

„Hilfe! Mein Kaffee wird kalt!“

Temperaturabkühlung als Anwendungsbeispiel für Exponentialfunktionen

Dr. Holger Reeker

Reinoldus- und Schiller-Gymnasium Dortmund
Vortrag am IEEM der TU Dortmund

4. Februar 2011

Übersicht

- 1 Vertraute Anwendungskontexte von Funktionen
 - Beispiele für Schülerdialoge
 - Bezug zur Gagnéschen Lerntheorie

Übersicht

1 Vertraute Anwendungskontexte von Funktionen

- Beispiele für Schülerdialoge
- Bezug zur Gagnéschen Lerntheorie

2 Variationen der Kaffee-Aufgabe

- Wie kühlt mein Kaffee ab?
- Alltagsstrategien um die Kaffee-Abkühlung
- Coca Cola bei 3°C...

Beispiele für Schülerdialoge

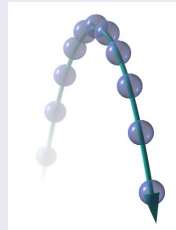
Beispiele für Schülerdialoge:

- „Wie geht noch mal der Graph der *quadratischen* Funktion?“

Beispiele für Schülerdialoge

Beispiele für Schülerdialoge:

- „Wie geht noch mal der Graph der *quadratischen* Funktion?“



- „Wie die Kugel von der Kugelstoßerin!“

Beispiele für Schülerdialoge

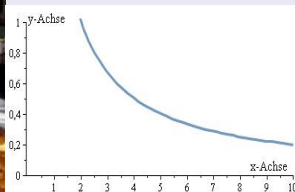
Beispiele für Schülerdialoge:

- „Was ist eine *Hyperbel*?“

Beispiele für Schülerdialoge

Beispiele für Schülerdialoge:

- „Was ist eine *Hyperbel*?“



„Ach so, das Teilen der Riesenpizza!“

Beispiele für Schülerdialoge

Beispiele für Schülerdialoge:

- „Wie heißt noch mal die **Abkühlungszahl** beim Kaffee?“

Beispiele für Schülerdialoge

Beispiele für Schülerdialoge:

- „Wie heißt noch mal die **Abkühlungszahl** beim Kaffee?“



$$T(t) = 20 + 60 \cdot 0,97^t$$

- „Basis der Exponentialfunktion!“

Bezug zur Gagnéschen Lerntheorie

Bedingungen des Begriffslernens:

Einführung eines Begriffs ausgehend von Beispielen

Bezug zur Gagnéschen Lerntheorie

Bedingungen des Begriffslernens:

Einführung eines Begriffs ausgehend von Beispielen

- Bedingungen innerhalb des Lernenden: **Der Lernende muss das definierende Merkmal von irrelevanten unterscheiden können.**

Bezug zur Gagnéschen Lerntheorie

Bedingungen des Begriffslernens:

Einführung eines Begriffs ausgehend von Beispielen

- Bedingungen innerhalb des Lernenden: **Der Lernende muss das definierende Merkmal von irrelevanten unterscheiden können.**
- Bedingungen außerhalb des Lernenden:
 - Kontrastieren: Angabe repräsentativer positiver und negativer Beispiele für den Begriff (**exemplarische Begriffsbildung**)

Bezug zur Gagnéschen Lerntheorie

Bedingungen des Begriffslernens:

Einführung eines Begriffs ausgehend von Beispielen

- Bedingungen innerhalb des Lernenden: **Der Lernende muss das definierende Merkmal von irrelevanten unterscheiden können.**
- Bedingungen außerhalb des Lernenden:
 - Kontrastieren: Angabe repräsentativer positiver und negativer Beispiele für den Begriff (**exemplarische Begriffsbildung**)
 - Transferieren lassen: Einordnen neuer Beispiele durch den Lernenden

Bezug zur Gagnéschen Lerntheorie

Bedingungen des Begriffslernens:

Einführung eines Begriffs ausgehend von Beispielen

- Bedingungen innerhalb des Lernenden: **Der Lernende muss das definierende Merkmal von irrelevanten unterscheiden können.**
- Bedingungen außerhalb des Lernenden:
 - Kontrastieren: Angabe repräsentativer positiver und negativer Beispiele für den Begriff (**exemplarische Begriffsbildung**)
 - Transferieren lassen: Einordnen neuer Beispiele durch den Lernenden
 - Gebrauch verbaler und ikonischer Hilfen: Durch sprachliche Beschreibung der relevanten Merkmale und zeichnerische Veranschaulichung wird die Erlernung erleichtert
 - Verbalisieren...

