

Verfahren zur Entgasung

Die Lebensdauer von Rohrleitungen, Kesselanlagen, Pumpen und Armaturen in thermischen Heißwasser- und Dampfkesselanlagen wird im Wesentlichen durch die Qualität des Kesselwassers bestimmt.

Wasser enthält - je nach Druck und Temperatur - unterschiedliche Mengen an Sauerstoff (O₂) und Kohlenstoffdioxid (CO₂). Beide Gase fügen metallischen Kesselwerkstoffen auf spezifische Art Schäden zu: Sauerstoff wirkt oxidativ, Kohlenstoffdioxid (Kohlensäure) aggressiv.

Oxidation / Korrosion Die O₂-Korrosion führt zu partiellen, narbenförmigen Vertiefungen. Im Laufe der Einwirkungszeit werden diese Vertiefungen zu Anfressungen mit in der Regel verwaschenen Rändern. Das oxidierte Material füllt dabei häufig die Vertiefungen und Löcher aus.

Die CO₂-Korrosion führt dagegen zu einem gleichmäßigen Oberflächenabtrag.

Beide Korrosionserscheinungen gefährden - je nach Höhe des Druckes und der Temperatur - die Betriebssicherheit einer Kesselanlage erheblich.

Entgasung Mittels spezifischer Entgasungsmethoden werden die beiden Gase Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid deshalb aus dem Wasser entfernt bzw. unter die jeweils geforderte Restkonzentration als einzuhaltenden Garantiewert abgesenkt.

Anforderungen an die Qualität des Speisewassers und des Kesselwassers im Dampferzeuger enthalten die DIN EN 12953-10 und die DIN EN 12952-12.

Die technische Entfernung der störenden, gasförmigen Inhaltsstoffe heißt allgemein „Entgasung“. Als Entsäuerung wird die technische Entfernung von freiem, aggressivem CO₂ bezeichnet, da dadurch der pH-Wert des Wassers angehoben wird.

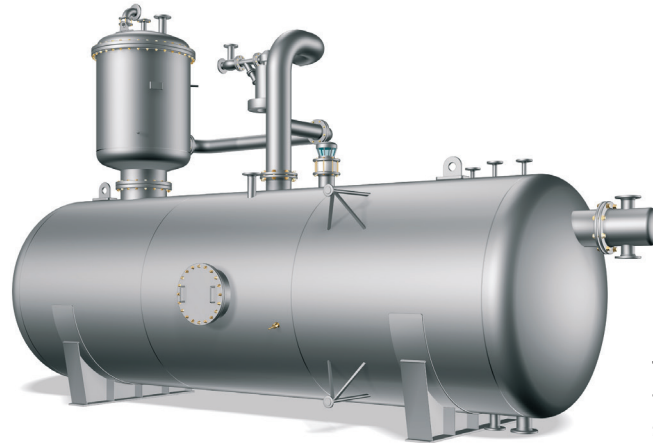
Entgasungsverfahren Gängige Verfahren zur Entgasung sind:

- **Thermische Entgasung**
 - Druckentgasung
 - Vakuumentgasung
- **Membranentgasung**
- **Chemische Entgasung**

Thermische Entgasung Die thermische Entgasung von Speisewasser - zur Ausscheidung der in ihm gelösten und korrodierend wirkenden Gase - setzt den Siedezustand des Wassers voraus. In diesem Zustand ist die Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten nahezu Null. Unterstützend wirkt eine feine Verteilung über Rieselblechkaskaden. Die Entgasung kann im Über- oder Unterdruckbereich durchgeführt werden.

Druck-entgasung Das Gemisch aus Kondensat und Frischwasser wird oben in den Entgaserdom eingeleitet. Die Aufheizung auf Siedetemperatur erfolgt durch Heizdampf, welcher unten in den Entgaser einströmt und diesen nach oben im Gegenstrom durchströmt. Die dabei ausgetriebenen Gase werden mit dem Brüden Dampf über den Brüdenabgang im Entgaserdom abgeführt. Das entgaste Wasser wird im Speisewasserbehälter gesammelt.

