

Unterrichts- und Lernmaterialien geprüft vom PARSEL-Konsortium
im Rahmen des EC FP6 geförderten Projekts: SAS6-CT-2006-042922-PARSEL

Kooperierende Institutionen und Universitäten des PARSEL-Projekts:



Anregungen für Schülerinnen und Schüler:

Wie viel Alkohol darf ich trinken, wenn ich noch Autofahren muss und nicht meinen Führerschein verlieren will?

Ein Modul für den Mathematikunterricht und für alle naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer der Jahrgangsstufen 10 bis 12

Anmerkungen: Die im Folgenden dargestellten Materialien und Anregungen für die Planung und Durchführung von Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern sowie die Empfehlungen zur Einschätzung des Unterrichtserfolgs stammen von den unten genannten Autoren (siehe Fußzeile). Dem Team der Didaktik der Chemie der Freien Universität Berlin wurde im Rahmen des PARSEL-Projekts die Aufgabe übertragen, ausgewählte und geprüfte Materialien anderer PARSEL-Partner zu übersetzen, zu editieren und auf regionaler bzw. nationaler Ebene bekannt zu machen.

Bezogen auf dieses - von den Kollegen aus Dänemark entwickelte - Modul möchten wir besonders darauf hinweisen, dass es sich hier um ein „strittiges Thema“ handelt, dessen Umsetzung in der Praxis und dessen Eignung im Einzelfall genau zu prüfen wäre, und dessen Umsetzung unseres Erachtens besonderer „pädagogischer Sensibilität“ bedürfte.

Szenario

Alkohol und Auto fahren

Eine große Zahl an Verkehrsunfällen kann darauf zurückgeführt werden, dass die am Unfall beteiligten Menschen vorher Alkohol konsumiert haben. Wie du weißt, ist es gesetzlich verboten, mit einer zu hohen *Blutalkoholkonzentration* zu fahren. Weißt du auch, welche Promillegrenze für die Autofahrer in deinem Land gilt?

Nach dem Trinken alkoholischer Getränke wird der Alkohol im Körper langsam abgebaut. Deshalb hast du nach einer längeren Zeitspanne, nachdem du Alkohol getrunken hast, keinen Alkohol mehr in deinem Blut. Wenn jemand Alkohol zu sich nimmt und noch Autofahren will, dann ist es sehr wichtig, dass diese Person ihre Blutalkoholkonzentration „richtig“ einschätzt. Dass gelingt eigentlich nicht, denn wie viel Alkohol in einer bestimmten Zeit abgebaut wird, ist von Person zu Person sehr unterschiedlich und wird zusätzlich auch noch von vielen anderen Einflussfaktoren bestimmt. So ist die Geschwindigkeit des Abbaus von Alkohol u. a. auch abhängig vom

Die **Blutalkoholkonzentration** oder kurz: BAK ist die Konzentration von Alkohol im Blut einer Person. In den meisten europäischen Ländern wird die BAK in Milligramm Alkohol pro Milliliter Blut angegeben. Das bedeutet, wenn 1 ml deines Blutes 50 mg Alkohol enthielte, dann entspräche dies einem BAK-Wert von 0.5 ‰ [Promill].

Geschlecht, Gewicht oder von der Größe der Person. Aber auch weitere Faktoren, z.B. ob man daran gewöhnt ist, große Mengen Alkohol zu trinken, spielen eine gewichtige Rolle.

In den folgenden Aktivitäten wirst du eine – wie wir sagen - *Faustregel* erarbeiten, mit der man in sehr grober Weise zumindest abschätzen kann, wie lange man mit dem Auto fahren warten muss, wenn man eine bestimmte Menge Alkohol getrunken haben sollte.

Ich möchte darauf hinweisen, dass grundsätzlich gelten sollte: Hände weg vom Steuerrad, wenn man Alkohol getrunken hat.

Um aber deutlich zu machen, wie Mathematik dabei helfen kann, einen Blutalkoholgehalt zumindest in grober Weise einzuschätzen, möchten wir dich anregen, folgende Aufgaben zu bearbeiten.

Auch wenn die Regel in grober Annäherung zutreffen mag, warnen wir davor, sie als Richtlinie in Situationen zu verwenden, in denen du nicht sicher bist, ob du rechtlich gesehen noch fahren darfst.

Es bleibt dabei: Unfälle lassen sich verhindern, wenn man ausschließlich mit 0,0 Promille fährt!

Aufgaben

Aufgabe 1: Diskutiere und schreibe auf, was mit dir passiert, wenn du trinkst. Benutze deine Erfahrungen und dein Wissen, z.B. aus der Biologie, um Aussagen über die Fahrtüchtigkeit zu machen, wenn du Alkohol trinken würdest.

