

Wolfgang J. Friedl · Thomas Keckstein

Grundwissen zum Erstellen guter Explosionsschutzdokumente



ESV ERICH
SCHMIDT
VERLAG

Grundwissen zum Erstellen guter Explosionsschutzdo- kumente

Von

Dr.-Ing. Wolfgang J. Friedl

Dipl.-Ing. Thomas Keckstein

ERICH SCHMIDT VERLAG

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Weitere Informationen zu diesem Titel finden Sie im Internet unter

<https://ESV.info/978-3-503-20036-8>

Zitiervorschlag:

Friedl/Keckstein, Grundwissen zum Erstellen guter Explosionsschutzdokumente

ISBN 978-3-503-20036-8 (gedrucktes Werk)

ISBN 978-3-503-20037-5 (eBook)

Alle Rechte vorbehalten

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2022

www.ESV.info

Druck: docupoint, Barleben

Vorwort: Intention des Buchs

Dieses Buch will Ihnen Mut machen. Mutig, nicht übermütig aber umfassend an die Sache „Explosions-Schutz“ heran zu gehen. Mut, ein Explosionsschutzkonzept und Explosionsschutzdokument selbst zu entwerfen, zu Papier zu bringen und anschließend umzusetzen. Ein Konzept, zu dem man als Konzeptersteller stehen kann, das man vertreten kann und ggf. auch mal gegen Angriffe aus verschiedenen Richtungen verteidigen muss. Diese Verteidigung kann nämlich einerseits gegen Behördenvertreter oder Versicherungen sein, die ein MEHR fordern und andererseits gegen die Geschäftsleitung und Teile der Belegschaft, denen ein WENIGER deutlich lieber wäre.

Doch ein Explosionsschutzdokument, das schreibt man nicht so einfach mal nebenbei. Gut, das macht man mit einer brandschutztechnischen Gefährdungsbeurteilung ebenfalls nicht – gerade als Neuling, aber ein Explosionsschutzdokument muss schon funktionieren, schlüssig sein. Tut es das nicht, gibt es vielleicht einen Toten, zwei Schwerverletzte und einen Millionenschaden mit nachfolgenden Ermittlungen und ein teurer Betriebsstillstand, der sich über ein Jahr hinziehen kann! Da das kein anständiger Mensch verursachen oder gar verantworten will, lassen manche die Finger gleich ganz von der Sache und machen es damit natürlich noch deutlich schlimmer!

Nun ist oder wird man ja nicht einfach so zu Explosionsschutzexperten, dazu gehört eine ganze Menge an Grund- und Aufbauwissen. Meistens sieht es so aus, dass der Brandschutzbeauftragte zusammen mit der Sicherheitsfachkraft und ggf. dem Gefahrstoffbeauftragten an so einem Dokument arbeiten – und das ist gar keine schlechte Kombination! Aber das Grundwissen des „normalen“ Brandschutzbeauftragten ist bei weitem nicht ausreichend und das von der Fachkraft für Arbeitssicherheit auch nicht – also braucht man Zusatzwissen, sei es in Form von Kursen und Schulungen, sei es in Form von Literatur wie dieser hier. Ein Buch durchzuarbeiten hat den Vorteil, dass man – im Gegensatz zum Seminar – aktiv werden muss, dass man gelesenes wiederholen kann und Pausen dann setzen kann, wenn man sie persönlich braucht. Durch die aktive Konsumierung eines Buchs, im Gegensatz zur passiven Seminarteilnahme, zeigt man mehr Bereitschaft und nimmt auch deutlich mehr Fachwissen auf.

Kurz, dieses Buch will Ihnen

- a) Mut machen, diese anspruchsvolle Aufgabe selbst anzugehen, und
- b) das dazu nötige Fachwissen vermitteln.

Wenn Sie bereits in der Sicherheitstechnik arbeiten, umso besser; wenn nicht, dann reicht guter Wille, kombiniert mit Fleiß und einer bestimmten Intelligenz, die wir sicherlich unterstellen dürfen. Bestimmtes brandschutztechnisches Fachwissen setzen wir jedoch als gegeben voraus (fehlt es, werden Sie bitte auch noch Brandschutzbeauftragter, das geht in 64 Unterrichtseinheiten à 45 Minu-

ten in 8 Tagen). Das nötige Wissen zur Thematik Explosionsschutz werden wir Ihnen vermitteln und Sie stellen dabei fest, dass das kein Buch mit sieben Siegeln ist, sondern logisch und nachvollziehbar aufgebaut ist. Freuen Sie sich auf die Aufgaben!

München und Aachen, im März 2022

Wolfgang J. Friedl
Thomas Keckstein

Einführende Worte

Um ein gutes Explosionsschutzdokument zu erstellen, braucht man vier Dinge: zum einen das umfangreiche Fachwissen aus Vorgaben wie den vielen und unterschiedlichen Technischen Regeln, zum anderen eine Idee, wie die Gliederung aussieht. Drittens ist es wichtig, dass man aktiv wird und sich auch schriftlich gut artikulieren kann. Und viertens ist es wichtig, Prioritäten und Wirksamkeiten von unterschiedlichen Maßnahmen zu erkennen. Diese Befähigungen und dieses Fachwissen kann man nicht von heute auf morgen bekommen oder durch das alleinige Lesen eines Buchs oder einiger Technischen Regeln – vielmehr kommt es über Monate und Jahre, durch Zusammenarbeit mit fähigen Kollegen, dem Lesen von einschlägigen Zeitschriften, Recherche im Internet und eigener Berufserfahrung. Und natürlich grundlegend durch eine entsprechende Berufsausbildung wie z. B. ein einschlägiges Studium in diese Richtung.

