

# Staubkonzentrationsmessung mit dem SKG 5

## Projekt G-05-0901

Ein großes Sicherheitsproblem in Industriezweigen, in denen organische Stäube oder Metallstäube vorkommen, stellt die Gefahr möglicher Staubexplosionen dar. Liegt eine explosionsfähige Atmosphäre vor, d. h. ein brennbarer Staub feinverteilt in Luft, kann es durch eine gleichzeitig auftretende Zündquelle (z. B. heiße Oberflächen, elektrische oder mechanische Funken oder gar offenes Feuer) zu einer Staubexplosion kommen. Die Staubkonzentration in dieser Staubwolke muss dabei innerhalb der unteren und oberen Explosionsgrenzen liegen. Ist dies nicht der Fall, ist die Staubkonzentration zu niedrig oder zu hoch für das Auftreten von Staubexplosionen. Die Kenntnis der Konzentration eines brennbaren Staubes in Luft ist für die Beurteilung von Explosionsgefahren deshalb fundamental wichtig.

Aus diesem Grund hat die FSA in der Vergangenheit ein spezielles Staubkonzentrationsmessgerät (SKG) entwickelt (Bild 1). Damit ist es möglich, Staubkonzentrationen im Bereich der Explosionsgrenzen in vielfältigen Umgebungen zu bestimmen. Das Messprinzip beruht auf der Messung der Lichtabschwächung, die eine in der Luft dispergierte Staubmasse in einem bestimmten Luftvolumen (Messvolumen) hervorruft (Bild 2). Der Bereich des dabei durchstrahlten Luftvolumens befindet sich zwischen dem Sender und Empfänger, die in der Messeinheit des SKG 5

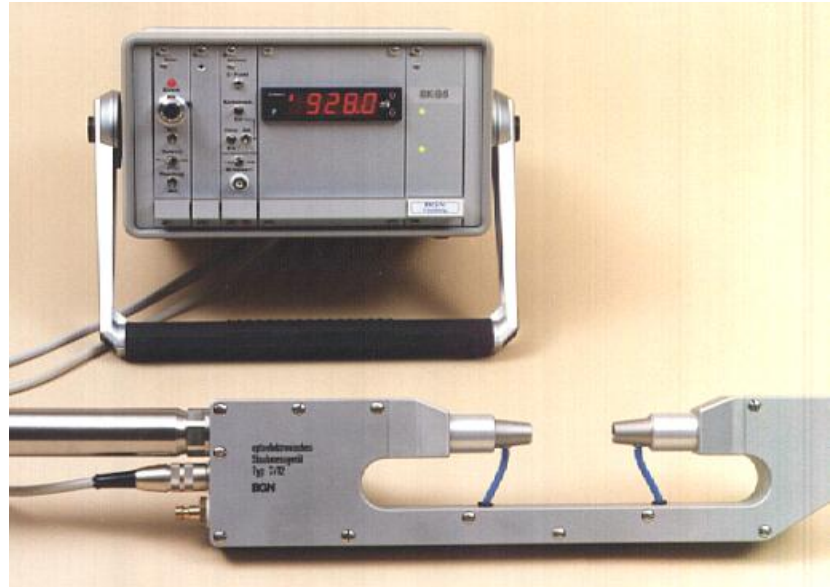


Bild 1: Staubkonzentrationsmessgerät SKG 5. Im Vordergrund ist die Messeinheit Typ 7 zu sehen, welche die Standard-Messeinheit darstellt. Im Hintergrund sieht man die Anzeige- und Steuereinheit.

eingebaut sind. Die erhaltenen Messergebnisse werden über eine verbundene Anzeige- und Steuereinheit dargestellt.

Die Anwendungsmöglichkeiten des Gerätes sind vielfältig. Für die Messaufgaben wurden spezielle Messeinheiten entwickelt.

Die in Bild 3 gezeigte Messeinheit dient der Staubkonzentrationsmessung in pneumatischen Förderleitungen. Diese Messtechnik kommt auf dem Versuchsfeld der BGN/FSA in Kappelrodeck zur Anwendung.

