. Dieser Befehl wurde am 11.7.1945 in der Verordnung Nr. 1 von den Westalliierten bestätigt.

1959 wurden die verbliebenen Gebäudereste der CTR gesprengt und die Trümmer abtransportiert. Heute ist das ehemalige Gelände der CTR der Zentrale Festplatz in Berlin. Immerhin gelang es CTR-Präsident Dr. Walther Rimarski, der sich bis zum Alter von 76 Jahren noch für seine Mitarbeiter einsetzte, einen Großteil seiner Leute bei den späteren Nachfolgebehörden BAM und PTB unterzubringen.

Literatur

[1] Ulrich von Pidoll, Explosionsschutz in der CTR und Weiterführung der Aufgaben in ihren Nachfolgeorganisationen, PTB-Bericht Ex-7, Fachverlag NW der Carl Schünemann Verlag GmbH, Bremen 2015.

Geschichte und Aufgaben der BAM im Explosionsschutz seit 1945 bis heute

Rainer Grätz*, Thomas Schendler**, Volkmar Schröder***

1921 bis 1945 – Explosionsschutz in der Chemisch-Technischen Reichsanstalt

Die Entwicklung der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), einer Bundesbehörde unter dem Dach des Bundeswirtschaftsministeriums, ist eng mit dem Explosionsschutz verbunden. Die Wurzeln des Explosionsschutzes in Deutschland liegen, wie in auch in vielen anderen europäischen Ländern, im Bergbau. Gruben-Explosionen, verursacht durch Methangas und Kohlenstaub, führten dazu, dass man sich der systematischen Erforschung von Explosionsgefahren zuwandte. Mit dem Einsatz neuer Sprengstoffe zum Ende des 19. Jahrhunderts häuften sich die Schlagwetter-Explosionen und in Preußen wurde eine staatliche „Schlagwetterkommission“ [1] berufen. Erste Bergbauversuchsstrecken zur Tauglichkeitsprüfung von Sprengstoffen entstanden. So wurde bereits 1894 für den Steinkohlenbergbau im Ruhrgebiet in Dortmund-Derne eine größere Bergbauversuchsstrecke unter Leitung des Bergassessors Carl Beyling eingerichtet. Eine weitere sächsische Bergbauversuchsstrecke mit dem Schwerpunkt Braunkohle wurde 1928 an der Bergakademie Freiberg in Betrieb genommen. Mit der zunehmenden wirtschaftlichen Bedeutung des Braunkohlenbergbaus und den Explosionsgefahren, die z. B. bei der Kohleverarbeitung in den Brikettfabriken bestanden, entstand hier die Notwendigkeit, sich mit Maschinen und Einrichtungen für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen speziell zu beschäftigen [2].

Parallel zu den Aktivitäten im Bergbau gab es zum Beginn des 20. Jahrhunderts in Deutschland auch Bemühungen zur Gewährleistung der Sicherheit in der sich schnell entwickelnden jungen chemischen Industrie. So gab es bereits seit 1880 Bemühungen zur Schaffung einer Reichsbehörde, die nach dem Vorbild der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (PTR) einerseits Aufgaben zur wissenschaftlichen Förderung der Chemie haben sollte, andererseits aber auch Regeln in der chemischen Sicherheitstechnik setzen konnte. Während Emil Fischer, Walther Nernst und Wilhelm Ostwald eine chemische Reichsanstalt zur För-

derung der „nur mit großem Aufwand bestreitbarer wissenschaftlicher Aufgaben“ forderten, empfahl im Jahr 1908 Carl Alexander von Martius, Gründer der Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation (AGFA), die Einrichtung einer gewerblich technischen Reichsbehörde: „Je mehr Wissenschaft und Technik im sozialen Leben an Bedeutung gewinnen, um so mehr tritt das Bedürfnis hervor, Normen zu schaffen, die die gewerbliche Tätigkeit zur vollen Entfaltung bringen, andererseits aber die berechtigten Interessen des Publikums und der Individuen vor Beeinträchtigung bewahren“ [3]. Von Martius erkannte, bahnbrechend für die damalige Zeit, dass die Akzeptanz neuer Techniken in der Bevölkerung entscheidend vom sicheren Betrieb der Anlagen abhängt.

* Dr. Rainer Grätz, Fachbereich „Gase, Gasanlagen“ der BAM, E-Mail: rainer.graetz@bam.de

** Dr. Thomas Schendler, Abteilung „Chemische Sicherheitstechnik“ der BAM, E-Mail: thomas.schendler@bam.de*

*** Dr. Volkmar Schröder, Fachbereich „Gase, Gasanlagen“ der BAM, E-Mail: volkmar.schroeder@bam.de



Bild 1: Hauptgebäude der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin [4]

So wurde für die Förderung der Forschung 1911 in Berlin-Dahlem das Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie gebaut. Im Jahre 1920 folgte dann mit der Umwandlung des Militärversuchsamtes die Gründung der Chemisch-Technischen Reichsanstalt (CTR) in Berlin-Plötzensee. Die CTR war eine nachgeordnete Behörde des Reichsinnenministeriums und führte u. a. chemisch-technische Untersuchungen zur Unfallverhütung durch.

Die damaligen Aufgaben der Reichsanstalt spiegelten sich im Arbeitsplan von 1921 [3] wieder. Hier heißt es im Teil 1 „Untersuchungen auf dem Gebiet der Unfallverhütung und des Arbeitsschutzes“ u. a.:

- Grundlegende experimentelle chemische Untersuchungen,
- Versuche für die Ausarbeitung reichsgesetzlicher Vorschriften für Herstellung, Lagerung, Beförderung und Verwendung feuer- und explosionsgefährlicher Stoffe,
- Prüfung der Handhabungs- und Transportsicherheit sowie der chem. Beständigkeit von Bergwerkssprengstoffen, Treibmitteln, Zündmitteln und feuergefährlichen Stoffen, auch Flaschen mit komprimierten Gasen,
- Untersuchung von Zelluloid im Hinblick auf die Brand- und Explosionsgefahr,
- Überwachung explosionsgefährlicher Betriebe,
- Aufklärung von Unfällen durch Brände und Explosionen.

Im Jahr 1921, kurz nach ihrer Gründung, wurde die CTR mit der Aufklärung eines der größten Explosionsunfälle der bisherigen Industriegeschichte betraut. Am 21. September 1921 wurde das neue Oppauer Werk der Badischen Anilin und Sodafabriken (BASF) von einer verheerenden Explosion verwüstet. Über 500 Menschenleben waren zu beklagen, Werk und Umgebung wurden schwer zerstört. Bei Lockerungssprengungen in einem Lagerhaus mit zusammengebacktem Ammonsalpeter war das Düngemittel explodiert.



Bild 2:
Oppauer Loch –
verwüstetes Werk
der BASF nach der
Explosion von Dün-
gemitteln im Jahr
1921 [6]



Bild 3:
Dr. Walther Rimar-
ski (1874–1963),
Präsident der CTR
1931–1945 [7]

Herrmann Kast, Leiter der Abteilung S „Sprengstoffe“ der CTR, übernahm die Leitung bei der Aufklärung des Unfalls und veröffentlichte 1924 in der Chemiker-Zeitung den Abschlussbericht.

Fragen zur Sicherheitstechnik und zum Explosionsschutz wurden in der Zeit vor dem zweiten Weltkrieg vorrangig in der Abteilung C für allgemeine Chemie bearbeitet. Hier war es vor allem Walther Rimarski, der als Abteilungsleiter und Vorsitzender des Deutschen Acetylenvereins, das sich schnell entwickelnde neue Gebiet „Acetylen, technische Gase und Schweißtechnik“ integrierte [3]. 1937 wurde Rimarski Präsident der CTR und leitete die Reichsanstalt bis zu ihrer Auflösung 1945.

In der CTR wurden erstmals die im Explosionsschutz wichtigen sicherheitstechnischen Kenngrößen von brennbaren Gasen und Flüssigkeiten, wie Explosionsgrenzen, Flammpunkte, Zündtemperaturen usw., systematisch untersucht und in Form einer Datei archiviert. Vor dem 2. Weltkrieg war auch die CTR auf die Kriegswirtschaft ausgerichtet worden und war als Nachfolgerin des Militärversuchsamtes während des Krieges vorrangig für die Wehrmacht tätig gewesen. Wegen dieser Aufgaben hatte die CTR auf Befehl der sowjetischen Besatzungsmacht 1945 ihre Tätigkeiten einstellen müssen. Am 1. August 1945 war dann der vom Magistrat in Berlin bestätigte Zusammenschluss des Materialprüfungsamtes mit der Chemisch-Technischen Reichsanstalt in den Gebäuden des Materialprüfungsamtes in Berlin-Dahlem erfolgt.

Während des Krieges war die Datei mit den für den Explosionsschutz erforderlichen sicherheitstechnischen Kenngrößen brennbarer Gase und Dämpfe in der CTR verloren gegangen. Der ehemalige Mitarbeiter der CTR, Karl Nabert, begann in der aus Berlin nach Braunschweig umgezogenen Physikalisch-Technischen Reichsanstalt die Daten erneut zusammenzustellen. Bereits 1950 war ein Vorentwurf des Tabellenwerkes fertiggestellt und 1953 erschien die erste Auflage der „Sicherheitstechnischen Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe“ [5]. Das Tabellenwerk ermöglichte mit den sicherheitstechnischen Kenngrößen eine einheitliche Bewertung von Explosionsgefahren und bildete die stoffliche Grundlage für den Explosionsschutz in Regelwerken und Normen.

Die Entwicklung der BAM seit 1945

Die allgemeine Entwicklung der BAM nach 1945 ist im Folgenden stichpunktartig beschrieben:

1945

MPA und CTR werden unter Betreuung durch den Magistrat von Berlin zusammengefasst.

1954

MPA/CTR werden als Bundesanstalt für mechanische und chemische Materialprüfung (BAM) –

ab 1956 Bundesanstalt für Materialprüfung – von der Bundesrepublik Deutschland übernommen. Die BAM wird zusätzlich mit der Wahrnehmung amtlicher Materialprüfungsaufgaben für das Land Berlin beauftragt.

1956

Erlass zur Namensänderung in Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM).

1969

Die BAM wird durch das Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz) Bundesoberbehörde; bei der Gesetzesnovellierung 1986 wird der Begriff Forschung in den Namen der BAM aufgenommen.

1975

Durch das Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter werden der BAM weitere Aufgaben im Bereich der öffentlichen technischen Sicherheit übertragen.

1987

Namensänderung zur Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM).

