

NWA-TAG 2007

- Seminar für Lehrerbildung in Reutlingen -



Thema des Beitrages:

ENERGIE AUS KOHLENHYDRATEN

Verfasserinnen:

Meister Gloria & Flaig Manuela

INHALTSVERZEICHNIS

1	Sachanalyse - Basisinformationen	Seite
1.1	<i>Kohlenhydrate als Energielieferanten</i>	3
1.2	<i>Aufbau und Eigenschaften von Kohlenhydraten</i>	4
1.3	<i>Verdauung der Kohlenhydrate</i>	7
1.4	<i>Energiegewinnung aus Kohlenhydraten</i>	7
1.5	<i>Konkretisierung der Energiegewinnungsprozesse</i>	9
2	Kurzbeschreibung unserer geplanten Aktivitäten am NWA-Tag – mit Zielanmerkungen und didaktischen Überlegungen	12
3	Literaturangaben	19
4	Anhang (Arbeitsblätter)	

1 Sachanalyse

1.1 Kohlenhydrate als Energielieferanten

Der Mensch bezieht aus Lebensmittel die Nährstoffe, die er zur Deckung seines Energiebedarfs, zum Erhalt und Aufbau des Körpers und zur Regelung verschiedener Körperfunktionen benötigt.

Die drei Hauptnährstoffgruppen sind:

- **Kohlenhydrate**
- Fette
- Proteine

Unser Beitrag widmet sich der Gruppe der Kohlenhydrate und deren Rolle bei der Energiegewinnung!

Kohlenhydrate sind (ebenso wie die Fette) als *Betriebsstoffe* zu bezeichnen, da sie unserem Körper schnell Energie liefern.

Wie viel Energie liefern Kohlenhydrate?

Nährstoffe enthalten nicht dieselbe Menge an Energie. So gewinnt der Körper aus 1g Fett fast die doppelte Menge an Energie.

→ siehe auch: Abbildung aus „*Erlebnis Biologie*“, S. 19:¹

Es gibt auch unverdauliche Kohlenhydrate – das sind die für uns ebenso wichtigen Ballaststoffe. Ihre Funktion ist es, für ein lang anhaltendes Sättigungsgefühl und eine rege Darmtätigkeit zu sorgen!

Der menschliche Organismus kann aus Ballaststoffen *keine Energie* gewinnen (dazu fehlen ihm die nötigen Enzyme). Deshalb passieren sie den Darm schnell, dabei quellen sie jedoch

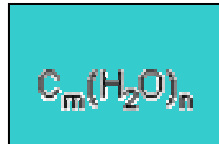
¹ Leider könne aus Urhebergründen die entsprechenden Bilder und Grafiken hier nicht abgebildet werden. Bitte schauen Sie bei Interesse einfach im entsprechenden Schulbuch nach.

mit Wasser stark auf und dehnen somit die Darmwand. Dies wiederum regt die Darmtätigkeit an.

1.2 Aufbau und Eigenschaften von Kohlenhydraten

Kohlenhydrate sind organische Verbindungen.

Der Name Kohlenhydrat kommt daher, dass die meisten Vertreter die allgemeine Summenformel:



aufweisen. Tatsächlich bleibt bei der vollständigen Entwässerung von Kohlenhydraten nur reiner Kohlenstoff zurück. Umgangssprachlich werden die Kohlenhydrate auch Zucker genannt, obwohl bei weitem nicht alle Verbindungen süß schmecken. Gemeinsam ist allen Kohlenhydraten, dass sie aus den Elementen:

- **Kohlenstoff**
- **Wasserstoff**
- **Sauerstoff**

bestehen und verschiedene **funktionelle Gruppen**, z. B. die Hydroxy-Gruppe, die Aldehyd- bzw. die Keto-Gruppe enthalten können. Daraus ergibt sich eine riesige Vielfalt von Verbindungen, die teilweise gleiche Summenformeln aber unterschiedliche Strukturen (Isomere) haben. Die Kohlenhydrate werden anhand ihrer strukturellen Merkmale in verschiedene Gruppen eingeteilt. Je nach Anzahl der Kohlenhydrat-Bausteine in einem Zuckermolekül unterscheidet man zwischen Mono-, Di- oder Polysacchariden.

