

Hintergrundinformationen

Hintergrundwissen zu Schülervorstellungen

Da Schülerinnen und Schüler sich ihr Wissen selbst konstruieren, gelingt Lernen, wenn der Ausgangspunkt, die Präkonzepte, die Schülervorstellungen, die „Fehlkonstrukte“ bekannt sind, um diese zu verändern (conceptual change).

Bauer hat in einer Studie zentrale Schülervorstellungen zum Thema Energie im biologischen Kontext herausgearbeitet, die relevant für den Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern sind, wie zum Beispiel:

- Lebewesen nehmen die für ihre Lebensvorgänge nötige Energie mit der Wärme auf, die von der Sonne gespendet wird.
- Durch Energieumwandlung entsteht Wärme. Energieumwandlung ist durch Wärme beeinflussbar. Wärme ist die für Lebewesen universelle „Energiewährung“. Die Energie für Lebensvorgänge wird direkt mit der Wärme aufgenommen. Wärmequelle ist die Sonne.
- Energie ist etwas „Stoffliches“. Entweder werden Stoffe wie zum Beispiel die Nahrungsbestandteile selbst als Energie bezeichnet oder aber Energie als „kleine Teilchen“ angesehen, die in Stoffen – quasi zusätzlich zu den „eigentlichen“ Bestandteilen – enthalten sind.
- Energie wird zum Teil als brennbar gekennzeichnet.
- Energie kann zwischen Lebewesen untereinander sowie zwischen Lebewesen und ihrer Umwelt ausgetauscht werden.
- Energie entsteht in Lebewesen und wird in ihnen verbraucht. Lebewesen nehmen Energie – zumeist für Lebensvorgänge – auf und verbrauchen sie zum Teil oder vollständig. Daher sind Lebewesen stets gezwungen, zum Überleben Energie aufzunehmen.
- Energie ist in Organismen depotartig vorhanden, d.h. in bestimmten Zellen oder an bestimmten Orten bzw. in bestimmten Bereichen des Lebewesens. Vor allem die Teile des Lebewesens enthalten Energie, die sich bewegen oder bewegen lassen.
- Energie kreist – einem Stoff ähnlich – auf der Erde.
- Energie wird von Lebewesen aufgenommen und bei deren Tod wieder an die Umgebung abgegeben. Diese abgegebene Energie steht dann anderen Lebewesen wieder zur Aufnahme zu Verfügung: Pflanzen nehmen mit ihren Wurzeln Energie aus dem Boden auf, diese wird in Nahrungsketten weitergegeben und gelangt schließlich bei der Verwesung von toten Organismen wieder in den Boden.
- Energie kann in diesen Kreislauf von der Sonne zugeführt werden: Sowohl Pflanzen als auch Tiere können Energie direkt von der Sonne aufnehmen.¹

Gelingender Unterricht muss an diesen Schülervorstellungen anknüpfen, sie „erschüttern“ und zu neuem Erkenntnisgewinn führen. Im Unterricht sollte beim Umgang mit dem Energiebegriff Folgendes beachtet werden: *„In Hinblick auf den Energiebegriff zur differenzierten (mündlichen) Zweisprachigkeit (alltagssprachlicher und wissenschaftssprachlicher Energiebegriff) erziehen. In Lehrtexten nur in gekennzeichneten Ausnahmefällen unpräzise alltagssprachliche Ausdrucksweisen (‘Herstellen und Verbrauchen von Energie’) zulassen. [...] Die beiden Aussagen ‚Bei Energieumwandlungen/bei Stoffwechselprozessen in Lebewesen wird ein Teil der Ausgangsenergie in Form von Wärme abgegeben.‘ und ‚Triebfeder kataboler Vorgänge ist das Streben zu niedrigerem Ordnungsgrad der Teilchen (Entropie)‘ als Heuristiken zu ‚Energie im biologischen Kontext‘ vermitteln. [...] Nicht den Begriff ‚Verbrennen‘ im Zusammenhang mit katabolen Stoffwechselprozessen und den Begriff ‚Nährstoffe‘ im Zusammenhang mit Photosynthese verwenden.“¹*

