

Unter Dampf

Einsatz von Verdampfern zur Aufkonzentrierung von Abwässern



Patrick Fischer

Die Verdampfertechnologie stellt eine Alternative zu den herkömmlichen Behandlungsverfahren wie z. B. Membranen oder der chemisch-physikalischen Abwasserbehandlung dar. Durch die thermische Trennung des Wassers von den anderen Inhaltsstoffen wird ein sehr gutes Ergebnis in Bezug auf die Destillatqualität erzielt. Dies ermöglicht eine Kreislaufführung des zurückgewonnenen Wassers sowie eine deutliche Reduzierung des Abwasservolumens. Selbst die Wiederverwendung des Konzentrates ist in bestimmten Fällen realisierbar. Verschiedene Verdampferverfahren lassen sogar die Aufkonzentrierung bis zum Feststoff zu.

Autor: Patrick Fischer, Gütlings Wassertechnologie GmbH, Fellbach

In den vergangenen zehn Jahren hat sich die Verdampfertechnologie erheblich weiterentwickelt. Es ist gelungen, den Energieverbrauch zu senken, die Technik zu optimieren und neue Verfahren mit erweiterten Möglichkeiten zu entwickeln. Diese beziehen sich im Wesentlichen auf den Aufkonzentrierungsfaktor sowie den zu erzielenden Feststoffgehalt im Konzentrat. Mit den ständig steigenden Abwassermengen sind natürlich auch die Verdampferanlagen gewachsen. Waren früher Anlagen von 5–10 m³/d die Regel, so liegen die Mengen heute bei bis zu 250 m³/d oder höher.

Brüdenverdichter nach dem Zwangsumlaufprinzip

Diese Anlagen arbeiten mit einer Verdampfungstemperatur von ca. 90 °C. Aufgrund des Zwangsumlaufes wird das Medium extern in einem Umlauf vom Kessel über einen Rohrbündelwärmetauscher erwärmt. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass die kritischen Wärmeübertragungsflächen nicht mit Sauerstoff in Berührung kommen und durch die starke Zirkulation eine selbstreinigende Wirkung erzielt wird. Aufwändige Reinigungsverfahren durch den Einsatz von Reinigern sowie starke Kapazitätsverluste, wie es z. B. beim Naturumlauf der Fall ist, bleiben somit erspart.

Die Vorteile der Brüdenverdichtung des Typs TC liegen im geringen Energiebedarf. Jedoch ist bei der Auslegung der Anlage darauf zu achten, dass die Anlage möglichst

rund um die Uhr läuft, da im Stand-by-Betrieb Energie verbraucht und somit der Vorteil wieder aufgezehrt wird.

Die Brüdenverdichtung ist in Ihrer Aufkonzentrierung begrenzt. Der maximal zu erreichende TDS-Gehalt (Total Dissolved Solid: Gesamtmenge im Wasser gelöster ionischer Mineralsalze und Metalle) im Konzentrat beträgt – abhängig vom Medium – ca. 30 %.

Für temperaturempfindliche Medien, wie sie z. B. in der chemischen Industrie bei der Klebstoff- und Dispersionsherstellung vorkommen, sind Brüdenverdichter nicht geeignet. In der Regel setzt man die Geräte für Lösungen mit einem Wasseranteil von 90–95 % ein und für große Abwasservolumen im Bereich 0,4 – 20 m³/h.

Vakuumverdampfer nach dem Zwangsumlaufprinzip

Im Gegensatz zu den Brüdenverdichtern liegt die Verdampfungstemperatur der Vakuumverdampfer des Typs E bei ca. 30–40 °C. Die Anlagen sind mit einer Wärmepumpe ausgestattet, die mit einem Kältemittel arbeitet. Aufgrund der niedrigen Verdampfungstemperatur produzieren diese Anlagen eine bessere Destillatqualität (z. B. CSB-Wert) und die Verschmutzungsgefahr ist deutlich geringer. Vakuumverdampfer werden in Bereichen eingesetzt, wo eine hohe Destillatqualität gefordert ist bzw. das Konzentrat wieder eingesetzt wird. Der Energieverbrauch liegt etwas höher als bei den