Verschiedene Kohlenhydrate

Es gibt verschiedene Kohlenhydrate, die bei unserer Ernährung eine bedeutende Rolle spielen, und die unterschiedliche Wirkung auf unseren Organismus haben:

Kohlenhydrat	Auch bekannt als...	Vorkommen	Sonstiges
Traubenzucker	Glucose, Dextrose	Weintrauben, Honig, Süßigkeiten, Rosinen,...	Einfachste KH-Verbindung. Geht schnell ins Blut über und erhöht dort schnell den Blutzuckerspiegel → „Leistungskick“. Ebenso schnelles Absinken des Blutzuckerspiegels.
Stärke	Vielfachzucker	Getreide, Kartoffeln, Nudeln, Brot, Bananen	Besteht aus langen Ketten von Traubenzuckermolekülen, die im Darm in die einzelnen Moleküle aufgespaltet werden und nach und nach in kleinen Portionen an das Blut abgegeben werden → Deshalb die besser eWahl bei der Ernährung! (Mehrfachzucker wie auch Cellulose und Chitin)
Haushaltszucker	Rübenzucker, Rohrzucker, Saccharose	Süßigkeiten, Kuchen, Schokolade, Limonade	
Fruchtzucker	Fructose, Lävulose	Obst, Marmelade	
Milchzucker	Lactose	Milch, Butter, Käse	
Malzzucker	Maltose	Kartoffeln, Malzbier	

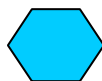
Einfachzucker

Zweifachzucker

Vielfachzucker

Der schematische Aufbau der verschiedenen Kohlenhydrate und ihre Ringstruktur lassen sich vereinfacht und deutlich mit solchen Symbolen oder ähnlichen Symbolen zeigen:

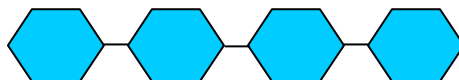
Monosaccharid



Disaccharid



Polysaccharid



Die unterschiedliche Wirkung von Traubenzucker und Stärke auf den Blutzuckerspiegel zeigt sich hervorragend in einem Schaubild: siehe „*Prisma 4/5*“, S. 12, dass sich mit den Schülern interpretieren lässt!

Kohlenhydrate haben in unserer Ernährung eine herausragende Bedeutung, denn der Mensch sollte seinen **Gesamtenergiebedarf (= Grundumsatz + Leistungsumsatz)** etwa zu **60% aus Kohlenhydraten** gewinnen.

Nahrungsmittel, die besonders viele Kohlenhydrate enthalten sind vor allem aus Pflanzen hergestellt (Brot, Reis, Nudeln,...).

1.3 Verdauung der Kohlenhydrate

Nach jeder Mahlzeit laufen im Körper zahlreiche komplizierte mechanische, chemische und biologische Prozesse ab. Jeder der drei Hauptnährstoffgruppen wird während der Verdauung an ganz bestimmten „Stationen“ in spezieller Weise behandelt.

Die Abbildung zeigt schematisch die Verdauung von Kohlenhydraten (*Abbildung siehe „Erlebnis Biologie 3“, S. 22*):

Im Mund wandelt das Enzym Amylase die **langkettigen Stärkemoleküle** in kürzere **Malzzuckermoleküle** um. Im Dünndarm werden aus den Malzzuckermolekülen schließlich unter Einwirkung von Maltase **Traubenzuckermoleküle (=Glucose)**. Diese gehen durch die Darmwand in das Blut über (dabei wird der Blutzuckerspiegel erhöht) und werden von dort aus, als Energieträger, zu ihren „Einsatzorten“ gebracht.

Nimmt man mehr Energie auf, als verbraucht wird, so speichert der Körper den Überschuss in Form von **Glykogen** in Leber und Muskeln, das schnell wieder in **Traubenzucker** umgewandelt werden kann. Man spricht dabei auch von „Energiedepots“.

Bei übermäßiger Zufuhr kann Traubenzucker aber auch in Fett umgewandelt und als Reserve in Form von Fettpolstern gespeichert werden (Depotfett).

1.4 Energiegewinnung aus Kohlenhydraten

Mithilfe des Hormons Insulin (Bildungsort: Bauchspeicheldrüse) gelangt die Glucose schließlich in die Körperzellen.

Die Zellorganellen **Mitochondrien**, auch „Kraftwerke der Zelle“ genannt, sind der Ort, in dem die Traubenzuckermoleküle abgebaut werden, wobei **Energie freigesetzt** wird!