1990

Mit der deutschen Vereinigung wird entsprechend einer Empfehlung des Wissenschaftsrates die Funktion der BAM als chemisch-technische Bundesanstalt verstärkt. Dazu wird Personal des aufgelösten Amtes für Standardisierung, Messwesen und Warenprüfung (ASMW) und der aufgelösten Akademie der Wissenschaften der DDR eingestellt. Die amtlichen Materialprüfungsaufgaben für das Land Berlin werden schrittweise aufgegeben.

2006

Nach weiteren externen Evaluierungen (u. a. durch den Wissenschaftsrat) wird das Profil der BAM als Ressortforschungseinrichtung der Bundesrepublik Deutschland für Sicherheit in Technik und Chemie weiterentwickelt.

Heute ist die BAM ein Wissenschaftsinstitut mit ca. 1600 Mitarbeitern und einem Etat von etwas mehr als 100 Millionen Euro im Jahr. Die Arbeitsinhalte sind bestimmt vom gesellschaftlichen Auftrag der Gewährleistung von Sicherheit in Technik und Chemie. Die BAM arbeitet für eine ausgeprägte Sicherheitskultur in Deutschland und für Sicherheitsstandards, die auch in Zukunft höchsten Anforderungen genügen. Damit setzt sie weltweit Standards für Sicherheit, auch unter dem Gesichtspunkt „Sicherheit macht Märkte“.

Explosionsschutz in der BAM

Der Explosionsschutz ist im Wesentlichen in der Abteilung 2 „Chemische Sicherheitstechnik“ der BAM beheimatet. Kernkompetenz der Abteilung und damit der BAM ist im Wesentlichen die Untersuchung und Bewertung

- von gefährlichen Stoffen und Gütern,
- von gefährlichen chemischen Reaktionen,
- von Verfahren, Anlagen, Anlagenteilen und Sicherheitseinrichtungen für den Umgang mit gefährlichen Stoffen und Stoffsystemen.

Der stoffliche Schwerpunkt liegt seit der Zusammenführung von MPA und CTR im Bereich der (Technischen) Gase sowie den festen und flüssigen explosionsfähigen/explosiven Stoffen einschließlich der brennbaren Stäube.

Als ein Teilgebiet der physikalisch-chemischen Sicherheitstechnik kann man den Explosionsschutz als die Summe der Schutzmaßnahmen bei ungewollten Oxidationsreaktionen mit nachfolgendem Anstieg von Temperatur und Druck betrachten. Im klassischen Sinn werden dabei atmosphärische Bedingungen mit dem Oxidationsmittel „Luft“ betrachtet, im erweiterten Sinn aber auch Bedingungen in geschlossenen Systemen bei nichtatmosphärischen Bedingungen. Explosionsschutz erstreckt sich daher von den stofflichen Eigenschaften über die Gemischausbreitung, die Zündquellenbeherrschung und Begrenzung der Explosionsauswirkungen, die Beschaffenheitsanforderungen an Geräte, Schutzsysteme und Anlagen bis hin zu den Betriebsvorschriften der Anlagensicherheit und des Transports gefährlicher Güter.

Arbeitsteilung mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt

Aufgrund der historischen Entwicklung werden die Grundlagen des Explosionsschutzes heute mit einer sinnvollen Aufgabenteilung in beiden Bundesanstalten bearbeitet. Die Arbeiten erfolgen in enger Abstimmung im Rahmen des gemeinsamen Arbeitsschwerpunktes „Physikalisch-Chemische Sicherheitstechnik“. In der PTB werden schwerpunktmäßig Fragen des elektrischen Explosionsschutzes, elektrische und mechanische Zündquellen sowie Fragen zum Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten bearbeitet, in der BAM brennbare Gase und Stäube. Darüber hinaus ist die Physikalisch-Chemische Sicherheitstechnik als Ganzes, also auch gefährliche chemische Reaktionen und Sprengstoffe, Schwerpunktaufgabe der BAM. Diese Aufgabenteilung zwischen BAM und PTB hat sich seit vielen Jahren gut bewährt. Die entsprechenden Bereiche beider Institutionen stellen somit die Nachfolgeeinrichtungen der ehemaligen CTR dar.

Sicherheitstechnische Kenngrößen

Wichtige Grundlage für die Ermittlung und Bewertung des Risikos von Explosionen sowie die Auswahl und Auslegung von Explosionsschutzmaßnahmen sind Kenntnisse relevanter sicherheitstechnischer Kenngrößen sowie ihrer Abhängigkeiten, insbesondere von Druck und Temperatur. Die Ermittlung sicherheitstechnischer Kenngrößen erfolgt in BAM und PTB ebenfalls arbeitsteilig. Die PTB konzentriert sich dabei auf die Ermittlung von Kenngrößen für brennbare Flüssigkeiten und Dämpfe, die BAM auf die Ermittlung von Kenngrößen für brennbare Gase und Stäube.

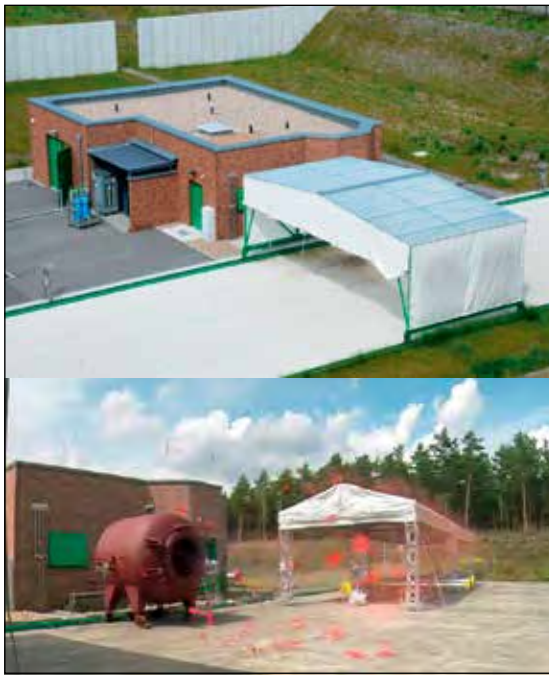


Bild 4:
Freifläche für
Deflagrations- und
Detonationsversuche
in Rohren und
Behältern

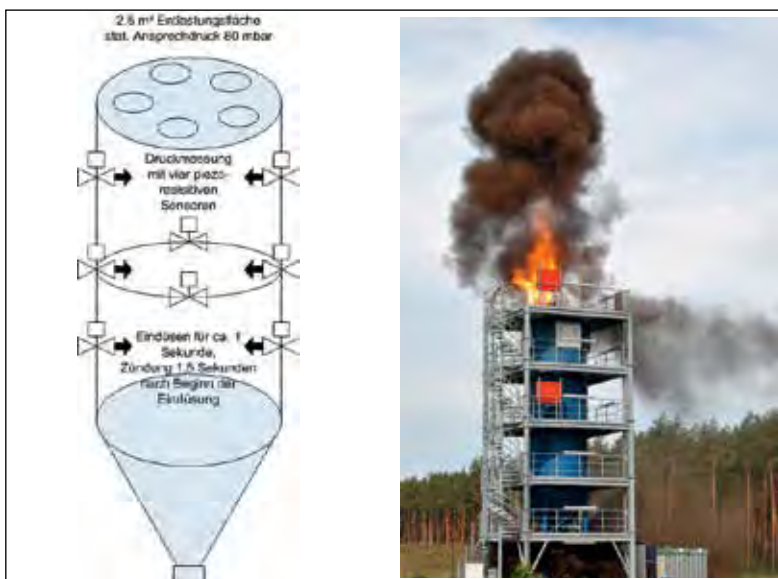


Bild 5:
Silo zur Untersuchung von
Staub-Explosionen

In der BAM werden folgende sicherheitstechnische Kenngrößen für brennbare Gase ermittelt:

- Explosionsgrenzen,
- Sauerstoffgrenzkonzentration,
- Zündtemperatur,
- Mindestzündenergie,
- Normspaltweite,
- Explosionsdruck und
- Explosionsdruckanstiegsgeschwindigkeit.

Für diese Untersuchungen stehen verschiedene Apparaturen zur Verfügung, die es ermöglichen, diese Kenngrößen sowohl für atmosphärische Bedingungen als auch für erhöhte Anfangsbedingungen (Drücke bis 500 bar und Temperaturen bis 300 °C) zu bestimmen.

Für brennbare Stäube in abgelagerter und aufgewirbelter Form werden im Fachbereich 2.2 die sicherheitstechnischen Kenngrößen bestimmt. Es handelt sich dabei um die

- Selbstentzündungstemperatur und
- die Mindestzündtemperatur des abgelagerten Staubes (Glimmtemperatur)

sowie um die

- untere Explosionsgrenze,
- die Sauerstoffgrenzkonzentration,
- die Mindestzündenergie,
- die Zündtemperatur,
- den maximalen Explosionsdruck und
- den maximalen zeitlichen Druckanstieg bzw. K_{St} -Wert

für aufgewirbelte Stäube.

Für die Bestimmung dieser Größen sind verschiedene Explosionsapparaturen (20-Liter und 1-m³) sowie eine modifizierte Hartmann-Apparatur, der BAM-Ofen und ein Godbert-Greenwald-Ofen verfügbar.

In der gemeinsam von BAM, PTB und DECHEMA gepflegten Datenbank CHEM-SAFE [8] werden die Kenngrößen erfasst und auf einfache Art für Anwender verfügbar gemacht. Ein wesentliches Merkmal von CHEM-SAFE ist dabei, dass vor der Aufnahme der Stoffe in die Datenbank ein Bewertungsprozess durchgeführt wird, der für eine besondere Verlässlichkeit der abrufbaren Daten sorgt. Die Datenbank enthält bewertete sicherheitstechnische Kenngrößen von zurzeit 3600 brennbaren Flüssigkeiten, Gasen und Stäuben und 810 Gemischen. Diese Daten liegen nicht nur für atmosphärische, sondern auch für

nichtatmosphärische Bedingungen vor. In einem Tabellenbuch von BAM und PTB [9, 10], das an die Arbeiten von Nabert, Schön und Redeker [11] anknüpft, sind die wichtigsten Kenngrößen des Explosionsschutzes in Buchform zusammengefasst worden. Darüber hinaus stehen hier im Band 2 „Explosion Regions of Gas Mixtures“ Explosionsdiagramme von Stoffsystemen vom Typ Brenngas/Inertgas/Oxidator zur Verfügung, die erweiterte Aussagen zur Inertisierung von explosionsfähigen Gemischen gestatten.

