

# Chemieöfen mit Auskleidung

## Grundsätze für die Konstruktion der Öfen

**DIN**  
**28 070**

Furnaces with lining for the chemical industry; instructions for design

Ersatz für Ausgabe 09.79

### 1 Anwendungsbereich

Die Grundsätze sind anzuwenden für Öfen der chemischen Industrie, kurz Chemieöfen genannt, welche zur Durchführung eines chemischen Verfahrens dienen. Auskleidungen sind die thermisch beanspruchten Teile eines Ofens aus feuerfesten, chemisch beständigen und/oder wärmedämmenden Baustoffen.

Für mit innerem Überdruck betriebene, ummantelte Chemieöfen sind zusätzlich die Druckbehälterverordnung und die Technischen Regeln Druckbehälter anzuwenden.

Für das Auskleiden der Chemieöfen ist DIN 28 071 anzuwenden.

### 2 Bauart

**2.1** Nach der Bauart unterscheidet man die folgenden Öfen:

- Chemieöfen, die nicht bewegt werden, deren Gehäuse nicht gasdicht zu sein braucht, und die in der Hauptsache aus Mauerwerk bestehen.
- Chemieöfen, die nicht bewegt werden und von deren Gehäuse Gasdichtheit verlangt wird. Sie müssen außen mit gasdichter gegebenenfalls tragender Verkleidung versehen werden.
- Bewegliche Chemieöfen, (z. B. Drehöfen, Kippöfen) und Öfen, die mit Überdruck betrieben werden. Diese müssen einen tragenden metallischen Mantel haben.

**2.2** Mit Rücksicht auf die an Chemieöfen zu stellenden Anforderungen, die aufeinander abgestimmt werden müssen, ist erforderlich, daß sich Besteller, Hersteller und Betreiber solcher Öfen schon bei der Planung verständigen.

### 3 Formgebung

Außer den betrieblichen Belangen wie Beschickung, Befeuerung, Prozeßablauf, Austrag des Produktes usw. ist bei der Formgebung der Chemieöfen zu beachten:

- Zylindrische Öfen sind eckigen vorzuziehen, stehende Öfen liegenden, wenn dies mit dem Prozeßablauf vereinbar ist.
- Der Kontakt zwischen Mantel und Auskleidung ist bei beweglichen Öfen und bei mit Überdruck betriebenen Öfen Bedingung. Dies wird am einfachsten bei zylindrischen Ofenformen und gewölbten Böden erreicht, wobei Mantel und Auskleidung so aufeinander abzustimmen sind, daß im Betriebszustand dieser Kontakt gewahrt bleibt (siehe DIN 28 071).  
Gegebenenfalls müssen Verankerungen für die Auskleidung vorgesehen werden.
- Mit Rücksicht auf ein fachgerechtes Auskleiden soll der lichte Durchmesser der Ofenauskleidung nicht kleiner als 600 mm sein. Kleinere Durchmesser können durch Unterteilung in Schüsse ausgekleidet werden.

- Vorspringende Teile auf der Innenseite des Ofenmantels sind möglichst zu vermeiden. Sie können erforderlich sein, z. B. als Halterung für Tragkonsole, als Sperrbleche, um unerwünschte Konvektion zwischen Mantel und Auskleidung zu verhindern. Sie müssen so angeordnet sein, daß sie durch betriebliche Einwirkung keinen Schaden erleiden und die Auskleidung und den Mantel nicht schädigen.
- Die Auskleidung von Chemieöfen kann mit geformten und/oder ungeformten Erzeugnissen hergestellt werden. Bei Ausmauerungen sollen soweit wie möglich lagerhaltige, gängige Formate, z. B. nach DIN 1081 oder DIN 1082, verwendet werden. Komplizierte Ofenformen bedingen den Einsatz von Sonderformaten und vermindern die Zuverlässigkeit der Ausmauerung. Sie sind deshalb auf das notwendigste Maß zu beschränken. Eine Alternative hierzu können ungeformte Erzeugnisse bieten.
- Biege- und Zugspannungen können von der Auskleidung nicht oder nur in sehr geringem Maße aufgenommen werden. Sie müssen durch biege- und zugfeste Tragglieder (Bandagen, Gerüste, Mäntel) aufgefangen werden.
- Um Biege- und Zugspannungen klein zu halten, sind scharfe Kanten und scharfe Übergänge an Querschnittsveränderungen zu vermeiden.
- Öffnungen im Ofen, z. B. Mannlöcher, Schaulöcher, Temperatur-Meßstutzen usw. sind nach Anzahl und Abmessungen auf das unbedingt erforderliche Maß zu beschränken, da sie stets eine empfindliche Stelle des Ofens darstellen.
- Ebene Flächen sind möglichst klein zu halten oder in gewölbeartig gespannte Felder aufzulösen. Ist dies nicht möglich, sind im Einvernehmen mit dem Feuerfest-Konstrukteur Verankerungen für die Auskleidung mit der Stützkonstruktion vorzusehen.

