

## Anlage

**Regeln für den Explosionsschutz  
bei der Herstellung poröser Schleifscheiben  
unter Verwendung von Naphthalin oder  
p-Dichlorbenzol**

**1. Vorbemerkung:**

Beim Herstellen keramisch-gebundener Schleifscheiben, die aus zerspanungstechnischen Gründen eine poröse (löchrige) Struktur erhalten sollen, werden der Schleifmittelmasse (Schleifkorn, Bindemittel usw.) zur Porenbildung Naphthalin oder p-Dichlorbenzol in granulierter Form beigemengt. Diese Stoffe werden aus den gepreßten Schleifscheibenrphlingen durch Erhitzen wieder ausgetrieben. Dabei bilden sich im Schleifkörperinnern die gewünschten vielen kleinen Hohlräume.

**2. Explosionsgefahren:**

Beim verfahrensbedingten Austreiben von Naphthalin oder p-Dichlorbenzol muß bei unzureichender Be- und Entlüftung mit der Bildung explosibler Gemische in gefährdender Menge gerechnet werden. Explosionsgefährdet sind Innenräume von Trockenkammern, Brennöfen und nachgeschalteten Abluftleitungen und -reinigungsanlagen.

**3. Schutzmaßnahmen:****3.1 Höchstzulässige Gas- oder Dampfkonzentrationen:**

Der Ersatz von Naphthalin oder p-Dichlorbenzol durch nicht brennbare Stoffe ist aus verfahrenstechnischen Gründen z. Z. nicht möglich. Es müssen deshalb betriebstechnische Sicherheitsmaßnahmen zur gefahrlosen Abführung entstehender organischer Gase oder Dämpfe getroffen werden.

Ausreichender Explosionsschutz wird erreicht, wenn die Konzentration des jeweiligen Stoffes mit Sicherheit stets unter dessen unterer Explosionsgrenze gehalten wird. Diese Forderung läßt sich auch ohne ständige Konzentrationsüberwachung der Trockenkammerluft erfüllen, wenn die höchstzulässigen Gas- oder Dampfkonzentrationen der in Betracht stehenden Stoffe mit 50% des Wertes der unteren Explosionsgrenze festgelegt werden. Dabei ist von der zeitweise auftretenden höchsten Konzentration auszugehen. Diese liegt nach den vorgenommenen Messungen etwa zweieinhalb mal so hoch wie der arithmetische Mittelwert für die Konzentration über die gesamte Zeit des Ausdampfens, so daß 20% des Wertes der unteren Explosionsgrenze rechnerisch anzusetzen sind.

Der Einfluß der Temperatur muß berücksichtigt werden, sofern eine Bestimmung der unteren Explosionsgrenze bei der maximalen Arbeitstemperatur nicht stattgefunden hat. Die Umrechnung soll nach folgenden Gleichungen erfolgen:

$$X_a = \frac{X_{20} \cdot (T_z - T_a)}{T_z - 293} \quad (1)$$

$$V_n = \frac{V_a \cdot 273}{T_a} \quad (2)$$

Es bedeuten:

- $V_n$ : Luftvolumen unter Normalbedingungen [ $m^3/h$ ];  
 $V_a$ : Luftvolumen bei Arbeitstemperatur [ $m^3/h$ ];  
 $T_a$ : Arbeitstemperatur (Höchsttemperatur beim Trocknen) [K];  
 $X_a$ : Untere Explosionsgrenze bei Arbeitstemperatur [Vol%];  
 $X_{20}$ : Untere Explosionsgrenze bei 20°C [Vol%];  
 $T_z$ : Zündtemperatur [K].

Bei Angabe der unteren Explosionsgrenze in  $g/m^3$  ist anstelle der Gleichung (1) folgende Gleichung zu verwenden:

$$U = \frac{U_{20} \cdot (T_z - T_a) \cdot 293}{(T_z - 293) \cdot T_a} \quad (3)$$

Es bedeuten:

- $U_a$ : Untere Explosionsgrenze bei Arbeitstemperatur [ $g/m^3$ ];  
 $U_{20}$ : Untere Explosionsgrenze bei 20°C [ $g/m^3$ ].  
 Berechnungsbeispiele siehe Anhang.

Anhang

### 3.2 Bau der Trockenkammern:

#### 3.21 Zwangslüftung:

Zusätzlich zu den normalerweise vorhandenen **Umlufteinrichtungen** müssen Trockenkammern, in denen Naphthalin oder p-Dichlorbenzol verdampft werden soll, zwangsweise wirksam be- und entlüftet werden.

#### 3.22 Mindestzu- oder -abluftvolumen:

Für die Berechnung des Mindestzu- oder -abluftvolumens ist als durchschnittliche Belastung der Abluft durch Naphthalin oder p-Dichlorbenzol 20% der unteren Explosionsgrenze in Ansatz zu bringen. Berücksichtigt wird dabei nur die Zeit vom Erreichen einer Soll-Temperatur von 5 K oberhalb der jeweiligen Fließpunkttemperatur (Fp) bis zur Beendigung des Ausdampfens. Wenn sichergestellt ist, daß während des ersten Drittels dieser Zeit eine Soll-Temperatur von 10 K oberhalb des Fließpunktes (Fp) nicht überschritten wird und anschließend die Temperatursteigerung maximal 10 K/h beträgt, errechnet sich das notwendige Luftvolumen bei Arbeitstemperatur nach folgender Gleichung:

$$V_a = \frac{G}{t \cdot U_a \cdot f} \quad (4)$$

Es bedeuten:

- $V_a$ : Luftvolumen der Zu- oder Abluft bei Arbeitstemperatur [ $m^3/h$ ];  
 $G$ : Gesamte in die Trockenkammer eingebrachte Menge an Naphthalin oder p-Dichlorbenzol [g];  
 $t$ : Zeitdauer vom Erreichen einer Trockenkammer-Temperatur von 5 K oberhalb der Fließpunkttemperatur bis zur Beendigung des Ausdampfens [h];  
 $f = 0,2$  (entsprechend der rechnerisch anzusetzenden unteren Explosionsgrenze von 20%).

Ein anderes Vorgehen ist nur dann erlaubt, wenn durch qualifizierte Messungen oder ein Gutachten eines Sachverständigen nachgewiesen wird, daß zu keiner Zeit die höchstzulässigen Konzentrationen der in Betracht stehenden Stoffe von 50% des für die untere Explosionsgrenze geltenden Wertes überschritten werden.

Berechnungsbeispiele siehe Anhang.

#### 3.23 Sicherung bei Ausfall der Zwangslüftung:

Die Zwangslüftung ist mit der Beheizung zu verriegeln. Die Verriegelung muß dann ansprechen, wenn das **Mindestluftvolumen** um mehr als 10% unterschritten wird.

Die Zwangslüftung muß eingeschaltet bleiben, bis die Temperatur auf 313 K abgesunken ist Ersatzweise **müssen** die Türen des Trockners geöffnet werden.

Die Zwangslüftung muß vor Einschalten der Beheizung einsetzen. Fällt die Zwangslüftung aus, so ist dies durch ein geeignetes Signal dem Aufsichtspersonal anzuzeigen.

#### 3.24 Temperaturüberwachung:

An der Bedienungsseite der Trockenkammer ist ein Temperaturanzeiger anzubringen. Dieser muß die Temperatur im Trockenraum verlässlich anzeigen und aufschreiben. Durch geeignete Maßnahmen ist dafür zu sorgen, daß der jeweils eingestellte Temperatur-Sollwert der Trockenkammer zu keiner Zeit um mehr als 15 K überschritten wird. Das gilt auch bei Anwendung eines **Temperaturprogramms**.

#### 3.25 Abluftleitungen:

Abluftleitungen müssen die Abluft gefahrlos abführen, gut wärmeisoliert und leicht zu reinigen sein sowie konstante Querschnitte besitzen.

### 3.3 Betrieb der Trockenkammern:

#### 3.31 Bedienungsvorschrift:

Eine Bedienungsvorschrift muß für jede Trockenkammer erstellt und in deren Nähe an geeigneter Stelle angebracht werden. Sie ist zu beachten.

Die Bedienungsvorschrift muß insbesondere die je Charge zulässige Einsatzmenge von Naphthalin oder p-Dichlorbenzol, die darauf abgestellten Einstelldaten für Temperatur und Lüftung der Trockenkammer sowie Maßnahmen für den Störfall angeben.

#### 3.32 Aufzeichnungen:

Die Menge der je Charge einzusetzenden Schleifscheiben ist unter Angabe der darin enthaltenen Menge an Naphthalin oder p-Dichlorbenzol schriftlich festzuhalten (z. B. mittels Zählkarten).

Diese Unterlagen und **Meßstreifen** sind mindestens einen Monat lang aufzubewahren.

Anhang

### Berechnungsbeispiele für 3.1 und 3.22:

#### 1. Beispiel für p-Dichlorbenzol:

In der Charge sollen 500 kg p-Dichlorbenzol enthalten sein. Als Dauer der Trocknung sind 30 Stunden vorgesehen. Eine Temperatur von 58°C (5 K über 53°C, dem Fp von p-Dichlorbenzol, siehe Ziffer 3.22, Satz 2) wird nach einer Stunde erreicht.

Die Arbeitstemperatur ( $T_a$  = Höchsttemperatur beim Trocknen) liegt bei 130°C (403 K).

Ferner gilt:

$$U_{20} = 130 \text{ g/m}^3$$

$$T_z = 640^\circ\text{C} (913 \text{ K}).$$

Für die untere Explosionsgrenze bei Arbeitstemperatur ergibt sich nach Gleichung (3):

$$\begin{aligned} U_a &= \frac{U_{20} \cdot (T_z - T_a) \cdot 293}{(T_z - 293) \cdot T_a} \\ &= \frac{130 \cdot (913 - 403) \cdot 293}{(913 - 293) \cdot 403} \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \\ &= 77,7 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \end{aligned}$$

Damit erhält man für das erforderliche Luftvolumen bei Arbeitstemperatur nach Gleichung (4):

$$\begin{aligned} V_a &= \frac{G}{t \cdot U_a \cdot f} = \frac{500000}{(30 - 1) \cdot 77,7 \cdot 0,2} \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \\ &= 1109,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \end{aligned}$$

**8054**

Dieses Luftvolumen ist allerdings nur dann ausreichend, wenn frühestens nach 9,7 Stunden nach Erreichen einer Temperatur von 58 °C (ein Drittel von  $t = 30 - 1$  Stunden) die Temperatur 63 °C übersteigt, und zwar stündlich um maximal 10 K (vgl. Ziffer 3.22, Satz 3).

2. Beispiel für Naphthalin:

In der Charge sollen 500 kg Naphthalin enthalten sein. Als Dauer der Trocknung sind 30 Stunden vorgesehen. Eine Temperatur von 85 °C (5 K über 80 °C, dem Fp von Naphthalin, siehe Ziffer 3.22, Satz 2) wird nach drei Stunden erreicht. Die Arbeitstemperatur ( $T_a$  = Höchsttemperatur beim **Trocknen**) beträgt 130 °C (403 K). Ferner gilt:

$$U_{20} = 45 \text{ g/m}^3$$

$$T_z = 520^\circ\text{C} (793 \text{ K})$$

Für die untere Explosionsgrenze bei Arbeitstemperatur ergibt sich nach Gleichung (3):

$$\begin{aligned} U_a &= \frac{U_{20} \cdot (T_z - T_a) \cdot 293}{(T_z - 293) \cdot T_a} \\ &= \frac{45 - (793 - 403) \cdot 293}{(793 - 293) \cdot 403} \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \\ &= 25,5 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \end{aligned}$$

Damit erhält man für das erforderliche Luftvolumen bei Arbeitstemperatur nach Gleichung (4):

$$\begin{aligned} V_a &= \frac{G}{t \cdot U_a \cdot f} = \frac{500000}{(30 - 3) \cdot 25,5 \cdot 0,2} \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \\ &= 3631 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \end{aligned}$$

Dieses Luftvolumen ist allerdings nur dann ausreichend, wenn die Temperatur von 90 °C frühestens nach 9 Stunden - gerechnet von dem Zeitpunkt, an dem die Temperatur von 85 °C erreicht wurde - überschritten wird, und zwar stündlich um maximal 10 K (9 Stunden = ein Drittel von  $t = 30 - 3$  Stunden - vgl. Ziffer 3.22, Satz. 3).