

Datenbank GESTIS-STAUB-Ex

– Ermittlung von Kenngrößen explosionsfähiger Stäube durch Recherche

Klaus-Werner Stahmer, Sankt Augustin

Die Ermittlung von sicherheitstechnischen Kenngrößen von Gefahrstoffen ist für die Dokumentation von Gefährdungen im Gefahrstoffrecht von zentraler Bedeutung. Dies gilt insbesondere für die Einschätzung von explosionsfähigen Gemischen. In der GESTIS-STAUB-Ex Datenbank sind die sicherheitstechnischen Kenngrößen von 7.000 brennbaren Stäuben gelistet. Die Daten sind in Deutsch, Englisch und Französisch frei im Internet verfügbar. Für häufig vorkommende industrielle Stäube kann die gezielte Recherche in der Datenbank zu Wertebereichen führen, die eine Laboranalyse ergänzt oder sogar ersetzen könnte. Um dies zu prüfen wurden die im Labor ermittelten Kenngrößen maximaler Explosionsdruck (P_{max}), maximale Druckanstiegsgeschwindigkeit (K_{st} -Wert) und Staubexplosionsklasse von 30 häufig vorkommenden brennbaren Stäuben mit recherchierten Werten aus der Datenbank verglichen. Für Stäube der Staubexplosionsklasse St 1 konnten unter Berücksichtigung der allgemein gültigen Messunsicherheiten sehr gute Übereinstimmungen festgestellt werden. Das Verfahren stößt an seine Grenzen bei nicht explosionsfähigen Stäuben oder bei Stäuben der Staubexplosionsklassen 2 oder 3.

Die Dokumentation von Gefährdungen hat in der deutschen Arbeitsschutzgesetzgebung eine zentrale Bedeutung. Für Gefahrstoffe und hierzu zählen auch explosionsfähige Staub/Luft-Gemische ist dies im §6 der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) beschrieben. Der sogenannte „Rechtsunterworfene“ oder Normadressat ist der Arbeitgeber oder Mitarbeiter mit unternehmerischer Funktion und Aufgabenbereich. Die Initiatoren des Arbeitsprozesses werden durch das Gefahrstoffrecht aufgefordert, rechtlich verantwortlich das Risiko und die Gefährdungen am Arbeitsplatz zu beurteilen. Diese unternehmerische Pflicht ist völlig unabhängig davon, ob übergeordnete behördliche Aufsichtsdienste vor Ort tätig werden oder waren.

Das Explosionsschutzdokument ist eine spezifische Gefährdungsbeurteilung für die Beschreibung von Risiken bei Tätigkeiten mit explosionsfähigen Gemischen. Es unterscheidet sich prinzipiell nicht von den Beurteilungen anderer Gefährdungsarten, außer dass die Bildung eines gefährlichen explosionsfähigen Gemisches (geG) zugelassen werden kann, wenn die Zündwahrscheinlichkeit und damit die Eintrittswahrscheinlich-

keiten von möglichen Störungen abgeschätzt werden. Hierzu kann der Arbeitsbereich in Zonen eingeteilt werden. Die Unfallversicherungsträger haben im Internet zahlreiche Muster und Verfahrenshinweise zusammengestellt, die den Unternehmen helfen, die gesetzlichen Verpflichtungen zu erfüllen. Zusätzlich hilft die Beispielsammlung in der DGUV Regel 113-001 [1] beim schwierigen Kapitel der Zoneinteilung. Ein Explosionsschutzdokument ist auch dann zu erstellen, wenn durch technische Maßnahmen die geG soweit reduziert wird, dass keine Einteilung in Zonen mehr notwendig ist. Im Explosionsschutz werden bei der Beurteilung von Risiken mögliche Störungen der wirksamen technischen Maßnahme mitberücksichtigt.

