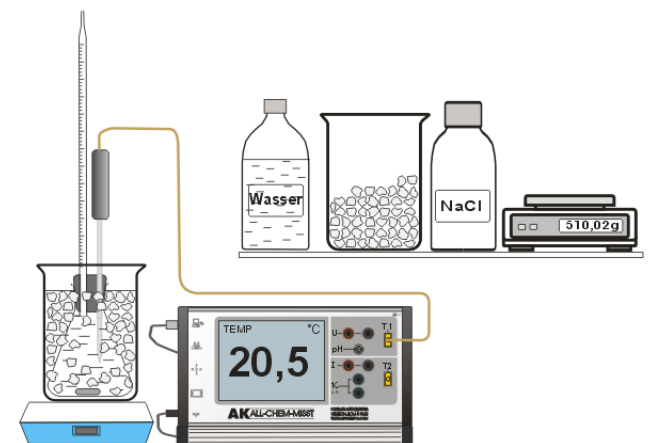


Prinzip

Die Veränderung der Dichte von Wasser bei Änderung der Temperatur lässt sich mit einfachen Mitteln messen. Dazu wird die Volumenänderung in Abhängigkeit von der Temperatur gemessen. Die Daten werden mit Microsoft EXCEL ausgewertet.

Aufbau und Vorbereitung



Benötigte Geräte

- ALL-CHEM-MISST II
- Temperaturfühler
- Magnetrührer
- Rührfisch
- Waage, ca. 500 g
- Heißwassergerät

- Erlenmeyerkolben 250 mL (EH)
- 2 Bechergläser, 1000 mL (hohe Form)
- Messpipette, 1 mL
- Spezialstopfen (2 versch. Bohrungen)
- Löffel
- Für Auswertung: EeeTop

Verwendete Chemikalien

- Abgekochtes Wasser
- Eis
- Kochsalz
- Vaseline

- ▶ Geräte entsprechend der Zeichnung bereitstellen und aufbauen.
- ▶ Den Erlenmeyerkolben mit Stopfen, Rührfisch, Pipette und Temperaturfühler wiegen und die Masse notieren.
- ▶ Das "Ansaugstück" der Messpipette und die Spitze des Temperaturfühlers mit etwas Vaseline einfetten.
- ▶ Die Messpipette in den Stopfen einsetzen.
- ▶ Am Vortag abgekochtes Wasser in den Kolben füllen und den Stopfen aufsetzen, dass keine Luftblase sichtbar ist. Das Wasser kann noch durch das Loch für den Temperaturfühler entweichen!
- ▶ Den Temperaturfühler einsetzen, dass das Wasser etwa 0,85 - 0,9 mL hoch in der Pipette steht.
- ▶ Den kompletten Erlenmeyerkolben mit Wasser wiegen und die Masse notieren.
- ▶ Den Erlenmeyerkolben in das auf dem Magnetrührer stehende Becherglas stellen und den Magnetrührer anstellen.
- ▶ In einem zweiten Becherglas eine Kältemischung aus etwa 500 g zerkleinertem Eis und 170 g Kochsalz herstellen..

Durchführung

- ▶ Die Kältemischung dazugeben - Der Stopfen soll nicht bedeckt sein.
- ▶ Bei jeder vollen Gradzahl das Volumen an der Pipette ablesen und neben der Temperatur in die umstehende Tabelle eintragen!



Ergebnis-
tabelle:

Masse(Erlenmeyerkolben etc. mit Wasser)		g
Masse(Erlenmeyerkolben etc. ohne Wasser)		g
Masse (Wasser) entspricht dem Volumen bei 4°C		g

Ergebnistabelle zum Versuch: Dichteanomalie des Wassers:
(mit Beispielwerten, wenn man nur mit EXCEL auswerten will)