Explosionsschutzmaßnahmen

Relativ kleine Explosionen können oft durch nachfolgende Brände und Versagen von Gebäudestrukturen zu großen Schäden führen. Solche Ereignisketten und Folgeschäden sind vermeidbar, wenn die beginnende Explosionsausbreitung innerhalb von Behältern und anderen Umschließungen beherrscht werden kann. Technische Maßnahmen, die anlaufende Explosionen auf ein unbedenkliches Maß begrenzen, sind zum Beispiel:

- Entkopplungsmaßnahmen wie Flammensperren,
- explosionsdruckfeste Bauweise,
- Explosionsdruckentlastung,
- Explosionsunterdrückung.

Die BAM beschäftigt sich in diesem Zusammenhang speziell mit Fragen der Ausbreitung von Deflagrationen und Detonationen in Rohrleitungen, der Druckentlastung von Gas-Explosionen und der Untersuchung von Staub-Explosionen und der Staubexplosionsentlastung.

Die Untersuchung der Ausbreitung von Deflagrationen und Detonationen in Rohrleitungen erfolgt mit der Zielrichtung der Verbesserung der Grundlagen für die Auslegung und Prüfung von Flammendurchschlagsicherungen. Schwerpunkt dieser Arbeiten sind einerseits Untersuchungen zum Umschlag von Deflagrationen zu Detonationen und andererseits zum Einfluss von Einbauten auf die Ausbreitung von Explosionen in Rohrleitungen.

Die Entlastung von Gas-Explosionen ist ein Untersuchungsgegenstand, dem sich die BAM seit einigen Jahren widmet. Mit Explosionsdruckentlastungseinrichtungen kann das Bersten von Apparaten, Behältern und Rohrleitungen im Falle einer Explosion verhindert werden. Ein Kernproblem für die Auslegung von Druckentlastungsflächen ist die Berücksichtigung von Turbulenz erzeugenden Einbauten.

Weitere wichtige Schwerpunkte sind die Untersuchung von Staub-Explosionen und die Staubexplosionsentlastung. Etwa 80 % Prozent aller Schüttgüter sind brennbar. Schüttgutbrände sowie Staub-Explosionen treten deshalb in nahezu allen Industriezweigen sowie bei Transport, Umschlag und Lagerung von Schüttgütern auf. Die Untersuchung der sicherheitstechnischen Kenngrößen brennbarer Stäube sowie – darauf aufbauend – die Anwendung von Maßnahmen des Explosionsschutzes in Industrieanlagen dienen dem Schutz von Menschen, Sachwerten und der Umwelt. Zur Untersuchung dieser Themen stehen in der BAM neben Anlagen auf dem Stammgelände in Berlin-Lichterfelde auch Großversuchseinrichtungen auf dem „Testgelände Technische Sicherheit (TTS)“ in Horstwalde (60 km südlich von Berlin) zur Verfügung. Dort befindet sich ein Prüffeld zur Untersuchung von Brand- und Explosionsgefahren.

Die Versuchseinrichtungen auf dem Prüffeld umfassen im Einzelnen:

- Gebäude für Versuche mit Sauerstoff
- Technikgebäude
- Versuchsbunker mit Detonationsrohrstrecke
- Freifläche für Versuche mit Sauerstoff unter hohem Druck
- Betonplatte für Explosionsversuche
- Versuchsbunker
- Beobachtungsturm
- Siloversuchsstand
- Rohrstreckenprüfstand

Bild 6:
Teilansicht des
Prüffeldes



Das „Testgelände Technische Sicherheit“ der BAM hat ebenfalls eine jahrzehntelange Historie. Schon die CTR nutzte dieses seit ca. 1870 militärisch genutzte Gelände für entsprechende, meist ebenfalls militärische Großversuche. So führte auch Wernher von Braun seine ersten Raketenversuche auf diesem Gelände durch. Das Bild 7 gibt einen schematischen Überblick über die damalige Ausdehnung des Testgeländes und entsprechende Nutzungsmöglichkeiten wieder.

Mitarbeit in nationalen und internationalen Gremien des Explosionsschutzes

Als Ressortforschungseinrichtung der Bundesregierung hat die BAM wie auch die PTB die spezifische Aufgabenstellung zwischen den Interessen der Wirtschaft und der Gesellschaft zu vermitteln. Ein wesentlicher Bestandteil dieser Funktion ist die Beratung der Bundesregierung in sicherheitstechnischen Gremien. Dazu gehören u. a. der Ausschuss für Betriebssicherheit (ABS) und der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS), der Ausschuss Gefahrgutbeförderung (AGGB) und der Gefahrgut-Verkehrs-Beirat beim Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) sowie die Kommission für Anlagensicherheit (KAS) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) mit diversen Untergremien. Vertreter der BAM arbeiten weiterhin in regelsetzenden

Gremien der Berufsgenossenschaften mit und beraten darüber hinaus auch die Gewerbe- und Marktaufsicht der Bundesländer sowie andere Behörden, aber auch Hersteller explosionsgeschützter Geräte und Betreiber überwachungsbedürftiger Anlagen. Auch im Explosionsschutz nimmt, wie in vielen anderen Branchen, die Bedeutung des internationalen Marktes immer mehr zu. Auf Grund ihres großen Exportanteils sind insbesondere die deutschen Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus sehr stark vom globalen Handel mit technischen Produkten und Ingenieurdienstleistungen abhängig. Daher spielt die europäische und internationale Normung eine immer größere Rolle. Wesentlich sind dabei die harmonisierten europäischen Normen, die die Vermutung der Erfüllung bezüglich europäischer Richtlinien auslösen. Das betrifft für nichtelektrische Geräte, Schutzsysteme und sicherheitstechnische Kenngrößen insbesondere die Normen von CEN/TC 305 „Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz“ mit ihrer Vermutungswirkung in Bezug auf die Richtlinie 94/9/EG [12]. Während die Normen des elektrischen Explosionsschutzes inzwischen nahezu ausschließlich auf IEC-Ebene erarbeitet werden, beginnt dieser Prozess gerade im IEC/SC 31M „Non-electrical equipment and protective systems for explosive atmospheres“, das ISO-Normen auf diesem Gebiet erarbeitet [13]. Mitarbeiter der BAM arbeiten in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern der PTB auf allen Ebenen des Normungsprozesses in fachlichen und leitenden Funktionen mit. Dabei werden von ihnen sicherheitstechnische und technologische Grundsätze vertreten, wie sie in Deutschland und Europa über Jahre entwickelt wurden. Damit werden auch die vielen klein- und mittelständischen Betriebe, die sich selber nicht an der internationalen Normung beteiligen können, unterstützt. Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in PTB und BAM zu den Eigenschaften explosionsfähiger Atmosphären, über Zündquellen sowie zum Ablauf von Explosions- und Detonationsvorgängen unterstützen als pränormative Forschung die Normungs- oder Regelwerksarbeiten oder bilden Grundlagen für technische Entwicklungen.

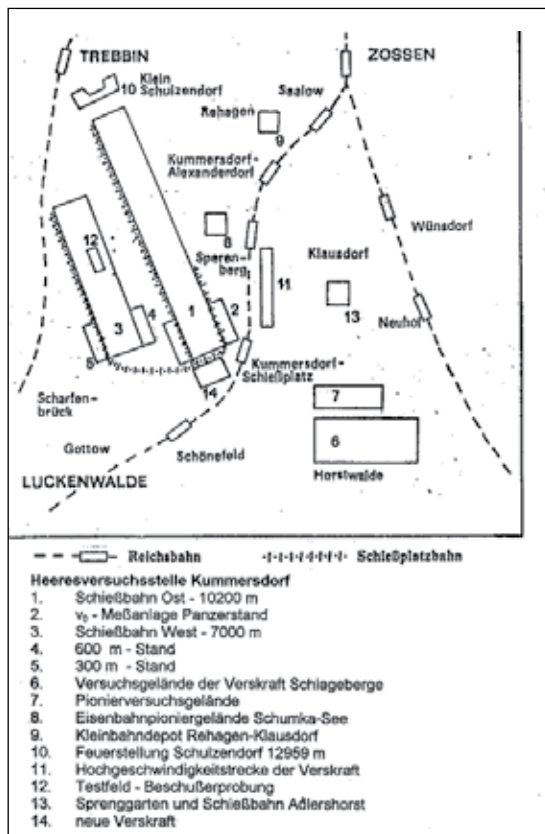


Bild 7:
Das Testgelände
Technische Sicher-
heit um 1930

Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Archive in Nordrheinwestfalen, www.archive.nrw.de, aufgerufen am 02.05.2016.
- [2] A. Pärnt; IBExU – 80 Jahre Tradition im Explosionsschutz für Industrieanlagen, Stahl Ex-Zeitschrift 2009, S. 13–19.
- [3] Walter Ruske; 100 Jahre Materialprüfung in Berlin, Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin, 1971.
- [4] Bundesanstalt für Materialprüfung, BAM

- [5] *K. Nabert und G. Schön*; Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe, Deutscher Eichverlag Braunschweig, 1953.
- [6] www.chemieonline.de/forum, aufgerufen am 11.04.2016.
- [7] *W. Ruske, G. Becker, H. Czichos*; Die Chronik 1871–1996, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 1996.
- [8] DEHEMA, BAM und PTB: CHEMSAFE eine Datenbank mit bewerteten sicherheitstechnischen Kenngrößen, Frankfurt/a. M., Update 2011.
- [9] *E. Brandes und W. Möller*; Safety Characteristic Data, Volume 1: Flammable Liquids and Gases, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 2008
- [10] *M. Molnarne, Th. Schendler und V. Schröder*; Safety Characteristic Data, Volume 2: Explosion Regions of Gas Mixtures, Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 2008.
- [11] *T. Redeker und G. Schön*; 6. Nachtrag zu Sicherheitstechnische Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe, Deutscher Eichverlag Braunschweig, 1990.
- [12] Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen vom 23. März 1994 (ABl. EG vom 19.04.1994 Nr. L 100 S. 1; ABl. EG vom 10.10.1996 Nr. L 257 S. 44; ABl. EG vom 26.01.2000 Nr. L 21 S. 42) zuletzt geändert am 29. September 2003 durch Anhang I Nr. 8 der Verordnung (EG) Nr. 1882/2003 vom 29. September 2003 (ABl. EU vom 31.10.2003 Nr. L 284 S. 1).
- [13] *M. Beyer, H. Bothe und T. Schendler*; Physikalisch-Chemische Sicherheitstechnik und Explosionsschutz in PTB und BAM, PTB-Mitteilungen 1/2011.