Die Dokumentation des Explosionsschutzes sollte die folgenden Themen beinhalten:

- Beschreibung der Anlage, Ort, Verantwortlichkeiten
- Sicherheitstechnische Kenngrößen (STK)
- Prozesse (Temperatur, Druck, etc.)
- Beschreibung der Gefährdungen
- Einstufung der Gefährdungen
- Schutzmaßnahmen, Explosionsschutzkonzept

- Hinweise zur Erhaltung der Sicherheit der Anlage (Wartung, Prüfung etc.)

Den meisten Verantwortlichen fällt es leicht, die Anlage und den Prozess einschließlich der personellen Zuständigkeiten zu beschreiben. Diese Daten sind häufig im Rahmen anderer Prozessbeurteilungen bereits erhoben worden. Etwas schwieriger gestaltet sich die Einstufung der Gefährdungen und Risiken. Der Einstieg hierzu erfolgt im Allgemeinen über Gefahrstoff-Informationen der verwendeten oder freigesetzten Stoffe. Für Stäube müssen die Eigenschaften wie Korngröße, Feuchte, Brennbarkeit, Explosionsfähigkeit und die Möglichkeiten der Entzündung bewertet werden. Die GefStoffV und viele andere Veröffentlichungen schlagen an dieser Stelle den Blick in das Sicherheitsdatenblatt vor. Dies ist allerdings nur dann möglich, wenn der Hersteller oder Inverkehrbringer eines staubförmigen Produktes diese Daten ermittelt hat und dem Produkt im Sicherheitsdatenblatt mit auf die Reise gibt. In 90 % der Fälle sind diese Daten unbekannt, weil der Staub erst im Prozess beim Anwender entsteht z. B. in der Holzverarbeitung, beim Schleifen, Schneiden, Strahlen von Metallen oder der Staub wird in einer Zentralabsaugung gesammelt und ist ein

Mehr-Komponenten-System. Hier ist der Anwender aufgefordert, sich die Daten selber zu beschaffen.

Stoffeigenschaften – Grundlage des Explosionsschutzdokumentes

Es gibt in Deutschland ca. ein Dutzend Institute und Labore die Stäube auf Explosionsfähigkeit nach EN/IEC/ISO-Standards untersuchen können. Dabei richtet sich der Untersuchungsumfang nach den geforderten sicherheitstechnischen Kenngrößen in der Gefährdungsbeurteilung. Für die Untersuchung einer Staubprobe müssen ca. 2–3 Laborarbeitstage veranschlagt werden. Der abschließende Analysebericht ermöglicht die Einschätzung der physikalischen und chemischen Risiken des Staubes bzgl. der Explosionsfähigkeit und der möglichen Zündquellen und erleichtert die Gefährdungsbeurteilung und die Planung von Schutzmaßnahmen.

Sicherheitstechnische Kenngrößen – Messunsicherheiten

Selbst die sorgfältigste Laboranalyse eines Staubes ist mit einer Messunsicherheit behaftet, die bei bestimmten Verfahren bis zu 30 % des Messwertes betragen kann. Zusätzlich addieren sich prozessbedingte Schwankungen in der Zusammensetzung oder der Korngrößenverteilung zu einer Gesamtunsicherheit, die im Rahmen der Risikobeurteilung zu berücksichtigen ist. Für einige STK kann der Laborwert mit Hilfe von Sicherheitszuschlägen auf die Anlage übertragen werden. Beispielsweise wird die Grenztemperatur für heiße Oberflächen in Anlagen durch Multiplikation der im Labor bestimmten Mindestzündtemperatur des aufgewirbelten Staubes mit dem Faktor $\frac{2}{3}$ berechnet [2] [3]. Solche sicherheitstechnischen Bewertungen von ermittelten Kenngrößen liegen nicht für alle im Labor ermittelten Daten vor. Insbesondere nicht für den maximalen Explosionsdruck (P_{max}), die Druckanstiegsgeschwindigkeit (K_{st} -Wert) und die untere Explosionsgrenze (UEG). Eine Risikobeurteilung auf der Grundlage eines im Labor ermittelten Wertes ohne Berücksichtigung von möglichen Unsicherheiten, kann unter Umständen zu fahrlässig gefährlichen Einschätzungen führen. Viele Hersteller von Schutzsystemen im Explosionsschutz berücksichtigen die Messunsicherheiten bei der Berechnung der Parameter für die entsprechende Anlage (z. B. Druckentlastungsfläche, Ventilöffnungszeiten).

