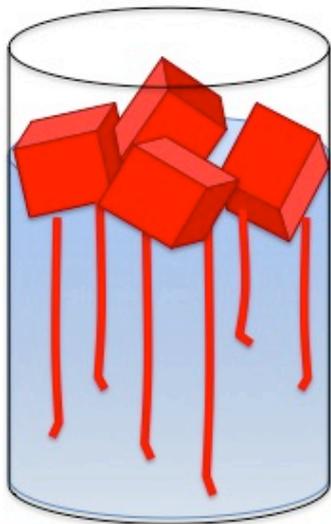
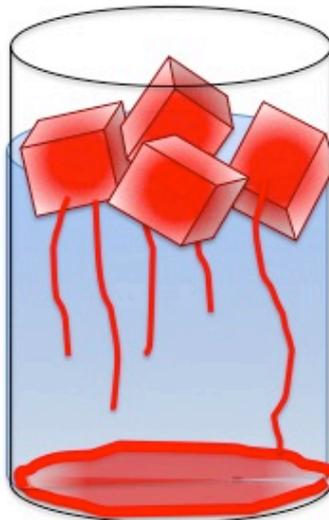


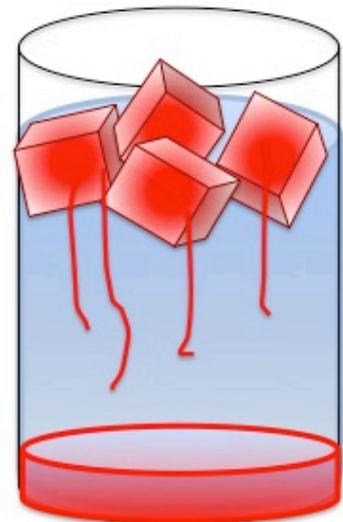
## Modellversuch zur Frühjahrszirkulation des Wassers



Versuchsstart



nach 5 Minuten



nach 15 Minuten

### Vorbereitung einen halben Tag vor der Versuchsdurchführung

1. Herstellung der roten Eiswürfel  
Es wird ein roter Früchtetee gekocht. Durch langes Ziehen wird die Farbe intensiver. Nach dem Abkühlen wird der Tee durch eine Kaffeefilterpapiertüte gegossen, um feste Bestandteile abzufangen. Der gefilterte kalte Tee wird in eine Eiswürfelschale gegossen und in das Eisfach gepackt.
2. Leitungswasser wird in einer leeren PET-Flasche auf Kühlschranktemperatur gebracht, Vorschlag 7°C. Ein leeres Trinkglas wird ebenfalls im Kühlschrank deponiert.
3. Anmerkung: Als Schülerversuch im Unterricht kann man eine Serie mit Wasser gefüllten hohen Bechergläsern in den Kühlschrank stellen, das spart Zeit im Unterrichtsraum. Für den Versuch im Unterricht sollten Thermometer bereit gelegt werden zur Kontrolle der Temperatur am Boden des Glases.



### Erläuterung

Sofort nach Zugabe von 3-4 roten Eiswürfeln sinken rote Farbschlieren nach unten. Dies liegt am sofort einsetzenden Schmelzvorgang des Eises. Beim Schmelzen verdichtet sich das Wasser und sinkt nach unten. Die roten Farbstoffteilchen werden mitgerissen und wirken als Indikator. Wasser hat seine größte Dichte bei 4°C. Daher wird das Schmelzwasser im 7°C warmen Umgebungswasser nach unten sinken. Die Schlierenbildung ist sehr lange zu beobachten. Die Eiswürfel schmelzen langsam. Sie entfärben sich im Randbereich. Das nach unten gesunkene Wasser bildet am



Glasboden eine scharfe rote Linie von ca. 1 mm Höhe. Nach 10-15 Minuten beginnt eine sichtbare Diffusion des roten Farbstoffs von unten nach oben. Die Höhe der Farbschicht nimmt zu und ist oben heller. Beim diesem Versuch lässt sich gut das Wissen zur Diffusion reaktivieren. Weitere Ergebnisse als Beispiel in der Tabelle.

Foto links: Versuchsstart, zahlreiche Schlieren sinken ab.

Zeit (min)	Temperatur (°C)	Anmerkungen
0	6,8	Absinken roter Schlieren und
3	4,8	Aufbau einer roten Farblinie am Boden
5	4,4	
10	5,0	Diffusion beginnt und wird zunehmend deutlicher.
15	5,4	
20	5,8	
30	6,0	Die Farbschicht hat eine Höhe von ca. 1 cm.

Die Temperatur wurde mit einem digitalen Thermometer mit Messfühler gemessen. Die Temperatur von 4,4°C wird kurzfristig erreicht. Die Messgenauigkeit des Thermometers wird vom Hersteller mit 1°C angegeben und entspricht der Ablesegenauigkeit eines Flüssigkeitsthermometers. Das Ansteigen der Temperatur im Versuchsverlauf erklärt sich mit Durchmischungen mit dem Umgebungswasser, denn die Schlieren lösen Miniverwirbelungen im Wasser aus.

### Anregungen zur Auswertung

Fassen Sie Ihre Beobachtungen im zeitlichen Verlauf zusammen.

Begründen Sie das Absinken der roten Schlieren.

Begründen Sie das Entstehen einer zunächst scharf begrenzten Farbschicht am Boden des Glases. Erläutern Sie, welche Phase in der jährlichen Zirkulation des Wassers in Teichen und Seen dieses kleine Experiment simuliert.

Erörtern Sie, wo die Grenzen des Modellversuchs liegen.