Traubenzucker enthält also **gespeicherte Energie**. Zu deren Freisetzung benötigt der Körper **Sauerstoff**. Die Energiegewinnung ist also ein **Verbrennungs-Prozess (Oxidation)**, bei dem auch Kohlendioxid freigesetzt wird. Man nennt diesen Abbau **Zellatmung**.

Woher kommt der Sauerstoff?

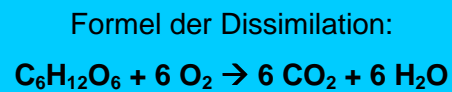
Atmung → O₂ gelangt in die Lunge → Gasaustausch an den Lungenbläschen → Bindung an Hämoglobin → Transport über die Blutbahn zu den Zellen.

Wie wird das Kohlendioxid aus dem Körper befördert?

Auf dieselbe Weise wie beim Transport von Sauerstoff – nur umgekehrt. CO₂ wird über die Lungen ausgeatmet.

Wohin kommt das zweite Abbauprodukt Wasser?

Wasser wird in Form von Harn und Schweiß ausgeschieden.

Die Formel der Energiegewinnung lautet:

1.5 Konkretisierung der Energiegewinnungs-Prozesse:

Heterotrophe Assimilation – Dissimilation - Atmung

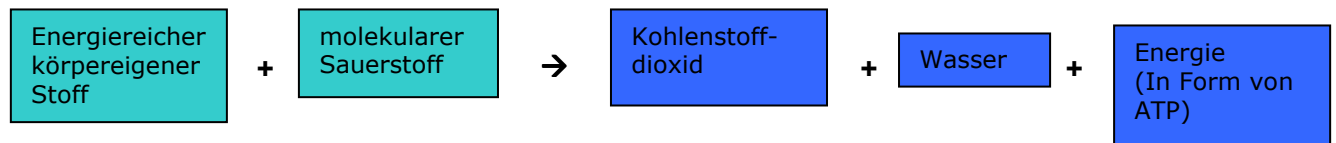
Wir denken, dass Schüler der Sekundarstufe nicht die äußerst komplexen Energiegewinnungs-Vorgänge detailliert wissen müssen – trotzdem sollten sie, auch um sich dem Energiebegriff zu nähern – eine ungefähre Vorstellung davon bekommen, wo denn nun tatsächlich die vielbeschworene „Energie“ genau steckt und wie der Körper diese freisetzt.

Als heterotrophe Assimilation bezeichnet man die Aufnahme körperfremder organischer Stoffe und deren Umwandlung in körpereigene Stoffe unter Nutzung der in ihnen enthaltenen chemischen Energie.

→ Kohlenhydrate werden in Glucoseeinheiten zerlegt und dann in körpereigenes Glykogen umgewandelt und gespeichert.

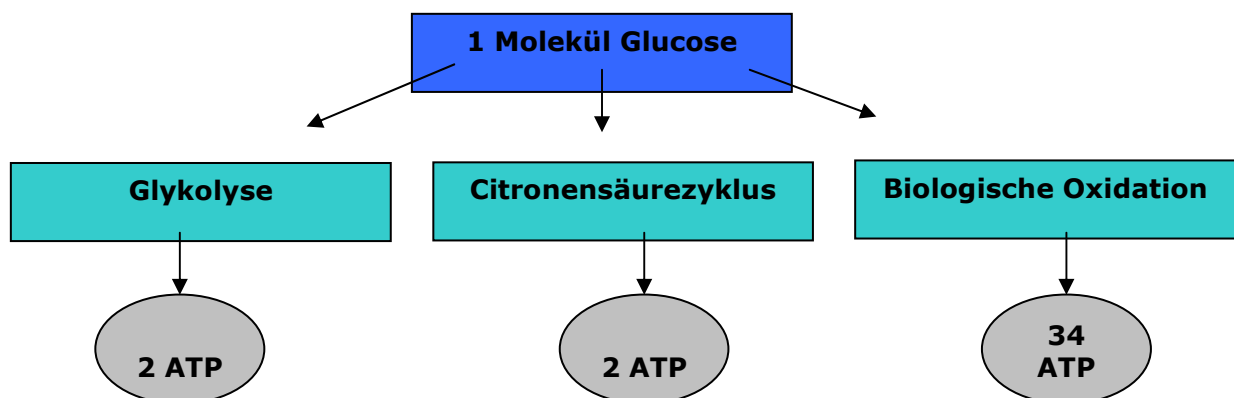
Als Dissimilation bezeichnet man den Prozess, der die körpereigenen Stoffe unter Energiefreisetzung abbaut. In unserem (menschlichen, aeroben) Fall wäre das die Atmung bzw. Zellatmung.

