

## Versuch zur Phosphatfällung

Klassenstufe	5. – 8. Klasse
Zeitbedarf	1 Unterrichtsstunde
Material	Reagenzglasständer, Reagenzgläser mit Stopfen Eisenchlorid Natriumphosphat (aus der Apotheke) Kaffeelöffel, Pipette

### Lokaler Bezug

#### *Die Geschichte des Phosphats am Bodensee:*

In den 1930er Jahren wurden im Bodensee Phosphor-Konzentrationen von 4-6 µg/l gemessen. Seit den 1950er Jahren wurde der Bodensee immer mehr mit Phosphaten (z.B. Düngemittel aus der Landwirtschaft, aus häuslichen Abwässern und aus Waschmitteln etc.) belastet. 1979 wurde mit 87 µg/l (das ist etwa 15 mal mehr als 1930!) die höchste Phosphorkonzentration gemessen. Da Phosphat ein entscheidender Nährstoff für Pflanzen ist, kam es zu einer explosionsartigen Vermehrung von Algen, kleinen meist einzelligen Pflanzen im Wasser. Da der Abbau abgestorbener Algen viel Sauerstoff benötigt, war dieser bald nicht mehr in ausreichender Menge vorhanden. Die Folgen waren, dass sich die Eier der Felchen am Seegrund nicht mehr entwickelten, Motorboote in Algenmatten stecken blieben, Badende keinen Zugang mehr zum See fanden und viele Pflanzen- und Tierarten seltener wurden. Ein groß angelegtes Programm zum Bau kommunaler Kläranlagen sowie die Reduktion und das Verbot von Phosphaten in Waschmitteln sorgten dafür, dass der Phosphorgehalt seit Ende der achtziger Jahre wieder rückläufig ist und auf deutlich unter 10 µg/l im Jahre 2015 zurückging. Die Kläranlage Bibertal-Hegau ist seit ihrer Inbetriebnahme 1976 mit einer dritten chemischen Reinigungsstufe ausgerüstet (Phosphatfällung mit Eisensalzen).

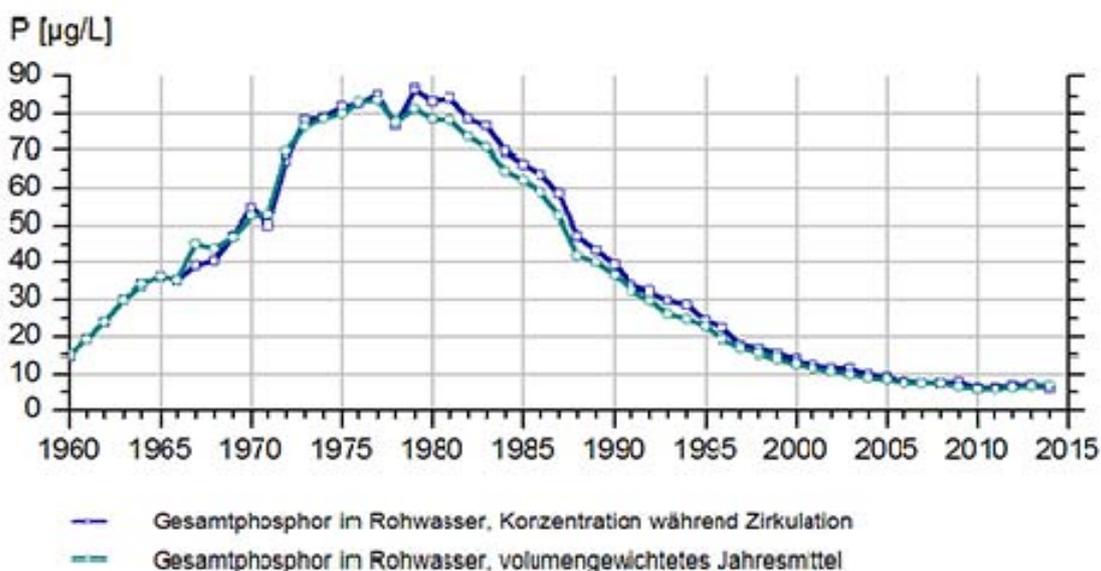


Abbildung:

Gesamtphosphor im Bodensee-Obersee von 1960 - 2015 während der Durchmischungsphase (Daten: IGKB).