NEUERSCHEINUNGEN der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt

Explosionsschutz

Ex-5: L. H. Simon, V. Wilkens, M. Beyer

Zündwirksamkeit von Ultraschall beim Einsatz in explosionsfähigen Dampf- und Gas-Luft-Atmosphären – Abschlussbericht zum DGUV-Forschungsprojekt Nr. 617-0-FP303 und den PTB-Forschungsvorhaben FV-37010 und FV-37011
34 S., 9 Abb., 3 Tab., ISBN 978-3-95606-145-5, 2014, € 10,00*

Ex-7: U. von Pidoll

Explosionsschutz in der CTR und Weiterführung der Aufgaben in ihren Nachfolgeorganisationen
100 S., 72 Abb., 4 Tab., ISBN 978-3-95606-192-9, 2015, € 17,00*

Ex-8: D. Möckel, M. Beyer

Untersuchung der Explosionsfähigkeit organisch lösemittelfreier UV-Lacke in feinversprühtem Zustand
20 S., 9 Abb., 3 Tab., ISBN 978-3-95606-208-7, 2015, € 8,50*

Elektrizität

E-104: Chr. Leicht

Nicht-adiabatische Halbleitereinzelelektronenpumpe unter Magnetfeldeinfluss
178 S., 82 Abb., 2 Tab., ISBN 978-3-95606-152-3, 2015, € 21,00*

E-105: St. Bauer, J. Meisner (Hrsg.)

HVDC – Erzeugung, Messung und Anwendungen – Vorträge des 288. PTB-Seminars am 24. und 25. Februar 2015
52 S., 58 Abb., 9 Tab., ISBN 978-3-95606-153-0, 2015, € 12,00*

E-106: Th. Schrader, J. Melcher (Hrsg.)

Aktuelle Fortschritte von Kalibrierverfahren im Nieder- und Hochfrequenzbereich 2015 – Vorträge des 291. PTB-Seminars am 29. April 2015
CD-ROM, ISBN 978-3-95606-181-3, 2015, € 15,00*

*alle hier genannten Preise jeweils zzgl. Versandkosten

Bestellung bitte direkt an: Carl Schünemann Verlag GmbH



Zweite Schlachtpforte 7 | 28195 Bremen | Tel. +49(0)4 21/3 69 03-56 | Fax +49(0)4 21/3 69 03-63
Internet: www.schuenemann-verlag.de | E-Mail: buchverlag@schuenemann-verlag.de

Geschichte der PTB – von ihrer Neugründung 1947 in Braunschweig mit Übernahme von Arbeiten der CTR bis zur Gegenwart

Ulrich von Pidoll*, Michael Beyer**

* Dr. Ulrich von Pidoll, Fachbereich „Grundlagen des Explosionsschutzes“ der PTB, E-Mail: ulrich.v.pidoll@ptb.de

** Dr. Michael Beyer, Fachbereich „Grundlagen des Explosionsschutzes“ der PTB, E-Mail: michael.beyer@ptb.de

Der Artikel beruht auf einem Vortrag zum PTB-Festkolloquium „200 Jahre Explosionsschutz“ am 9. November 2015 in der PTB. Er behandelt im Schwerpunkt die Weiterführung der Arbeiten der Chemisch-Technischen Reichsanstalt (CTR) auf dem Gebiet des Explosionsschutzes nach dem zweiten Weltkrieg bis Mitte der 1960er-Jahre und schließt mit einer kurzen Übersicht zur heutigen Bearbeitung der damaligen Aufgabengebiete [1]. Die CTR wurde nach 1945 nicht fortgeführt, sodass deren Aufgaben im Explosionsschutz brachlagen. Die dringend erforderlichen Prüftätigkeiten wurden in den Nachfolgeorganisationen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (PTR), der Physikalisch-Technischen Anstalt (PTA), wieder aufgegriffen und später in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) weitergeführt.

Neuaufbau der PTR in Braunschweig

Die 1887 in Berlin gegründete PTR war die Reichsoberbehörde für die Ausführung wissenschaftlicher Untersuchungen physikalischer Art, die einen hohen technischen Aufwand erforderten. Im zweiten Weltkrieg wurden jedoch 1943 wegen der starken Bombardierung Berlins die PTR-Laboratorien in eine Zentrale in Weida/Thüringen mit zahlreichen Zweigstellen ausgelagert.

Anfang Mai 1945 erreichten amerikanische Combined Advanced Field Teams die PTR Zentrale in Weida und schlossen sie am 11.5.1945. Um Auseinandersetzungen mit der Sowjetunion zu vermeiden – schließlich lag die PTR Zentrale in Weida in der sowjetischen Besatzungszone – wurde die PTR nicht demontiert, sondern nur die größten Schätze und Wissenschaftler der PTR nach Heidelberg gebracht.

Als die sowjetische Besatzungsmacht am 1.7.1945 in Weida einrückte, wurde die Schließung der PTR umgehend aufgehoben und im Frühling 1946 die PTR-Zentrale Thüringen bis auf die Abteilung Maße und Gewicht vollständig demontiert und zum 1.6.1946 in Deutsches Amt für Maß und Gewicht (DAMG) umbenannt und als Oberbehörde für die sowjetische Besatzungszone festgelegt.

Der Präsident des DAMG, Dr. Wilhelm Steinhaus, wenige Tage zuvor noch Leiter der gesamten PTR, erteilte daraufhin am 4.6.1946 in zwei Schreiben an den Zonenbeirat für die britische Besatzungszone in Hamburg und den Länderbeirat für die amerikanisch besetzten Länder in Stuttgart der größten PTR Zweigstelle, der PTR Zweigstelle Göttingen unter der Leitung von Dr. Martin Grützmacher, selbstständige Handelsbefugnis für den Aufbau einer West-PTR für die westlichen Zonen.

In Göttingen selbst war jedoch kein geeignetes Gelände vorhanden. Hingegen fand man im benachbarten Braunschweig ein brauchbares Institut: die Luftfahrtforschungsanstalt Hermann Göring, Völkenrode, Watenbütteler Holz (LFA). Diese war 1935 auf Befehl des Reichsluftfahrtministeriums (RLM) gegründet worden. Gegen Kriegsende waren rund 1.500 Menschen bei der Anstalt beschäftigt, davon etwa 150 Wissenschaftler. Das Institut für Motorenforschung unter der Leitung von Dr. Ernst Schmidt war räumlich durch eine Straße vom restlichen Gelände der LFA getrennt.

Am 11.4.1945 hatte die US-Armee Braunschweig-Völkenrode erreicht und auch die LFA besetzt. Das 43 ha große Gelände des Instituts für Motorenforschung war im Krieg praktisch unberührt geblieben. Im Juli 1945 hatten die US-Truppen die LFA an die Briten übergeben. Nach Abschluss einiger ziviler Aufträge war der Wald zum größten Teil abgeholzt, sämtliche Prüfeinrichtungen demontiert oder gesprengt, alle Maschinen und Kräne demontiert und das Straßennetz zerfahren worden.

Immerhin gab es noch funktionierende Drehstrom- und Fernwärmeanschlüsse, ein funktionierendes Wasserwerk M2, zwei unzerstörte Verwaltungsgebäude M11 (mit Kantine, Küche, Telefonzentrale) und M12 mit einem Notstrom-Batterieraum zwischen beiden Gebäuden, einen Keller M8 sowie eine demontierte Elektrozentrale M6.

Trotz Mangel an Geld und dem Fehlen jeglicher Baumaterialien wurde dieses Gelände für den Wiederaufbau einer PTR für die amerikanische

und britische Zone bereitgestellt. Der verbliebene Teil der ehemaligen LFA wurde einer neugegründeten Forschungsanstalt für Landwirtschaft FAL zugeteilt.

Am 1.1.1947 begann die Arbeitsaufnahme der PTR in Braunschweig-Völkenrode mit dem Bezug des Kohlrausch-Baus (damals M11) und des Ohm-Baus (damals M12) und dem Wiederaufbau der Hauptwerkstatt (damals M9). Im Verlauf des Jahres wurden vier Abteilungen (I Mechanik, II Elektrizität, III Wärme und Druck, IV Optik) eingerichtet. Diese Abteilungen waren weiter in Laboratorien aufgeteilt, die typischerweise aus einem Wissenschaftler und einem Techniker bestanden. Für Techniker und Schreibkräfte wurde Altpersonal der LFA wieder eingestellt.

Wie kam der Explosionsschutz nach Braunschweig?

Im Herbst 1947 wurde die Abteilung III eingerichtet und erhielt einige Räume im Kohlrausch-Bau (Bild 2). Etwa zu diesem Zeitpunkt erhielten vier leitende Herren der Mineralölwirtschaft, Dr. Clemens, Dr. Charpentier, Herr Riemer und Herr Zachen, die Nachricht, dass die PTR in Braunschweig neu gegründet wurde. Als die Herren hierbei das Wort Braunschweig hörten, kam ihnen spontan der Gedanke, dass der ihnen bekannte Braunschweiger Karl Nabert (Bild 3), der bisher alle Explosionsschutzprüfungen für sie durchgeführt hatte, ein Laboratorium in der PTR aufbauen könnte, das sich als zentrale Stelle mit den Fragen und Prüfungen zum Explosionsschutz befasst. Ein solches Laboratorium war zwingend notwendig, da es aufgrund der existierenden Vorschriften eine Prüfpflicht, aber seit 1945 keine Prüfstelle mehr gab.

Karl Nabert war ganz überrascht, als die vier Herren plötzlich vor ihm standen und erklärte dann auch sofort, dass er nichts sehnlicher wünsche, als auf einer festen Basis wieder aktiv werden zu können. Schnell war man sich einig, dass Nabert ein Explosionsschutz-Laboratorium in der PTR aufbauen sollte. Hierfür stellten die vier außerdem 100 000 Reichsmark – mehr als zehn Mannmonate – für den Aufbau zur Verfügung.

Und so begannen Karl Nabert, Dr. Immanuel Weyer und Rudolf Jordan am 1.11.1947 mit ihrer Arbeit in einem einzigen Raum im Kohlrausch-Bau. Da sie jedoch ein erhebliches Prüfaufkommen erwarteten, beschlossen sie, den südlichen Anbau der alten Elektrozentrale M6 (Bild 4) wieder bewohnbar zu machen und in der Halle selbst Prüfstände aufzubauen.

