

Das Problem des Reisenden (Newtonsches Abkühlungsgesetz)

Versuchziele

- Klärung: unter welchen Bedingungen ist (zu) heißer Kaffee eher trinkbar: Milch sofort oder erst nach einigen Minuten zufügen?
- Untersuchung der Abkühlung von Flüssigkeiten

Rechnerinfo

Sensoren: 2 Temperatursensoren

Messmodi: time graph

weiteres: Messung mit 2 Sensoren, Kennenlernen der Funktion „select region“, Anfitzen von Funktionen

Physik- und Messinfo:

Durch die Physikbücher geistert das folgende Problem: ein Reisender möchte auf dem Bahnhof eine Tasse Kaffee trinken, hat aber bis zur Abfahrt seines Zuges nur einige Minuten Zeit. Der Kaffee ist zu heiß zum Trinken. Unter welchen Bedingungen kühlt sich der Kaffee schneller ab und wird in der vorgegebenen Zeit trinkbar: Soll der Reisende die kalte Milch sofort zufügen oder erst einige Zeit später?

Antwort: da die Temperaturänderung bei der Abkühlung proportional zur Temperaturdifferenz zur Umgebung ist (Newtonsches Abkühlungsgesetz), ist es günstiger, den Kaffee möglichst lange ohne die kalte Milch abkühlen zu lassen und erst kurz vor dem Trinken die Milch zuzufügen, was die Temperatur dann sprunghaft absinken lässt. Dieses lässt sich durch Messung mit 2 Temperatursensoren hervorragend nachweisen.

Das Newtonsche Abkühlungsgesetz ($T \sim e^{-kT}$) kann man natürlich auch mit nur einem Temperatursensor messen. Wenn man die Aufwärmphase des Sensors mit der Funktion „select region“ abschneidet (oder die Messung nicht direkt nach Eintauchen des Sensors sondern etwas später startet) kann man eine e-Funktion an die Messung anpassen. Ist die Temperaturdifferenz zur Umgebung nicht mehr sehr groß, verläuft die weitere Abkühlung praktisch linear. Schneidet man den Anfangsbereich der Abkühlungsmessung ab, so lässt sich auch eine Gerade hervorragend anpassen.

Versuchsaufbau und Durchführung der Messung:

Benötigt werden:

2 gleiche Gefäße (Kaffeepötte oder Bechergläser) mit etwa 250 ml Fassungsvermögen

2 Messbecher mit kaltem Leitungswasser (Menge identisch, 30 - 50 ml ist o. k.)

2 Temperaturfühler

Wasserkocher o. ä.

- Wasser wird zum Kochen gebracht. In jedes der beiden Gefäße wird ein Temperatursensor (verbunden mit CBL2 und Rechner) gesteckt. Die beiden Gefäße werden mit 200 ml heißem Wasser gefüllt, in eins kommt zusätzlich das kalte Wasser aus einem der Messbecher.
- Messung starten (Messintervall 10 s, 60 Messpunkte, also 10 min Messzeit)
- nach einigen Minuten wird auch dem zweiten Gefäß das kalte Wasser zugesetzt.

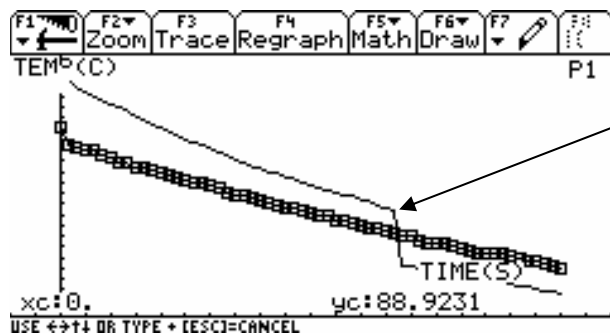
Man kann die Messwerte der beiden Sensoren in einem Diagramm darstellen:

datamate-Hauptmenü

- 3: graph
- nach Erscheinen der Kurve: „enter“
- 4: more
- 6: L2 and L3 vs L1

Anregung zu diesem Experiment: H.-J. Claas [12].

Messbeispiel



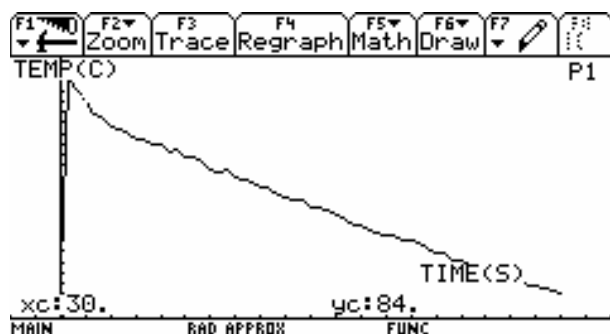
Kaltes Wasser zugegeben.

200 ml heißes Wasser, 30 ml kaltes Wasser

$\Delta t = 10$ s, 60 Messpunkte

Anfitten von Kurven an die Abkühlungsmessung - select region

Wenn man die Messung direkt nach Eintauchen des Temperatursensors startet, misst man zunächst die Erwärmung des Sensors mit:



Die Aufwärmphase muss vor Anfitten einer Kurve an die Abkühlung abgeschnitten werden. Das mach man mir „select region“:

datamate-Hauptmenü

- 3: graph
- 2: select region
- Kurve erscheint, und man wird aufgefordert die linke Grenze zu wählen („select left bond“)
- cursor mit Pfeiltaste auf die gewünschte Position bringen, „Enter“
- „select right bond“ - cursor auf die gewünschte Position bringen, „Enter“
- ausgewählter Kurvenbereich erscheint und kann weiter bearbeitet werden

Anpassen einer Kurve an den ausgewählten Messwertbereich

- enter
- 1: main screen
- 4: analyze
- 2: curve fit
- gewünschte Kurve auswählen. Für e-Funktion z. B.
- 7: more
- 6: exponent
- Fit-Funktion und -parameter werden angezeigt
- enter - Messwerte und Fitfunktion werden gezeichnet

Achtung: Messwerte, die mit „select region“ abgeschnitten wurden, sind gelöscht. Wenn man die aber auch behalten will, sollte man die Messtabelle vorher an einen PC übertragen.