Quelle: https://www.arbeitssicherheit.de//document/1538f556-2764-3ede-a9d0-6fd16fadef1c

| **Bibliografie** | |
|---|---|
| **Titel** | Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung Druckbehälter Aufstellung von Druckbehältern zum Lagern von Gasen (TRB 610) |
| **Amtliche Abkürzung** | TRB 610 |
| **Normtyp** | Technische Regel |
| **Normgeber** | Bund |
| **Gliederungs-Nr.** | keine FN |

# Anlage 8 TRB 610 - Bestimmung der erforderlichen Wassermenge für eine Wasserberieselung oder Wasserbeflutung für ungestörte Oberflächen nach Abschnitt 3.2.3.3.5(1)

Die Diagramme

**Diagramm 1a:** Ermittlung der Berieselungsstromdichte $\dot{m}$

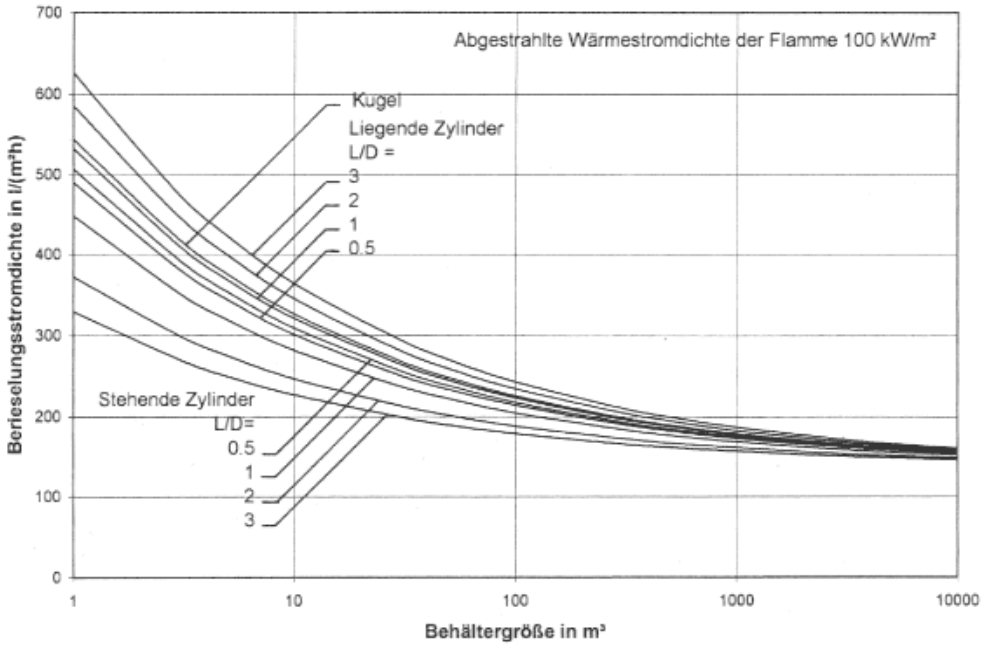



**Diagramm 1b:** Ermittlung der Beflutungsstromdichte

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

**Diagramm 1a:** Ermittlung der Berieselungsstromdichte $\dot{m}$

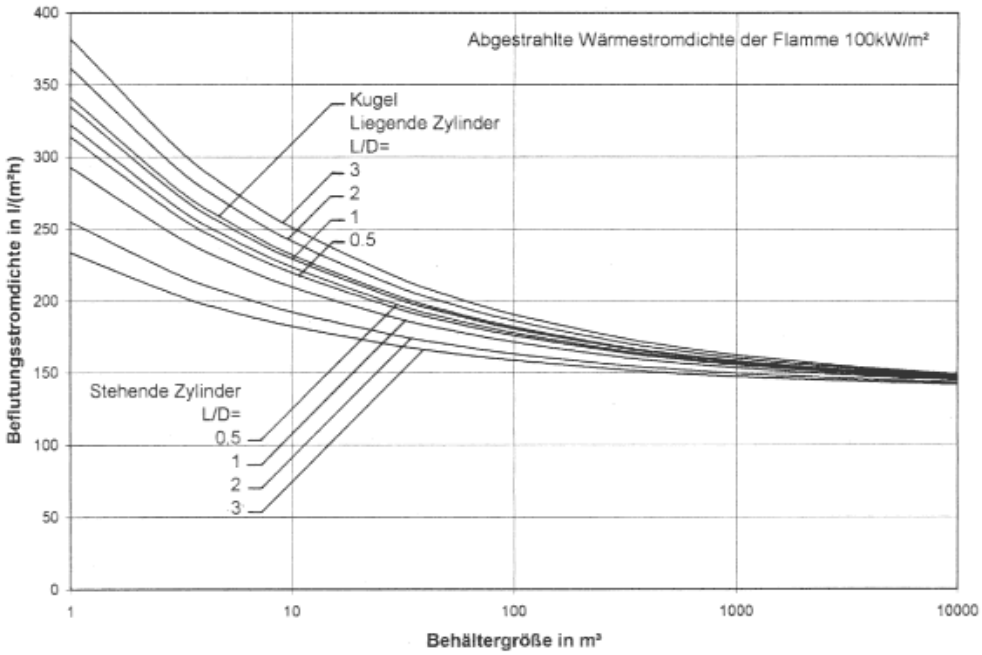



**Diagramm 2a:** Ermittlung der Berieselungsdichte $\Gamma$

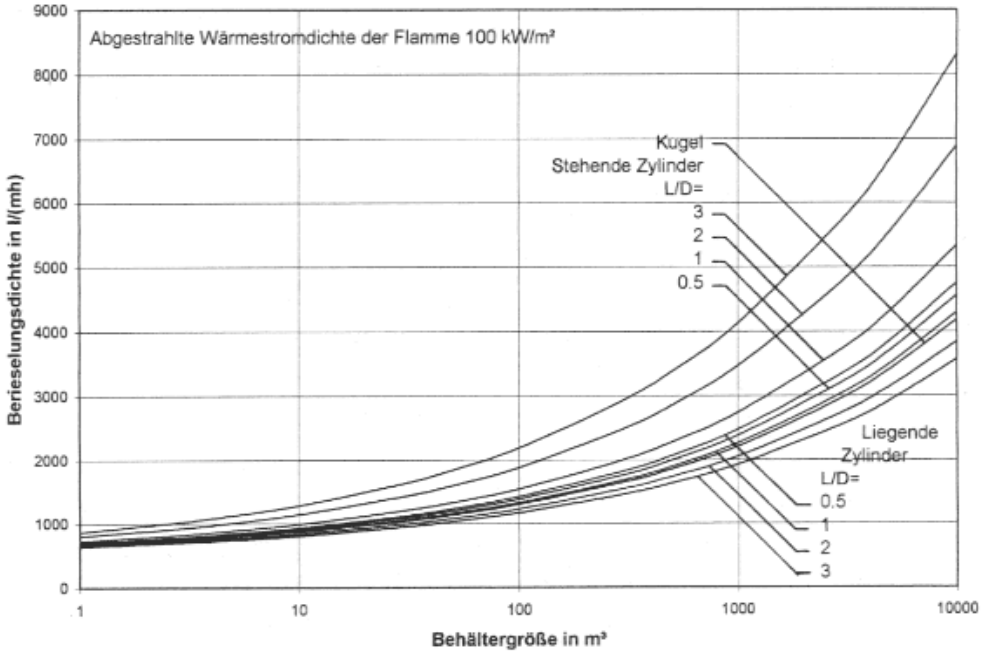