Die Atmung kann man auf folgende „Wortgleichung“ bringen:



Die drei Teilschritte der Zellatmung:

- **Glykolyse**
 - Umwandlung von Glucose zu Pyruvat (Salz der Brenztraubensäure)
 - Gewinn: 2 mol ATP / Glucosemolekül
 - Ort: Zellplasma
- **Citronensäurezyklus**
 - Ort: Mitochondrien
 - Reaktion von Pyruvat mit Coenzym A zum Acetyl-Coenzym A. Weitere Umsetzung des Acetyl-Coenzym A im Citronensäurezyklus.
 - Gewinn: Aus 2 mol Pyruvat werden 2 mol ATP.
 - Wichtigste Funktion des Citronensäurezyklus ist die Produktion von chemisch gebundenem Wasserstoff für die Atmungskette
- **biologische Oxidation / Atmungskette**
 - Ort: Mitochondrien
 - Hier oxidiert der chemisch gebundene Wasserstoff mit dem molekularen Sauerstoff zu Wasser
 - Dieser Teilschritt der Zellatmung ist bezüglich der ATP-Gewinnung der Effizienteste.



Wozu brauchen wir Energie aus Kohlenhydraten?

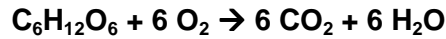
Vor allem für den **Betriebsstoffwechsel** sind die Kohlenhydrate (und auch die Fette) unerlässlich.

(Wohingegen, die Eiweiße vor allem für den **Baustoffwechsel** (Zellerneuerung, etc...) zuständig sind.

Der Betriebsstoffwechsel stellt die Energie für den Ablauf aller wichtigen Stoffwechselvorgänge zu Verfügung.

2 Kurzbeschreibung unserer Aktivitäten am NWA-Tag

Station 1:



– Eine abstrakte Formel wird anschaulich gemacht!

Arbeit mit Steckmolekülen -

Vorinformation:

- Wir gehen von Schülern einer 8. oder 9. Klasse aus, weil diese Schüler schon die notwendige chemische Basis haben (was Moleküle, Atome, Bindungsfähigkeit, ganz normale Atmungsvorgänge, Fotosynthese etc. angeht. Kritisch könnte sein, dass die Schüler nicht wissen, dass in Kohlenstoff Energie steckt. Hierzu könnte man einfache Versuche zur *Verbrennung von Kohle* und *Knallgasprobe* vorlagern).
- Des Weiteren gehen wir davon aus, dass die Schüler wissen, dass der Körper Glucose braucht, um Energie herzustellen bzw. dass sie wissen, dass in Glucose „Energie“ steckt.
- Material:
 - Steckmolekül-Kästen
 - Arbeitsblatt mit Arbeitsanleitung

Wir nehmen die bekannte Formel $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$ als wahr an und stellen diese mit Hilfe von Steckmolekülen nach.

Mit Steckmolekülen bauen die Schüler die Formel Molekül für Molekül nach. Vom Lehrer vorgegeben wird nur das **Molekül Glucose** und **Kohlendioxid**.

Durchführung: (→ siehe Anhang Arbeitsblatt)

Die Schüler bekommen Steckmolekül-Kästen mit ausreichend C-Atomen, O-Atomen und H-Atomen.

Zunächst werden sie angewiesen ein Glucose-Molekül nachzubauen. Sie können sich dabei zusätzlich an der Abbildung eines Glucose-Moleküls orientieren.

Nun kann man einen Zwischenschritt einbauen: *den Kalkwasser-Versuch!* Damit kann man beweisen und zeigen, dass bei der Atmung CO_2 entsteht.

Nun bekommen die Schüler die Anweisung: *Man weiß, dass bei der Energieumwandlung pro Glucose-Molekül 6 Kohlendioxid-Moleküle entstehen. Zerstöre das Glucose-Molekül und versuche mit dessen Atome die 6 CO_2 -Moleküle zusammen zu bauen. Was fällt euch auf?*

→ Es fehlen Sauerstoff-Atome! Woher bekommen wir diese?