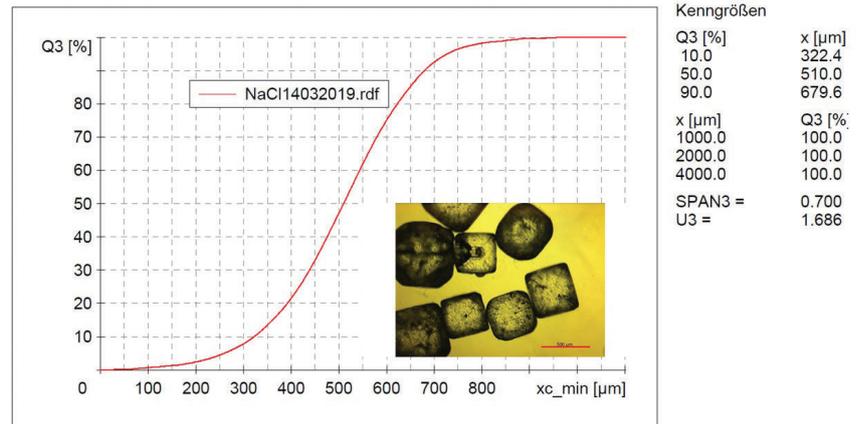


Bild 1 Einfache Abschätzung von Medianwerten. Handelsübliches Tafelsalz als Grobstaub. ¹⁾

¹⁾ Q3 beschreibt die prozentuale Summenhäufigkeit der Korngröße als Funktion der Partikelgröße xc. Der Median der Verteilung liegt bei 50 % der prozentualen Summenverteilung. Der SPAN-Wert gibt die Verteilungsbreite an.

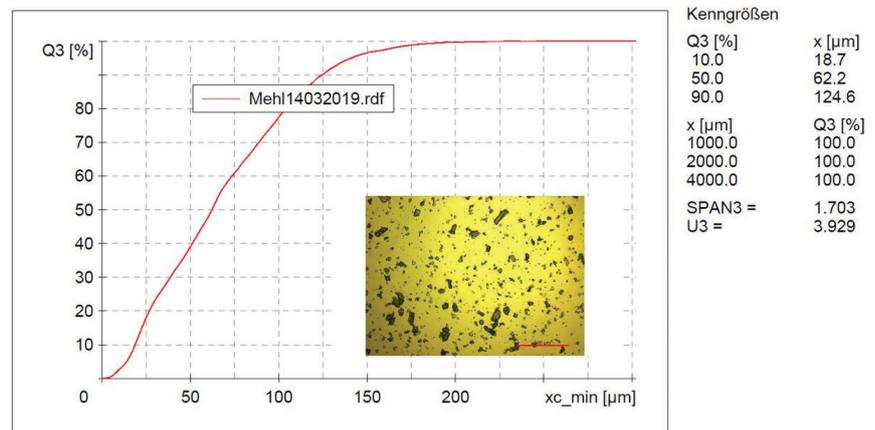


Bild 2 Einfache Abschätzung von Medianwerten. Handelsübliches Weizenmehl Typ 405 als Feinstaub.