**Diagramm 2b:** Ermittlung der Beflutungsdichte $\Gamma$

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

**Diagramm 1a:** Ermittlung der Berieselungsstromdichte $\dot{m}$

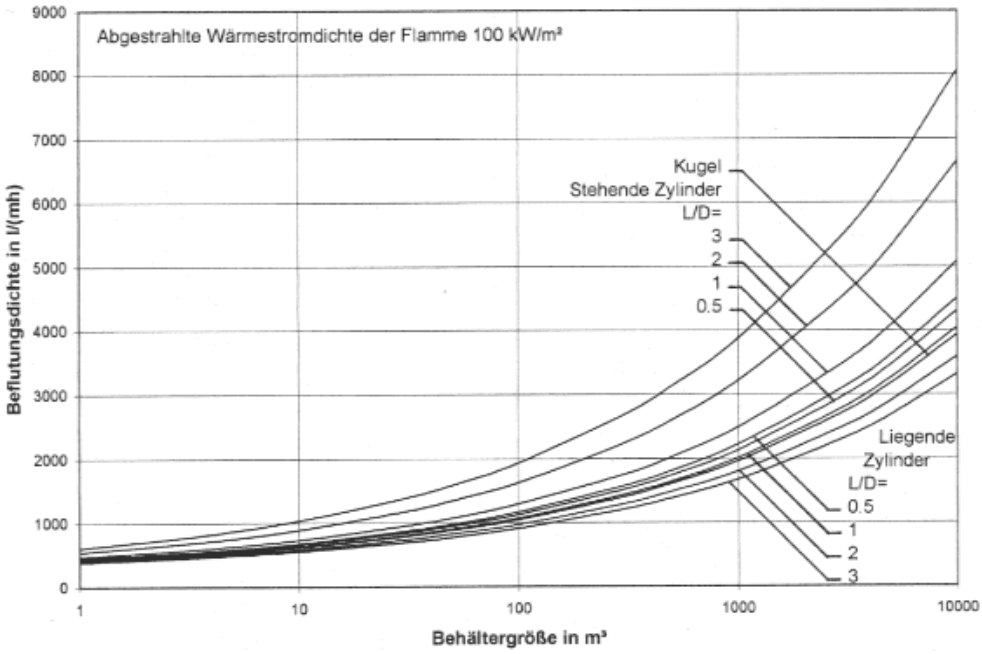
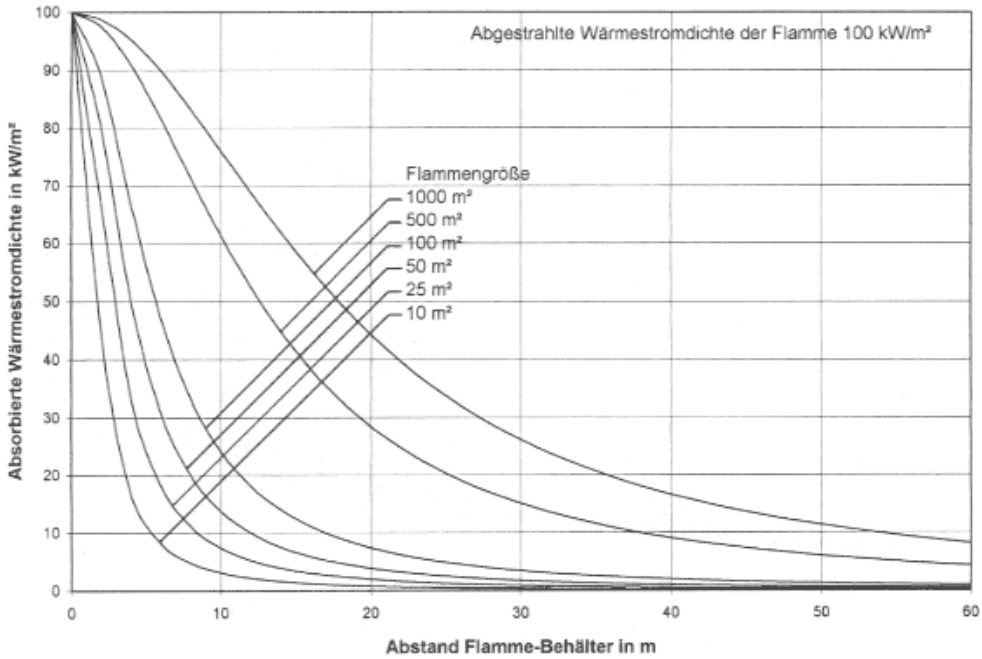



**Diagramm 3:** Ermittlung der absorbierten Wärmestromdichte $\dot{q}_{abs}$




wurden nach folgenden Beziehungen ermittelt:

**A Unterfeuerung (Full engulfment)**

Die erforderlichen Berieselungs-/Beflutungsstromdichten sind in Abhängigkeit vom Behältervolumen für Kugelbehälter und stehende bzw. liegende zylindrische Behälter in den Diagrammen 1a und 1b dargestellt; die dazugehörigen Berieselungs-/ Beflutungsdichten ergeben sich aus den Diagrammen 2a und 2b.

Die Diagramme wurden nach folgenden Beziehungen ermittelt:

$\dot{m}=K^1 \times \dot{q}$

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

mit
$K_1 = 1/c_p \times (\vartheta_2 - \vartheta_1) + r$ (1a)
$K_2 = \Gamma_{min} \times r \times K_1$
$\Gamma_{min} = 292$ kg / (m × h)
bzw.
$\Gamma = \dot{m} \times A/U$ (1b)

