



Basiswissen Physikalisch/chemische Wasserbehandlung

Einsatzgebiet physikalisch/chemischer Verfahren

Industrielles Abwasser enthält oftmals gelöste, anorganische Stoffe (z.B. Schwermetalle) oder organische Stoffe, die biologisch nicht abbaubar sind. Dies trifft auch auf viele Deponiesickerwässer und kontaminierte Grundwässer zu. In einem solchen Fall eignet sich der Einsatz physikalisch/chemischer Verfahren. In diesem Bereich der Wasserbehandlung gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Verfahren. Zu den am häufigsten eingesetzten Verfahren gehören:

Adsorption	Umkehrosmose	Ionenaustausch
Fällung	Flockung	Oxidationsverfahren

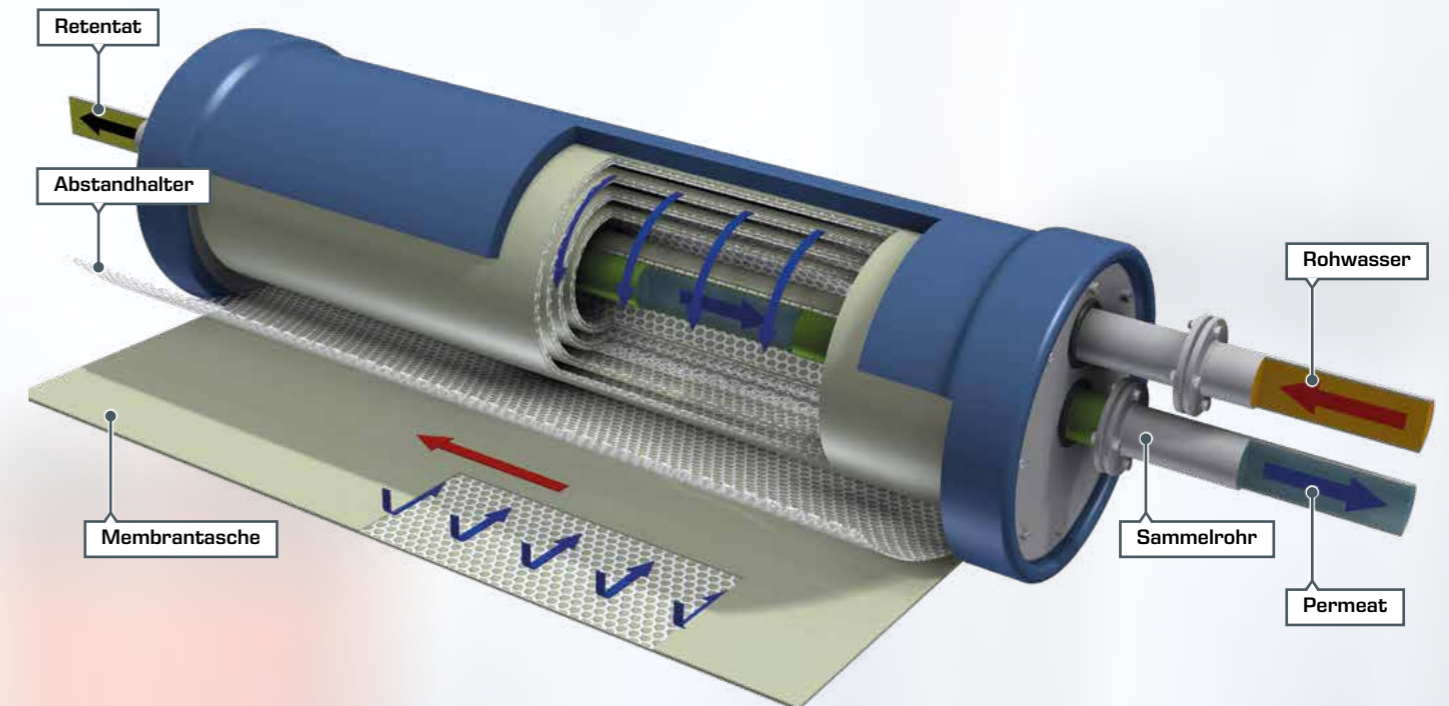


Kontinuierlich durchströmte Adsorber in einer Wasserbehandlungsanlage

Adsorption

Bei der Adsorption wird der zu entfernende Stoff (Adsorptiv) an der Oberfläche eines Festkörpers (Adsorbens) gebunden. Diese Bindung kann entweder physikalisch oder chemisch erfolgen. Als Adsorbens wird überwiegend granuliert Aktivkohle eingesetzt. Mit diesem Verfahren lassen sich z.B. giftige, chlorierte Kohlenwasserstoffverbindungen zuverlässig aus dem Wasser entfernen. Derartige Stoffe sind vielerorts in Deponiersickerwässern und kontaminierten Grundwässern anzutreffen.

Die Adsorption erfolgt in der Regel mit kontinuierlich durchströmten Adsorbent. In den Adsorbent befindet sich ein Festbett aus granulierter Aktivkohle. Nach einer gewissen Betriebsdauer kommt es im Ablauf eines Adsorbent zu einem Anstieg der Adsorptiv-Konzentration. Diesen Zustand bezeichnet man als Durchbruch. Trägt man die Adsorptiv-Konzentration im Ablauf eines Adsorbent über die Zeit auf, erhält man die so genannte Durchbruchskurve.



Umkehrosmose: Membrantrennverfahren für höchste Ansprüche

Das Grundprinzip der Umkehrosmose ist denkbar einfach. Dem natürlichen Bestreben, zwischen beiden Seiten einer Membran einen Konzentrationsausgleich herbeizuführen (Osmose), muss entgegengewirkt werden. Hierfür wird ein Gegendruck aufgebaut, der mindestens so hoch wie der osmotische Druck ist. Das Wasser strömt dann in Richtung des Konzentrationsgefälles durch die Membran, wodurch die Konzentration auf der einen Seite der Membran stark ansteigt (Retentat) und auf der anderen Seite weiter abnimmt (Permeat). Vereinfacht kann die Umkehrosmose also als Verdünnungsprozess aufgefasst werden.

Mit einer Umkehrosmose lassen sich selbst gelöste Stoffe, wie z.B. Ionen, aus dem Wasser entfernen. Dadurch kann Reinstwasser erzeugt werden, das in vielen sensiblen industriellen Produktionsprozessen, wie z.B. der Pharmaindustrie, erforderlich ist. Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Meerwasserentsalzung.

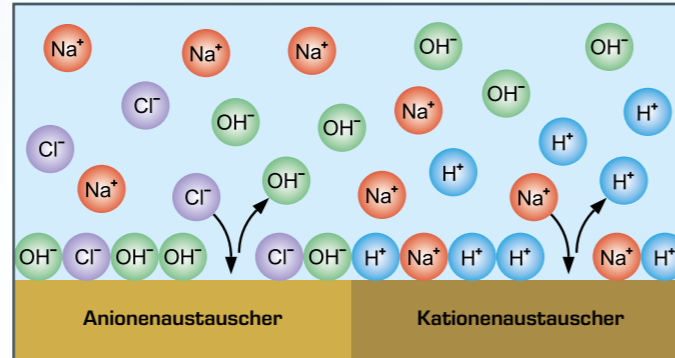
Für die Umkehrosmose kommen sogenannte Spiralwickelmodule zum Einsatz. Besonderheit dieser Bauweise ist die spiralförmig um ein zentrales Rohr gewickelte Membrantasche. Durch hohen Druck auf der Zulaufseite tritt das Wasser (Permeat) durch die Membran und fließt spiralförmig dem zentralen Sammelrohr zu. Der durch die Membran zurückgehaltene Teilstrom (Retentat) wird über ein separates Rohr aus dem Modul abgeführt.

Basiswissen Physikalisch/chemische Wasserbehandlung

Ionenaustausch

Der Ionenaustausch ist ein physikalisch-chemischer Vorgang, bei dem ein Feststoff Ionen aus einer Flüssigkeit aufnimmt und im Austausch dafür eine äquivalente Menge gleich geladener Ionen an die Flüssigkeit abgibt. Werden positiv geladene Ionen ausgetauscht (z.B. Natrium Na^+), spricht man von Kationenaustausch. Im Gegensatz dazu erfolgt beim Anionenaustausch ein Austausch negative geladener Ionen (z.B. Chlorid Cl^-).

Ionenaustauscher werden vor allem zur Entsalzung und Enthärtung eingesetzt. Auch Schwermetalle, die in vielen Abwässern der metallverarbeitenden Industrie enthalten sind, lassen sich durch Ionenaustausch entfernen.



Entsalzung durch Anionenaustausch und anschließendem Kationenaustausch

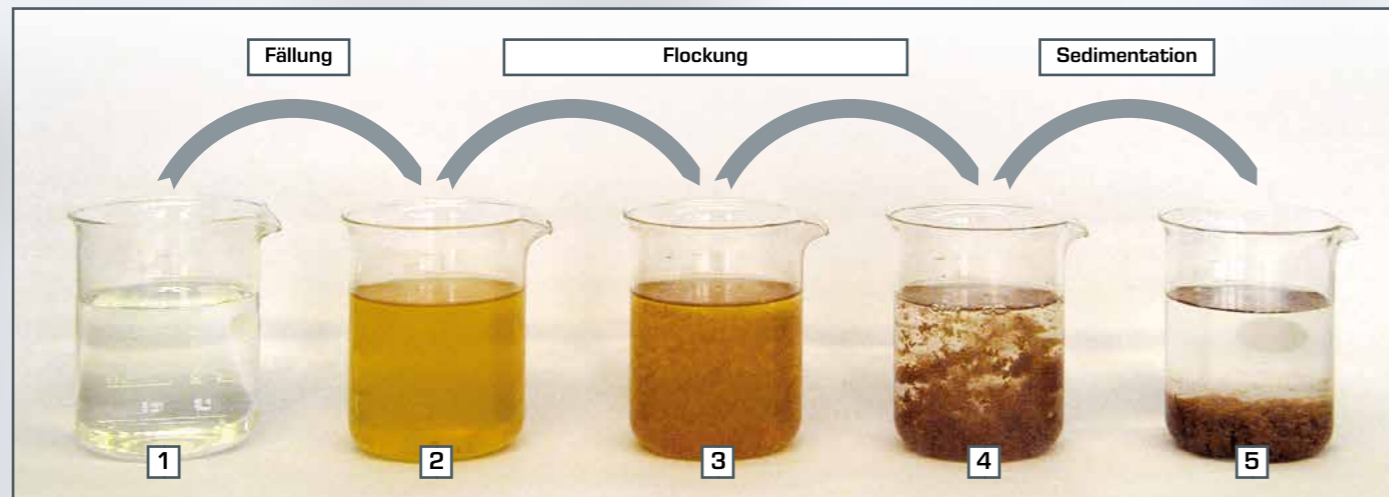
Fällung

Die Fällung ist ein chemischer Vorgang, bei dem ein gelöster Stoff durch Reaktion mit einem anderen Stoff in eine unlösliche Form (Feststoff) überführt wird. Die Fällung eignet sich z.B. zur Entfernung von gelösten Metallen. Ferner wird die Fällung auch zur Phosphorelimination in Kläranlagen eingesetzt.

In der Praxis schließt sich an die Fällung oftmals eine Flockung an, um die Größe der gebildeten Feststoffe zu erhöhen. Dies erleichtert die anschließende mechanische Abtrennung der Feststoffe (z.B. durch Sedimentation).

Flockung

Zur Zugabe bestimmter Chemikalien werden zunächst die elektrostatischen Abstoßungskräfte zwischen einzelnen Feststoffpartikeln aufgehoben. Dadurch verbinden sich die Partikel zu kleinen Flocken (Koagulation). Um die Größe der Flocken weiter zu erhöhen gibt man dem Wasser anschließend ein Flockungsmittel (z.B. Polymer) hinzu. Dadurch entstehen Flocken mit mehreren Millimetern Durchmesser, die sich schließlich leicht mechanisch abtrennen lassen.



Fällung und Flockung von gelöstem Eisen:
Durch Zugabe von Natronlauge fällt das gelöste Eisen (1) zunächst als unlösliches und gelbes Eisenhydroxid aus (2). Durch Zugabe weiterer Chemikalien bilden sich große Eisenhydroxid-Flocken (3 bis 4), die sich dann leicht durch Sedimentation abtrennen lassen (5).

Oxidationsverfahren

Viele organische Schadstoffe sind biologisch nicht abbaubar und lassen sich daher durch biologische Verfahren nicht eliminieren. Hierzu gehören beispielsweise viele chlorierte Kohlenwasserstoffe. Durch unsachgemäßen Umgang gelangten diese Stoffe vielerorts ins Grundwasser und stellen eine Gefahr für Mensch und Umwelt dar. Eine effektive Methode, derartige Stoffe aus dem Wasser zu entfernen stellen Oxidationsverfahren dar.

In der Wasserbehandlung gibt es eine Vielzahl verschiedener Oxidationsverfahren. Insbesondere die so genannten „erweiterten Oxidationsverfahren“ haben in den vergangenen Jahren an

Bedeutung gewonnen. Hauptmerkmal dieser Verfahren ist die Bildung hochreaktiver OH-Radikale. Diese Radikale zählen zu den stärksten Oxidationsmitteln und sind somit in der Lage, nahezu jeden Stoff zu oxidieren.

OH-Radikale lassen sich beispielsweise durch Bestrahlung von Wasserstoffperoxid (H_2O_2) mit UV-Licht erzeugen. Hierfür wird vorzugsweise UV-C Strahlung mit einer Wellenlänge von 254 nm verwendet.

Erzeugung eines OH-Radikals mit UV-Licht und Wasserstoffperoxid (H_2O_2)

- Sauerstoff
- Wasserstoff
- freies Elektron