Die thermische Entgasung ist ein hervorragendes Verfahren, um gelöste Gase - insbesondere aus heißem Kesselspeisewasser - auszutreiben. Zugleich wird das Wasser hierbei entkeimt.



Thermische Entgasungsanlage für Heizwerke, Kraftwerke und sonstige Dampfkesselanlagen

Die thermische Entgasung arbeitet häufig bei Temperaturen knapp über 100 °C und Betriebsüberdrücken um 0,2 bis 0,3 bar. Damit sind Sauerstoffgehalte im Speisewasser unter 0,02 mg O₂/l und Kohlenstoffdioxidgehalte von weniger als 1 mg CO₂/l erreichbar.

Vakuumentgasung Mittels Vakuumentgasung kann Wasser auch unterhalb 100 °C durch Sieden entgast werden. Durch Anlegen eines entsprechenden Unterdruckes (Teilvakuum) im Entgaser kann der Siedepunkt schon im Bereich von 30-80 °C erreicht werden. Dieses Entgasungsverfahren eignet sich, wenn kein Heizdampf zum Betrieb einer thermischen Druckentgasung zur Verfügung steht.

Die Entgasung erfolgt dabei in einem Riesler (auch Rieseler) mit Sprüheinrichtung, Füllkörpern und Vorratsteil. Die Gase werden mit dem entstehenden Wasserdampf über eine Vakuumpumpe abgeführt. Vorzugsweise wird ein Brüdenkondensator eingesetzt, um den Ansaugvolumenstrom der Vakuumpumpe gering halten zu können. Der Restsauerstoffwert von 0,02 mg/l kann hier ebenfalls erreicht werden.

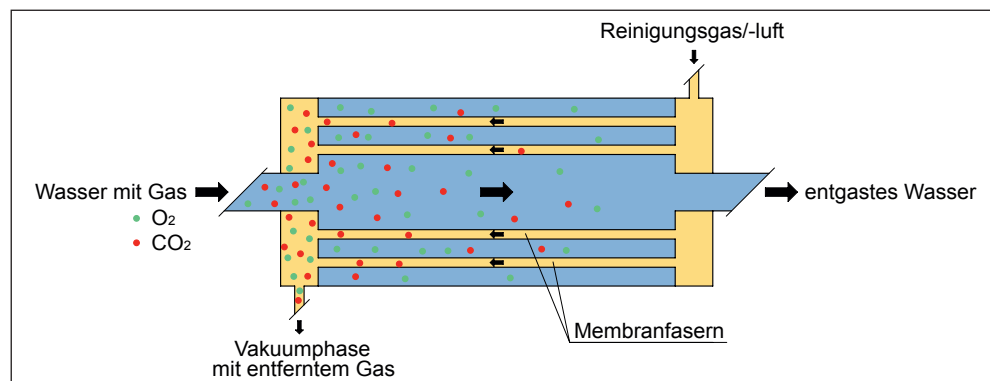
Die Vakuumentgasung kommt bei der Aufbereitung von Zusatzwasser für Heizsysteme zum Einsatz.

Membran-entgasung

Mittels Membranentgasung kann gelöstes Kohlenstoffdioxid (CO₂) im reinen Strippluftbetrieb bis < 2 mg/l (ppm) bzw. in Kombination mit einer Vakuumpumpe bis < 1 mg/l (ppm) aus dem Wasser entfernt werden. Bei Einsatz von technischem Stickstoff als Stripppmedium und in Kombination mit einer Vakuumpumpe kann Sauerstoff auf Werte von < 1 µg/l (ppb) reduziert werden.

Durch Schaffung eines entsprechenden Partialdruckgefälles als Triebkraft (Stripplung mit Luft/Gas und/oder Schaffung eines Vakuums), diffundieren die Gase durch mikroporöse, hydrophobe (wasserundurchlässige) Hohlfasermembranen aus der Flüssigkeit in die gasführende Membranfaser und werden mit dem Stripppgas abtransportiert.