Die ersten Aufgaben umfassten die Prüfung von Elektromotoren, Vergusskapselungen und Handlampen. Zum damaligen Zeitpunkt waren bereits die Hauptzündschutzarten *Druckfeste Kapselung*,



Bild 1:
Geländeplan der PTR Braunschweig bei Übernahme



Bild 2:
Ohm- und Kohlrausch-Bau der PTR, März 1951



Bild 3:
Karl Nabert, um 1960



Bild 4:
Halle der Elektrozentrale mit den damaligen Laborräumen rechts, 2014



Bild 5:
Dr. Helmut Moser,
um 1960



Bild 6:
Der Fuhrpark der PTR 1947–1951, März 1951

Ölkapselung, Fremdbelüftung und Erhöhte Sicherheit sowie die Sonderzündschutzarten *Sandkapselung*, *Vergusskapselung* und *Eigensicherheit* bekannt.

Leiter der Abteilung III war Dr. Helmut Moser (Bild 5), der seit 1928 in der PTR-Abteilung III auf dem Gebiet der Temperaturskala arbeitete und mit dem Dienstwagen der PTR, ein Opel Olympia 1938, über Heidelberg-Handschuhsheim nach Braunschweig kam. Die Leitung der damaligen PTR übernahm Dr. Martin Grützmaker, bisher Leiter des Fachbereichs Akustik der PTR Zweigstelle Göttingen.

Bereits 1947 beschloss die Abteilung II Elektrizität den Bau eines Maschinen-Laboratoriums für die Prüfung großer elektrischer Maschinen hinsichtlich Explosionsschutz. Mit der Errichtung wurde Dr. Wilhelm Bähre beauftragt, doch war die Beschaffung größerer Maschinen und größerer Rohstoffmengen vorerst nicht möglich.

Wenn auch die örtlichen Instanzen der neugegründeten PTR durchaus wohlwollend gegenüber standen, so lag doch der alliierte Beschluss einer Entmilitarisierung Deutschlands und des Verbots jeglicher Forschung drohend über der neugegründeten PTR. Die Arbeitsbedingungen waren schlecht. Nichts zu essen, keine öffentlichen oder privaten Verkehrsmittel (d.h. typischerweise 45 Minuten Fußmarsch hin und 45 Minuten zurück), und was man tagsüber mühsam aufgebaut hatte, wurde oft nachts demontiert und gestohlen. Darüber hinaus gab es keinerlei verfügbaren Wohnraum in Braunschweig, sodass viele angeworbene Altmitarbeiter wegen des Fehlens selbst temporärer Quartiere absagen mussten.

Immerhin standen der PTR damals ein grauer 1946er Volkswagen Standard, dessen Heck zu einer Pritsche mit Plane umgebaut war, für den Transport von Lasten und ein weiterer serienmäßiger 1946er Volkswagen Standard sowie der Opel Olympia 1938 von der PTR Berlin für die Beförderung von Personen zur Verfügung.

Trotz dieser widrigen Bedingungen wurden bereits 1947 die ersten elektrischen und nichtelektrischen Betriebsmittel für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen geprüft und noch 1947 die erste Prüfung abgeschlossen. Als wichtigstes Ziel der PTR für 1948 wurde festgelegt, dass alle PTR-Mitarbeiter eine warme Mahlzeit täglich und weitere Lebensmittelzulagen zu den Lebensmittelkarten erhalten sollen.

Neuaufbau der Explosionsschutz-Laboratorien ab 1948

Nach dem Umzug des Explosionsschutz-Laboratoriums aus dem Zimmer im Kohlrausch-Bau in den südlichen Anbau der Elektrozentrale M6 mit drei kleinen Räumen und einer Sprenggrube (heute

Feuerwehrteich) begann man mit dem Aufbau der ersten Prüfstände. Noch hatte Nabert nicht eine einzige Schreibrkraft für die erforderliche Korrespondenz und das Ausstellen der Prüfscheine. Die Schreibarbeiten wurden daher von der Abteilungssekretärin Frau Bettermann durchgeführt.

Am 6.3.1948 wurde die Bizone um die französische Besatzungszone zum Vereinigten Wirtschaftsgebiet erweitert. Als Folge davon wurde am 2.6.1948 die PTR in PTA (Physikalisch-Technische Anstalt im Vereinigten Wirtschaftsgebiet, 20b Braunschweig, Postschließfach 447) umbenannt. Aus Kostengründen blieb das alte Briefpapier jedoch noch fast ein Jahr in Benutzung.

Am 1.8.1948 wurde Dr. Wilhelm Kösters zum Präsident der PTA berufen. Er wohnte vermutlich im Anbau des Kohlrausch-Baus, wo auch sein Dienstwagen, der bereits erwähnte Opel Olympia, parkte.

technischen Kommission IEC TC31 in London statt. Deutschland durfte jedoch als besiegter Feindstaat nicht an dieser Sitzung teilnehmen.

Nach der Währungsreform setzte ein starker Wirtschaftsaufschwung ein, sodass geregelte Verhältnisse für die Anerkennung der PTA-Gutachten notwendig wurden. Aus diesem Grund erhielt die PTA am 14.2.1949 eine Satzung. Gemäß dieser Satzung übernahm die PTA auch offiziell die Aufgaben der aufgelösten CTR sowohl als Prüfstelle für elektrische und nichtelektrische Betriebsmittel als auch hinsichtlich der Ermittlung der sicherheitstechnischen Kenngrößen von Gasen, Dämpfen und Stäuben.

Um den Stau an Prüfungsanträgen für explosionsgeschützte elektrische Maschinen abzubauen, wurden der Ingenieur Dr. Hans-Jürgen Schrader (Bild 7) und der Techniker Heinz Köhn im Laboratorium II-EM eingestellt.

III Thermodynamik und Druck (Leitung Dr. H. Moser)

III-T Thermometrie	(Leitung Dr. H. Moser, Dr. P. Rahlfs)
III-O Wärmestrahlung	(Leitung Dr. C. Tingwaldt)
III-D Druckmessung	(Leitung Dr. E. Hess)
III-W Wärme- und Kältetechnik	(Leitung Dr. W. Fritz)
III-V Viskosimetrie und Mineralölprüfgeräte	(Leitung Dr. W. Fritz)
III-C Allgemeine Chemie	(Leitung Dr. E. Wiegel)
III-B Brennbare Flüssigkeiten und technische Gase	(Leitung K. Nabert)
III-Z Zünd- und Sprengmittel	(Leitung Dr. B. Schwennesen)

Tabelle 1:
Struktur der Abteilung III ab 1.1.1948

Ende 1948 war der Aufbau des Laboratoriums für explosionsgeschützte Maschinen II-EM wegen Personal- und Platzmangel immer noch nicht in Angriff genommen, obwohl inzwischen über 100 Anträge für diesbezügliche Typprüfungen vorlagen. Es gelang Dr. Wilhelm Bähre 1948 lediglich, eine einzige Maschine auf dem Prüffeld des Herstellers auf Konformität nach VDE zu prüfen.

Hingegen wurden bei III-B 11 Prüfmuster geprüft und 7 Gutachten geschrieben. Ferner wurden mehrere Prüfstände aufgebaut, welche die Bestimmung sicherheitstechnischer Kenngrößen von Gasen, Dämpfen und Flüssigkeiten ermöglichen, und 18 Kenngrößen bestimmt.

1948 wurden im Keller des Kohlrausch-Baus der alte Speisesaal und die alte Werkküche wieder aktiviert. Doch das größte Problem in 1948 blieb die Wohnungsnot der Mitarbeiter.

Ebenfalls 1948 fand die erste Sitzung des Technischen Komitees für explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel der Internationalen Elektro-



Bild 7:
Dr. Hans-Jürgen Schrader, um 1960

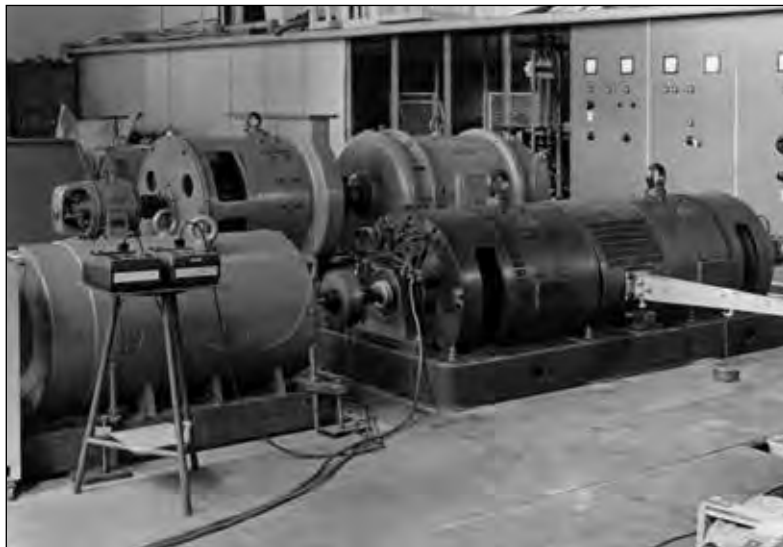


Bild 8:
Behelfsmäßiger Prüfstand zur Messung der Gehäusetemperatur für elektrische Betriebsmittel in der Halle M6 nördlich des späteren Weber-Baus, um 1950

Unter der technischen Leitung von Dr. Hans-Jürgen Schrader in Zusammenarbeit mit Karl Nabert vom Laboratorium III-B wurde in der Halle M6 der Elektrozentrale ein behelfsmäßiger Prüfstand für explosionsgeschützte elektrische Maschinen aufgebaut, auf dem explosionsgeschützte Maschinen auf elektrische Daten und Einhaltung von Grenztemperaturen geprüft werden konnten (Bild 8). Hierbei leistete das von Dr. Schrader entwickelte und nach ihm benannte Schrader'sche Leerlaufverfahren zur indirekten Ermittlung der Stromortskurven großer Drehstrommotoren, die einer direkten Belastungsmessung nicht zugänglich waren, wertvolle Hilfe.

Am 23.5.1949 wurde das Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland verkündet. Als Folge davon wurde die PTA in Physikalisch-Technische Anstalt zu Braunschweig (zuständig für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland) erneut umbenannt.

Mit der Gründung der Bundesrepublik wurden der PTA endlich Finanzmittel zur Reparatur der bestehenden Gebäude zugeteilt. Damit begann der erste Bauabschnitt in der PTA mit der Instandsetzung der vorhandenen Gebäude und dem Umbau der Halle M1 (heute Röntgenhalle) zur Garage für die Fahrbereitschaft.