Übersicht

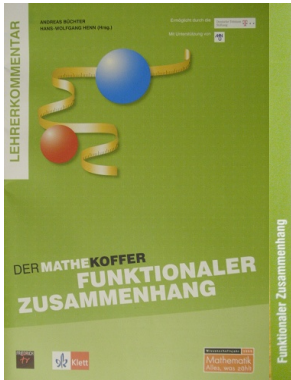
1 Vertraute Anwendungskontexte von Funktionen

- Beispiele für Schülerdialoge
- Bezug zur Gagnéschen Lerntheorie

2 Variationen der Kaffee-Aufgabe

- Wie kühlt mein Kaffee ab?
- Alltagsstrategien um die Kaffee-Abkühlung
- Coca Cola bei 3°C...

Wie kühlt mein Kaffee ab?



Temperaturabkühlung

Du gießt dir ein heißes Getränk ein. Wie kühlt eigentlich das Getränk ab? Gleichmäßig – oder eher nicht?

Was benötigst du?

- heißes Wasser
- das Thermometer aus dem Mathekoffer
- verschiedene Tassen oder Becher (gut wären auch Styroporbecher mit und ohne Deckel)
- Milch oder Wasser (kühl oder in Zimmertemperatur zum Dazugießen)
- Uhr mit Sekundenanzeige



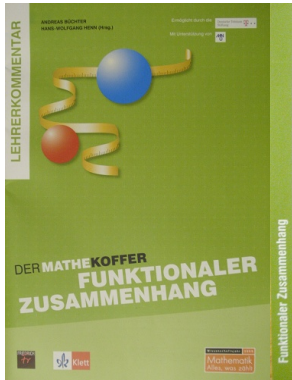
Was sollst du tun?

Untersuche mit dem Thermometer, wie die Temperatur der Flüssigkeit mit der Zeit sinkt.

- Entscheide dich für ein Gefäß und fülle heißes Wasser hinein. Wenn das Thermometer die Wassertemperatur anzeigt (und nicht mehr steigt), kannst du mit der Messung beginnen. Lies die Temperaturwerte alle 20 Sekunden ab. Wenn ihr das Experiment zu zweit durchführt, kann einer die Zeit stoppen und der andere die Temperatur ablesen und die Werte in einer Tabelle notieren.
- Stelle die gemessenen Daten grafisch dar. Trage auf der x-Achse die vergangene Zeit und auf der y-Achse die gemessene Temperatur ein. Beschreibe den Verlauf des Graphen.
- Stelle dir vor, das Experiment wird mittendrin abgebrochen. Kannst du aufgrund deiner Daten vorhersagen, wie hoch die Temperatur der Flüssigkeit in den Gefäßen 1, 2, 3 ... Minuten nach Abbruch des Experiments ungefähr wäre? Wie viele Minuten würde es dauern, bis die Flüssigkeit 10°C kälter ist?

DER MATHEKOFFER © Erhard Friedrich Verlag 2008

Wie kühlt mein Kaffee ab?



Temperaturabkühlung

Du gießt dir ein heißes Getränk ein. Wie kühlt eigentlich das Getränk ab? Gleichmäßig – oder eher nicht?

Was benötigst du?

- heißes Wasser
- das Thermometer aus dem MatheKoffer
- verschiedene Tassen oder Becher (gut wären auch Styroporbecher mit und ohne Deckel)
- Milch oder Wasser (kühl oder in Zimmertemperatur zum Dazugießen)
- Uhr mit Sekundenanzeige



Was sollst du tun?

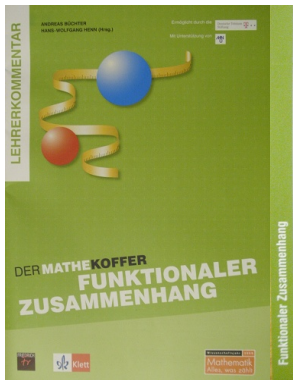
Untersuche mit dem Thermometer, wie die Temperatur der Flüssigkeit mit der Zeit sinkt.