Verfahren zur Abschätzung von Wertebereichen für P_{max} und K_{st} durch Recherche in der GESTIS-STAU-Ex Datenbank

Seit den 1980er-Jahren werden im IFA-Exlabor für brennbare Stäube die sicherheitstechnischen Kenngrößen ermittelt und in der GESTIS-STAU-Ex Datenbank veröffentlicht. Mit dem Wissen um Mess- und Bestimmungsunsicherheiten bei der Ermittlung von Kenngrößen wird die Frage interessant, ob eine Recherche in der GESTIS-STAU-Ex Datenbank nicht zu Werten oder Wertebereichen mit vergleichbarer Qualität führen kann. In diesem Zusammenhang muss ermittelt werden, welche Stoffgruppen hierfür geeignet wären, welche Eingangsgrößen notwendig sind und wo die Grenzen der Anwendbarkeit liegen?

Um dieser Frage nachzugehen wurden die Laborergebnisse von 30 brennbaren Stäuben häufig vorkommender Stoffe und Stoffgemische, die in den Jahren 2017 und 2018 im IFA-Ex-Labor untersucht worden sind, mit Recherchedaten aus der GESTIS-STAU-Ex Datenbank [4] verglichen.

Beispiel für häufig vorkommende Stäube:

- Schweißrauche
- Strahlstäube
- Aluminiumstäube
- Nahrungsmittelstäube (Mehl, Milchpulver, Stärke)
- Holz-, Papierstäube
- Kunststoffstäube (PP, PE, PA, PVC etc.)

Die Datenbankrecherche erfolgte nach den folgenden Auswahlkriterien:

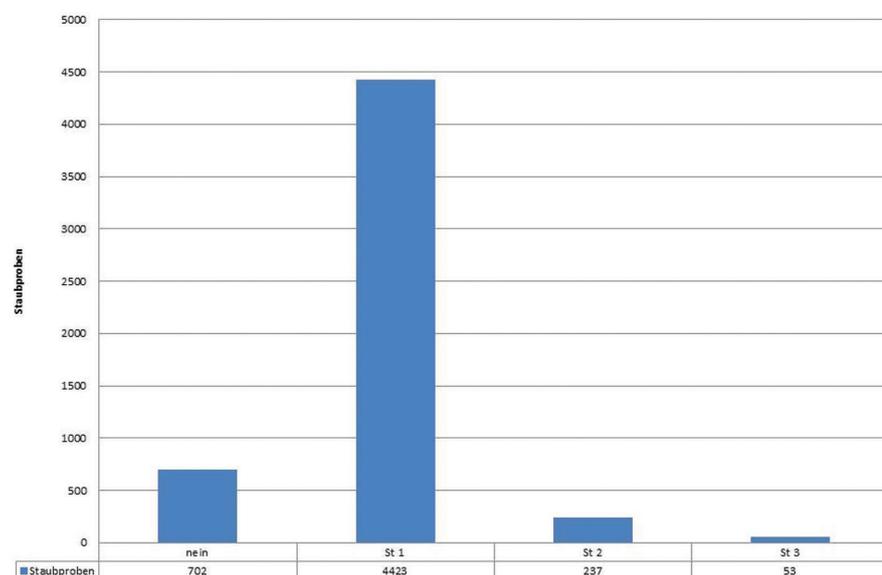
1. Stoffname oder Stoffzusammensetzung (es sollten mindestens 3 vergleichbare Stäube vorliegen)

Tabelle 1 Vergleichende Betrachtung von Datenbankrecherche und Laborwerten (na=nicht auswertbar, n= Zahl der auswertbaren Stäube).