Die einzelnen Hohlfasermembranen werden in Modulen (sogenannte Membrankontaktoren) zusammengefasst. Über den Eintrittsstutzen des Kontaktors fließt die Flüssigkeit zunächst in ein Verteilerrohr und wird durch eine Umlenkbarriere entlang der Hohlfasern gelenkt, damit die Gase in die Hohlfasern eindringen können. Das entgaste Fluid verlässt dann über ein Sammelrohr und dem anschließenden Austrittsstutzen den Kontaktor. Das Stripppgas wird im Gegenstrom über zwei separate Stutzen innen durch die Hohlfasern geführt. Je nach Anforderung an die Gasausgangskonzentration und Aufbereitungsmenge werden einzelne Kontaktoren in Reihe oder bei hohem Volumenstrom auch parallel geschaltet.



Funktionsprinzip Membranentgasung

Die Membranentgasung dient zur Unterstützung von Entsalzungsprozessen. Bei der Vollentsalzung mit Ionenaustauschern kann durch Membranentgasung der Anionenaustauscher entlastet werden, mit der Folge einer deutlichen Senkung des Bedarfes an erforderlichen Regenerierchemikalien (meist Natronlauge). Damit ist die Membranentgasung eine gute Alternative zum CO₂-Riesler, jedoch mit den Vorteilen eines deutlich geringeren Platz- und Energiebedarfs (z.B. keine Druckerhöhung erforderlich).

Die Membranentgasung bietet sich ferner zwischen EDI (Elektrodeionisation) und Umkehrosiose an. Zum einen passiert freies Kohlenstoffdioxid die Membranen der Umkehrosioseanlage, zum anderen wird durch die Verschiebung des Kalk-Kohlensäure Gleichgewichtes zusätzliches Kohlendioxid frei. Dies stellt eine deutliche Belastung für die nachgeschaltete EDI dar, was oftmals zur Verschlechterung der Diluat-Leitfähigkeit führt. Hier ist die Membranentgasung eine ideale Ergänzung zwischen Umkehrosiose und EDI, da sie CO₂ sicher aus dem Permeat der Umkehrosiose entfernt und bei der Durchströmung nur einen geringen Druckverlust verursacht. Ein stabiler Betrieb für die gegenüber CO₂ anfällige EDI ist somit gewährleistet.

Chemische Entgasung Die chemische Entgasung bzw. Nachentgasung erfolgt durch Zugabe von Chemikalien. Diese Chemikalien werden in Verdünnungswasser (Qualität abhängig von den Betriebsbedingungen des Dampferzeugers) gelöst und sind geeignet, den im Wasser enthaltenen Sauerstoff abzubinden bzw. umzusetzen. Die Reaktionszeiten sind bei den verschiedenen verwendbaren Chemikalien unterschiedlich. Sie sind im Allgemeinen um so kürzer, je höher die Wassertemperatur ist.

Einige dieser Chemikalien haben nahezu keine Nebenwirkungen - nur eine geringe Anreicherung unschädlicher Salze - während andere Chemikalien freie Säuren bilden, die zu einer Senkung der Alkalität führen. Eine weitere Gruppe bildet bei der Erhitzung dampfflüchtige Alkalisubstanzen, die über den Kessel hinaus bis ins Dampf- und Kondensatnetz wirksam sind.

Die Zugabe der Chemikalienlösung zur Restsauerstoff-Abbindung erfolgt zusammen mit evtl. erforderlichen Korrekturchemikalien zur Resthärtestabilisierung und Alkalisierung. Die Dosierung erfolgt mittels geeigneter Dosiergeräte.

Die chemische Entgasung ist - aufgrund des hohen Chemikalienaufwands - nur bei niedrigen Kesseldrücken und geringer Anlagenleistung interessant. Bei mittleren und großen Anlagen wird die chemische Entgasung ausschließlich dann eingesetzt, wenn Restsauerstoffgehalte von $< 10 \mu\text{g/l}$ erreicht werden müssen.