Das jetzt beginnende Wirtschaftswunder machte sich auch in der PTA bemerkbar. 1950 wurden zahlreiche neue Mitarbeiter bei III-B eingestellt, darunter Gerhard Schön (Bild 9), Karl-Heinz Gehm (Bild 10), und Carl-Heinz Degener.

Die Übernahme der Arbeiten der aufgelösten CTR führte dazu, dass das Laboratorium III-B mit der Wiederbeschaffung der sicherheitstechnischen Daten aus der alten Kartei der CTR betraut wurde. Diese Arbeiten wurden seit 1950 von Gerhard Schön und Dr. Karl Heinz Gehm gemeinsam vorgenommen.



Bild 9:
Dr. Gerhard Schön,
um 1960



Bild 10:
Dr. Karl-Heinz Gehm,
um 1960

Die Entwicklung der Laboratorien in der Gründungsphase der PTB

Am 8.9.1950 wurde die PTA auf Vorschlag Max von Laues rückwirkend zum 1.4.1950 in PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig) umbenannt.

Ab 1951 fand eine rege Bautätigkeit auf dem PTB Gelände statt. Wurden im ersten Bauabschnitt von 1949 bis 1950 lediglich die vorhandenen Gebäude instand gesetzt, so wurden im zweiten Bauabschnitt ab 1951 neue Gebäude für Laboratorien und die Fahrbereitschaft sowie ein Wohnhaus mit vier Wohnungen für PTB Mitarbeiter (heute Wohnhaus Ost 1) und ein Einfamilienhaus für den neuen Präsidenten Dr. Richard Vieweg (heute Wohnhaus Ost 2) gebaut.

Ebenfalls 1951 wurde eine Kostenverordnung für die PTB rückwirkend zum 1.1.1950 erlassen. Hier-

III Thermodynamik und Druck (Leitung Dr. H. Moser)	
III A Thermodynamische Grundeinheiten (Leitung Dr. H. Moser)	III B Sicherheits- und Wärmetechnik (Leitung Dr. W. Fritz)
III A/G Thermodynamische Zustandsgrößen (Leitung Dr. J. Otto)	III B/W Wärme- und Kältetechnik (Leitung Dr. W. Fritz)
III A/T Thermometrie (Leitung Dr. P. Rahlfs)	III B/V Viskosimetrie und Mineralölprüfgeräte (Leitung Dr. W. Fritz)
III A/O Wärmestrahlung (Leitung Dr. C. Tingwaldt)	III B/S Sicherheitstechnische Grundlagen (Leitung K. Nabert)
III A/D Druckmessung (Leitung Dr. J. Gieleßen)	III B/E Explosionsgeschützte Betriebsmittel (Leitung Dr. F. vom Berg)
III A/C Allgemeine Chemie (Leitung Dr. E. Wiegel)	III B/Z Beschusswesen (Leitung Dr. G. Seitz)
III A/F Aräometrie (Leitung Dr. J. Schoeneck)	

Tabelle 2: Struktur der Abteilung III ab 1.4.1953

nach kostete gemäß §1 eine Arbeitsstunde eines Wissenschaftlers im Explosionsschutz 7 DM und eine Technikerstunde 3,50 DM. Gemäß §2 kostete die Ermittlung eines Flammpunkts 15 DM und die Prüfung eines Elektromotors auf Explosions-sicherheit 150 DM.

Der Fuhrpark der PTB befand sich zum damaligen Zeitpunkt in schlechtem Zustand. Es verging kaum eine Fahrt ohne Pannen, und an einem Fahrzeug mussten sogar die Türen mit Draht zugehalten werden. Auf Wunsch des PTB-Präsidenten wurden daher ein Volkswagen Standard, ein Volkswagen Bus und eine Borgward Isabella neu angeschafft.

Nachdem 1952 PTB Präsident Dr. Richard Vieweg die Wiederaufnahme von Deutschland in den IEC erreicht hatte, konnte Nabert auch an der Sitzung von IEC TC31 im April 1953 in London teilnehmen. Seitdem ist die PTB hier stets mit mindestens einem Mitarbeiter vertreten.

Aufgrund der ständigen Vergrößerung von Personal und Aufgaben der einzelnen Labo-ratorien wurde mit Wirkung vom 1.4.1953 die Organisationsstruktur verändert. Ferner wurde die alte PTR in Berlin als Zweigstelle Berlin in die neue PTB eingegliedert.

Mitte 1953 konnten die Laboratorien III B/S und III B/E zusammen mit den Labo-ratorien III A/C, III B/V und III A/F in den neu errichteten Bunsen-Bau einziehen (Bild 11).

1954 erhielten die Gebäude der PTB nach Wissenschaftlern benannte Namen. Im Laboratorium II B/M Maschinen und Gerät wurde Dr. Harald Dreier (Bild 12) als zusätzlicher Mitarbeiter eingestellt.

Im gleichen Jahr kam es in Bitburg während der Vorführung einer neuarti-gen CO₂-Löschanlage zu einer schweren Explosion mit vielen Toten.



Bild 11: Südseite des Bunsen-Baus, um 1954



Bild 12: Dr. Harald Dreier, um 1960



Bild 13:
Weber-Bau, aufgenommen 2002

Alle Experten waren ratlos, wie eine Löschanlage eine Explosion einer brennbaren Flüssigkeit auslösen kann, doch Gerhard Schön konnte den Nachweis erbringen, dass durch das ausströmende CO₂ Feststoffwolken mit gewitterblitzähnlichen elektrostatischen Entladungen auftraten.

Diese Entdeckung führte zum Beginn der Grundlagenforschung auf dem Gebiet elektrostatischer Entladungen in der PTB. Hierzu wurde 1955 Dr. Erhart Heidelberg als weiterer wissenschaftlicher Mitarbeiter im Laboratorium III B/S eingestellt.

1955 wurde auch der lang ersehnte Weber-Bau fertiggestellt, welcher eine nördliche Verlängerung der Elektrozentrale bildete (Bild 13). Dieser wurde für das Laboratorium II B/M für die Prüfung elektrischer Maschinen ausgebaut (Bild 14). Bild 16 zeigt ein typisches Laboratorium III B/S von 1967.

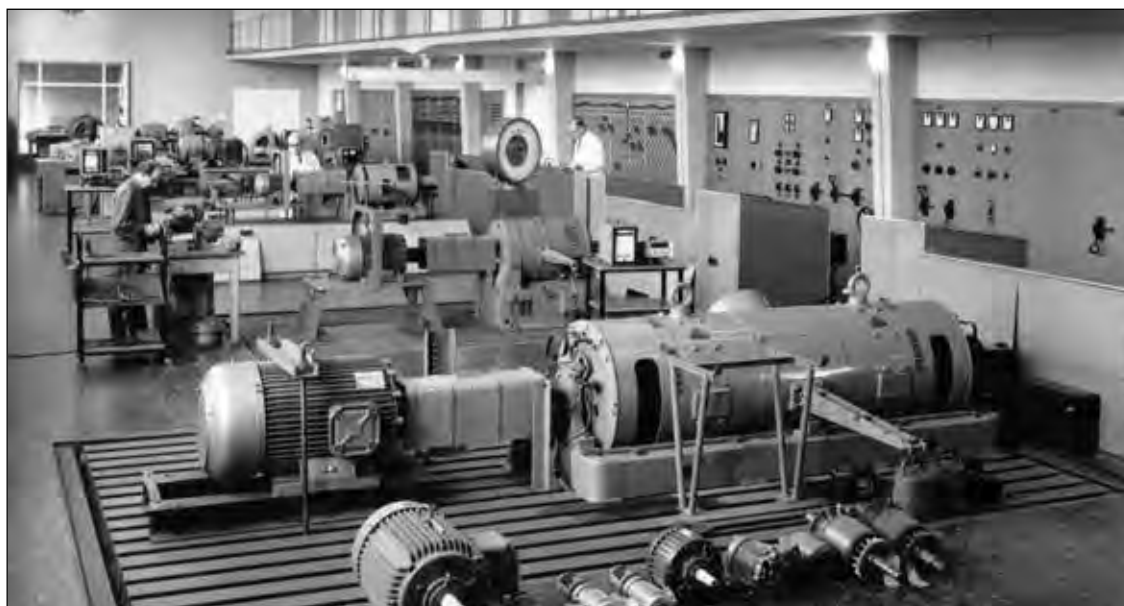


Bild 14:
Maschinenhalle im Weber-Bau 1955, Blick nach Norden

Tabelle 3:
Struktur der Abteilung III ab 1.6.1962

III Thermodynamik und Druck (Leitung Prof. Dr. W. Fritz)	
III A Thermodynamische Grundeinheiten (Leitung Dr. C. Tingwaldt)	III B Sicherheits- und Wärmetechnik (Leitung Prof. Dr. W. Fritz)
III A/G Zustandsgrößen der Gase (Leitung Dr. W. Thomas)	III B/W Wärmetechnik (Leitung Dr. K. H. Bode)
III A/T Temperaturmessung (Leitung Dr. P. Rahlfs)	III B/K Kältephysik (Leitung Dr. W. Rühl)
III A/O Wärmestrahlung (Leitung Dr. C. Tingwaldt)	III B/V Viskosimetrie (Leitung Dr. W. Weber)
III A/D Druckmessung (Leitung Dr. J. Gieleßen)	III B/S Sicherheitstechnische Grundlagen (Leitung K. Nabert)
III A/F Aräometrie (Leitung Dr. J. Schoeneck)	III B/E Explosionsgeschützte Betriebsmittel (Leitung Dr. K. H. Gehm)
III A/C Allgemeine Chemie (Leitung Dr. E. Wiegel)	III B/Z Beschusswesen (Leitung Dr. G. Seitz)



Bild 15:
Geländeplan der PTB,
1.1.1962



Bild 16:
Laboratorium für
Elektrostatik, 1967

Epilog

Seit dieser Zeit ist eine Reihe von großen Herausforderungen auf die Explosionsschutz-Fachbereiche zugekommen. Beispielhaft seien die ersten europäischen Richtlinien zum Explosionsschutz, die daraus folgenden europäischen Normungsprogramme genannt, die mittlerweile in ein internationales technisches Regelwerk gemündet sind. Weiterhin war im Rahmen der gesamten PTB die Wiedervereinigung Deutschlands 1990 zu bewältigen. Die beiden letzten Jahrzehnte waren durch eine erheb-

liche Intensivierung der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu Lasten der Prüftätigkeiten, die mehr und mehr von kommerziellen Prüfstellen ausgeführt werden, gekennzeichnet.