Das Arbeitsschutzgesetz fordert im § 5 die Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen für die mit der Arbeit verbundenen Gefährdung; das hat erst mal überhaupt nichts mit Brandschutz oder gar Explosionsschutz zu tun und ist auch unabhängig von der Art der vorzunehmenden Tätigkeiten. Immer wenn Stoffe gehandhabt werden, die fähig sind zusammen mit Luft ein explosionsfähiges Gemisch zu bilden ist das Explosionsschutzdokument ein Teil davon. Auch in der Gefahrstoff-Verordnung wird im § 6, Absatz 4 gefordert, dass durch den Arbeitgeber zu ermitteln ist, ob die Stoffe, Gemische und Erzeugnisse auf Grund ihrer Eigenschaften und der Art und Weise, wie sie am Arbeitsplatz vorhanden sind oder verwendet werden, explosionsfähige Gemische bilden können. Ist dies der Fall muss ein Explosionsschutzdokument entsprechend § 6 Absatz 9 erstellt werden. Tiefe, Art und Form (also Gliederung) sind jedoch nicht vorgegeben. Wir empfehlen, ein optimales und nicht maximales Explosionsschutzdokument zu erstellen, Qualität und Brauchbarkeit (Anwendbarkeit) gehen natürlich vor Quantität.

Man sieht also, dass praktisch jedes Unternehmen ein solches Dokument benötigt und das gilt schon bei 5 Liter Benzin für den Rasenmäher oder 1 Liter Spiritus zum Reinigen der Fenster. Das Explosionsschutzdokument ist demnach immer etwas sehr Individuelles, in dem sich die tatsächlichen, individuellen betrieblichen Gegebenheiten wiederfinden müssen; dazu zählen auch Ort und Lage, aber auch Ausbildungsstand, Art und Anzahl der vor Ort vorhandenen Personen.

Explosionen treten dann auf, wenn man brennbare Gase, Dämpfe, Nebel bzw. Aerosole oder fein verteilte brennbare Stäube mit Luft oder Sauerstoff im richtigen Konzentrationsverhältnis zueinander vermischt und eine ausreichend große Zündquelle hat. Somit ist klar, wie Explosionsschutz funktioniert, man muss „nur“ eine einzige dieser vier nachfolgend aufgeführten Maßnahmen sicherstellen:

- Keine brennbaren Stoffe in Form von Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben entstehen lassen oder freisetzen.
- Keinen Sauerstoff bzw. keine Luft oberhalb der Sauerstoffgrenzkonzentration entstehen lassen.
- Keine Durchmischung des möglicherweise explosionsfähigen Stoffs mit Sauerstoff/Luft zulassen.
- Keine möglicherweise wirksame Zündquelle an dieser Stelle zu dieser Zeit entstehen zu lassen.

Dass das in der Praxis nicht so einfach ist wie es in der Theorie zu Papier gebracht wird, ist klar. Dennoch reicht es auch, einen oder zur Sicherheit auch zwei dieser Punkte zu vermeiden, etwa durch Erdung und Inertisierung oder Trennung und Absaugung.

Wir haben uns bei der Zusammenstellung dieses Buchs die größtmögliche Mühe gegeben. Dennoch können wir nicht garantieren, dass a) alles erfasst und richtig und b) keine falschen Zahlen abgedruckt wurden, Kommas falsch gesetzt sind oder Zahlendreher entstanden sind. Deshalb bitten wir die Explosionsschutz-Konzeptersteller, immer an die aktuellen Original-Informationsquellen heran zu treten; vergessen Sie nie, dass Sie allein, also persönlich für die Korrektheit Ihres Dokuments die Verantwortung tragen. Und wer von der Thematik bis heute keinerlei Informationen erhalten, hat, der wird mit diesem Buch mehr als ein Grundwissen bekommen – das allein reicht aber verständlicherweise noch lange nicht, um komplexe, gute und allumfassende Explosionsschutzdokumente für beispielsweise einen Chemiekonzern zu erstellen.

Wir empfehlen, dieses Buch in Ruhe und komplett durchzulesen; dass sich in einigen Regeln Dinge wiederholen, ist auch hier bewusst so wiedergegeben worden. Zum einen sind manche Dinge eben von größerer Bedeutung und zum anderen ist eine kurze Wiederholung oder auch Betrachtung aus einem anderen Winkel oder Erläuterung mit etwas anderen Worten durchaus zielführend – so bleiben nämlich viele Informationen deutlich besser hängen. Nach dem Konsum des Buchs empfiehlt es sich, die jeweils relevanten Technischen Regeln in der aktuellen Fassung aus dem Netz herunter zu laden, um sie komplett und eigenverantwortlich zu lesen – denn hier im Buch sind aus den Technischen Regeln lediglich einige wenige (aber relevante) Punkte heraus geholt worden und weitere, vertiefte Informationen sind zum Erstellen eines guten Explosionsschutzdokuments ggf. nötig.