Jetzt glauben wir ist der richtige Zeitpunkt gekommen, um dich mit dem Konzept mathematischer Modelle vertraut zu machen. Lies bitte das folgende Handout mit der Überschrift „Mathematische Modelle“ aufmerksam durch (siehe Seite 4 und 5).

Der schwedische Chemiker Widmark hat ein mathematisches Model für die Bestimmung der Blutalkoholkonzentration entwickelt (gemessen in Alkohol pro Milliliter Blut).

Da Alkohol gut wasserlöslich ist, verteilt er sich im Wasser des Körpers. Deshalb muss man, wenn man die Blutalkoholkonzentration berechnen will, zunächst bestimmen wie viel Wasser die Körpermasse einer Person beinhaltet. Widmark hat den sogenannten Verteilungsfaktor r entwickelt, mit dem man berechnen kann, wie viel Wasser ein menschlicher Körper enthält. Dieser Faktor ist geschlechtsspezifisch:

$$r_{Male} = 0,3161 - 0,0048 \cdot v + 0,0046 \cdot h$$

$$r_{Female} = 0,3122 - 0,0064 \cdot v + 0,0045 \cdot h$$

v beschreibt hier das Körpergewicht der Person in kg und h beschreibt die Körpergröße dieser Person in cm.

Aufgabe 2: Benutze die oben stehende Formel, um deinen Verteilungsfaktor zu berechnen.

Widmark vertrat außerdem die Auffassung, dass es möglich sein müsste, die Blutalkoholkonzentration einer Person aus dieser Formel zu berechnen, wenn man den Verteilungsfaktor der Person kennt. Dazu schlug er folgende Formel vor:

$$C_t = \frac{n \cdot D}{r \cdot w} - \beta \cdot t$$

Erklärung:

C_t : die Blutalkoholkonzentration (gemessen in Gramm Alkohol pro Liter Blut) zur Zeit t

n : die Menge an Standardeinheiten Alkohol, die die Person getrunken hat

D : die Menge an Alkohol, die in einer Standardeinheit Alkohol enthalten ist in Gramm (eine Standardeinheit enthält 12 g Alkohol)

r : der Verteilungsfaktor der Person

w : das Körpergewicht der Person in Kilogramm

β : der metabolische Umsatz in Gramm pro Liter pro Stunde (für Männer: 0,18; für Frauen: 0,15)

t : Zeit in Stunden

Aufgabe 3: Zeichne je eine Kurve, welche die Entwicklung deiner Blutalkoholkonzentration darstellen, wenn du drei, fünf bzw. acht Einheiten Alkohol getrunken hättest. Wie hoch müsste deine Blutalkoholkonzentration in jedem der drei Fälle nach vier, sechs und acht Stunden ausfallen?

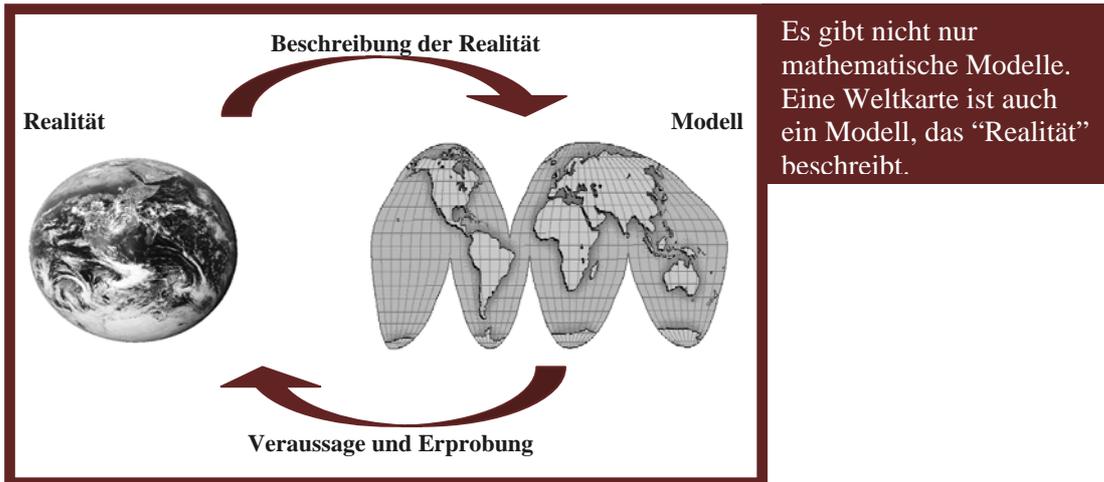
Aufgabe 4: Überlege dir unterschiedliche Situationen, in denen deine Blutalkoholkonzentration gerade über der rechtlichen Grenze liegt. Mit diesen Situationen im Hinterkopf: Was denkst du über die rechtliche Promillegrenze? Ist diese Grenze gerechtfertigt, zu niedrig oder zu hoch? Erkläre und begründe deine Antwort.