**B Unterfeuerung**

Bei der Unterfeuerung erfolgt die Erwärmung eines Behälters durch eine Flamme unterhalb des Behälters im Gegensatz zu dem full engulfment, bei dem der gesamte Behälter in Flammen eingehüllt ist.

Von dem von einer Flamme abgegebenen Wärmestrom $\dot{Q}_F$ gelangt nur der Anteil $\dot{Q}_{abs}$ auf die Behälteroberfläche und wird dort von dem Kühlwasser absorbiert. Es gilt:
$\dot{Q}_{abs} = Ø_{BF} >\times \dot{Q}_F$ (2)
mit $Ø_{BF}$ Einstrahlzeit (geometrische Größe).

Die Berechnung der erforderlichen Kühlwassermassenströme mit Hilfe der Einstrahlzahl und unter entsprechender Anwendung des Rechenganges für full engulfment ist sehr aufwendig, im Einzelfall jedoch möglich.

Im folgenden werden für zwei Sonderfälle vereinfachte Berechnungsmöglichkeiten vorgestellt:

1. Behälter befindet sich teilweise, d. h. bis zu einer bestimmten Höhe in Flammen:

   Dann ist $K_1$ in den Gleichungen (1a) und (1b) zu ersetzen durch $K_1$? wobei gilt:

   $K_1$? = K1 × A?/A

   mit A? Anteil der Behälteroberfläche A, der in Flammen steht.