Zum Zeitpunkt des Festkolloquiums Ende 2015 besitzt das Themengebiet „Explosionsschutz und physikalische Sicherheitstechnik“ der PTB die in Tabelle 4 aufgeführte Organisationsstruktur. Die im gemeinsamen Lenkungsgremium von BAM und PTB koordinierten Aufgabengebiete beider Bundesanstalten beinhalten auch heute noch die einst von der CTR eingeführten Aufgaben (Tabelle 5).

Tabelle 4:
Struktur der
Sicherheitstechnik ab
1.10.2013

3.5 Explosionsschutz in der Energietechnik (Leitung Prof. Dr. Uwe Klausmeyer)	3.51 Zünddurchschlagsprozesse (Leitung Dr. Detlef Markus)
	3.52 Explosionsgeschützte elektrische Antriebe (Leitung Dr. Frank Lienesch)
	3.53 Explosionsgeschützte Geräte der Energietechnik (Leitung Dr. Uwe Klausmeyer)
3.6 Explosionsgeschützte Sensorik und Messtechnik (Leitung Prof. Dr. Ulrich Johannsmeyer)	3.61 Eigensicherheit (Leitung Dr. Thomas Horn)
	3.62 Zündgefahren moderner Energieversorgungssysteme (Leitung Dr. Udo Gerlach)
	3.63 Geschäftsstelle Konformitätsbewertung im Explosionsschutz (Leitung Dr. Ulrich Johannsmeyer)
	3.64 Fertigungsüberwachung im ExSchutz (Leitung Mario Graube)
3.7 Grundlagen des Explosionsschutzes (Leitung Prof. Dr. Michael Beyer)	3.71 Kenngrößen des Explosionsschutzes (Leitung Dr. Elisabeth Brandes)
	3.72 Explosionsvorgänge (Leitung Dr. Dirk-Hans Frobese)
	3.73 Physikalische Zündvorgänge (Leitung Dr. Martin Thedens)

Tabelle 5:
Verteilung der Arbeitsgebiete der CTR heute

Arbeitsgebiet	Bearbeitet seit	Nachfolge- organisation	Organisations- einheit
Sichere Handhabung von Sprengstoff	1889	BAM	2.3
Zündquelle <i>elektrostatische Aufladungen</i>	1907	PTB	3.73
Transport gefährlicher Güter	1907	BAM	3
Sicherheitstechnische Kenngrößen von Gasen und Dämpfen	1921	PTB	3.71
Gasexplosionsschutz	1921	BAM	2.1
Ausrüstungen für Tanks mit brennbaren Flüssigkeiten	1925	PTB	3.72
Sicherheitstechnische Kenngrößen von Stäuben	1927	BAM	2.2
Staubexplosionsschutz	1927	BAM	2.2
Prüfung explosionsgeschützter elektrischer Antriebe	1932	PTB	3.52
Prüfung explosionsgeschützter Geräte der Energietechnik	1932	PTB	3.53
Elektrische Schutzart <i>Druckfeste Kapselung</i>	1932	PTB	3.51
Elektrische Schutzart <i>Eigensicherheit</i>	1932	PTB	3.61
Elektrische Sonderschutzarten	1932	PTB	3.62

Literatur

- [1] *Ulrich von Pidoll*; Explosionsschutz in der CTR und Weiterführung der Aufgaben in ihren Nachfolgeorganisationen. PTB-Bericht Ex-7, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, 2015, ISBN 978-3-95606-192-9. Überreicht anlässlich des Festkolloquiums 200 Jahre Explosionsschutz 1815 bis 2015 am 9. November 2015 in der PTB.

NEUERSCHEINUNGEN der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt

Informationstechnik

It-19: N. Greif, H. Schrepf
Eine Testumgebung für GUM-Konformitätstests
 36 S., 5 Abb., ISBN 978-3-95606-201-8, 2015, € 10,50*

It-19: N. Greif, H. Schrepf
A test environment for GUM conformity tests
 Englische Ausgabe, 32 S., 5 Abb., ISBN 978-3-95606-202-5, 2015, € 10,00*

Mechanik und Akustik

MA-92: F. Märtens (Hrsg.)
Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Verkehrsüberwachungsgeräte – Vorträge des 282. PTB-Seminars am 29. Oktober 2014
 CD-ROM, ISBN 978-3-95606-164-6, 2015, € 15,00*

Optik

Opt-76: N. Huntemann
High-Accuracy Optical Clock Based on the Octupole Transition in $^{171}\text{Yb}^+$
 102 S., 41 Abb., 5 Tab., ISBN 978-3-95606-209-4, 2015, € 17,50*

Dosimetrie

Dos-56: R.-P. Kapsch, U. Ankerhold (Hrsg.)
Advanced Metrology for Cancer Therapy – Proceedings of an International Conference, Braunschweig, November 29th-December 1st, 2011
 Engl., 68 S., 1 Tab., ISBN 978-3-86918-187-5, 2015, € 14,00*

Dos-57: F. Renner
Benchmark-Experiment zur Verifikation von Strahlungstransportrechnungen für die Dosimetrie in der Strahlentherapie
 122 S., 53 Abb., 14 Tab., ISBN 978-3-95606-182-0, 2015, € 18,00*

*alle hier genannten Preise jeweils zzgl. Versandkosten

Bestellung bitte direkt an: Carl Schünemann Verlag GmbH



Zweite Schlachtpforte 7 | 28195 Bremen | Tel. +49(0)4 21/3 69 03-56 | Fax +49(0)4 21/3 69 03-63
 Internet: www.schuenemann-verlag.de | E-Mail: buchverlag@schuenemann-verlag.de

Dr. Ulrich Johannsmeyer geht in den Ruhestand

Thomas Horn*

* Dr. Thomas Horn, Fachbereich „Explosionsschutz“, E-Mail: thomas.horn@ptb.de

Der langjährige Leiter des Fachbereiches für Explosionsschutz Sensorik und Messtechnik und des Sektors Explosionsschutz und Schussgeräte der Konformitätsbewertungsstelle in der PTB wurde zum 29. Februar 2016 verabschiedet.

Dr. Johannsmeyer trat nach seinem Studium der Elektrotechnik an der TU Hannover im Jahr 1975 in die PTB ein. Seine wissenschaftliche Laufbahn begann im Laboratorium Zündquellensicherheit. Mit der Arbeit zur Untersuchung von Zündfunken in kapazitiven eigensicheren elektrischen Stromkreisen wurde ihm 1984 von der TU Braunschweig der Grad des Doktor-Ingenieurs verliehen. Nach kurzer Leitung des Laboratoriums Zünddurchschlagsicherheit und ziviles Beschusswesen übernahm Dr. Johannsmeyer 1993 die Führungsaufgabe des damaligen Fachlabors System- und Eigensicherheit. Seit dem Jahre 2006 trug er in seiner zusätzlichen Funktion als Leiter des Zertifizierungsstelle für Explosionsschutz in der PTB durch die Zusammenarbeit mit anderen Prüfstellen entscheidend zur Anerkennung von Zulassungen der PTB auf nationaler und internationaler Ebene bei. Dr. Johannsmeyer hat durch organisatorisches Geschick und fachliche Kompetenz zum Renommee der PTB als Dienstleister und For-

schungseinrichtung im Bereich des Explosionsschutzes entscheidend beigetragen. Belastungen und Konflikten begegnete er stets mit der nötigen Ausgeglichenheit und Sachlichkeit – Eigenschaften, für die er bei seinen Mitarbeitern sehr geschätzt wurde.

Zahlreiche seiner Forschungsergebnisse aus Projekten, wie beispielweise die Bewertung nichtlinearer Quellen, eigensichere Feldbussysteme oder die Erhöhung der eigensicheren elektrischen Leistung, hielten Einzug in internationale Standards und konnten von der Industrie direkt verwertet werden. In Anerkennung der um die Zusammenarbeit von Forschung und Wirtschaft erbrachten Leistungen wurde ihm und zwei seiner Mitarbeiter im Jahr 2010 der IHK-Technologietransferpreis verliehen. Dr. Johannsmeyers jahrzehntelanges Engagement in nationalen und internationalen regelsetzenden Gremien wurde 2014 mit dem „1906 Award“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) gewürdigt und unterstreicht seinen Ruf als weltweit anerkannten Fachexperten des Explosionsschutzes.

Die Kolleginnen und Kollegen der PTB bedanken sich herzlich für die langjährige vertrauensvolle Zusammenarbeit und wünschen Herrn Dr. Johannsmeyer für die kommenden Jahre Gesundheit und Freude im wohlverdienten Un-Ruhestand.



Bild 1:
Dr. Ulrich Johannsmeyer



Guan Zengjian
Konrad Herrmann

Geschichte der chinesischen Metrologie

Erste umfassende Monografie über
die Geschichte der Metrologie
im deutschsprachigen Raum.

Zahlreiche Illustrationen von
alten Messmitteln und Messprinzipien.

Beschreibt den Einfluss der westlichen
Kultur auf die chinesische Metrologie.

€ 34,90 [D]
inkl. Versand

17,5 x 24,5 cm | Hardcover
424 Seiten | 54 Abbildungen
ISBN 978-3-95606-188-2

Die Metrologie hatte schon immer einen großen Einfluss auf den Fortschritt der Gesellschaft. Das einheitliche Messen von Länge und Gewicht oder von Zeit und Raum verbindet eine Kultur und macht ein wissenschaftliches Zusammenarbeiten erst möglich.

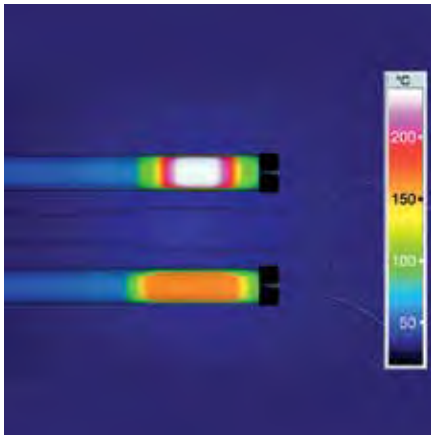
Die über 3000 Jahre alte Metrologie-Geschichte Chinas ist ein spannendes Wissensgebiet für alle, die sich für Wissenschaftsgeschichte im Allgemeinen oder Metrologie im Besonderen interessieren.