Um auch an räumlich beengten

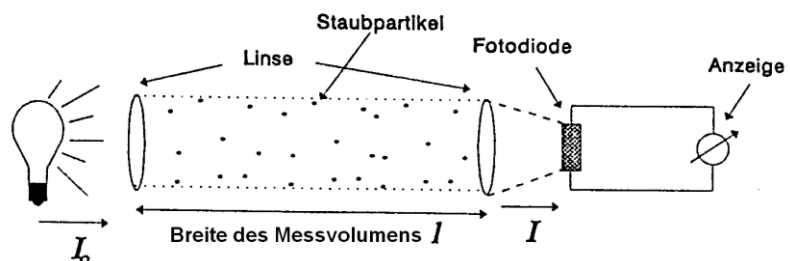


Bild 2: Messprinzip des SKG 5. Das von einer Laser-Diode ausgesandte Licht wird durch das mit einer Staubwolke beladene Messvolumen geschickt und dabei geschwächt. Das verbleibende Licht wird mit einer Fotodiode erfasst. Aus dem Grad der Abschwächung kann die Staubkonzentration im Messvolumen berechnet werden.

Orten messen zu können, wurde die Messeinheit bis zum Typen 17 weiter entwickelt (Bild 4). Bei der Entwicklung des Typs 17 wurde auch das Problem gelöst, dass die Optik der Messeinheit durch den Staub verschmutzt und die Messwerte verfälscht.

Wichtige Erkenntnisse wurden mit Hilfe des Gerätes gewonnen:

Es wurden Staubkonzentrationsmessungen in einem Horizontalmischer durchgeführt. Es ging dabei um die Frage, ob in Mischern explosionsfähige Staub/Luft-Gemische auftreten können. Zuvor ging man davon aus, dass die Staubkonzentration im Mischerinneren zu hoch ist, um heftige Explosionen hervorzurufen. Als Ergebnis der Messungen wurde festgestellt, dass die Staubkonzentration großteils im gefährlichen Bereich ( $0,1 \text{ kg/m}^3$  -  $1 \text{ kg/m}^3$ ) liegt.

Ähnlich wie bei den Mischern ging man auch bei den Entstaubern lange Zeit davon aus, dass in ihnen – wenn überhaupt – nur Staubexplosionen von sehr geringer Heftigkeit auftreten können. Diese Annahme berücksichtigt nicht die neueren technischen Entwicklungen bei den Entstaubern, wie z. B. das größer gewordene Volumen. Dieser Umstand war der Anlass für eine Untersuchung, deren Ziel es war festzustellen, ob im Inneren von Entstaubern staubexplosionsgefährliche Atmosphären auftreten können. Außerdem war von Interesse, in welchem Bereich die Staubkonzentrationen liegen, da davon die zu erwartende Explosionsheftigkeit abhängt. Es wurde festgestellt, dass nicht selten Staubkonzentrationen auftreten, die heftige Staubexplosionen nach sich ziehen können.



Bild 3: Messeinheit zur Bestimmung und Überwachung der Staubkonzentration in pneumatischen Förderleitungen.



Bild 4: Die neueste Messeinheit Typ 17. Diese Messeinheit ist besonders klein und besitzt eine Vorrichtung zum Schutz der optischen Bauteile gegen Verschmutzung.

In den 1990er Jahren wurde an einem  $60 \text{ m}^3$ -Silo untersucht, wie die Staubwolkenbildung im Inneren eines Silos von der Art der Silobefüllung abhängt. Motiviert wurde das Forschungsprojekt von der Idee, dass man eventuell mit kleineren Druckentlastungsflächen bei Silos auskommt, wenn man nicht vertikal, sondern tangential befüllt. Wenn es bei tangentialer Befüllungsart nur zur Bildung von Staub/Luft-Gemischen mit geringer Staubkonzentration kommt, die lediglich lokal die untere Explosionsgrenze überschreiten, sind große Druckentlastungsflächen gemäß Standardberechnungsmethode überflüssig. Dies spart Kosten. Das Ergebnis des Projektes waren neue Berechnungsformeln

für Druckentlastungsflächen von Silos, die tangential befüllt werden. Die mit diesen Formeln berechneten Druckentlastungsflächen fallen deutlich kleiner aus als diejenigen, welche sich für die vertikale Befüllungsmethode ergeben. Die Formeln sind in das Normungswerk eingeflossen.

### Anschrift

Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin

Dirk Lorenz

Telefon: +49 (0)621 4456-3606  
Telefax: +49 (0)621 4456-3499  
e-mail: dirk.lorenz@bgn.de

Dynamostraße 7-11  
68165 Mannheim