2. Behälter befindet sich oberhalb einer Flamme:

   Der Lösungsweg ist analog dem für den Nachbarschaftsbrand anzuwenden: (Modell: Flamme = Kreisscheibe).

**C Nachbarschaftsbrand**

Wie bei der Unterfeuerung gelangt auch beim Nachbarschaftsbrand nur ein Teil des von einer Flamme abgegebenen Wärmestromes auf die Behälteroberfläche, Gleichung (2) findet ebenso Anwendung.

Mit Hilfe folgenden Modells (Flamme = Kreisscheibe) kann die größte, auf der Behälteroberfläche absorbierte Wärmestromdichte $\dot{q}_{abs}$ berechnet werden:

$\dot{q}_{abs} = \dot{q}_F/(1 + \pi a^2/A_F)$ (3)
mit
a Abstand Flamme-Behälter
$A_F$ Flammengröße.

Die auf der Behälteroberfläche auftreffende Wärmestromdichte ist im Diagramm 3 über der Entfernung aufgetragen; man erkennt beispielsweise bei einer Flammengröße von 10 $m^2$, dass sich $\dot{q}_{abs}$, von 100 $kW/m^2$ (Abstand 0) schon in einer Entfernung von 5 m auf 11 $kW/m^2$ verringert.

Setzt man den so errechneten Wert in die Gleichungen (1a) und (1b) ein, so sind $\dot{m}$ bzw. $\Gamma$ bekannt.

**Berieselung:**

Kühlung eines Behälters mit Wasser. Das Wasser wird gleichmäßig mit Hilfe eines Düsensystems auf die zu kühlende Oberfläche aufgebracht.

**Beflutung:**

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Kühlung eines Behälters mit Wasser. Das Wasser wird zentral über einen im oberen Behälterbereich angeordneten Zahnkranz aufgebracht. Das überlaufende Wasser läuft als gleichmäßiger Wasserfilm an der Behälteroberfläche ab.

**Berieselungs- (Beflutungs-) stromdichte**

**Berieselungs-(Beflutungs-)stromdichte $\Gamma$:**

Wassermassenstrom zur Berieselung (Beflutung) bezogen auf den größten horizontalen Behälterumfang,
in kg/(m × h).

**Unterfeuerung**

Brandereignis, bei dem in der Behältertasse angesammelte Flüssigkeit abbrennt.

**Full engulfment:**

Unterfeuerung, bei der der unterfeuerte Behälter vollständig in Flammen eingehüllt ist.

**Nachbarschaftsbrand:**

Brandereignis außerhalb der Behältertasse.

**Wärmestromdichte $\dot{q}_F$:**

*Von einer Flamme abgegebener Wärmestrom, bezogen auf die Flammenoberfläche,*
*in kW/m²*.

**Wärmestromdichte $\dot{q}_{abs}$**

Der Anteil des von der Flamme abgegebenen Wärmestromes, der von der Behälteroberfläche bzw. von dem Kühlwasser, das an seiner Oberfläche abläuft, absorbiert wird, bezogen auf die Behälteroberfläche,
in kW/m².

**Es bedeuten:**

| | | |
|---|---|---|
| A | = | Behälteroberfläche |
| AF | = | Flammengröße |
| a | = | Abstand Flamme-Behälter |
| cp | = | spezifische Wärmekapazität von Wasser |
| F | = | Faktor; (1 für Beflutung, 2 für Berieselung) |
| $\Gamma$ | = | Berieselungs- /Beflutungsdichte [kg × ($m^{-1}$ × $h^{-1}$)] |
| $\Gamma$ | = | Verdampfungsenthalpie von Wasser |
| Ø BF | = | Einstrahlzahl (geometrische Größe) |
| $\vartheta_1$ | = | Kühlwassertemperatur = 20 °C |
| $\vartheta_2$ | = | Siedetemperatur von Wasser = 100 °C |
| m | = | Berieselungs-/Beflutungsstromdichte [kg × ($m^{-2}$ × $h^{-1}$)] |
| $\dot{Q}_{abs}$ | = | absorbierter Wärmestrom |

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

| | | |
|---|---|---|
| $\dot{Q}_F$ | = | abgegebener Wärmestrom der Flamme |
| $\dot{q}_{abs}$ | = | absorbierte Wärmedichte |
| $\dot{q}_F$ | = | Wärmestromdichte der Flamme; z.B. für Dieselkraftstoff 100 kW × $m^{-2}$ |
| U | = | größter horizontaler Behälterumfang |

Fußnoten

(1) Red. Anm.: Außer Kraft am 1. Januar 2013 durch die Bek. vom 17. Oktober 2012 (GMBl S. 902)

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH