

## DIE BESTE KELLNERIN: ABKÜHLENDE FLÜSSIGKEITEN

Anna ist eine Studentin, die in Teilzeit in der Universitätsmensa arbeitet. Sie hat beobachtet, dass ihre Kunden eine verschiedene Meinung dazu haben, was ein perfekter Kaffee ist. Es ergibt sich folgende Herausforderung: Einer ihrer Kunden möchte seinen Kaffee mit Milch erst in 10 Minuten, aber so heiß als möglich, trinken. Anna fragt sich: Ist es in diesem Fall besser gleich die Milch mit Raumtemperatur in den heißen Kaffee zu geben, oder ist es besser zuerst 10 Minuten zu warten und die kältere Milch erst dann hinzuzufügen?

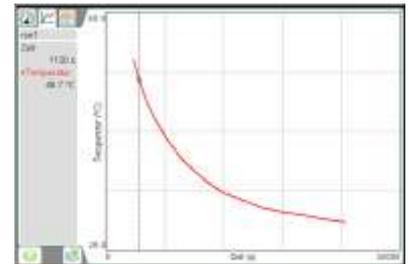
**Deine Aufgabe ist es, Anna bei ihrer Entscheidung zu helfen.**

**Schreibe deine Überlegungen auf, bevor du die weiteren Arbeitsanweisungen liest und überlege, welches Experiment du dazu machen könntest!**

.....  
.....  
.....

### A. Vorbereitung

- 1) Öffne das Dokument "temperature.tns" und untersuche den Graphen. Dieser stellt das graphische Ergebnis zu einem Experiment dar, wo 100 ml heißes Wasser in einem Raum mit einer Temperatur 24.5°C abkühlten.
- 2) Untersuche, wie lange es dauert, bis das Wasser jeweils um 5°C abkühlt. Betrachte dabei die folgenden Temperaturintervalle: von 50°C bis 45°C, von 45°C bis 40°C, von 40°C bis 35°C, von 35°C bis 30°C und von 30°C bis 25°C.



**Beschreibe, was du herausgefunden hast:**

.....  
.....  
.....

### B. Beobachtungen im Experiment machen

Vorbereitendes Experiment: Damit du das Experiment in einer vernünftigen Zeit durchführen kannst, solltest du nur eine kleine Menge Wasser verwenden, das wenigstens 30°C wärmer ist als die Luft im Raum. Verwende den Temperatursensor und stelle die Abkühlkurve auf dem Bildschirm deines Rechners dar.

Bitte zitieren Sie diese Arbeit in folgender Weise:

Urban-Woldron, Hildegard (2014). Die beste Kellnerin: Abkühlende Flüssigkeiten. S. 1- 4. Verfügbar unter <http://comblab.uab.cat>

-This work is under a Creative Commons License BY-NC-SA 4.0 Attribution-Non Commercial-Share Alike. More information at <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein Project N. 517587-LLP-2011-ES-COMENIUS-CMP

### C. Ein Experiment selbst durchführen

- 1) Verwende den Temperatursensor für das Experiment (10 Minuten).
- 2) Vervollständige die unten stehende Tabelle mit Hilfe der experimentell gewonnenen Daten, um den Zusammenhang zwischen der Änderungsrate ( $\Delta T/\Delta t$ ) und der Temperaturdifferenz  $T_{\text{Differenz}}$  zwischen Flüssigkeit und Raumluft ( $T_{\text{Differenz}} = T_{\text{Wasser}} - T_{\text{Raum}}$ ) für die angegebenen Zeitintervalle: [0min; 1min], [1min; 2min], ..., [9min; 10min] zu ermitteln:

t (min)	Wassertemperatur (°C)	Raumtemperatur (°C)	Temperaturdifferenz $T_{\text{Differenz}}$ (°C)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

- 3) Untersuche, ob deine Daten die folgende Aussage stützen: Die Wärmemenge, die von einem Körper auf einen anderen übergeht, ist proportional (Proportionalitätskonstante k) zur Temperaturdifferenz zwischen den beiden Körpern. Gib für dein Experiment den Wert für k an, falls du zustimmst:

k = .....

- 4) Finde eine Funktion von der Form  $T_{\text{Differenz}} = T_0 \cdot e^{-kt}$ , wobei  $T_0$  is Temperaturdifferenz am Beginn des Experiments ist und überprüfe, ob deine Daten mit der Funktion übereinstimmen.

$T_{\text{Differenz}} = \dots\dots\dots$

- 5) Untersuche nun den Abkühlprozess, wenn du eine bestimmte Menge Wasser mit Raumtemperatur in Zusammenhang mit dem Kaffee-Milch-Dilemma zum heißen Wasser gibst.

**Vervollständige die folgenden Sätze:**

Wenn eine bestimmte Menge Wasser mit Raumtemperatur gleich zu Beginn zum heißen Wasser dazugefügt wird, dann .....

.....

Deshalb ist mein Rat für Anna:

.....

- 6) **Erweiterung 1:** Verlängere die Datenerfassungszeit, sodass das Wasser etwa bis zur Raumtemperatur abkühlt. Stimmt das exponentielle Temperaturmodell noch immer?

.....

.....  
– **Erweiterung 2:** Experimentiere mit Behältern aus unterschiedlichen Materialien und bearbeite die folgenden Fragen:

– Kühlt eine Flüssigkeit in einem Keramikgefäß oder in einem Styroporgefäß rascher ab?  
.....

– Welche Größen musst du konstant halten, um sicherzustellen, dass die Unterschiede sich auch wirklich durch das Material verursacht werden?  
.....

– Welcher Parameter in der Exponentialfunktion bezieht sich auf das Material des Gefäßes?  
.....

### D. Auswertung der Daten

1) Erkläre warum die Gleichung  $T_{\text{Differenz}} = T_0 \cdot e^{-kt}$  auch die Temperaturdifferenz zu Beginn des Experiments richtig angibt!  
.....

2) Welchen Wert für Temperaturdifferenz erwartest du, wenn sehr lange gemessen wird, d.h. wenn t sehr groß wird? Welche Temperatur hat das Wasser dann zu diesem Zeitpunkt?  
.....

3) Wie kannst du den Wert für k beeinflussen? Wie kannst du ihn z. B. verkleinern? Welche physikalische Größe wird durch k repräsentiert und welchen Einfluss hat diese Größe auf den Abkühlprozess?  
.....

4) Verwende deine Funktionsgleichung zur Bestimmung der Wassertemperatur nach 500 Sekunden und vergleiche diesen theoretischen Wert mit dem entsprechenden Zahlenwert aus dem Experiment.  
.....

5) Ermittle aus deiner Gleichung, wie lange es dauert, bis das Wasser auf eine Temperatur, die nur 3 Grad über der Raumtemperatur liegt, abgekühlt ist. Falls möglich, überprüfe deine Berechnungen auch mit den experimentell ermittelten Daten.  
.....

## E. Stelle deine Lernergebnisse dar

Untersuche die Richtigkeit der folgenden Aussagen:

*Vergiss nicht, deine Antworten auch zu begründen!*

- a) Wenn die Temperaturdifferenz zu Beginn nur halb so groß ist, dann dauert es auch nur halb so lange, bis das Wasser eine Temperatur, die ein  $1^{\circ}\text{C}$  über der Raumtemperatur liegt, erreicht.

.....

- b) Der Wert  $k$  gibt an, wie rasch sich die Temperatur des Wassers ändert.

.....

- c) Die Zugabe von Milch mit Raumtemperatur reduziert die Wärmeverluste in den 10 Minuten Wartezeit.

.....

- d) Wenn der Wert für kleiner wird, kühlt das Wasser langsamer ab.

.....

- e) Vorgänge, bei denen die Änderungsrate proportional zur sich ändernden Größe ist, verhalten sich exponentiell.

.....

## Zusammenfassung

Wieder zurück zur Ausgangsfrage:

Wie kannst du erklären, dass es einen Unterschied macht, ob die Milch gleich dazu gegeben wird oder erst nach 10 Minuten? .....

.....

## Fragen

- a) War es schwierig für dich, diese Aufgaben zu lösen bzw. die Experimente durchzuführen? Kreuze eine Ziffer an: 1, 2, 3, 4 oder 5 (1: stimmt genau, 5: stimmt überhaupt nicht)

Erkläre deine Antwort: .....

.....

.....

- b) Das Arbeitsblatt half mir die Experimente auszuführen und die Daten auszuwerten und zu analysieren. So konnte ich den physikalischen Hintergrund verstehen und habe erlebt, wie man Physik auch in Alltagssituationen anwenden kann. Kreuze eine Ziffer an: 1, 2, 3, 4 or 5 (1: stimmt genau, 5: stimmt überhaupt nicht) und erkläre deine Antwort:

.....

.....