

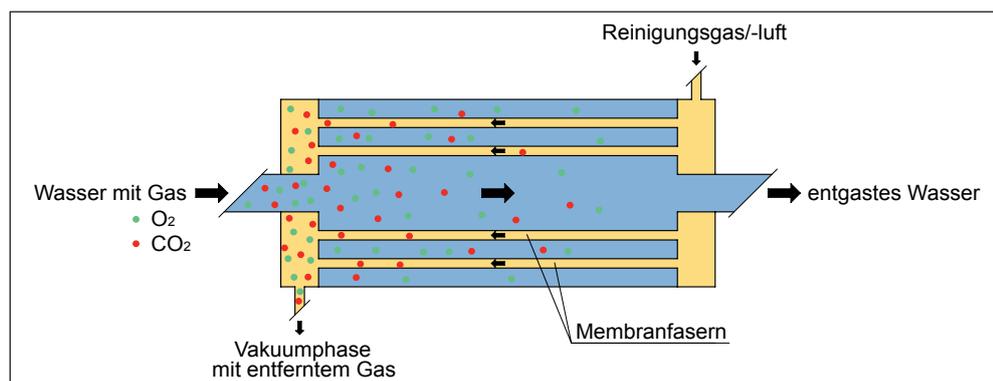
## Membran-Entgasungsanlagen

Die Membranentgasung ist ein sehr effektives Entgasungsverfahren. Sie dient auch der Unterstützung von Entsalzungsprozessen.

Mittels Membranentgasung kann Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ) aus Wasser im reinen Stripppluftbetrieb auf Werte kleiner 2 mg/l (ppm) bzw. in Kombination mit einer Vakuumpumpe auf Werte kleiner 1 mg/l (ppm) entfernt werden.

Durch Einsatz von technischem Stickstoff als Stripplmedium und in Kombination mit einer Vakuumpumpe kann Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) auf Restwerte kleiner 1  $\mu\text{g/l}$  (ppb) reduziert werden, wie es z. B. in der Halbleiterindustrie erforderlich ist.

**Funktion** Durch Schaffung eines entsprechenden Partialdruckgefälles als Triebkraft (Strippung 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 Stripplgas abtransportiert.



### Funktionsprinzip Membranentgasung

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 Stripplgas 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.

**Bestandteile** Eine Membranentgasungsanlage besteht im Wesentlichen aus:

- Membrankontaktoren
- Vorfilter mit 3  $\mu\text{m}$  Filterfeinheit für Stripplgas
- Vorfilter mit 5  $\mu\text{m}$  Filterfeinheit für die zu entgasende Flüssigkeit
- Messgeräte und Armaturen
- Rahmen und Verrohrung
- Komponenten für das Stripplgas
- Vakuumpumpen/Gebläse
- Rohrleitungen

**Einsatzbedingungen**

Das Zulaufwasser sollte mindestens entkarbonisiert (teilentsalzt) oder enthärtet sein, da bei der Entgasung durch die Verschiebung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts Härtebildner ausfallen und die Membranfasern verblocken können (Scaling). Auch ungelöste Stoffe müssen durch Filtration weitestgehend entfernt werden, da diese ebenfalls zu Verblockungen (Fouling) führen.

Die Medientemperatur sollte für Strippgasbetrieb (bei CO<sub>2</sub>-Entfernung) maximal 30 °C betragen. Höhere Einsatztemperaturen (bis 60 °C) sind beim Einsatz von Stickstoff als Strippgas (zur O<sub>2</sub>-Entfernung) möglich.



**Zweistufige Anlage mit Membrantgasern**

Die Membrantgasung dient zur Unterstützung von Entsalzungsprozessen. Bei der Vollentsalzung mit Ionenaustauschern kann durch Membrantgasung der Anionenaustauscher entlastet werden, mit der Folge einer deutlichen Senkung des Bedarfes an erforderlichen Regenerierchemikalien (meist Natronlauge). Damit ist die Membrantgasung eine gute Alternative zum CO<sub>2</sub>-Riesler, jedoch mit den Vorteilen eines deutlich geringeren Platz- und Energiebedarfs (z. B. keine Druckerhöhung erforderlich).

Die Membrantgasung bietet sich ferner zwischen EDI (Elektrodeionisation) und Umkehrosmose an. Zum einen passiert freies Kohlenstoffdioxid die Membranen der Umkehrosmoseanlage, zum anderen wird durch die Verschiebung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes zusätzliches Kohlenstoffdioxid frei. Dies stellt eine deutliche Belastung für die nachgeschaltete EDI dar, was oftmals zur Verschlechterung der Diluat-Leitfähigkeit führt. Hier ist die Membrantgasung eine ideale Ergänzung zwischen Umkehrosmose und EDI, da sie CO<sub>2</sub> sicher aus dem Permeat der Umkehrosmose entfernt und bei der Durchströmung nur einen geringen Druckverlust verursacht. Ein stabiler Betrieb für die gegenüber CO<sub>2</sub> anfällige EDI ist somit gewährleistet.