Staub/Verfahren	Suchwörter/Anmerkungen zur Recherche	GESTIS STAUB Ex-Abschätzung					Ergebnis der Laboranalyse					
		Median (abgeschätzt)	n	Pex	Kst	St	BZ	Median (Labor)	Pex	Kst	St	BZ
Aluminium (53–57 %), Aluminiumoxid (28–32%), Zink (13–17 %), Kaltaufspritzen	Aluminium, Lichtbogenspritzten (spezifisch, Laboruntersuchung zu empfehlen) na	< 63 µm	4	11,4–7,5	52–79	1	1–2	22,4	7,7	101	1	
Aluminium, Schleifen	Aluminium, Schleifen	< 63 µm	10	k.E.–6,4	nein–30	nein/1	1–2	205	4	12	1	2
Aluminium/Kunststoff/Holz, Sägen, Abscheider	Aluminium, Holz oder Kunststoff (spezifisch, Laboruntersuchung zu empfehlen) na	250 µm >						984	3,9	10	1	3
Aluminiumspäne, Sägen, Filter	Aluminiumspäne	250 µm >	6	k.E.		nein	1	761	k.E.	nein	nein	1
Dämmstoffmaterial	keine Recherche möglich zu wenig Angaben vom Betrieb na	250 µm >						318	6	25		
Glasfaserverstärkter Kunststoff/Acryl	Glasfaserverstärkter Kunststoff	< 63 µm	6	7–8,5	90–285	1/2	3–5	20	5,9	47	1	5
Glasfaserverstärkter Kunststoff/Acryl, Schleifen	Glasfaserverstärkter Kunststoff	< 63 µm	6	7,0–8,5	90–285	1–2	3–5	27	7,8	154	1	5
Gummischäum, Abgelagerter Staub Halle	Gummi	250 µm >	5	5,5–8,6	50–80	1	5	1763	k.E.	nein	nein	2
Holz, Hobeln/Sägen, Abscheider	Holz	250 µm >	16	k.E.–6,7	nein–36	1	3–5	156	5,5	16	1	2
Kunststoffe, Fräsen, Abscheider	Kunststoff	250 µm >	3	k.E.	nein	nein	3–5	500	k.E.	nein	nein	2
Lack, Schleifen, Abscheider	Lack, Schleifen	<63 µm	8	6–8,7	70–260	1–2	2–5	10	8,3	205	2	5
Maiskolbenschrot, Abscheider	Mais, Maiskeimschrot, Maisschrot	<63 µm	4	k.E.–8,5	0–81	1	3	29	8,1	155	1	4
Papier und Hülsenrest, Schreddern	Papier, Altpapier, Filter (Laboruntersuchung Hartmannrohr)	<63 µm	6	5,1–9,5	20–140	1	4	36			1	4
Papier/ Silikon/ Stärke/Filter	Papier, Papierfasern	500 µm >	6	k.E.–6,0	nein–45	nein/1	5	2800	6,2	30	1	5
Polyamid, Lasern, Staubsammelbehälter Absaugung	Polyamid	< 63 µm	5	6,1–7,3	60–120	1	2–3	32	7,9	122	1	3
Polyethylen (HD PE)/Farbstoffzuschläge/ Schneidmühle/Filter	Polyethylen	250 µm >	6	k.E.–6,2	0–16	nein/1	2–(5)	1300	k.E.		nein	5
Polypropylen/Baumwolle/Polyester/Filter	Polypropylen (Laboruntersuchung Hartmannrohr)	< 63 µm	5	6,5–8,4	90–120	1	3–(5)	75			1	5
Polyurethane/abgelagerter Staub	Polyurethan (Laboruntersuchung Hartmannrohr)	< 63 µm	5	6,1–8,5	30–150	1	2–5	132			1	2
Schleifstäube/Leder/Kork	Leder, Schleifstaub (als Grobstaub nur n = 1 zu wenig Daten) na	250 µm >	1	k.E.	nein	nein	4	348	5,8	26	1	3
Schweißrauch Bau XYZ	keine Recherche möglich zu wenig Angaben vom Betrieb na											
Stahl (Boron), Laserschneiden, Filter	Stahl, Laser (n = 17 davon 14 k.E.)	< 63 µm	17	k.E.–5,0	0–68	nein/1	1–4	8	k.E.	nein	nein	2
Staub aus Extrusionsverfahren/Ummantelung Garn mit Zement	zu spezifisch Laboranalyse zu empfehlen na											
Strahlstaub (Strahlmittel: Glasstrahlperlen), Staubbeutel Absaugung	Strahlstaub, Strahlm.: Glas	< 63 µm	8	k.E.	nein	nein	1–2	43	k.E.	nein	nein	1
Strahlstaub Aluminium (Strahlmittel: Edelstahl), Filter	Strahlstaub, Strahlm.: Polyamid	250 µm >	3	5,6–7,4	40–90	1	2–3	691	5,3	25	1	3
Strahlstaub Aluminium (Strahlmittel: Edelstahl), Filter	Strahlstaub, Aluminium, SM:Edelstahl	< 63 µm	6	k.E.–10,6	0–485	nein–5/3	1–4	38	5,2	68	1	2
Strahlstaub Metall (Stahlmittel: Stahlguss)	Strahlstaub (sehr grob)	250 µm >	4	k.E.	nein	nein	1–2	378	k.E.	nein	nein	1
Strahlstaub Metallstaub, Lackreste (Strahlmittel: Sand)	Strahlstaub Stahl, Lack, Strahlm.: Korund	250 µm >	3	k.E.	nein	nein	1–2	205	k.E.	nein	nein	1
Strahlstaub Normalstahl (Strahlm.: Hartguss Diamant kantig)	Stahlstaub Stahl, Strahlm.: Stahlguss, Hartguss, Stahldraht	250 µm >	3	k.E.	nein	nein	1	342	k.E.	nein	nein	1
Strahlstaub Stahl/Grauguss/Lackreste (Strahlmittel: Korund)/Filter	Strahlstaub, Lack, Strahlm.:Korund,Glas	< 63 µm	7	k.E.	nein	nein	1–2	110	k.E.	nein	nein	1
Weichholz, Breitbandschleifen, Filter	Holz, Schleifen	< 63 µm	5	7,6–9,0	40–130	1	3–5	131	6,7	47	1	5