### 4 Bemessung

**4.1** Für die Stahlkonstruktionen der Öfen sind folgende Forderungen zu erfüllen:

- Sie müssen ausreichend bemessen sein, um den durch größere Dehnung der Auskleidung infolge Erwärmung und gegebenenfalls den durch chemische Einflüsse entstehenden Druck aufzunehmen. Außerdem ist ein Zuschlag für mögliche Korrosion zu berücksichtigen.
- Bei einem tragenden Mantel ist — insbesondere bei liegenden und/oder beweglichen Öfen — die Gefahr von Verformungen infolge Auflagerungsart, Gewölbeschub, Auskleidungsgewicht und Antriebskräften zu berücksichtigen. Verformungen können — ohne Überschreitung der zulässigen Spannung im Mantel — Werte annehmen, die zu Auskleidungsschäden führen. Durch geeignete Ausbildung der Auflagerungen und Antriebsstellen sowie durch entsprechende Manteldicken müssen solche Verformungen in zulässigen Grenzen gehalten werden. Sinngemäß gilt dies auch, wenn ausgekleidete Öfen oder Ofenteile transportiert werden müssen.

Fortsetzung Seite 2 und 3

Normenausschuß Chemischer Apparatebau (FNCA) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

**4.2** Für die Ausbildung der Stahlkonstruktion des tragenden Mantels und der Auskleidung der Öfen sind folgende Einflußgrößen zu beachten:

- a) Dicke des Mantels und der Auskleidungsschichten;
- b) Wärmeübergangszahlen innen und außen (zu beachten: Beeinflussung — im Regelfall einseitig — durch Wind, Sonnenbestrahlung und Niederschlagsbenetzung);
- c) Wärmeleitfähigkeit der Auskleidungsschichten, bei Öfen mit Verkleidung bzw. tragendem Mantel auch die Wärmeleitfähigkeit der hierfür verwendeten Werkstoffe;
- d) Längenausdehnungskoeffizient der für die Verspannkonstruktion, Verkleidung und den tragenden Mantel verwendeten Werkstoffe;
- e) Elastizitätsmodul des Mantels und der Auskleidungsschichten.

**4.3** Bei der Bemessung der Auskleidung ist neben der Berücksichtigung der in DIN 28 071 genannten Beanspruchungen die Temperatur an der Außenseite so abzustimmen, daß

- a) die Tragfähigkeit der Stahlkonstruktion des Ofens bzw. des tragenden Mantels unter Betriebsbedingungen sichergestellt bleibt (z. B. innere Wärmedämmung, Kühlung und Maßnahmen nach Abschnitt 6.2);
- b) an der Innenseite einer gasdichten Verkleidung oder eines tragenden Mantels eine Kondensation wasserdampf- oder säurehaltiger Gase, die Korrosion zur Folge haben kann, möglichst verhindert wird;
- c) das Betriebspersonal nicht gefährdet wird, falls keine Schutzmaßnahmen (Abschirmung) getroffen werden; werden Abschirmungen angeordnet, ist Abschnitt 6.2 zu beachten.

Die Temperaturabstimmung wird durch geeignete Wahl von Art und Dicke der Auskleidungsbaustoffe und gegebenenfalls durch zusätzliche Kühlungsmaßnahmen oder äußere Wärmedämmung herbeigeführt.

**4.4** Bei Öfen mit tragendem Mantel kann bezüglich der Bemessung wie folgt verfahren werden:

- a) Wenn Erfahrungen mit bereits ausgeführten vergleichbaren Chemieöfen vorliegen, kann in den meisten Fällen ein besonderer rechnerischer Nachweis unterbleiben.
- b) Ein rechnerischer Nachweis kann so erfolgen, daß Dicke und Art der einzelnen Auskleidungsschichten und des Stahlmantels nach Erfahrungswerten gewählt werden. Mit Hilfe der Werte in den Abschnitten 4.2 a) bis 4.2 e) werden die Temperaturfelder für die extremen Betriebsfälle ermittelt und auf die Auskleidungstemperatur bezogen. Die freien Schichtwärmedehnungen infolge der wärmetechnisch errechneten Mitteltemperaturen der jeweiligen Schichten ergeben sich als Produkt aus Temperaturerhöhung und Längenausdehnungskoeffizient (siehe Abschnitt 4.2 d)).