- Entscheide dich für ein Gefäß und fülle heißes Wasser hinein. Wenn das Thermometer die Wassertemperatur anzeigt (und nicht mehr steigt), kannst du mit der Messung beginnen. Lies die Temperaturwerte alle 20 Sekunden ab. Wenn ihr das Experiment zu zweit durchführt, kann einer die Zeit stoppen und der andere die Temperatur ablesen und die Werte in einer Tabelle notieren.
- Stelle die gemessenen Daten grafisch dar. Trage auf der x-Achse die vergangene Zeit und auf der y-Achse die gemessene Temperatur ein. Beschreibe den Verlauf des Graphen.
- Stelle dir vor, das Experiment wird mittendrin abgebrochen. Kannst du aufgrund deiner Daten vorhersagen, wie hoch die Temperatur der Flüssigkeit in den Gefäßen 1, 2, 3 ... Minuten nach Abbruch des Experiments ungefähr wäre? Wie viele Minuten würde es dauern, bis die Flüssigkeit 10°C kälter ist?

DER MATHEKOFFER © Erhard Friedrich Verlag 2008

Schüler: „Boa, ich hab' 2 Stunden vor dem sch... Thermometer
gesessen!“

Wie kühlt mein Kaffee ab?



Temperaturabkühlung

Du gießt dir ein heißes Getränk ein. Wie kühlt eigentlich das Getränk ab? Gleichmäßig – oder eher nicht?

Was benötigst du?

- heißes Wasser
- das Thermometer aus dem Mathekoffer
- verschiedene Tassen oder Becher (gut wären auch Styroporbecher mit und ohne Deckel)
- Milch oder Wasser (kühl oder in Zimmertemperatur zum Dazugießen)
- Uhr mit Sekundenanzeige



Was sollst du tun?

Untersuche mit dem Thermometer, wie die Temperatur der Flüssigkeit mit der Zeit sinkt.

- Entscheide dich für ein Gefäß und fülle heißes Wasser hinein. Wenn das Thermometer die Wassertemperatur anzeigt (und nicht mehr steigt), kannst du mit der Messung beginnen. Lies die Temperaturwerte alle 20 Sekunden ab. Wenn ihr das Experiment zu zweit durchführt, kann einer die Zeit stoppen und der andere die Temperatur ablesen und die Werte in einer Tabelle notieren.
- Stelle die gemessenen Daten grafisch dar. Trage auf der x-Achse die vergangene Zeit und auf der y-Achse die gemessene Temperatur ein. Beschreibe den Verlauf des Graphen.
- Stelle dir vor, das Experiment wird mittendrin abgebrochen. Kannst du aufgrund deiner Daten vorhersagen, wie hoch die Temperatur der Flüssigkeit in den Gefäßen 1, 2, 3 ... Minuten nach Abbruch des Experiments ungefähr wäre? Wie viele Minuten würde es dauern, bis die Flüssigkeit 10°C kälter ist?

DER MATHEKOFFER © Erhard Friedrich Verlag 2008

Schüler: „Boa, ich hab’ 2 Stunden vor dem sch... Thermometer
gesessen!“ ⇒ dieses Beispiel für eine **Exponentialfunktion**
vergisst der Schüler nicht!

Alltagsstrategien um die Kaffee-Abkühlung

Wie geht der Temperaturverlauf weiter?

- Beschreibung des Graphen: wie warm ist es im Wohnzimmer?

Alltagsstrategien um die Kaffee-Abkühlung

Wie geht der Temperaturverlauf weiter?

- Beschreibung des Graphen: wie warm ist es im Wohnzimmer?
- Wertetabelle: absolute Abkühlung in 10-Minuten-Intervallen, Untersuchung der Quotienten aufeinanderfolgender Intervalle

Alltagsstrategien um die Kaffee-Abkühlung

Wie geht der Temperaturverlauf weiter?

- Beschreibung des Graphen: wie warm ist es im Wohnzimmer?
- Wertetabelle: absolute Abkühlung in 10-Minuten-Intervallen, Untersuchung der Quotienten aufeinanderfolgender Intervalle
- Wie geht die Temperaturabkühlung weiter? Bleibt der Kaffee immer wärmer als das Wohnzimmer?

Alltagsstrategien um die Kaffee-Abkühlung

Wie geht der Temperaturverlauf weiter?

- Beschreibung des Graphen: wie warm ist es im Wohnzimmer?
- Wertetabelle: absolute Abkühlung in 10-Minuten-Intervallen, Untersuchung der Quotienten aufeinanderfolgender Intervalle
- Wie geht die Temperaturabkühlung weiter? Bleibt der Kaffee immer wärmer als das Wohnzimmer?

Nur 5 Minuten Zeit zum Kaffee trinken...

- Diskussion: Zuerst Milche hinzugeben oder die anfängliche starke Auskühlung nutzen?

Alltagsstrategien um die Kaffee-Abkühlung

Wie geht der Temperaturverlauf weiter?

