MUSTERLÖSUNGEN

DECHEMAX-Schülerwettbewerb 2021/2022



Wir können eure Protokolle nicht zurückschicken und können euch auch im Einzelnen keine Auskunft zur Korrektur geben.

Alle Rechte an den eingesandten Lösungen gehen an die DECHEMA e.V. über, das schließt auch die Texte und Abbildungen ein, die von der DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. uneingeschränkt verwendet und zitiert werden können. Die DECHEMA e. V. kann über die eingesandten Lösungen frei verfügen und insbesondere über deren Aufbewahrung oder Vernichtung nach der Auswertung frei entscheiden.

Bitte beachtet auch:

Die **Muster**lösungen erläutern zwar die richtigen Antworten. Wenn ihr in etwa das geschrieben habt, was hier steht, heißt das aber noch nicht, dass ihr ein Anrecht auf einen Preis habt.



Wir danken an dieser Stelle noch einmal ganz besonders den KjVls, die den Versuch für den Wettbewerb konzipiert und bereitgestellt haben!

Allgemein:

Wie heißen die Verfahrensschritte, die sich hinter Teil 2 bis 5 verstecken? Was ist die jeweilige Stoffeigenschaft, durch die eine Trennung ermöglicht wird?

Teil 2: Sedimentation (mit anschließendem Dekantieren)

Bei der Sedimentation macht man sich zu Nutze, dass sich Partikel unterschiedlicher Dichte mit der Zeit absetzen. Da das Mehl eine höhere Dichte hat als Wasser, setzt es sich mit der Zeit am Boden ab. Beim Dekantieren trennt man dann das Wasser vom abgesetzten Mehl ab.

Teil 3: Flotation

Im Gegensatz zur Sedimentation wird das Mehl bei der Flotation nach oben an die Wasseroberfläche transportiert. Hierbei macht man es sich zu Nutze, dass die Oberfläche der Mehlpartikel hydrophob (= wasserabstoßend) ist. Aus diesem Grund hängt sich das Mehl lieber an die aufsteigenden Luftbläschen, als im Wasser zu bleiben.

Teil 4: Filtration und Adsorption

Die Kieselsteine, der Sand und die Watteschichten fungieren als Filter. In ihnen bleiben gröbere Partikel aufgrund ihrer Größe hängen und werden so vom Wasser abgetrennt. Die Aktivkohle geht noch einen Schritt weiter und bindet den roten Farbstoff mittels Adsorption. Hierbei werden die Moleküle des Farbstoffs mittels der sogenannten Van-der-Waals Kräfte an der Oberfläche der Kohle festgehalten.

Teil 5: Destillation

Die Anwendung der Destillation beruht auf dem Prinzip, dass die aufzutrennenden Stoffe unterschiedliche Siedepunkte haben. Der aufsteigende Dampf hat eine andere Zusammensetzung als die im Topf zurückbleibende Flüssigkeit, da das Salz nicht mitverdampft.

Teil 2:

Was ist der Vorteil dieses Trennverfahrens? Gibt es auch Nachteile?

Der Hauptvorteil besteht darin, dass das Trennverfahren ohne den Einsatz von Fremdstoffen und Energie auskommt. Zur Auftrennung wird lediglich die Schwerkraft benötigt. Ein Nachteil kann hier jedoch der Zeitfaktor darstellen, gerade wenn die Dichten sehr ähnlich sind, oder wenn die Flüssigkeit sehr viskos ist. Eine Beschleunigung der Abtrennung kann hier durch den Einsatz von Zentrifugen erreicht werden, in denen weitaus höhere Kräfte als die Schwerkraft wirken.

Was ist die Hauptanwendung für dieses Trennverfahren?

Die Sedimentation in sogenannten Klärbecken ist ein Hauptbestandteil von Kläranlagen zur Aufreinigung von Wasser.

Teil 3:

Wie funktioniert das Prinzip?

Bei diesem Verfahren tragen viele kleine Gasblasen durch Anhaftung an einem Feststoffpartikel diesen an die Flüssigkeitsoberfläche. Die Interaktion kommt dadurch zustande, weil sowohl das Gas, als auch die Oberfläche des Feststoffes hydrophob sind. Gas und Feststoff sind somit nicht wasserliebend. Dadurch verbinden diese sich bevorzugt.