Tabelle 2 Auswertung der Recherchedaten aus Tabelle 1.

Sicherheitstechnische Kenngröße/ Auswahlkriterium	Übereinstimmung	Bemerkung
Gesamtprobenzahl	30	
nicht auswertbar (na)	6	Zu wenig Vergleichswerte in der Datenbank oder ungenügende Stoffinformationen vom Initiator
Probenzahl für Auswertung	24	
Laborverfahren nur Hartmannrohr	3	Deshalb ist ein Vergleich von P_{ex} und K_{st} -Werten nur für $n = 21$ Stäube möglich
Staubexplosionsklasse	24 (100 %)	
Maximaler Explosionsdruck (P_{ex})	18 (85 %)	3 Recherchewerte größer als Laborwert
Druckanstiegsgeschwindigkeit	17 (81%)	3 Recherchewerte größer als Laborwert, 1 Recherche- wert zu niedrig

**Bild 3** Verteilung der Proben in der GESTIS-STAU-Ex Datenbank auf die Explosionsklassen. (ausgewertet wurden nur Untersuchungen aus der geschlossenen Messapparatur).

- Bei Vielstoffgemischen Beschränkung der Recherche auf 2-3 reaktive Anteile
- Median der Korngrößenverteilung
- Verfahren
- Ort der Probenahme

Das Ziel der Datenbankrecherche ist die schnelle Abschätzung von P_{max} und K_{st} -Werten oder Wertebereichen möglicher explosionsfähiger Stäube, die mit einer bestimmten Häufigkeit in den Betrieben anzutreffen sind. Zusätzlich ist für die Recherche in der Datenbank die Korngröße von Bedeutung. Es macht keinen Sinn sehr feinen Aluminiumstaub aus einem Schleifprozess mit sehr groben Spänen zu vergleichen. Eine einfache Unterscheidung von Feinstaub ($dm < 63\mu m$) und Grobstaub