Alle Zahlen, Informationen, Formeln und sonstige Verweise sind nicht rechtsverbindlich. Es ist zur eigenen Absicherung dringend erforderlich, Originalquellen zu konsultieren und von dort die Informationen zu holen und zu überprüfen. Dies auch deshalb, weil sich Vorgaben in unregelmäßigen Abständen verändern.

Die Autoren

Der Münchner Dr.-Ing. Wolfgang J. Friedl studierte Brand- und Arbeitsschutz in Wuppertal; anschließend arbeitete er an der Westküste in den USA bei einem deutschen Chemiekonzern, um dann 10 Jahre bei den beiden weltgrößten Industrierversicherungen als Schadens- und Beratungsingenieur Unternehmen vor Bränden und Explosionen zu bewahren. Seit 1997 arbeitet er im eigenen Ingenieurbüro für Sicherheitstechnik von München aus für seine Klienten deutschland-, europa- und weltweit. Dr. Friedl ist mit über 35 Buchpublikationen, weit über 1.000 Zeitschriftenbeiträgen und vielen Seminaren und Kongressen einer der bekanntesten Brandschutzexperten deutschlandweit.

Dipl.-Ing. Thomas Keckstein studierte zeitgleich mit Dr. Friedl Explosions- und Brandschutz in Wuppertal. Schon früh spezialisierte er sich auf die ganzheitliche Erstellung von komplexen Explosionsschutzdokumenten für Unternehmen aus den verschiedensten Branchen in ganz Deutschland. Auch er war zunächst als Angestellter in einem auf Sicherheitstechnik spezialisierten Unternehmen tätig und ist heute freiberuflich als Gesellschafter der UNEDA GbR in Jülich. Thomas Keckstein ist bekanntgebener Sachverständiger im Sinne von § 29a BImSchG, u. a. für Fragen des Brand- und Explosionsschutzes und er zählt zu den Explosionsschutzexperten in Deutschland.

Wolfgang Friedl und Thomas Keckstein sind seit Studienzeiten gute und enge Freunde und sie arbeiten auch beruflich viel und gut zusammen; so war es nur eine Frage der Zeit, wann der bücherschreibende Dr. Friedl den großen und fähigen Explosionsschutzexperten Keckstein dazu bringen konnte, eine gemeinsame Publikation anzugehen.

Einleitung: Ihre Motivation

Motivation bedeutet, die Gesamtheit aller Beweggründe, die zu einer Handlungswilligkeit führen und das endet in einer intellektuellen, körperlichen oder sportlichen Aktivität – also ein Streben des Menschen nach einem wünschenswerten Ziel. Wir haben ein Ziel und die Umsetzung eines Ziels nennt man Kompetenz. Wir müssen also kompetent werden: bereit, willig und fähig, bestimmte Ziele anzugehen in unserem privaten und beruflichen Leben wie z. B.:

Berufliche Ziele	Private Ziele
<ul style="list-style-type: none"> – Berufsausbildung abschließen – Meistertitel – Studium absolvieren – Brandschutzbeauftragter – Fachkraft für Arbeitsschutz – Führungskraft werden – Geschäftsführer werden – selbständig/freiberuflich arbeiten – Feuerwehrmann werden – politische Erfolge erreichen – u. v. a. m. 	<ul style="list-style-type: none"> – Gesundheit – Partner/in – Kinder – Eigenheim – Urlaube – Freunde, soziale Kontakte – sexuell erfülltes Leben – korrekter Umgang mit Alkohol – Luxusartikel besitzen/konsumieren – sportliche eigene Erfolge – u. v. a. m.

Sie haben sich dieses Buch freiwillig besorgt und lesen es auch so. Also ist die Motivation schon gegeben, daran müssen wir nicht mehr arbeiten. Und Sie haben sich für einen der sozialen Berufe im Leben entschieden, das gefällt uns beiden Autoren, die ja auch diesen Weg gegangen sind, natürlich sowieso gut! Nun unterstellen wir, dass sie Fachkraft für Arbeitssicherheit oder Brandschutzbeauftragter sind und so ziemlich im Regen stehen mit dem vom Chef vorgegebenen Ziel, ein Explosionsschutzdokument zu erstellen. Doch im Grundkurs für Brandschutzbeauftragte haben Sie vielleicht 10 Minuten etwas über Explosionsschutz gehört und das waren zwar wichtige, aber rudimentäre Bruchstücke – auf die Sie jetzt kein Explosionsschutzdokument aufbauen können und wollen: Zu groß ist die Gefahr, dass etwas schief geht, und Ihnen fehlt natürlich die Sattelfestigkeit. Schließlich machen Sie das zum ersten Mal und haben noch keine Muskeln an dem Gerippe, das sich „Explosionsschutz“ nennt.

Sie haben also das Ziel, im EX-Schutz Fuß zu fassen und wenn Sie die Seiten dieses Buchs hinter sich haben, dann haben Sie nicht nur das Ziel, sondern auch das Rüstzeug. Dann packen Sie das, dann können Sie bestehende EX-Schutzdokumente werten, beurteilen und verbessern und Ihre eigenen Explosionsschutzdokumente verfassen. Da geht es übrigens um Qualität, nicht um Quantität – etwas, was einige unserer Kollegen leider gern verwechseln (ggf. deshalb, um hohe Rechnungen begründen zu können?): Dabei stellt man nämlich nicht selten fest, dass 40 % und mehr Standardtexte sind, die das Konzept aufblähen, ohne Sinn zu machen. In ein Explosionsschutzdokument gehört so wenig wie möglich und so viel wie nötig. Eines aber ist immer erforderlich: Es muss Sinn

Einleitung: Ihre Motivation

machen, alle Bereiche und Stoffe umfassen und konkret zu Handlungen auffordern oder Vorgaben geben.

Explosionsschutz in Kurzform

Wenn von einer Explosion gesprochen wird, so hat ein jeder doch meistens seine ganz eigene Vorstellung was darunter gemeint ist. Jeder kennt von der Berichterstattung aus dem Fernsehen Bombenexplosionen oder Gasexplosionen bei undicht gewordenen Erdgasleitungen bzw. Heizungsanlagen. Oft wird auch das spontane Versagen von Behältern u. ä. infolge Überdruckes (wenn der Behälter auseinanderfliegt) als „Explosion“ bezeichnet. Manchmal kommt es auch vor, dass die Ehefrau oder Freundin „explodiert“ wenn sie Dinge erfährt, die besser unbekannt geblieben worden wären (oder auch der Ehemann/Freund!).

Wenn in diesem Buch von einer Explosion gesprochen wird, so ist damit eine plötzliche Oxidationsreaktion mit Anstieg der Temperatur, des Druckes oder beidem gleichzeitig gemeint.

Eine Explosion kann eintreten, wenn sich brennbare Stäube, Gase oder Dämpfe/Nebel mit Luft oder Sauerstoff vermischen und eine ausreichende Zündquelle (z.B. elektrischer Funken, heiße Oberfläche usw.) hinzukommt. Nicht jedes Brennstoff/-Luft-Gemisch ist dabei aber explosionsfähig. Es kommt auf die Konzentration des Brennstoffs in der Luft (Sauerstoff) an. Dieses „Konzentrationsfenster“ wird für die brennbaren Stoffe dargestellt durch die Angabe der unteren Explosionsgrenze (UEG) und der oberen Explosionsgrenze (OEG). Unterhalb der unteren Explosionsgrenze können keine Explosion stattfinden, weil das Gemisch zu mager ist und auch oberhalb der oberen Explosionsgrenze nicht, weil das Gemisch zu fett für eine Explosion ist – egal wie hoch die Zündenergie auch sein mag. Eine gewünschte und gewollte Explosion ist etwas wirklich Beeindruckendes: Sehr viel Energie wird in sehr kurzer Zeit freigesetzt und man kann die zerstörende Wirkung, etwa die Sprengung eines alten Gebäudes, aus sicherer Distanz beobachten. Praktisch alles fein zerriebene organische Material kann ein explosionsfähiges Gemisch bilden. Selbst scheinbar nicht-brennbare Stoffe können unter ungünstigen Randbedingungen wie z.B. ausreichende Durchmischung mit Sauerstoff abbrennen. Eisen glüht bei Temperaturaufnahme, es explodiert aber nicht. Stahlwolle indes brennt mit deutlich mehr als 500 °C und Stahlstäube können ein explosionsfähiges Gemisch bilden. Das mag man ja noch bei anderen Metallen (Aluminium, Lithium, Magnesium) einsehen, weil diese auch brennen können, aber bei einem nichtbrennbaren Metall?

Man stelle sich eine Verpuffung von vielleicht 5 g Benzin oder 25 g organischer Staub vor, das wird eine eher harmlose Raumexplosion (Verpuffung) sein. Doch die Folgewirkungen (Erschrecken, Fehlhandlung, Aufwirbelung weiterer Stäube usw.) könnten, je nach Standort und gerade durchgeführter Aktivität, ein erschreckendes Ausmaß annehmen.

Man spricht heute davon, dass in größeren Räumen bereits 10 Liter einer zusammenhängenden explosionsfähigen Gemischwolke gefährlich werden können bzw. 1/10.000 Volumen eines Raums (also 8 l bei 80 m³). Eine am Boden großflächig verteilte Staubschicht von 1 mm (brennbarer Staub) im Raum erzeugt bereits lediglich bei deren Aufwirbelung eine gefährliche ex-fähige Atmosphäre (g. e. A.).

Für jeden Ort/Bereich an dem brennbare Stoffe gelagert oder gehandhabt bzw. eingesetzt werden ist zu prüfen, ob sich generell und unter welchen Bedingungen ein explosionsfähiges Gemisch bilden kann. Ergibt die Prüfung, dass die Bildungsvoraussetzungen gegeben sind, muss dieser Ort/Bereich in eine Ex-Zone eingruppiert werden. Die Eingruppierung erfolgt dabei entsprechend der der Wahrscheinlichkeit/Häufigkeit des Auftretens der explosionsfähigen Gemische. Explosionsfähige Gemische durch Gase, Dämpfe oder Nebel werden in die Zonen 0, 1 bzw. 2 und durch Stäube in die Zonen 20, 21 bzw. 22 eingeteilt, siehe Tabelle 1.

Zur Definition der in der Zonenklassifizierung verwendeten Begriffe „langzeitig“, „häufig“, „gelegentlich“, und „kurzzeitig“ wird auf die auf der fünften Fachtagung „Maßnahmen des Brand- und Explosionsschutzes – Mittel zur Anlagen- und Arbeitssicherheit“ in Merseburg vorgestellte Tabelle verwiesen, die sinngemäß auch auf die Zonen 20 bis 22 übertragen werden kann (Quelle: Mitteilung Nr. 1/2003 Gefährdungsbeurteilung Explosionsschutz und Explosionsschutzdokument, Freistaat Sachsen).

Tab. 1: Ex-Schutz Zonen

Zone durch Stäube Gase, Dämpfe, Nebel	Zone durch Stäube	Intervall des Auftretens der Gemische (jährlich)	Intervall des Auftretens der Gemische (differenziert)	Verweilzeit der Gemische
0	20	höher als bei Zone 1/21, z. B. über 1.000 mal	höher als bei Zone 1/21, z. B. über 3 mal/Tag	Zone 1/21
1	21	≥ 10 mal; < 1.000 mal	≥ 1 mal/Monat; < 3 mal/Tag	länger als 30 min, bis 10 Stunden
2	22	≥ 1 mal; < 10 mal	≥ 1 mal/Jahr; < 1 mal/Monat	kürzer als 30 min

Die nach § 3 der Betriebssicherheitsverordnung sowie § 6 Abs. 4 der Gefahrstoffverordnung erforderliche Gefährdungsbeurteilung ergibt, ob man ein Explosionsschutzdokument benötigt wird. Zu dessen Erstellung liest man primär mal die Betriebssicherheitsverordnung, die Gefahrstoffverordnung die TRGS 720 sowie die DGUV Information 213-106. Dann ermittelt man die Stoffe, die in der Lage sind zusammen mit Luft eine explosionsfähige Atmosphäre zu bilden. Dies ist generell bei organischen Stäuben gegeben. Bei normal zündempfindlichen Stäuben sagt man pauschal, dass beim Über-/Unterschreiten einer Korngröße von 500 µm (d. h. 0,5 mm) keine bzw. eine Gefahr der Bildung eines explosionsfähigen Gemisches mit Luft besteht. Bei Gasen und Dämpfen ist das so pauschal

nicht anzugeben. Das hängt ab von den Stoffeigenschaften (z. B. Flammpunkt, UEG/OEG, Sauerstoffgrenzkonzentration), dem Aggregatzustand sowie den physikalischen Randbedingungen (Temperatur, Luftfeuchte, Druck, Sauerstoffkonzentration).

Die ermittelten Stoffe werden hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit und der Dauer der Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre bewertet und die Orte, an denen diese vorkommen kann in Zonen eingeteilt sowie die möglichen Zündquellen in diesen Zonen analysiert.

Daraus werden die anlagentechnischen, baulichen und organisatorischen sowie personenbezogenen Schutzmaßnahmen abgeleitet um die Bildung bzw. Zündung einer explosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern.

Die Substituierung von brennbaren Stoffen sowie die Verhinderung/Minimierung deren Freisetzung sind die beiden immer anzustrebenden primären Zustände (neben dem sekundären Ziel, die Zündung einer doch gebildeten, explosionsfähigen Atmosphäre zu verhindern). Manche Stoffe kann man substituieren (vgl. TRGS 500), andere Minimieren oder durch Absaugen oder Verdünnen von ex-fähigen Gemischen (Sicherstellung z. B. durch Messungen) auf der sicheren Seite liegen. – Oder man inertisiert, d. h. man verdrängt den oxidierenden Stoff Sauerstoff im Anlagenteil durch das Einbringen von Stickstoff, Kohlenstoffdioxid, Edelgase, Wasserdampf oder besondere Pulver, denn dann kann es nicht zu einer Explosion kommen.

Bei einer Explosionsgefährdung durch Stäube kann man durch regelmäßige Kontrollen und Reinigungen (Reinigungsplan) sowie dem Einsatz von qualifiziertem, gut ausgebildetem und sensibilisiertem Personal schon sehr viel erreichen.

Das Explosionsschutzdokument fasst die Ermittlung und Bewertung der Explosionsgefahren zusammen. Ziel ist es durch die getroffenen Maßnahmen zur Verhinderung der Bildung oder der Zündung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre die Möglichkeit einer Explosion auszuschließen bzw. – wenn dies nicht möglich ist – die Auswirkungen einer Explosion auf ein Minimum zu begrenzen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort: Intention des Buchs	5
Einführende Worte	7
Die Autoren	9
Einleitung: Ihre Motivation	11
Explosionsschutz in Kurzform	13
Begriffe und Definitionen	21
1 Qualifizierung	33
1.1 Brandschutzhelfer und Brandschutzbeauftragte	34
1.2 EX-Schutz-Konzeptersteller	35
1.3 EX-Schutz-Dokumentationsersteller	35
2 Grund- und Aufbauwissen zum Explosionsschutz	37
2.1 Abgrenzung Brandschutz zum Explosionsschutz	37
2.2 Brennbare Stoffe (Flüssigkeiten/Dämpfe, Nebel, Gas, Aerosole und Stäube)	38
2.3 Explosionsschutzrelevante Kenndaten von Stoffen/Stoffgemischen	42
2.4 Vermeiden der Bildung einer ex-fähigen Atmosphäre (primärer Explosionsschutz)	43
2.5 Vermeiden der Zündung einer ex-fähigen Atmosphäre (sekundärer Explosionsschutz)	45
2.6 Maßnahmen zur Begrenzung von Explosionsauswirkungen (tertiärer Explosionsschutz)	53
2.7 Spezielle Gefahren bei der Handhabung von Holzstaub	54
2.8 Auswahl der Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen	58
2.9 Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen	60
3 Wichtig: technische Regeln zum EX-Schutz	65
3.1 TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“	65
3.2 TRGS 509 „Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern“	68
3.3 TRGS 510 „Lagern von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“	72
3.4 TRGS 720 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Allgemeines“	81
3.5 TRGS 721 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Beurteilung der Explosionsgefährdung“	83
3.6 TRGS 722 „Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Gemische“	85

3.7	TRGS 723 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Vermeidung der Entzündung“	91
3.8	TRGS 724 „Gefährliche explosionsfähige Gemische – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes“	97
3.9	TRGS 725 „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen“	99
3.10	TRGS 727 „Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung“	106
3.11	TRGS 751 (TRBS 3151) „Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen und Gasfüllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen“	112
3.12	DGUV Regel 109-606 „Branche Tischler- und Schreinerhandwerk“	114
3.13	DGUV Regel 113-001 „Explosionsschutz-Regeln (EX-RL)“	115
3.14	DGUV Information 209-046 „Lackierräume und -einrichtungen für flüssige Beschichtungsstoffe“	116
3.15	DGUV Information 213-106 „Explosionsschutzdokument“	124
4	Unterstützung durch andere Institutionen	131
4.1	Berufsgenossenschaften	131
4.2	Versicherungen	132
4.3	Hersteller und Inverkehrbringer	132
5	Hilfestellungen	135
5.1	Internet	135
5.2	Fachliteratur, Artikel in Fachzeitschriften	136
5.3	Interne und externe Kollegen	136
5.4	Seminare	136
6	Beispiele von Explosionsschutzdokumenten	137
6.1	Beispiel 1: Herstellung von Kunststoffteilen	139
	1 Vorbemerkungen	140
	2 Grundlegende Angaben	141
	3 Angewandte(s) Verfahren – für den Explosionsschutz wesentliche Verfahrensparameter einschließlich der Angaben über eingesetzte/entstehende Stoffe	142
	4 Gefährdungsermittlung und -bewertung	144
	5 Bewertung des Gefährdungspotentials	154
	6 Verweise	154
	Anhänge	154
6.2	Beispiel 2: Tanklager im Freien für brennbare Flüssigkeiten	155
	1 Vorbemerkungen	156
	2 Grundlegende Angaben	156
	3 Kurzbeschreibung der speziellen baulichen und anlagentechnischen Gegebenheiten	156
	4 Angewandte(s) Verfahren	157

5 Gefährdungsermittlung und -bewertung	<u>158</u>
6 Schutzmaßnahmen	<u>162</u>
7 Verweise	<u>163</u>
Anhänge	<u>164</u>
6.3 Beispiel 3: Aktivkohlelagerung	<u>185</u>
1 Vorbemerkungen	<u>186</u>
2 Grundlegende Angaben	<u>187</u>
3 Kurzbeschreibung der baulichen und anlagentechnischen Gegebenheiten	<u>187</u>
4 Angewandte(s) Verfahren	<u>188</u>
5 Gefährdungsermittlung und -bewertung	<u>190</u>
6 Bewertung des Gefährdungspotentials	<u>204</u>
7 Kennzeichnung der Zugänge zu explosionsgefährdeten Bereichen	<u>204</u>
8 Verweise	<u>205</u>
6.4 Beispiel 4: Herstellung von chemischen Produkten im Labormaßstab	<u>205</u>
1 Vorbemerkungen	<u>206</u>
2 Grundlegende Angaben	<u>207</u>
3 Angewandte(s) Verfahren – für den Explosionsschutz wesentliche Verfahrensparameter einschließlich der Angaben über eingesetzte/entstehende Stoffe	<u>208</u>
4 Gefährdungsermittlung und -bewertung	<u>211</u>
5 Bewertung des Gefährdungspotentials	<u>223</u>
6 Verweise	<u>224</u>
7 Literaturquellen	<u>224</u>
7 Schlussworte	<u>227</u>
Abkürzungen	<u>229</u>
Anhang: Auflistung wichtiger gesetzlicher und berufsgenossen- schaftlicher Vorgaben zum Explosionsschutz	<u>231</u>

Begriffe und Definitionen

Arbeitsplatzgrenzwert (AGW): Der Arbeitsplatzgrenzwert ist die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffs in der Luft am Arbeitsplatz, bei der eine akute oder chronische Schädigung der Gesundheit der Beschäftigten nach dem heutigen Stand der Wissenschaft nicht zu erwarten ist.