Aufgabe 5: Malthe wiegt 80 Kilo und ist 178 cm groß. Heute wurde er von der Polizei angehalten und aufgefordert, in ein Alkoholmeter zu pusten. Seine gemessene Blutalkoholkonzentration betrug 0,93 ‰. Malthe erklärte, er habe sein letztes alkoholisches Getränk vor drei Stunden getrunken. Wie viele Alkoholeinheiten müsste Malthe vor drei Stunden getrunken haben, vorausgesetzt, dass er den Polizisten die Wahrheit gesagt hat?

Aufgabe 6: Versuche bitte das mathematische Modell oder die ‘Faustregel’ mit eigenen Worten sprachlich zu formulieren. Denke darüber nach, welche Faktoren du in das Modell einbeziehst. Wirst du dich darauf konzentrieren, wie lange du warten musst, nachdem du eine bestimmte Menge Alkohol konsumiert hast, oder wirst du dich darauf konzentrieren, wie viel du gesetzlich trinken darfst, wenn du eine bestimmte Zeit wartest, oder wirst du dich auf etwas anderes oder beides konzentrieren? Begründe deine Wahl und bereite dich so vor, dass du dein Modell der Klasse vorstellen könntest.

Mathematische Modelle

Ein wichtiger Grund für das Lernen von Mathematik ist, dass, man gleichzeitig Methoden erwirbt, mit denen man alltägliche Probleme lösen kann. Die Problembereiche, die durch Mathematik beschrieben werden, sind oftmals extrem komplex. Deshalb kann es nötig sein, die Situation zu vereinfachen und zu idealisieren. Aus diesem Grund werden mathematische Beschreibungen alltäglicher Situationen als *mathematische Modelle* der Realität bezeichnet.



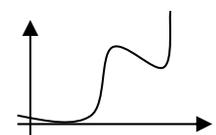
Die Konstruktion und Anwendung eines mathematischen Modells ist normalerweise ein Prozess, in dem die einzelnen Schritte wiederholt werden müssen. Die erste Version eines Modells macht idealtypischerweise einige Vorhersagen über das vorliegende Problem möglich. Diese Vorhersagen können mit der Realität verglichen werden. Dieser Vergleichstest kann wiederum zu Verbesserungen in einer zweiten Version des Modells und somit zu neuen (und hoffentlich genaueren) Vorhersagen führen, welche wiederum getestet werden können. Die Wiederholung dieses Prozesses führt oftmals zu sehr präzisen Voraussagen über Situationen, die der Wirklichkeit sehr nahe kommen können.

Die Konstruktion eines mathematischen Modells beinhaltet oftmals eine der folgenden Darstellungsmethoden.

1. Man kann eine *numerische* Beschreibung angeben. Dabei würde man normalerweise eine Datenreihe in einer Tabelle anordnen, die eine bestimmte Entwicklung beschreibt.
2. Man kann eine *symbolische* Beschreibung angeben. Dabei würde man mathematische Symbole und Ausdrücke verwenden, um eine bestimmte Entwicklung zu beschreiben.
3. Man kann auch eine *grafische* Beschreibung verwenden. Dabei würde man eine Situation mittels eines Grafen in einem Koordinatensystem beschreiben.

| | | | |
|---------|-----|-----|-----|
| Größe | 160 | 171 | 172 |
| Gewicht | 66 | 68 | 75 |

$$P = \alpha \cdot t + \beta$$



Numerische Methode

Symbolische Methode

Grafische Methode

Sprachliche Modelle

Vor der Konstruktion eines mathematischen Modells bezüglich einer bestimmten Situation ist es eine gute Idee, diese Situation zunächst mit „eigenen Worten“ zu beschreiben. Dies erleichtert es unter Umständen zu erkennen, wie das entsprechende mathematische Modell konstruiert werden kann. Deshalb gehen viele Modelle von einer Art sprachlich formulierten „*Faustregel*“ aus – eine einfache sprachliche Beschreibung einer Situation aus dem alltäglichen Leben. Ein gutes Beispiel für eine Faustregel – oder eines sprachlichen Modells - ist die Folgende:

“Deine Körpergröße im Alter von zwei Jahren beträgt die Hälfte deiner späteren Körpergröße als Erwachsener.”

Nach der Konstruktion eines solchen sprachlichen Modells ist es möglich, mit der Konstruktion eines mathematischen Modells auf der Grundlage dieses sprachlichen Modells fortzufahren. Versuche nun andere Modelltypen wie beispielsweise das grafische und / oder symbolische Modell anhand dieser Faustregel zu erstellen.