Die Differenzen zwischen den freien Schichtwärmedehnungen und der resultierenden Wärmedehnung aller Schichten einschließlich Mantel (unter Voraussetzung vorhandener gegenseitiger Haftung) stellen die erzwungenen Dehnungen jeder einzelnen Schicht dar. Die Produkte zwischen diesen und dem jeweils zugehörigen Elastizitätsmodul (siehe Abschnitt 4.2 e)) ergeben die Spannungen in den einzelnen Schichten. Weist das erhaltene Spannungsbild auf Überbeanspruchung einzelner Schichten hin, so ist eine Korrektur der ursprünglich gewählten Schichten nach Dicke und gegebenenfalls nach Art vorzunehmen und der Spannungsnachweis erneut zu führen.

## 5 Konstruktion und Werkstattausführung

### 5.1 Öfen nach den Abschnitten 2.1 a) und 2.1 b)

**5.1.1** Stahlkonstruktionen sollen möglichst außerhalb der Auskleidung liegen. In jedem Fall muß ihre Wärmedehnung unbehindert sein. Sie müssen gegen zu starke Erhitzung und Korrosion, welche ihre Standfestigkeit gefährden könnten, gesichert, Spannvorrichtungen und Rückstellfedern müssen zugänglich sein.

**5.1.2** Blechverkleidungen müssen sich ausdehnen können. Wenn wegen der Gasdichtheit keine Langlöcher zugelassen werden können, sind Kompensationseinrichtungen anzuwenden.

**5.1.3** Wenn auf der Innenseite der Blechverkleidung Korrosionsgefahr besteht, ist Abschnitt 4.3 b) zu beachten.

### 5.2 Öfen nach Abschnitt 2.1 c)

**5.2.1** Zulässige Maßabweichungen des tragenden Ofenmantels:

- a) Bei dickwandiger <sup>1)</sup> Auskleidung gilt DIN 8570 Teil 1, Genauigkeitsgrad nach Vereinbarung.
- b) Bei dünnwandiger <sup>2)</sup> Auskleidung und für horizontal gelagerte und/oder bewegte Öfen gilt DIN 28 060.

**5.2.2** Bezüglich Korrosionsgefahr an der Innenseite des tragenden Mantels siehe Abschnitt 4.3 b).

**5.2.3** Für die Werkstattausführung mit Ausnahme der zulässigen Maßabweichungen gilt TRB 200 oder DIN 28 050 und DIN 28 060.

Darüber hinaus gilt insbesondere für Öfen mit dünnwandiger Auskleidung und für horizontal gelagerte und/oder bewegte Öfen:

Stoßverbindungen sind so auszuführen, daß keine Biegespannungen auftreten, die den Mantel verformen und für die später einzubringende Auskleidung gefährlich werden können. Nietverbindungen sind zu vermeiden. Bei geschweißter Ausführung sind eingezogene und eckig verlaufende Längsstöße sowie eingeschnürte Rundstöße zu vermeiden.

Werden Bleche verschiedener Dicke geschweißt, so sind die Übergänge nach TRB 200 auszubilden.

Abarbeiten von Schweißnähten ist nur da notwendig, wo sie das Auskleiden behindern und ist zu vereinbaren.

## 6 Aufstellung

**6.1** Allgemein ist zu beachten, daß sich einseitige Erwärmung (z. B. Sonne) oder Abkühlung (Wind, Zugluft, Benetzung durch Niederschlag oder Spritzwasser) bei ausgekleideten Chemieöfen ungünstig auswirken kann.

**6.2** Chemieöfen, insbesondere solche mit tragendem Mantel oder gasdichter Verkleidung, sollen so aufgestellt werden, daß im Betrieb auftretende Schäden leicht erkennbar und erreichbar sind und örtliche Überhitzungen, insbesondere des Bodens und der Unterstützungsstruktur, verhütet werden (z. B. durch Streifenfundamente, Trägerrost).

**6.3** Bei Öfen mit flüssigem Ofengut sind unter Umständen Schutzmaßnahmen, wie z. B. Auffangwannen, notwendig, die verhindern, daß durch Auslaufen des Ofengutes Schäden entstehen.

<sup>1)</sup> Unter dickwandiger Auskleidung ist eine solche mit Eigenstandfestigkeit zu verstehen.

<sup>2)</sup> Eine dünnwandige Auskleidung bedarf der Haftung am Mantel.