Dieser Denkschritt fällt den Schülern sicherlich einfach: Den Sauerstoff bekommen wir aus der Atemluft. (Dazu kann man den Kalkwasser-Versuch umgekehrt durchführen).

Jetzt suchen die Schüler sich die 6 Sauerstoffatome und bauen ihre CO_2 -Moleküle fertig.

Nun haben sie noch die restlichen Wasserstoffe aus dem Glucose-Molekül (12Stück) übrig. Was passiert mit ihnen?

Schüler können auf die Idee kommen, daraus H_2 zu machen. Hier muss der Lehrer intervenieren: H_2 kann bei der Energieformel auf keinen Fall entstehen, da es sich dabei um ein hochexplosives Gas handelt (Knall!)

Lehrer kann nachfragen:

„Welche natürlichen Verbindungen kennt ihr noch mit Wasserstoff (die nicht knallen...)?“

Antwort: Wasser!

Daraufhin bauen die Schüler die Wassermoleküle, dazu benötigen sie noch 6 Sauerstoff-Atome. (Damit kommt man schließlich auf die Formel 6O_2)

Fertig!

Die Gleichung ist aufgestellt und veranschaulicht!

Station 2:

Zucker ist nicht gleich Zucker

- Steckbriefe zu den verschiedenen Zuckerarten erstellen
- Kleine einfache Versuche zur Eigenschaft verschiedener Zuckermoleküle
- Unterschiedliche Verdauung der Zucker + ihre Wirkung auf Blutzucker und Sättigungsgefühl

a) Steckbriefe

Das Erstellen eines Steckbriefes ist eine wichtige naturwissenschaftliche Methode. Anhand dessen können die wichtigsten Merkmale bzw. Eigenschaften herausgearbeitet werden. Die Reduktion einer großen Stofffülle auf inhaltlich Bedeutsames wird geübt.

Kohlenhydrate umfassen verschiedene Moleküle. Interessant sind dabei die beiden Zucker *Glucose* und *Saccharose*, die *Stärke* sowie die *Zellulose*. Mit Hilfe von Steckbriefen werden Unterschiede und Gemeinsamkeiten dieser Kohlenhydrate deutlich. Der Stoff wird außerdem strukturiert und dadurch leichter behalten.

Steckbrief		
Name:	<i>GLUCOSE</i> , Traubenzucker „Betriebsstoff“, direktes Produkt der Fotosynthese	<i>SACCHAROSE</i>
v.a. enthalten in:	Obst, Honig, Süßigkeiten	Haushaltszucker, aus Rüben- oder Rohrzucker
Einordnung: (Molekülgröße)	Einfachzucker	Zweifachzucker, besteht aus einem Glucose- und einem Fructose-Molekül
Summenformel:	$C_6H_{12}O_6$	$C_{12}H_{22}O_{11}$
Wirkung im Körper:	Schneller Blutzuckeranstieg, sofortiger Energielieferant	Aufspaltung durch Verdauungsenzyme in kleinere Bausteine, guter Energiespender
Nachweisreaktionen:	Fehling-Reaktion positiv	Fehling-Reaktion negativ
Löslichkeit:	Sehr gut in Wasser löslich	Gut in Wasser löslich
Besonderheit:	Glucose ist als Baustein in	

Steckbrief		
Name:	STÄRKE Speicherform der Glucose bei Pflanzen	ZELLULOSE Baustoff: Hauptbestandteil der Pflanzenzellwände
v.a. enthalten in:	Getreide, Reis, Kartoffeln	Obst, Gemüse, Getreide (Baumwolle, Holz)
Einordnung: (Molekülgröße)	Vielfachzucker, <i>spiralförmiges</i> Makromolekül aus Glucosebausteinen	Vielfachzucker, <i>fadenförmiges</i> Makromolekül aus Glucosebausteinen
Summenformel:	$(C_6H_{10}O_5)_n$	$(C_6H_{10}O_5)_n$
Wirkung im Körper:	Spaltung durch Amylase (z.B. im Speichel); langsamer Blutzuckeranstieg	Kann vom Körper nicht verdaut werden, Ballaststoff
Nachweisreaktionen:	mit Jod-Kaliumjodid-Lsg: blau	mit Zinkchlorid-Jod-Lsg: violett
Löslichkeit:	Nicht in Wasser löslich	Absolut wasserunlöslich
Besonderheit:	Stärke ist das wichtigste Kohlen-hydrat für die menschliche Ernährung, durch Erhitzen entsteht Stärkekleister	Häufigste organische Verbindung in der Natur
	Saccharose, in Stärke als auch in Cellulose enthalten	

b) Fragen... und Antworten (Versuche zur Eigenschaft verschiedener Zuckermoleküle)

Die Steckbriefe werfen einige Fragen auf:

Warum gibt es überhaupt so viele verschiedene Formen von Kohlenhydrate?

- Welchen Sinn hat die „Speicherform“ der Glucose bei Pflanzen, die *Stärke*?
- Besitzt der Mensch auch solch eine Speicherform?
- Warum brauchen wir für die Verdauung von *Saccharose* und *Stärke* bestimmte Enzyme?
- Warum können wir *Zellulose* nicht verdauen?

Ein einfacher Versuch zeigt den Unterschied zwischen Glucose und Stärke:

Ein Glas mit Traubenzucker, ein anderes mit Mehl füllen (jeweils 2Tl.). Zu jedem Glas 2 Esslöffel Wasser zugeben und umrühren.

→ Der Traubenzucker löst sich in Wasser auf (klar), das Mehlwasser bleibt trüb.

Stärke ist demnach nicht wasserlöslich.

Genau diese Besonderheit der Stärkemoleküle ermöglicht es der Pflanze, überschüssige Glucose als Reserve zu speichern. Das Makromolekül Stärke ist viel kompakter als Glucose und osmotisch unwirksam; für seine Speicherung wird somit viel weniger Wasser benötigt. Menschen bzw. Tiere speichern Glucose dagegen in Form von Glukogen, die der Stärke in ihren Eigenschaften relativ ähnlich ist.

Nimmt der Mensch Stärke zu sich, muss dieses große Molekül erst einmal gespalten werden, da es sonst nicht von der Darmwand resorbiert werden kann. Die Verdauung beginnt bereits im Mund. Kauen wir z.B. Brot, wird es nach und nach immer süßer; das Enzym Amylase hat die Stärke in ihre Maltose-Bausteine zerlegt.

Auch die Saccharose kann nur in gespaltenen Form resorbiert werden. So auch die Zellulose; doch für dieses Makromolekül fehlen den Menschen die geeigneten Enzyme. Nichtsdestotrotz ist eine zellulosereiche Ernährung sehr wichtig zur Förderung der Darmperistaltik. Außerdem sind diese „Ballaststoffe“ enorm sättigend und die darin enthaltene Stärke bzw. Glucose wird langsamer verwertet.

Station 3:

Energie-Verbrauchstabelle – Wie viel Energie verbraucht der Körper eigentlich wenn...???

Kalorien-Verbrauchstabelle

Die Einheit „Kalorie“ wurde bereits 1978 von der Einheit „Joule“ abgelöst. Sie wird jedoch noch häufig als Beschreibung der Wärmeenergie verwendet. Spricht man umgangssprachlich von „Kalorien“, sind fast immer Kilokalorien (kcal) gemeint.

Glucose liefert dem Körper eine Energie von 16,8 kJ/g.

Mit folgenden Formeln lassen sich die Einheiten umrechnen:

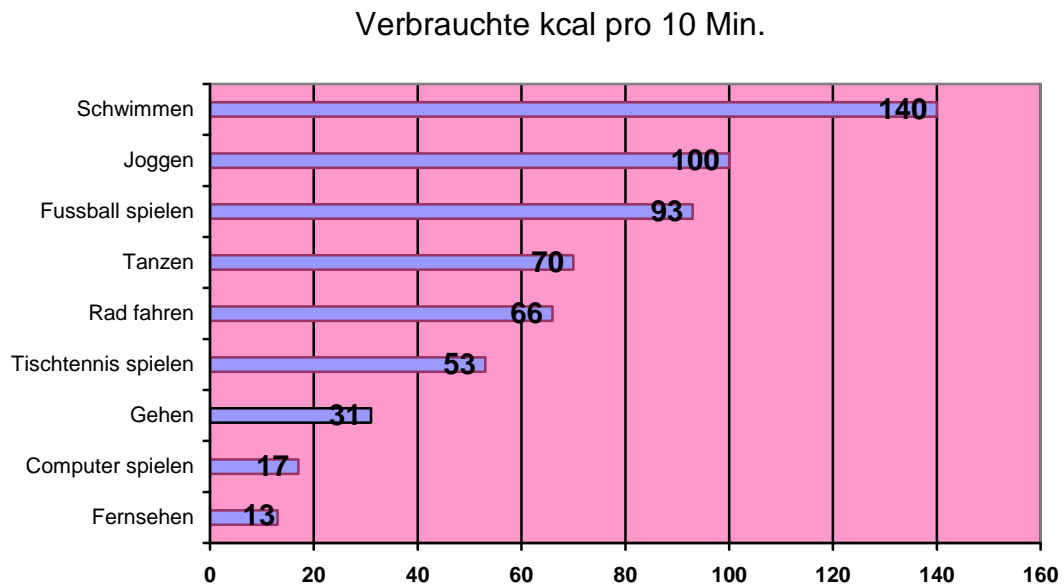
$$\text{kJ} = \text{kcal} \cdot 4,1868$$