($dm > 250\mu m$) können die meisten Betreiber von Anlagen selber leicht vornehmen. In **Bild 1** wurde als Beispiel für einen bekannten Grobstaub die Korngrößenverteilung als Summenverteilung für handelsübliches Kochsalz dargestellt und in **Bild 2** als Beispiel für einen sehr feinen Staub handelsübliches Mehl (Typ 405). Feine Stäube sedimentieren langsamer und finden sich häufig weit entfernt von der Entstehungsstelle. Sie entstehen in thermischen oder schnellen mechanischen Prozessen. Die Zahl der Recherche-Proben nach Eingrenzung über Stoffzusammensetzung und Median sollte mindestens $n = 3$ betragen. Nach der Ermittlung eines Wertebereiches wurden die Werte mit der Laboranalyse

verglichen (**Tabelle 1**). Teilweise sind in der Datenbank weitere Kriterien zur Selektion wie z. B. Ort der Probenahme oder das Verfahren (z. B. Strahlstäube, Schweißrauch) genannt, die eine gezielte Recherche erleichtern.

Auswertung GESTIS-STAU-Ex Recherche

Auf Basis des Stoffnamens, einer einfachen Korngrößenabschätzung und falls vorhanden, des Verfahrens, wurde die Staubexplosionsklasse, der maximale Explosionsdruck (P_{ex}) und die Druckanstiegsgeschwindigkeit (K_{st} -Wert) abgeschätzt und anschließend in einem zweiten Schritt mit den Laborwerten verglichen.

Bei 6 Proben ergab sich nach visueller Medianabschätzung und Recherche in der Datenbank, dass das Auswertekollektiv zu klein ist oder dass die Materialangaben in der Staubkennzeichnung vom Initiator der Analyse zu wenig aussagekräftig war ($na =$ nicht auswertbar, Tab. 1). Bei zwei von den nicht auswertbaren Stäuben sind trotzdem als Anhaltspunkt die ermittelten Wertebereiche bestimmt worden.

Bei 3 Stäuben waren als Laboruntersuchung vom Initiator nur das Hartmannrohr als Screening Versuch gefordert worden. In Verbindung mit der Datenbankrecherche konnten für diese St1-Stäube zusätzliche Wertebereiche für P_{max} und K_{st} -Wert ermittelt werden.

Kritische Stäube im Rahmen einer Recherche-Auswertung sind z. B. glasfaserverstärkte Kunststoffe bei denen der Anteil der inerten Glasfaser in der Regel unbekannt ist oder Aluminiumstäube mit unterschiedlichen Oxidationsgraden und Korngrößenverteilungen. Diese Stäube können bezüglich der Staubex-

plionsklasse Werte von k.E. bis St3 aufweisen.

Das Rechercheverfahren ergibt im Bereich der Staubexplosionsklasse 1 sehr gute Übereinstimmungen. In den Bereichen St 2, St 3 oder k.E. (keine Entzündung) kann die Recherche Hinweise geben, aber keine Wertebereiche ermitteln. Ein Großteil der Daten in der GESTIS-STAUB-Ex Datenbank liegt aber im Bereich der Staubexplosionsklasse 1 (Bild 3) vor, so dass es lohnend sein kann, die Recherche anzuwenden. Das Kriterium k.E. für einen potenziell brennbaren Staub hat für die Auslegung der Anlagensicherheit weitreichende Konsequenzen und sollte in jedem Fall durch Analyse einer repräsentativen Probe im Labor sichergestellt werden.

Aus der Tabelle 2 ergeben sich für die Qualität der Recherche folgende Schlussfolgerungen:

- Gute Übereinstimmung mit Staubexplosionsklasse (100 %).
- Übereinstimmung mit P_{ex} und K_{st} (besser 80 %).
- Grenzbereich: Staub ist nicht explosionsfähig (= k.E.) gibt Hinweise, aber für die Einstufung zu unsicher.
- Grenzbereich zu St 2 und St 3 Stäube, Datenbank gibt Hinweise, aber für Einstufung zu unsicher, da Werte als Folge geringer Korngrößenunterschiede stark variieren.

In der Tabelle 1 sind ebenfalls Brennzahlen mit aufgenommen worden. Für sicherheitstechnische Kenngrößen die das Entzündungsverhalten des brennbaren Staubes beschreiben (z. B. Brennzahl, Mindestzündenergie etc.) ist eine Datenbankrecherche nicht geeignet, da wenige prozentuale Anteile einer sehr zündfähigen Komponente in einer Staubmischung das reaktive Verhalten stark dominieren können. Extrem zündempfindliche Stäube (Mindestzündenergie $< 3\text{mJ}$) finden sich deshalb nicht nur bei Feinstäuben der Staubexplosions-

klasse 2 und 3 sondern auch in der Staubexplosionsklasse 1, so dass bei diesen Kenngrößen der Weg über die Stoffzusammensetzung und den Median nicht zu einer befriedigenden Korrelation führt.

Vereinfachtes Prüfverfahren

Die Recherche in der GESTIS-STAUB-Ex Datenbank kann durch die Kombination mit schnellen Laboranalyseverfahren ergänzt werden. Die hierfür geeigneten Laborverfahren sind die Brennzahlbestimmung, das Hartmannrohr und die optische Korngrößenbestimmung. Für die Recherche in der Datenbank gilt weiterhin eine vergleichende minimale Anzahl von $n=3$. Durch die Korngrößenverteilung wird der Medianwert für die Recherche sicher eingegrenzt. Das Hartmannrohr als Screening-Test kann bezüglich der Einteilung in Staubexplosionsklassen weitere Hinweise liefern. Das IFA-Ex-Labor bietet in einer Pilotphase die verkürzte Laboranalyse einschließlich der Datenbankrecherche durch Experten des IFA an. Das Verfahren ist interessant, wenn kurzfristig Daten für die Planung von Anlagen benötigt werden und die verwendeten brennbaren Stäube häufig vorkommen. Die Akzeptanz dieses Verfahrens wird die Zukunft zeigen und ist abhängig von den Initiatoren und den Arbeitsschutzbehörden.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die Recherche in der GESTIS-STAUB-Ex Datenbank kann für häufig vorkommende brennbare Stäube Aussagen zum maximalen Explosionsdruck, der Druckanstiegsgeschwindigkeit und der Staubexplosionsklasse machen. Die wesentlichen Eingangsinformationen für die Recherche sind die genaue Stoffbezeichnung und eine einfache visuelle Abschätzung des Medianwertes. Die Bestimmung von Wertebereichen kann

durch die Kombination mit schnellen Laboranalyseverfahren präzisiert werden. Eine Risikoabschätzung von Explosionsgefahren sollte immer auch Prozessschwankungen und Messunsicherheiten bei den ermittelten sicherheitstechnischen Kenngrößen berücksichtigen, insofern ist die Angabe von recherchierten Wertebereichen von Vorteil. Die Grenzen des Verfahrens ergeben sich für Stäube der Staubexplosionsklassen St 2 und St 3 oder bei der sehr weitreichenden Einstufung „kein Entzünden“, da hier die ermittelten Wertebereiche zu weit auseinanderliegen. TS758



Autor

Dr. Klaus-Werner Stahmer,
Referatsleiter Explosionsschutz,
Institut für Arbeitsschutz
der DGUV (IFA),
Sankt Augustin.

Literatur

- [1] DGUV Regeln: Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) (DGUV Regel 113-001), Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2018.
- [2] Technische Regel für Gefahrstoffe: Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre (TRGS 723), 2019.
- [3] VDI 2263 Blatt 1: Untersuchungsmethoden zur Ermittlung von sicherheitstechnischen Kenngrößen von Stäuben, Düsseldorf: Beuth Verlag, 1990.
- [4] „GESTIS-DUST-Ex,“ 2018. [Online]. Available: <http://www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-staub-ex/index.jsp>.