Aufgrund der geringen Dichte der Luftblasen werden die Feststoffpartikel an die Oberfläche

getrieben.

Warum ist es wichtig, möglichst kleine Luftblasen zu erzeugen?

Kleine Luftblasen erzeugen eine größere spezifische Oberfläche. Dadurch wird eine bessere

Anhaftung an die Partikel ermöglicht.

Was sind die Vorteile, was die Grenzen des Trennverfahrens?

Die Vorteile sind, dass das Verfahren relativ günstig und leicht in der Handhabung ist. Es können damit große Mengen an zu reinigendem Medium durchgesetzt werden. Es ist ein kontinuierlicher Prozess, der kein Filtermedium und aufwendige Spülung wie bei einer

Filtration benötigt.

Nachteilig ist, dass zu große Partikel zu schwer sind und nicht an die Oberfläche getrieben

werden können. Hier hilft die Sedimentation/Zentrifugation als Alternativverfahren.

Im technischen Maßstab werden häufig Hilfsmittel eingesetzt. Welche Arten von Hilfsmittel gibt es?

Sammler: machen die Feststoffe hydrophober

Schäumer: Stabilisierung des Schaums für bessere Abtrennung

Drücker: machen gewünschte Sachen hydrophiler und bewirken ein Absinken in der

Flüssigkeit

Flockungshilfsmittel: helfen den Feststoffen sich miteinander zu verbinden, damit der Auftrieb

an die Oberfläche besser erfolgt

Wo wird dieses Verfahren eingesetzt?

Erzaufbereitung, Abwasserreinigung, Papierherstellung, Biotechnologische Industrie

(Algenabtrennung)

Würdet ihr das Verfahren zur Abtrennung von Mehl aus Wasser weiterempfehlen?

Warum?

Individuelle Begründung: Eher nein, weil zwar Mehl damit ausgetragen werden kann, dieses Verfahren aber im kleinen Maßstab zu langwierig ist. Man würde wahrscheinlich zu einem Kaffeefilter zurückgreifen und das Mehl damit entfernen.

Teil 4:

Wieso kann Kohle als Filter genutzt werden? Wie heißt der physikalische Vorgang, bei dem die Kohle Stoffe aus dem Wasser herauszieht?

Aktivkohle ist ein feinkörniger, poröser Kohlenstoff mit einer großen inneren Oberfläche. Diese wirkt als Adsorptionsmittel. Adsorption bedeutet, dass sich Stoffe aus dem Wasser an der festen Oberfläche der Aktivkohle anlagern. Die Partikeln können sich dann an der porösen Struktur einlagern. Ein Teelöffel hat circa die Oberfläche eines Fussballfelds.

Was kann alles mit Kohle aus Wasser gefiltert werden?

Mit Kohle können neben Partikeln, die sich im Wasser befinden, auch gelöste Stoffe heraus filtriert werden. Dazu kann Ozon und Chlor gehören. Außerdem Medikamentenrückstände, Lösungsmittel, Pflanzenschutzmittel und Geruchs- und Geschmacksstoffe.

Was ist der Unterschied zwischen Aktivkohle und Holzkohle?

Bei Kohlearten bestehen zu größten Teilen aus Kohlenstoff. Holzkohle entsteht, wenn Holz ohne Sauerstoff und Luftabschluss erhitzt wird auf über 250 °C. Dabei verbrennen die leichtflüchtigen Bestandteile des Holzes. Dabei entsteht zu circa 35 % Holzkohle. Aktivkohle kann auf verschiedene Weisen hergestellt werden. Um die Kohle dann zu aktivieren, wird sie mit verschiedenen Chemikalien behandelt. Das führt zu einer Vermehrung und Vergrößerung der Poren. Aktivkohle ist deutlich poröser als Holzkohle und weißt eine höhere Oberfläche auf. Die Oberflächenmenge ist abhängig vom Aktivierungsgrad.

Wo im Haushalt findet man Kohlefilter?

Kohlefilter können eingesetzt werden, um das Leitungswasser von zum Beispiel Kalk zu befreien. In vielen Aquarien wird das Wasser sauber gehalten mit einem Aktivkohlefilter. Wer zuhause ein Schwimmbad hat, könnte auch dort über einen Aktivkohlefilter verfügen. Manchmal befindet sich im Apothekenschrank ein Aktivkohle-Präparat. Dies wird unter anderem eingesetzt, wenn eine Vergiftung im Magen-Darm-Trakt behandelt werden muss. Es sind noch viele weitere Anwendungen möglich. So findet sich Aktivkohle auch in Zahnpasta, Gesichtsreinigern oder Peelings.

Welche verschiedenen Arten von Wasserfiltern gibt es und wie funktionieren diese?

Wie schon angesprochen, kann man Kohlefiltern Wasser gefiltert werden, sie basieren auf Adsorption.

Bei der Umkehrosmose wird das Wasser ebenfalls gefiltert. Osmose ist Diffusion durch eine semipermeable Membran. Semipermeabel bedeutet, dass die Membran nur für Wasser durchlässig ist. Aufgrund des Konzentrationsgradienten versucht das Wasser durch eine

Verdünnung die Konzentration auszugleichen. Bei der Umkehrosmose wird das Wasser mit einem angelegten Druck auf die reinere Seite gedrückt. Da die gelösten Stoffe die Membran nicht überwinden können, wird reines Wasser gewonnen.

Wasser kann angeblich außerdem mit Ionisatoren gesäubert werden. Es sind Elektrolyse Geräte, die Wasser und darin gelöste Salze in eine basische und eine saure Flüssigkeit zerlegen.

Welche Rolle spielen Sand und Kies bei unserem selbstgebauten Wasserfilter?

Zuerst der Kies und dann der Sand wirken als Vorfilter. Je größer die Stoffe, die aus dem Wasser gefiltert werden, desto größer können auch die Poren der Filter sein. Wenn das verschmutzte Wasser mit Partikeln direkt mit der Aktivkohle in Kontakt kommt, dann können die großen Partikel die Poren verstopfen.

Als wir den Versuch mit Aktivkohle durchführten, war das gefilterte Wasser klar. Als wir jedoch stattdessen zerkleinerte Holzkohle verwendeten, war das gefilterte Wasser blau eingefärbt. **Was ist da passiert? Und warum?**

Die zerkleinerte Holzkohle (es ist zum Teil davon abhängig, von welcher Marke die Holzkohle stammt) ist leicht alkalisch. Der pH-Wert ist dementsprechend hoch. Das bewirkt, dass der im Rotkohl enthaltene Farbstoff Anthocyan mit der Holzkohle reagiert und es dadurch zu einem Farbumschlag kommt. Der Rotkohl kann also sogenannter Indikator verwendet werden, um den pH-Wert einer wässrigen Lösung ungefähr zu bestimmen. Die Aktivkohle hingegen konnte den Farbstoff herausfiltern, wohingegen die Holzkohle dies nicht konnte.

Stellt euch vor, ihr seid allein im Wald fernab der Zivilisation und benötigt dringend sauberes Trinkwasser. Ihr erreicht einen Fluss, doch das Wasser ist trüb und schmutzig. **Was solltet ihr unbedingt beachten, bevor ihr das Wasser trinkt?**

Das Wasser kann verdreckt sein. Zum Beispiel Mikroorganismen oder Partikeln können Krankheiten verursachen. Bevor das Wasser getrunken werden kann, sollte es filtriert und abgekocht werden.

Teil 5:

Ist das hergestellte Wasser trinkbar? Ist es gesund?

Das Verfahren, mit dem ihr das entsalzte Wasser hergestellt habt, nennt sich Destillation. Daher nennt sich euer aufgereinigtes Wasser auch destilliertes Wasser und enthält eben keine Mineralien und Ionen wie Kalzium, die für biologische Funktionen des Nervensystems eine Schlüsselrolle spielen und normalerweise in Trinkwasser in niedrigen Konzentrationen enthalten sind. Dennoch kann das Wasser in normalerweise üblichen Mengen unbedenklich getrunken werden, aber nur, solange die fehlenden Salze weiterhin ausreichend über die andere Nahrung aufgenommen werden. Bei einem übermäßig großen Konsum von destilliertem Wasser werden eurem Körper alle Salze entzogen und wichtige biologische Funktionen können nicht mehr stattfinden – euer Körper dehydriert.

Warum geht das Salz nicht auch in das Schälchen über?

Der Grund darin liegt im Prinzip der Destillation, das ein Verfahren zur Trennung von Bestandteilen oder Stoffen aus einem Flüssigkeitsgemisch durch selektives Sieden und Kondensieren ist. Die Destillation kann Stoffe entweder vollständigen oder partiell Trennen, bei dem sich die Zusammensetzung der Bestandteile verändert, aber am Ende nichtzwei nahezu reine Stoffe hergestellt werden. Das Verfahren nutzt dabei die Unterschiede in der relativen Flüchtigkeit der Bestandteile des Gemischs aus. Wasser hat in dem Fall hier eine deutlich höhere Flüchtigkeit. Wenn man das Wasser-Salz-Gemisch also erwärmt, wird das Wasser bereits bei deutlich niedrigeren Temperaturen gasförmig. Salze haben sehr niedrige Flüchtigkeiten und bleiben daher in der Flüssigphase. Wenn das gasförmige Wasser anschließend über den Kontakt zum kälteren Deckel wieder kondensiert und somit flüssig wird, habt ihr auf der einen Seite entsalztes Wasser hergestellt, während die Salzkonzentration im Salzwasser durch den Verlust eines Wasserteils ansteigt. Wichtig ist, dass es sich hierbei um einen physikalischen Trennungsprozess und nicht um eine chemische Reaktion handelt.

Wird das Verfahren auch großtechnisch zur Wasseraufbereitung eingesetzt? Warum?

Ja, aber nur um sehr reines Wasser herzustellen. Mit Hilfe der Destillation kann 100% reines Wasser gewonnen werden. Da die Destillation jedoch eine Wärmezufuhr benötigt, ist dieses Verfahren zu energieintensiv und damit zu teuer. Außerdem ist das Trinken von Reinstwasser (hiermit wird 100% reines Wasser bezeichnet) sogar gesundheitsschädlich, weil wichtige Mineralien aus dem Körper ausgespült werden. Die bessere Alternative ist die Wasseraufbereitung über Filter oder Umkehrosmose. Diese Verfahren entfernen bereits alle gefährlichen Schadstoffe und mikrobiellen Verunreinigung ohne viel Energieeinsatz, sodass das Wasser bereits trinkbar ist.

Wo wird dieses Verfahren hauptsächlich angewendet?

Hauptsächlich wird das Verfahren in der Rohölindustrie angewendet, um das Öl die verschiedenen Fraktionen zu trennen. Hierbei werden riesige Destillationskolonnen verwendet und das Öl auf Temperaturen von etwa 370 °C geheizt. In der Destillationskolonne ist unten die wärmste Temperatur und nach oben hin wird es immer kälter. Jede Temperaturstufe entspricht einer Fraktionierungsstufe und ergibt ein bestimmtes Produkt: Die leichtsiedenden Produkte werden im oberen Teil des Turms gesammelt (Butan und Propan, Leichtbenzin oder Naphtha), die mittleren Produkte (Schwerbenzin, Kerosin und Diesel) werden durch Seitenabzug gewonnen, und der atmosphärische Rückstand wird am Boden des Turms gesammelt.

Was ist der große Vorteil dieses Verfahrens? Und Nachteile?

Der große Vorteil dieses Verfahrens ist, dass im Vergleich zu anderen Trennverfahren keine anderen Stoffe wie Lösungsmittel oder Adsorbentien benötigt werden. So ist nach der Destillation meist weniger oder sogar gar kein Aufwand für eine anschließende Aufreinigung der Fall. Man muss aber dennoch bedenken, dass große Mengen Energie benötigt werden, um eine Destillationskolonne zu beheizen, damit die Komponente mit der höheren Flüchtigkeit überhaupt verdampft.