- Beschreibung des Graphen: wie warm ist es im Wohnzimmer?
- Wertetabelle: absolute Abkühlung in 10-Minuten-Intervallen, Untersuchung der Quotienten aufeinanderfolgender Intervalle
- Wie geht die Temperaturabkühlung weiter? Bleibt der Kaffee immer wärmer als das Wohnzimmer?

Nur 5 Minuten Zeit zum Kaffee trinken...

- Diskussion: Zuerst Milche hinzugeben oder die anfängliche starke Auskühlung nutzen?
- Welchen Einfluss hat ein Löffel aus Edelstahl?

Alltagsstrategien um die Kaffee-Abkühlung

Wie geht der Temperaturverlauf weiter?

- Beschreibung des Graphen: wie warm ist es im Wohnzimmer?
- Wertetabelle: absolute Abkühlung in 10-Minuten-Intervallen, Untersuchung der Quotienten aufeinanderfolgender Intervalle
- Wie geht die Temperaturabkühlung weiter? Bleibt der Kaffee immer wärmer als das Wohnzimmer?

Nur 5 Minuten Zeit zum Kaffee trinken...

- Diskussion: Zuerst Milche hinzugeben oder die anfängliche starke Auskühlung nutzen?
- Welchen Einfluss hat ein Löffel aus Edelstahl?
- Hilft ständiges Umrühren bei der Abkühlung?

Alltagsstrategien um die Kaffee-Abkühlung

Wie geht der Temperaturverlauf weiter?

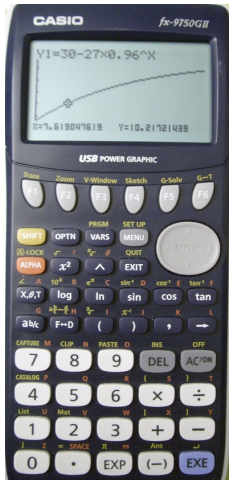
- Beschreibung des Graphen: wie warm ist es im Wohnzimmer?
- Wertetabelle: absolute Abkühlung in 10-Minuten-Intervallen, Untersuchung der Quotienten aufeinanderfolgender Intervalle
- Wie geht die Temperaturabkühlung weiter? Bleibt der Kaffee immer wärmer als das Wohnzimmer?

Nur 5 Minuten Zeit zum Kaffee trinken...

- Diskussion: Zuerst Milche hinzugeben oder die anfängliche starke Auskühlung nutzen?
- Welchen Einfluss hat ein Löffel aus Edelstahl?
- Hilft ständiges Umrühren bei der Abkühlung?

FAZIT: hohe Schülerbeteiligung bei **Alltagsthemen**

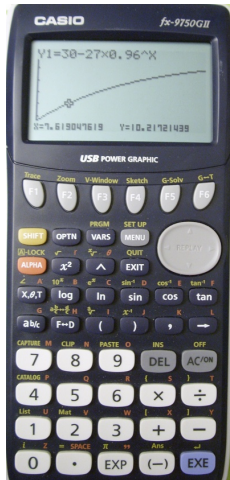
Coca Cola bei 3°C...



Eiskalte Cola...

- Die Erwärmung von Cola im Sommer lässt sich durch die Funktion $T(t) = 30 - 27 \cdot 0,96^t$ beschreiben. Wann ist die optimale Trinktemperatur von 5°C-10°C erreicht?
- Welche Strategien gibt es, Cola kalt zu halten?

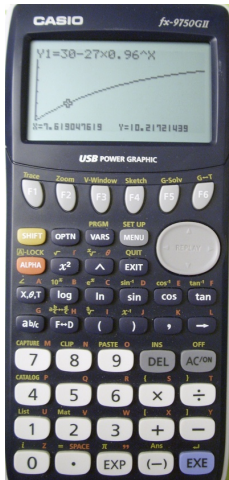
Coca Cola bei 3°C...



Eiskalte Cola...

- Die Erwärmung von Cola im Sommer lässt sich durch die Funktion $T(t) = 30 - 27 \cdot 0,96^t$ beschreiben. Wann ist die optimale Trinktemperatur von 5°C-10°C erreicht?
- Welche Strategien gibt es, Cola kalt zu halten? (Eiswürfel, Kühlbox,...)

Coca Cola bei 3°C...



Eiskalte Cola...

- Die Erwärmung von Cola im Sommer lässt sich durch die Funktion $T(t) = 30 - 27 \cdot 0,96^t$ beschreiben. Wann ist die optimale Trinktemperatur von 5°C-10°C erreicht?
- Welche Strategien gibt es, Cola kalt zu halten? (Eiswürfel, Kühlbox,...)