Atmosphärische Bedingungen: Temperatur zwischen $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, Luftdruck von 0,8 bis 1,1 bar und ca. 21 Vol.-% Sauerstoffkonzentration. Weicht nur eine dieser drei Kenngrößen nach unten oder oben ab, kommt es zu Abweichungen der sicherheitstechnischen Kenngrößen (z. B. in Reaktoren).

Brand: Als Brand gilt ein mit einer Lichterscheinung verbundener Verbrennungsvorgang, der ungewollt entstanden ist, oder der seinen bestimmungsgemäßen Herd verlassen hat und sich selbständig ausbreiten kann. Für das Entstehen eines Brands müssen drei Dinge zeit- und ortgleich vorhanden sein: Brennbarer Stoff, Sauerstoff/Luft und eine ausreichend starke Zündquelle.

Brennbarer Stoff: Das ist ein Gas, Dampf, eine Flüssigkeit, ein Feststoff oder Gemische davon und bei Entzündung passiert eine exotherme Reaktion mit Luft.

Brennpunkt: Das ist die niedrigste Temperatur einer Flüssigkeit, bei der sich unter bestimmten Bedingungen aus der Flüssigkeit Dämpfe in solchen Mengen entwickeln, dass sie fähig sind, ein entflammbares Gemisch zu bilden. Es entstehen so viele Dämpfe, dass die Flamme bestehen bleibt (vgl. auch Flammpunkt) und aufgrund der Temperaturzunahme der Flüssigkeit durch die Flamme auch größer wird.

Brennzahl: Die Brennzahl (BZ) ist ein Kriterium für die Ausbreitung eines Brands in abgelagerten Stäuben. Sie ist in Stufen von 1 bis 6 eingeteilt: BZ 1 (keine Entzündung); BZ 2 (kurzes Entzünden, schnelles Erlöschen); BZ 3 (örtlich begrenztes Verbrennen, nahezu ohne Ausbreitung); BZ 4 (Glimmen oder Schwelen oder langsames Zersetzen ohne Flammen); BZ 5 (langsame Verbrennung mit Flammen oder Funken); BZ 6 (sehr schnelle Verbrennung mit Flammen oder sehr schnelles Zersetzen).

Büschelentladungen: Sie können vorkommen, wenn sich ein geerdeter Leiter zu einem geladenen, isolierten Gegenstand hinbewegt – etwa, wenn sich eine Person auf eine Kunststoffoberfläche nähert. Sie sind kürzer als Koronaentladungen, meist sichtbar und hörbar und sie können brennbare Gase und Dämpfe entzünden. Die DIN EN 1127-1:2011 geht davon aus, dass Staub-Luft-Gemische dadurch nicht entzündet werden können, eine Entzündung von extrem feinen und damit zündfähigen Stäuben ist jedoch nicht immer sicher auszuschließen. Mit der Entzündung von Gas/Luft-Gemischen oder Dampf/Luft-Gemischen muss jedoch gerechnet werden.

Dampfdruck: Druck des gesättigten Dampfes, der sich in einem geschlossenen Gefäß im Gleichgewicht mit seiner flüssigen oder festen Phase befindet.

Deflagration: Die Deflagration ist eine Explosion, die sich mit Unterschallgeschwindigkeit fortpflanzt.

Detonation: Die Detonation ist eine Explosion, die sich mit Überschallgeschwindigkeit fortpflanzt, sie ist gekennzeichnet durch eine Stoßwelle.

Dichteverhältnis: Das Dichteverhältnis ist eine Verhältniszahl zu Luft; diese Zahl gibt die Dichte eines Dampfes oder Gases bezogen auf die Dichte von Luft des gleichen Zustands an: 1 bedeutet identisch mit Luft, darüber (> 1) bedeutet schwerer und darunter (< 1) bedeutet leichter als Luft.

Entkopplungseinrichtungen: Das ist die Gesamtheit von Einrichtungen zur Realisierung einer explosionstechnischen Entkopplung wie mechanische Schnellabsperren, Löschen von Flammen in engen Spalten oder durch Löschmitteleintrag, Aufhalten von Flammen durch hohe Gegenströmung, Tauchung oder Schleusen.

Explosion: Das ist eine plötzliche Oxidationsreaktion mit Anstieg der Temperatur, des Drucks oder beidem gleichzeitig. Ein fein verteilte Gemisch eines brennbaren Stoffs (Stäube, Aerosole, Dämpfe, Gase) mit Luft/Sauerstoff wird durch eine ausreichend hohe Zündquelle entzündet mit dem Resultat einer plötzlichen und sehr schnell ablaufenden Verbrennung (Oxidations- oder Zerfallreaktion) des gesamten Gemisches mit starker Druck- und Temperaturerhöhung in kurzer Zeit. Die Explosion unterscheidet sich von einem Brand durch die mit sehr großer Geschwindigkeit ablaufenden Verbrennung, bei der plötzlich eine erhebliche Wärmemenge frei wird und ein starker Druckerhöhung auftritt.

Explosionsbereich: Der Explosionsbereich ist der Bereich der Konzentration (Stoffmengenanteil) eines brennbaren Stoffs in Luft, in dem eine Explosion auftreten kann.

Explosionsdruckfeste Bauweise: Die explosionsdruckfeste Bauweise bedeutet, dass Anlagen einer Explosion im Inneren ohne aufzureißen standhalten und sich auch nicht bleibend verformen.

Explosionsdruckentlastung: Bei Explosionen im Inneren von Anlagen werden definierte Öffnungen freigegeben, damit die Anlage bzw. dieser Teil der Anlage nicht über seine maximale Auslegung hin belastet wird.

Explosionsdruckentlastungseinrichtungen: Das sind z. B. Berstscheiben, Explosionsklappen oder ständige Öffnungen (aber keine Sicherheitsventile), die der Explosionsdruckentlastung dienen.

Explosionsdruckstoßfeste Bauweise: Die explosionsdruckstoßfeste Bauweise bedeutet, dass Anlagen einer Explosion im Inneren ohne aufzureißen standhalten, aber sich bleibend verformen können.

Explosionsfähiges Gemisch: Die Gefahrstoffverordnung bezeichnet ein explosionsfähiges Gemisch als ein Gemisch aus brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln

oder aufgewirbelten Stäuben und Luft oder einem anderen Oxidationsmittel, das nach Wirksamwerden einer Zündquelle in einer sich selbsttätig fortpflanzenden Flammenausbreitung reagiert, sodass im Allgemeinen ein sprunghafter Temperatur- und Druckanstieg hervorgerufen wird. Explosionsfähige Gemische unter nicht atmosphärischen Bedingungen treten vorwiegend in geschlossenen Apparaturen auf.

Explosionsfähige Atmosphäre: Die explosionsfähige Atmosphäre ist ein Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben unter atmosphärischen Bedingungen (0,8–1,1 bar und –20 bis +60 °C), in dem sich ein Verbrennungsvorgang nach erfolgter Zündung auf das gesamte unverbrannte Gemisch überträgt.

Explosionsfähigkeit (Stäube): Staubexplosionsfähigkeit ist dann gegeben, wenn sich in einem Staub/Luft-Gemisch nach dem Entzünden eine Flamme ausbreitet, die im geschlossenen Behälter mit Temperatur- und Drucksteigerung verbunden ist.

Explosionsfeste Bauweise: Die explosionsfeste Bauweise bedeutet, dass eine Anlage den maximalen Explosionsdruck im Inneren aushält, ohne dadurch beschädigt zu werden.

Explosionsdruck (p_{ex}): Der Explosionsdruck (p_{ex}) ist der unter festgelegten Versuchsbedingungen ermittelte Druck, der in einem geschlossenen Behälter bei der Explosion einer explosionsfähigen Atmosphäre mit bestimmter Zusammensetzung auftritt. Maximaler Explosionsdruck (p_{max}) ist der höchste ermittelte Explosionsdruck, der bei Änderung der Brennstoffanteile auftritt.

Explosionsgrenzen: Die untere Explosionsgrenze (UEG) bzw. obere Explosionsgrenze (OEG) ist der untere/obere Grenzwert der Konzentration eines brennbaren Stoffs in einem Gemisch von Gasen, Dämpfen, Nebeln und/oder Stäuben in einem Oxidationsmittel (z. B. Luft), in dem sich nach dem Zünden eine von der Zündquelle unabhängige Flamme gerade nicht mehr selbständig fortpflanzen kann. Für Stäube liegen UEG vor, OEG sind meist nicht bekannt.

Explosionsgruppe: Brennbare Gase und Dämpfe werden bezüglich der Wirksamkeit von Zündfunken in Explosionsgruppen aufgeteilt. Kriterien für die Unterteilung sind die Grenzspaltweite und der Mindestzündstrom. Diese werden für verschiedene Gase unter genau definierten Versuchsbedingungen ermittelt. Eine Übersicht über die Explosionsgruppen mit Beispielen von Gasen und Dämpfen zeigt folgende Aufstellung:

- Explosionsgruppe IIA: Aceton, Ethan, Ethylacetat, Ammoniak, Benzol (rein), Essigsäure, Essigsäureanhydrid, Toluol, i-Amylacetat, n-Butan, n-Butylalkohol, Benzine, n-Hexan, Dieselmotorkraftstoff, Acetaldehyd, Phenol
- Explosionsgruppe IIB: Ethylether, Ethylen, Ethylenoxid, Ethylalkohol, Schwefelwasserstoff, Stadtgas (Leuchtgas)
- Explosionsgruppe IIC: Acetylen, Schwefelkohlenstoff, Wasserstoff