$$\text{kcal} = \text{kJ} \cdot 0,2388$$

Der Energiebedarf eines Menschen errechnet sich aus Grundumsatz und Leistungsumsatz. Der Grundumsatz bezeichnet den minimalen Energiebedarf bei völliger Ruhe. Zum Leben

benötigt der Mensch etwa 1 kcal/h je kg Körpergewicht. Beim Leistungsumsatz kommt die Energie hinzu, die für eine bestimmte Tätigkeit gebraucht wird.

Der Energiebedarf ist abhängig vom Körpergewicht, von der Art und natürlich der Dauer der ausgeübten Tätigkeit. Das Diagramm zeigt Richtwerte für eine 67 kg schwere Person.



Diese Zahlen sind jedoch relativ abstrakt. Man sollte versuchen, sie für die Schüler greifbarer zu machen. Dafür gibt es folgende Möglichkeit:

Berechne, wie lange du bestimmte Aktivitäten ausüben musst, um den Kaloriengehalt von je 100 Gramm dieser Speisen zu verbrauchen.

100 g Speisen	kcal	Aktivität	Dauer Min.
Pommes frites	290	Tischtennis spielen	55
Chips	539		
Hamburger	221		
Pizza Salami	245		
Cola	57		
Tafel Schokolade	526		
Gummibärchen	328		

Häufig wird der Energieverbrauch beim Sport überschätzt. Durch diese Rechnung wird den Schülern bewusst, wie wichtig eine gesunde Ernährung und vor allem die körperliche Bewegung ist. Dies ist gerade in der heutigen Zeit ein wichtiges Anliegen.

Hinweis:

Unter www.gesundheitstrends.de/lebensmitteldb/kalorienverbrauch.htm gibt es die Möglichkeit, seinen individuellen Kalorienverbrauch berechnen zu lassen (unter Angabe von Tätigkeit, Gewicht, Dauer).

Station 4:

Analogie Auto – Mensch
– Energie geht nicht verloren! -

Dieser Vergleich soll deutlich machen, dass sowohl beim Auto, als auch bei uns Menschen die zugeführte Energie umgewandelt wird. Sie kann dabei jedoch nicht zu 100% genutzt werden. Ein großer Teil geht in Form von Wärmeenergie oder auch Reibungsenergie, im Sinne von „nicht für uns nutzbar“, verloren.

Deutlich wird hier außerdem die Tatsache, dass Energie grundsätzlich nicht verloren, sondern nur in andere Energieformen übergeht. Somit kann Energie auch nicht hergestellt werden.

	Auto	Mensch
Energie-Träger (eingesetzte E.): Energiereiche Kohlenstoffverbindungen	Kraftstoff	Nahrung, z.B. Kohlenhydrate
Energie-„Verbrauch“ (genutzte E.)	Fortbewegung: Bewegungsenergie	Körperliche Arbeit: Tätigkeitsenergie
Energie-„Verlust“ (ungenutzte E.)	Heißer Motor/Reifen: Wärmeenergie, Reibungsenergie	Körper wird heiß: Wärmeenergie (Schwitzen: Verdunstungskälte gegen ein Überhitzen des Körpers)
Wirkungsgrad:	bis zu 16%	20 – 25%

Der Wirkungsgrad ist der Quotient aus genutzter Energie und eingesetzter Energie multipliziert mit 100 %. Vergleicht man den Wirkungsgrad des Menschen mit dem eines Autos, stellt man fest, dass wir trotz des enormen Energie-„Verlustes“ von $\frac{3}{4}$ der eingesetzten Energie immer noch effektiver funktionieren als ein Auto. Natürlich stellen diese Werte reine Richtwerte dar, weil sehr viele Faktoren Einfluss haben.