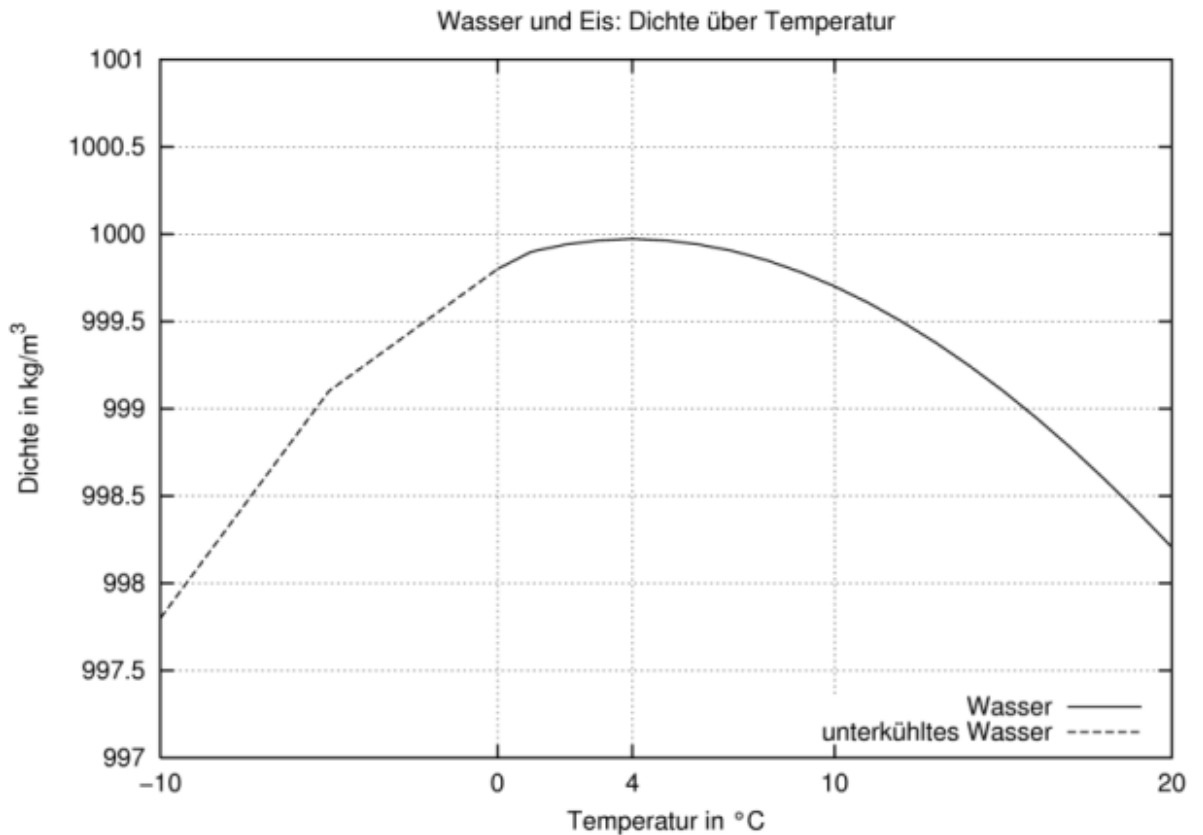
Tempe- ratur [°C]	Wasser- stand in Pipette [ml]	Änderung [ml] *)	Volumen (V) [ml]	Dichte $\rho = m / V$ [g / ml]	Wasser- stand in Pipette Beispiel
22					
21					
20					0,88
19					0,82
18					0,76
17					0,71
16					0,66
15					0,61
14					0,58
13					0,54
12					0,50
11					0,47
10					0,44
9					0,41
8					0,39
7					0,37
6					0,35
5					0,34
4		0,00		1,0000	0,33
3					0,33
2					0,33
1					0,34
0					0,35
-1					
-2					
-3					

Aufgaben

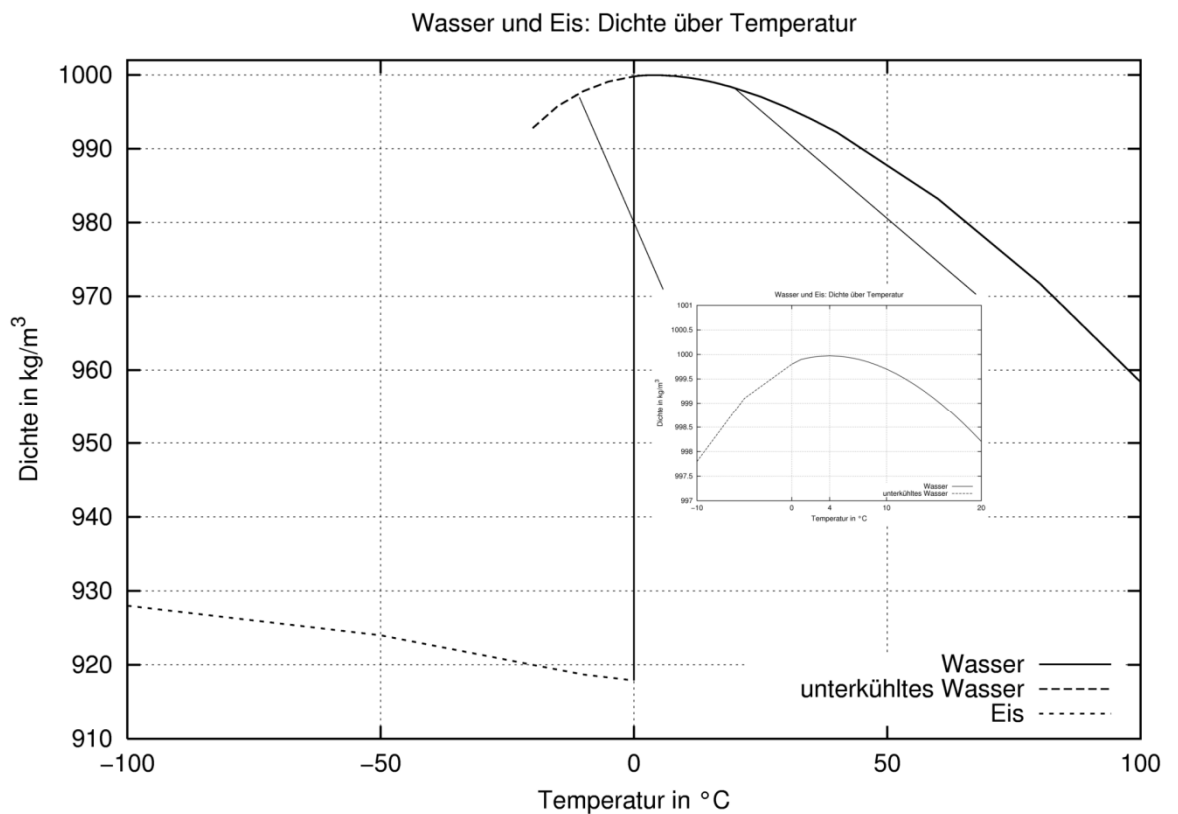
1. Berechnen, um wie viel höher der "Wasserstand" bei den einzelnen Temperaturen im Vergleich zum Wasserstand bei 4 °C ist und das Ergebnis in der Spalte „Änderung“ eintragen.
2. Die Masse des Wassers unter „Volumen“ bei 4 °C eintragen.
3. Das Volumen bei 4 °C zu dem Wert „Änderung“ addieren und die Summe in der Spalte „Volumen“ notieren.
4. Die zu Beginn ermittelte Masse des Wassers durch den Wert in der Spalte „Volumen“ teilen und das Ergebnis in die Spalte "Dichte" eintragen
5. Die Versuchsergebnisse in einem Diagramm (x-Achse: Temperatur / y-Achse: Dichte) darstellen.



Graphen



Diese Datei stammt aus einem gemeinsam genutzten Medienarchiv und darf von anderen Projekten verwendet werden.





Auswertung
mit
EXCEL:

Excel-Übung

Erstellung der Tabelle: Temperatur-Pipettenvolumen

- ▶ Schreiben Sie in die Zelle A4 das Wort Temperatur und in die Zelle B4 Pipettenvolumen.
- ▶ Tragen Sie in die Zellen A7 und A8 die Werte 20 und 19 ein und schließen mit Enter ab.
- ▶ Markieren Sie die Zellen A7 und A8 und gehen Sie dann mit der Maus auf das kleine schwarze Quadrat unten am rechten Zellenrand, bis es sich zu einem Kreuz ändert.
- ▶ Drücken Sie die linke Maustaste und ziehen Sie die Maus bei gedrückter Taste nach unten. Sie sehen, dass sich die Zellen mit den Werten 18 bis 0 füllen.
- ▶ Das abgelesene Pipettenvolumen wird über die Tastatur eingegeben.

Erstellung der Tabelle: Temperatur-Volumen des Wassers

Da die Dichte von Wasser bei 4°C 1g/mL beträgt, lässt sich das Volumen des Wassers bei 4°C durch das Abwiegen der Masse des Wassers bei beliebiger Temperatur bestimmen.

- ▶ Tragen Sie in die Zelle C4 das Wort Wasservolumen bei 4°C ein und in die Zelle C23 darunter den von Ihnen bestimmten Wert (Masse).
- ▶ Tragen Sie in die Zelle D4 das Wort Wasservolumen ein und in die Zelle D7 das zu berechnende Wasservolumen: $= \$C\$23+(B7- \$B\$23)$

Erläuterungen:

- Das Gleichheitszeichen muss immer dann stehen, wenn Excel rechnen soll.
- C23 beinhaltet das Wasservolumen bei 4°C, es muss die Differenz des Pipettenvolumens bei 20°C und 4°C also B7-B23 dazu addiert werden.
- Will man die Zugfunktion zum Füllen der darunter stehenden Zellen nutzen, würde sich die Formel $=C7+(B7-B23)$ in $=C8+(B8-B24)$ (relativ) ändern. Die Inhalte von C23 und B23 sind aber absolut und sollen sich nicht ändern. Deshalb muss man sie mit dem "\$"-Zeichen versehen.
- ▶ Markieren Sie die Zelle D7, gehen Sie dann mit der Maus auf das kleine schwarze Quadrat unten am rechten Zellenrand, bis es sich zu einem Kreuz ändert. Drücken Sie die linke Maustaste und ziehen Sie die Maus bei gedrückter Taste nach unten.
- ▶ Überprüfen Sie Ihr Ergebnis auf Plausibilität.

Erstellung der Tabelle: Temperatur-Dichte des Wassers

Tragen Sie in die Zelle E4 das Worte Dichte ein und in die Zelle E7 die Formel zur Berechnung der

$$Dichte = \frac{Masse}{Volumen} : =\$C\$23/D7 \text{ und nutzen Sie die Zugfunktion zum Füllen der Spalte.}$$

Erstellung eines Diagramms: Temperatur-Volumen des Wassers

- ▶ Markieren Sie den gesamten Bereich von der Zelle A7 bis D27. Gehen Sie dann in der Menueleiste auf Einfügen Linie und wählen Sie unter „alle Diagrammtypen“ den Diagrammtyp Punkte(X,Y) (Punkte mit interpolierten Linien und Datenpunkten).
- ▶ Bestätigen Sie Ihre Wahl mit OK.
- ▶ Es entsteht ein Diagramm mit 3 Datenreihen.
- ▶ Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das Diagrammfeld und rufen Sie den Punkt „Daten auswählen“ auf.
- ▶ Entfernen Sie die Datenreihen 1 und 2 und bestätigen Sie mit OK.

Die Spalte A7 bis A28 wurde von Excel automatisch auf der horizontalen Achse abgetragen und nach dem Entfernen der Pipettenvolumina ein sinnvoller Ausschnitt auf der vertikalen Achse festgelegt.

Nun muss das Diagramm nur noch richtig beschriftet werden.

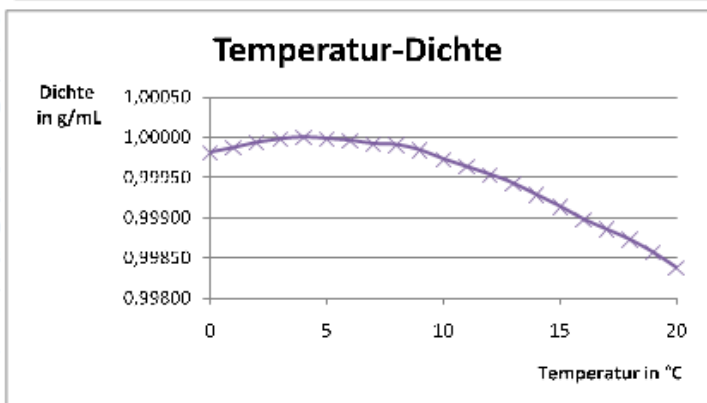
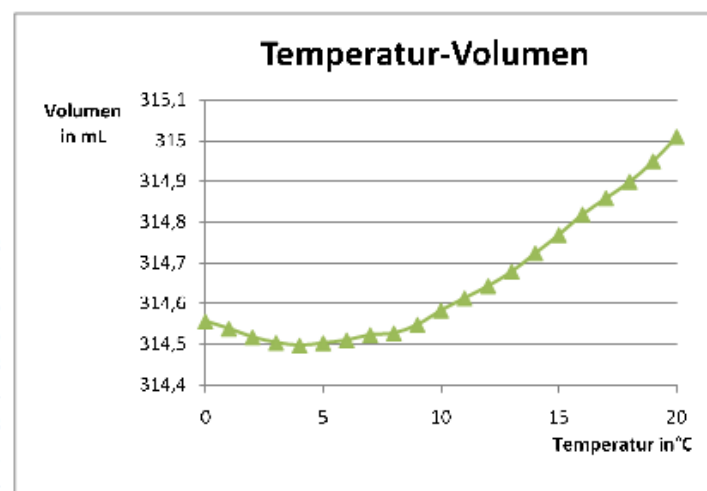


- ▶ Klicken Sie noch einmal in das Diagrammfeld und rufen Sie den Punkt „Daten auswählen“ auf.
- ▶ Klicken Sie den Punkt „Bearbeiten“ an und geben Sie Ihrem Diagramm den Namen **Temperatur-Wasservolumen**.
- ▶ Zum Beschriften der Achsen gehen Sie oben in der Menueleiste auf **Layout** **Achsentitel** und bearbeiten das Diagramm nach Ihrem Wunsch.

Erstellung eines Diagramms: Temperatur-Dichte des Wassers

- ▶ Führen Sie die gleichen Befehle wie oben durch, wählen aber den Bereich von **A7 bis E27**.

Tem- pera- tur °C	Pipetten- volumen mL	Wasser- volumen bei 4°C mL	Wasser- volumen mL	Dichte g/mL
20	0,97		315,008	0,99838
19	0,91		314,948	0,99857
18	0,86		314,898	0,99873
17	0,82		314,858	0,99885
16	0,78		314,818	0,99898
15	0,73		314,768	0,99914
14	0,685		314,723	0,99928
13	0,64		314,678	0,99942
12	0,605		314,643	0,99954
11	0,575		314,613	0,99963
10	0,545		314,583	0,99973
9	0,51		314,548	0,99984
8	0,489		314,527	0,99990
7	0,485		314,523	0,99992
6	0,472		314,51	0,99996
5	0,465		314,503	0,99998
4	0,459	314,497	314,497	1,00000
3	0,466		314,504	0,99998
2	0,479		314,517	0,99994
1	0,5		314,538	0,99987
0	0,518		314,556	0,99981



Beachten:



Entsorgung

Spülstein

Literatur

Frei nach einer für den eigenen Unterrichtsgebrauch freigegebenen Kopiervorlage.
Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart 2002