## Einführung zum Versuch

### *Was ist Phosphat?*

Phosphat findet man in häuslichem Abwasser, in Düngemitteln, in Industrieabwässern, in der Luft und früher auch in Waschmitteln. Mit dem Regen werden die Phosphate aus dem Feld-Dünger ins Grundwasser und aus der Luft auf die Erde gespült und gelangen so langsam ins Grundwasser oder oberflächlich in unsere Seen.

### *Warum können Phosphate einem See schaden?*

Phosphate sind wichtige Pflanzennährstoffe und düngen daher den See. Je mehr Phosphate in einen See gelangen, umso stärker wachsen Wasserpflanzen und vor allem Algen vermehren sich stark, da diese gelöste Phosphate schneller und effektiver aufnehmen als Wasser- und Sumpfpflanzen. Der Abbau der übermäßigen Algen benötigt Sauerstoff, der oft nicht in ausreichender Menge vorhanden ist, so können die Abfallprodukte abgestorbener Algen nicht mehr abgebaut werden, der Seeboden wird sauerstoffarm und Fäulnisprozesse und Gestank nehmen zu, der See wird krank und sein Gleichgewicht ist gestört.

### *Wie kann man Phosphate aus dem Abwasser heraustrennen?*

Damit die Gewässer nicht krank, sprich überdüngt werden, versucht man die Phosphate aus den Abwässern herauszutrennen. Dazu werden dem Abwasser Metallsalze (z.B. Eisen- oder Aluminiumsalze) zugeführt, die mit dem Phosphat schwerlösliche Flocken bilden, die dann entfernt werden können.

## Durchführung

Ein Reagenzglas wird zu  $\frac{3}{4}$  mit heißem Wasser gefüllt. Dann wird ein Kaffeelöffel Natriumphosphat zugefügt, das Reagenzglas verschlossen und kräftig geschüttelt. Ein zweites Reagenzglas wird zu  $\frac{3}{4}$  mit kaltem Wasser gefüllt und drei Tropfen Eisenchlorid hinzugegeben und ebenfalls verschlossen und kräftig geschüttelt. Drei Tropfen der Eisenchlorid-Wasser-Lösung werden ins erste Reagenzglas gegeben, das verschlossene Reagenzglas geschüttelt und in den Ständer zurückgestellt. Was passiert innerhalb der nächsten Stunde?

## Auswertung

In der chemischen Reinigungsstufe einer Kläranlage werden die im Wasser enthaltenen Phosphate mit Hilfe von Metallsalzen entfernt. In unserem Versuch bilden das Eisenchlorid und die gelösten Phosphate im Wasser schwerlösliche Flocken, die zu Boden sinken. In der Kläranlage werden diese als Klärschlamm abgetrennt. Diesen Vorgang nennt man Phosphatfällung. Auf diese Weise können 85-95 % des Phosphats aus dem Abwasser herausgelöst werden.

Wegen des hohen Anteils von Phosphat wäre Klärschlamm gut als Dünger in der Landwirtschaft geeignet. Dieses ist aber wegen anderer möglicher Schadstoffe im Klärschlamm verboten. So wird heutzutage Klärschlamm aus Kläranlagen meistens zur Energiegewinnung in Kohlekraftwerken verbrannt (thermische Verwertung), so auch in Singen.

Aber viele Verunreinigungen können trotz der chemischen Reinigungsstufe nicht vollständig entfernt werden. Diese sogenannten Mikroverunreinigungen (z.B. Rückstände aus Medikamenten oder Hormone) können schon in kleinsten Mengen eine Gefahr für Tiere und Pflanzen in Gewässern bedeuten. Daher hat die Schweiz 2013 beschlossen in vielen ihrer Kläranlagen eine zusätzliche Reinigungsstufe einzubauen. In der Kläranlage Bibertal-Hegau ist der Einbau einer solchen sogenannten 4. Reinigungsstufe in Planung.

### Tipp

Kombinieren Sie diesen Versuch mit folgenden Karten:

- Wie funktioniert die Kläranlage Bibertal-Hegau? (3.2)
- Reinigung von Schmutzwasser (3.3)
- Was verlässt die Kläranlage? (3.5)
- Ausflug zur Kläranlage Bibertal-Hegau (6.2)