Weitere Anwendungsfälle für Verdampfer

- Entsorgungswirtschaft: Aufkonzentrierung der gesammelten wässrigen Abfälle, eventuell bis zum Feststoff, mit anschließender Verbrennung des Konzentrates im Kraftwerk
- Galvanotechnik: Aufkonzentrierung der anfallenden Spülwässer und Konzentrate mit Kreislaufführung des Destillates, Rückgewinnung von Chrom- und Nickelelektrolyt durch Aufkonzentrierung der Spülwässer
- Druckindustrie: Aufkonzentrierung der anfallenden Spül- und Reinigungsabwässer mit teilweiser Kreislaufführung des Destillates oder Rückgewinnung des Konzentrates
- Metallbe- und -verarbeitung: Aufkonzentrierung von Emulsionen und Kühlschmierstoffen sowie Härtereiabwässer
- Energie/Kraftwerke: Aufbereitung von Abwasser aus Gaswäschern mit Rückführung des Destillates
- Lebensmittel / Futterindustrie: Aufkonzentrierung von Extrakten zur weiteren Verwertung als Tierfutter sowie Aufbereitung von Abwässern z. B. aus der Milchwirtschaft, Speiseölherstellung oder zur Konzentratherstellung
- Aufbereitung von Batteriesäure
- Aufbereitung von Abwässern aus der Sprengstoffherstellung
- Aufbereitung von Glykolphaltigen Abwässern (z. B. Flugzeugenteisung)
- Aufkonzentrierung von Wäschereiabwässern und Textilabwässern



Im Dauerbetrieb besitzt der Brüdenverdichter einen geringen Energiebedarf

Brüdenverdichtern. Allerdings wird im Stand-by-Betrieb praktisch keine Energie verbraucht. Mit diesen Geräten lassen sich Abwasservolumen von 6 bis zu 2000 l/h abdecken.

Eine interessante Alternative sind die Vakuumverdampfer der Reihe EW. Hier wird Fremdenergie in Form von Heiß- und Kaltwasser genutzt, das bauseitig vorhanden sein muss.

Vakuumverdampfer mit Schabersystemen

Für Abwässer und Lösungen mit einem hohen Eingangs-TDS-Gehalt und dem Wunsch einer hohen Aufkonzentrierung bieten sich die so genannten Schabersysteme an. Hier wird die beheizte Fläche im Kessel mit einem Schaber, den es in unterschiedlichen Ausführungen gibt, freigehalten. Diese Systeme erlauben einen TDS-Gehalt im Konzentrat von 50–80 % (d. h. Aufkonzentrierung bis zum Feststoff). Zur Verfügung ste-

hen Typen mit Wärmepumpe sowie auch Anlagen mit der Nutzung von Fremdenergie in Form von Heiß- und Kaltwasser.

Materialien und Anwendungsbeispiele

Standardmaterial der Verdampfer ist Edelstahl. Es stehen aber auch chloridbeständige Duplex-Stähle und Hastelloy zur Auswahl. Für Säuren und Elektrolyte gibt es spezielle Beschichtungen auf PTFE-Basis. Bei einer Anschaffung ist abzuwägen, ob eine pH-Korrektur sinnvoll ist, um Korrosion zu verhindern. In vielen Fällen ist dies aber nicht möglich oder gewünscht. Daher kommen dann höherwertige Materialien zum Einsatz.

Gärresteaufbereitung in Biogasanlagen

Viele Betreiber von Biogasanlagen leben mit der Problematik, dass die bei der Gaserzeugung anfallenden Gärreste nicht mehr auf Flächen ausgebracht werden können

oder dürfen. Die Abgabe an Düngemittelhersteller scheitert oft an dem mangelnden Nährstoffgehalt. Hier bietet die Vakuumverdampfertechnik eine interessante Alternative: Die Gärrestmenge mit einem Eingangsgehalt von ca. 2 % TDS wird mit einem Vakuumverdampfer auf ein Zehntel reduziert. Der Nährstoffgehalt ist nun z. B. für eine Weiterverarbeitung zu Dünger hoch genug. Die Gärreste können aber auch mithilfe eines Verdampfers bis zum Feststoff aufkonzentriert werden und zu Pellets weiterverarbeitet werden. Das Destillat kann als Ansatzwasser vorne dem Prozess wieder zugeführt werden, in der Regel weist es einen CSB-Wert von 300–600 mg/l auf. Auch der Einsatz als Reinigungswasser, Waschwasser oder Kühlwasser ist möglich. Der RW-Verdampfer eignet sich zudem als Konzentratoren für bereits bestehende alternative Gärresteaufbereitungsverfahren. In diesem Einsatzgebiet liegt der Vorteil des Verdampfers im Vergleich zu Membranverfahren in seiner Robustheit und Einfachheit.

Biokraftstoffherstellung

Bei der Herstellung von Biokraftstoffen fallen, abhängig von dem Herstellungsverfahren und dem Ausgangsmaterial des Kraftstoffes, im Wesentlichen zwei Abwässer an: Abwässer von Gaswäschern aus den Prozessen der Vergasung und Pyrolyse, die im Wesentlichen hohe Sulfatfrachten, Chloride, Calcium und Metalle enthalten (hohe Leitfähigkeit) und Wasch-Abwässer, die als Produkt aus der Reinigung von Pressen und Zentrifugen anfallen (hoher CSB und BSB). In beiden Fällen wird das Abwasser weitestgehend aufkonzentriert und entsorgt, während das gewonnene Destillat im Prozess wieder eingesetzt wird. In diesen Fällen wird das Destillat durch Umkehrosmose aufbereitet. Die täglichen Abwassermengen liegen im Bereich 30 bis 120 m³. Für diese Anwendungen kommen Brüdenverdichter zum Einsatz, die autark arbeiten und einen geringen Energiebedarf haben.

Entsorgung von Abwässern aus der Solarmodulherstellung

In diesem noch recht jungen Wirtschaftszweig fallen zum Teil erheblich belastete Abwässer an. Neben Sulfat und Harnstoff kann dies vor allem auch Cadmium sein. Die Entsorgung dieser Abwässer ist extrem teuer und liegt zum Teil bei bis zu 400 €/t. Mit dem Vakuumverdampfer werden die Abwassermengen erheblich reduziert. Die Investition macht sich innerhalb von wenigen Monaten bezahlt. Das ganze Handling in dem Betrieb wird einfacher, da die Entsorgungsmengen um 90–95 % reduziert werden.

Deponiesickerwasser-Aufbereitung

Deponiesickerwässer sind im Wesentlichen belastet mit Ammoniak, einem hohen CSB,



Durch die niedrige Verdampfungstemperatur von 30 bis 40 °C wird mit Vakuumverdampfern eine gute Destillatqualität erzeugt

Schwermetallen, Chloriden und Sulfaten. Häufig werden diese Abwässer mit chemisch-physikalischen Behandlungsanlagen aufbereitet oder mithilfe der Umkehrosmose aufkonzentriert. In vielen Fällen können jedoch die Grenzwerte nicht eingehalten werden, oder aber das Restvolumen ist weiterhin zu hoch. Die Verdampfertechnik bietet auch hier eine interessante Alternative bzw. Ergänzung zu bestehenden Prozessen. Das Restvolumen wird weiter aufkonzentriert bis ein Feststoff mit 70–80 % verbleibt. Somit bleiben die zu entsorgenden Abfallmengen überschaubar. Im Destillat wird der CSB-Wert drastisch reduziert, die Metalle und Salzfrachten verbleiben vollständig im Konzentrat. Wiederum kann auch hier die produzierte Energie der Depone zur Versorgung der Verdampferanlagen mit Heiß- und Kaltwasser genutzt werden.

Chemische und pharmazeutische Industrie

In der chemischen Industrie gibt es vor allem bei der Herstellung von Dispersionen, Klebstoff, Kosmetik, Seifen sowie Reinigungs- und Spülmittel interessante Anwen-

dungen für die Vakuumverdampfertechnik. In diesen Bereichen ist in den meisten Fällen darauf zu achten, dass die Verdampfungstemperatur nicht oberhalb von 45 °C liegt. Im Bereich der Dispersionen und Klebstoffe fallen überwiegend Reaktor-Spülwässer an. Diese sind aufgrund ihrer Konsistenz und ihres Verhaltens mit Sauerstoff nicht einfach zu behandeln. Im Vakuumverdampfer werden diese Spülwässer in der geschlossenen Atmosphäre aufkonzentriert. Das Destillat wird als Reinigungswasser verwendet. In einigen Fällen kann das Konzentrat wieder dem Originalprodukt zugeführt werden.

Im Bereich der Pharmaproduktion liegen die Entsorgungskosten von anfallenden Abwässern bei 300–500 €/t. Um diese Kosten zu minimieren werden stark belastete Ströme der Aufkonzentrierung zugeführt, während die weniger stark belasteten Abwässer herkömmlich behandelt werden. Da die Salzfrachten in der Pharmaindustrie sehr hoch sind, bietet sich auch hier die Aufkonzentrierung zum Feststoff an. Die Salze können dann in Big-Bags in Salzstöcken kostengünstig eingelagert werden. In diesem

Fall ist die Entsorgung eines Feststoffes gegenüber einem flüssigen Konzentrat deutlich billiger.

Zusammenfassung

Der Einsatz von Verdampfertechnik zur Aufkonzentrierung von Abwässern sowie zur Rückgewinnung von Stoffen ist eine heute unverzichtbare Technik. In vielen Fällen gibt es keine technischen Alternativen aufgrund von ständig strenger werdenden Grenzwerten. Dazu kommt, dass Verfahren gefordert sind, die einen automatischen, kontinuierlichen Betrieb erfordern. Der Personalaufwand und der Einsatz von Chemikalien soll reduziert werden. Der Kunde sucht eine Black-Box-Lösung, damit er sich auf sein Haupttätigkeitsfeld konzentrieren kann. Diese Kriterien erfüllt die Verdampfung. Außerdem wird ein Ergebnis erzielt, das die Kreislaufführung von Wasser ermöglicht. Die kompakte Bauweise der Anlagen erfordert keine hohen Installationskosten. Die Anlagen werden fertig geliefert und sind nach Anschluss der Versorgungsleitungen bereit zum Betrieb.