Dieses Buch berichtet von der Entwicklung der Maße und Gewichte in China im Kontext von Mathematik und den Naturwissenschaften. Die Autoren stellen außerdem seltene Normalgeräte vor, die zum nationalen Schatz Chinas zählen. Außerdem beschreiben sie, wie einheitliche Messungen in der Vergangenheit durchgesetzt wurden. Auch ein besonderes Kapitel des Kulturaustausches zwischen China und Europa – die Beiträge von Jesuiten zum Fortschritt der Metrologie – wird hier dargestellt.

Die erste umfassende Monografie über die Geschichte der chinesischen Metrologie auf Deutsch – mit zahlreichen Illustrationen.

Fachverlag NW
nw
im Carl Schünemann Verlag

Zu beziehen über den:
Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7 | 28195 Bremen
Tel. (04 21) 3 69 03-56 | Fax (04 21) 3 69 03-63 | www.schuenemann-verlag.de



In die Fassungen eingesetzte T5-Leuchtstofflampe mit am Reflektor befestigter Vorrichtung zur Wärmeverteilung

Vorteile:

- Einsatz an T5-Leuchtstofflampen bis 54 W in explosionsgeschützten Leuchten
- erhöht Abschaltsschwellen der elektronischen Vorschaltgeräte bis 7,5 W (T5-Leuchtstofflampe)
- kein zusätzlicher Wartungsaufwand beim Lampenwechsel

Ansprechpartner:

Andreas Barthel
Technologietransfer
Telefon: +49 531 592-8307
Telefax: +49 531 592-69-8307
E-Mail: technologietransfer@ptb.de

Rainer Kulesa
Fachbereich
Explosionsschutz
Sensorik und Messtechnik

www.technologietransfer.ptb.de

PTB-Nummer 0371

„Erhöhte Sicherheit“ gegen Zündgefahr explosionsgeschützter Leuchten

Aufgrund heißer „Spots“ an der Oberfläche ist die Benutzung handelsüblicher T5-Leuchtstofflampen höherer Leistung in explosionsgeschützten Bereichen bisher problematisch. Durch die PTB-Erfindung: ein kleines, neuartiges Bauteil – ist jedoch eine Reduzierung der zündtechnisch relevanten Oberflächentemperatur möglich. Hierdurch lässt sich die Verwendung von T5-Leuchtstofflampen bis 54 W in explosionsgeschützten Leuchten realisieren.

In explosionsgeschützten Langfeldleuchten werden zumeist T8-Leuchtstofflampen benutzt. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sind aber auch zunehmend T5-Leuchtstofflampen höherer Leistung interessant. Diese weisen gegenüber T8-Leuchtstofflampen einen kleineren Durchmesser auf. Nachteil hierbei ist, dass die Oberfläche der T5-Lampen am Ende ihrer Lebensdauer im Bereich der Wendel sehr warm wird. Deshalb ist die Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen aufgrund verschiedener Aspekte problematisch.

Hier setzt die neue Lösung der PTB an. Das sicherheitstechnische Konzept für die Verwendung von Leuchtstofflampen in explosionsgeschützten Leuchten der Zündschutzart *Erhöhte Sicherheit*, wird jeweils im Bereich der Wendel um eine die Leuchtstofflampe umfassende Vorrichtung zur Wärmeverteilung ergänzt. Die Verteilung der Wärme wird durch zwei bewegliche Halbzylinder realisiert. Die Gesamtkonstruktion berücksichtigt die Toleranzbereiche der T5-Lampendurchmesser verschiedener Hersteller, die Lage-Schwankung der Lampenachse beim Eindrehen in die Rastposition sowie weitere Freiheitsgrade. Die Halbzylinder schließen selbsttätig beim Einsetzen der Lampe in die Fassung. Beim Entnehmen einer defekten Lampe verbleibt die Vorrichtung in der Leuchte.

Die Konstruktion kann an Leuchtstofflampen in Langfeldleuchten der Kategorie 2 und 3 eingesetzt werden.

Wirtschaftliche Bedeutung

Aufgrund der höheren Wirtschaftlichkeit und aus lichttechnischen Erwägungen werden T5-Leuchtstofflampen zunehmend verwendet. Die PTB-Entwicklung erweitert den Einsatzbereich der T5-Leuchtstofflampen auf Lampen mit höherer Leistung in explosionsgeschützten Leuchten in Verbindung mit einer möglichen größeren Verweildauer der Lampen in der Leuchte.

Entwicklungsstand

Das System wurde ausführlich auf Laborebene getestet. Eine deutsche Patentanmeldung ist anhängig. Ein Fertigungsverfahren wurde evaluiert. Die konstruktive Anpassung an eine konkrete Leuchtenkonstruktion ist erforderlich.

Emissionsarme Hochtemperaturbeschichtung

Emissionsschutzschichten dienen zur Minimierung von thermischen Emissionen von Bauteilen. In Hochtemperaturanwendungen müssen diese Emissionsschutzschichten auf eine besondere Art realisiert werden, um die Diffusion des Grundmaterials in die Oberfläche zu verhindern. Durch Integration einer keramischen Schutzschicht und die geeignete Wahl der Materialien verspricht die PTB-Methode somit z. B. bei Wärmetauschern oder Spiegeln für infrarotes Licht erstmals dauerhaft niedrige Emissionsgrade.

Um die Diffusion verschiedener Metalle ineinander bei dünnen Emissionsschutzschichten für hohe Temperaturen zu minimieren, wurden in einem *Proof of Concept* wechselnde Sperrschichten realisiert. So zeigte sich beispielsweise eine auf einem Kupfergrundkörper aufgebrachte elektrisch leitfähige keramische Sperrschicht, die sich durch kovalente oder ionische Bindungen auszeichnet, gegenüber Diffusionsprozessen der Metalle wesentlich stabiler. Darüber wurde eine weitere Goldschicht als emissionsarme Schicht aufgebracht.

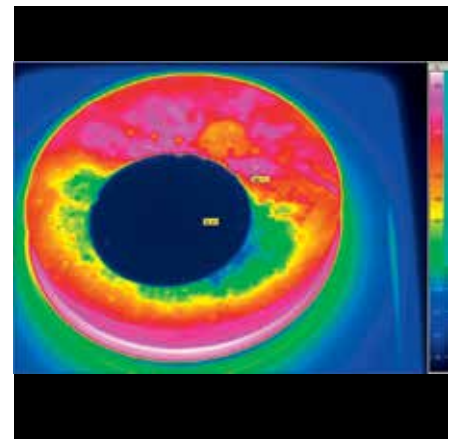
Das Verfahren beruht auf einer speziellen Beschichtungssequenz durch *Physical Vapor Deposition* (PVD) und galvanischen Schritten. Somit ist es erstmals möglich, dicke metallische Schichten auf Keramiken aufzubringen.

Wirtschaftliche Bedeutung

Das Verfahren kann in Zukunft sehr breit im Maschinen- und Anlagenbau eingesetzt werden, insbesondere für metallisierte Hartstoffschichten und metallisierte keramische Bauteile. Gegenwärtig werden unterschiedliche Verfahren zur Vorbereitung der Metallisierung eingesetzt, die mehrere Schritte umfassen und somit aufwendig sind. Die Verwendung einer elektrisch leitenden Hartstoffschicht oder eines elektrisch leitenden keramischen Bauteils führt zum Wegfall dieser Schritte.

Entwicklungsstand

Ein Patent wurde unter der Nummer DE 10 2009 054309 A1 offengelegt. Lizenzen für die Nutzung dieser neuen Methode sind verfügbar.



Thermografiebild des Probenkörpers – gut sichtbar ist der Temperaturunterschied an den jeweiligen Messpunkten: (blau) min. 38°C; (pink) max. 249°C.

Vorteile:

- emissionsarme Schutzschicht
- chemische Inaktivität > 573 K
- oxidationsbeständig

Ansprechpartner:

Andreas Barthel
 Technologietransfer
 Telefon: +49 531 592-8307
 Telefax: +49 531 592-69-8307
 E-Mail: technologietransfer@ptb.de

Dr. Michael Beyer
 Fachbereich
 Grundlagen des Explosionsschutzes

www.technologietransfer.ptb.de

PTB-Nummer 0246

Impressum

Die PTB-Mitteilungen sind metrologisches Fachjournal der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin. Als Fachjournal veröffentlichen die PTB-Mitteilungen wissenschaftliche Fachaufsätze zu metrologischen Themen aus den Arbeitsgebieten der PTB. Die PTB-Mitteilungen stehen in einer langen Tradition, die bis zu den Anfängen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (gegründet 1887) zurückreicht.

Verlag

Fachverlag NW in der
Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7
28195 Bremen
Internet: www.schuenemann.de
E-Mail: info@schuenemann-verlag.de

Herausgeber

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)
ISNI: 0000 0001 2186 1887
Postanschrift:
Postfach 33 45,
38023 Braunschweig
Lieferanschrift:
Bundesallee 100,
38116 Braunschweig

Redaktion/Layout

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, PTB
Sabine Siems
Dr. Dr. Jens Simon (verantwortlich)
Dr. Martin Thedens
(wissenschaftlicher Redakteur)
Telefon: (05 31) 592-82 02
Telefax: (05 31) 592-30 08
E-Mail: sabine.siems@ptb.de

Leser- und Abonnement-Service

Karin Drewes
Telefon (0421) 369 03-56
Telefax (0421) 369 03-63
E-Mail: drewes@schuenemann-verlag.de

Anzeigenservice

Karin Drewes
Telefon (0421) 369 03-56
Telefax (0421) 369 03-63
E-Mail: drewes@schuenemann-verlag.de

Erscheinungsweise und Bezugspreise

Die PTB-Mitteilungen erscheinen viermal jährlich. Das Jahresabonnement kostet 39,00 Euro, das Einzelheft 12,00 Euro, jeweils zzgl. Versandkosten. Bezug über den Buchhandel oder den Verlag. Abbestellungen müssen spätestens drei Monate vor Ende eines Kalenderjahres schriftlich beim Verlag erfolgen.

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fällt insbesondere die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf CD-ROM und in allen anderen elektronischen Datenträgern.

Printed in Germany ISSN 0030-834X

Die fachlichen Aufsätze aus dieser Ausgabe der PTB-Mitteilungen sind auch online verfügbar unter:
doi: 10.7795/310.20160199



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt, das nationale Metrologieinstitut, ist eine wissenschaftlich-technische Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt, das nationale Metrologieinstitut, ist eine wissenschaftlich-technische Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin
Nationales Metrologieinstitut

Bundesallee 100
38116 Braunschweig

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Telefon: 0531 592-3006
Fax: 0531 592-3008
E-Mail: presse@ptb.de
www.ptb.de