3 Literaturangaben

Kemnitz, Erhard, Prof., Dr. (Hg.), 2004: Duden – Basiswissen Schule: Chemie Abitur. Mannheim, Leipzig, Zürich: Dudenverlag.

→ Mit beiliegender CD-Rom, aus der einige Abbildungen stammen.

Huneke-Freundner, Imme & Mathias, Viktoria, 2005: Erlebnis Naturwissenschaft 3. Biologie. Ein Lehr- und Arbeitsbuch. Braunschweig: Schroedel Verlag.

Stierle, Micaela (Red.), 2005: Prisma NWA/Biologie 4, 5. Stuttgart: Ernst Klett Verlag.

Hasselberg, Detlef, 1989: Die Kohlenhydrate in Unterricht und Arbeitsgemeinschaft, Frankfurt: Aulis-Verlag.

Duden: Chemie, Mannheim: Brockhaus, 2004.

Umwelt: Chemie, Baden-Württemberg, Ernst-Klett-Verlag

<http://www.gesundheitstrends.de/lebensmitteldb/kalorienverbrauch.htm> (05.06.07)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Kohlenhydrate> (05.06.07)

Aus Kohlenhydraten wird Energie!

- Und was passiert dazwischen?? -

Partnerarbeit



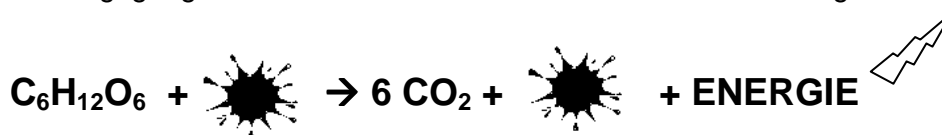
Material: Ein Steckmolekül - Kasten

Viele Schüler essen kurz vor einer wichtigen Klassenarbeit noch einmal ein Stückchen Traubenzucker. Glucose, wie man Traubenzucker noch nennt, gelangt sehr schnell ins Blut und liefert einen „Energie-Kick“ für das Gehirn!

In Glucose steckt also Energie, die unser Organismus in einem äußerst komplizierten Prozess für sich gewinnt. Diesen Prozess nennt man *Zellatmung* oder *innere Atmung* und er findet in den „Kraftwerken der Zelle“, den Mitochondrien, statt.

Genau wie bei der *äußeren Atmung* entsteht bei der Zellatmung unter anderem Kohlenstoffdioxid als Abfallprodukt!

Den Energieumwandlungsprozess kann man in einer chemischen Formel ausdrücken. Hier ist etwas schief gegangen... Leider kann man die Formel nicht vollständig lesen:



Mit dem Steckmolekül-Kasten kommt ihr den fehlenden Molekülen in der Formel auf die Spur!

Gehe nach der Anleitung vor:

1. Legt euch *genau so viele* C-Atome, H-Atome und O-Atome, wie ihr für den Bau des Glucose-Moleküls benötigt. Baut das Glucose-Molekül zusammen! Hier seht ihr zur Hilfestellung noch die Strukturformel des Traubenzucker-Moleküls! Denk daran, es handelt sich um ein ringförmiges Molekül!

2. Pro Glucose-Molekül entstehen 6 Kohlendioxid-Moleküle. Zerstöre nun das Glucose-Molekül wieder und versuche aus dessen Atomen die 6 CO_2 -Moleküle zusammen zu bauen.
Was fällt euch auf?
Notiert euch welche Atome fehlen und stellt Vermutungen an, woher der Körper sie bekommt!

3. Nehmt euch die fehlenden Moleküle aus dem Steckmolekül-Kasten und baut eure Kohlendioxid-Moleküle fertig!

4. Wenn ihr mit Schritt 3 fertig seid und alles richtig gemacht habt, dann müsstet ihr noch Atome übrig haben! **Welche? Überlegt euch, was für Moleküle man daraus bauen könnte und probiert es mit den Steckmolekülen aus!**

TIPP: Denkt an natürliche Verbindungen, die Wasserstoff mit anderen Atomen eingehen kann und holt euch entsprechende Atome aus dem Kasten!