Kompetenzerwerb

Im Themenblock „Energie & Energieumwandlung“ erwerben Jugendliche die Kompetenz, wesentliche Gemeinsamkeiten verschiedener Energieformen zu erkennen. Sie können die Energie der in der

¹ http://www.sgsm-ssms.ch/files/file_ressource_properties/file/20/de_4-sm_info_fakten.pdf (Bundesamt für Sport (BASPO), Bundesamt für Gesundheit (BAG), Schweizerische Gesellschaft für Prävention und Gesundheitswesen (SGPG), Schweizerische Gesellschaft für Pädiatrie (SGP), Schweizerische Gesellschaft für Sportmedizin (SGSM), Netzwerk Gesundheit und Bewegung Schweiz: Fakten zur gesundheitlichen Bedeutung von Bewegung und Sport im Jugendalter. Gemeinsame Stellungnahme aus wissenschaftlicher Sicht)

Kompetenzerwerb

Nahrung enthaltenen Nährstoffe in Relation zu dem „Energieverbrauch“ durch Bewegung bzw. Arbeit setzen und so besser einschätzen, wie eine bedarfsgerechte Nahrungsmittelaufnahme aussieht. Durch die Verknüpfung biologisch-körperlicher Vorgänge mit physikalisch-technischen wird der abstrakte Begriff „Energie“ leichter fassbar.

Ein Ziel des Unterrichts wird sein, die schulische Definition von „Energie“ und die Alltagsvorstellung zu vereinen, so dass beide nicht mehr isoliert nebeneinander stehen und jeweils nur kontextabhängig angewandt werden.

- *Stärke und Fett als Energielieferanten:* Exponenten für das Thema „Energie“ bezüglich Umwandlung und Speicherung sind aus ernährungsphysiologischer Sicht die Nährstoffe Fett und Kohlenhydrate in Form von Stärke. Im Modul „Starke Stärke“ (*ScienceKids. Kinder entdecken Gesundheit. Lehr- und Lernmaterialien zur Ernährungs- und Bewegungsbildung in der Primarstufe.* Stuttgart: AOK Baden-Württemberg, S. 85–100) spannt sich der Bogen von alltäglichen Anwendungen in Küche und Haushalt bis hin zu der eher verblüffenden Nutzung von Stärke für die Kleisterherstellung. Eine interessante Ausweitung des Themas kann ein Ausblick auf verschiedene Länder und Kulturen sein, zählen Stärketräger doch zu den Grundnahrungsmitteln aller Völker.
- *Energieumwandlung im Körper:* Im Modul „Energiewandel – wie viel Energie braucht der Körper?“ (Primarstufe, S. 101–112) wird die Wandelbarkeit von Energie anhand der schrittweisen Umwandlung von Energie aus Nährstoffen der Nahrungsmittel in die Bewegungsenergie dargestellt. Wie viel Energie enthalten welche Nahrungsmittel, welche von außen zugeführten, körperfremden Energieformen werden in welche körpereigenen Energieformen umgewandelt? Welche Rolle spielt die Bewegung? In der Übung „Abrackern gegen den Energieüberschuss“ (Primarstufe, S. 116/117) werden in Versuchen unterschiedliche Energieträger kennen gelernt. Der Vergleich des Brennverhaltens von Zucker und Fett veranschaulicht den unterschiedlichen Energiegehalt dieser beiden Nährstoffgruppen und ermöglicht die Erkenntnis, was der Alltagsbegriff „Brennwert“ bedeuten kann.
- *Energieübertragung ist messbar:* Im Modul „Energie messen“ werden Elemente von Bewegung, Spiel und Sport mit naturwissenschaftlichen und ernährungsphysiologischen Inhalten verknüpft, Zusammenhänge zwischen der Energieaufnahme durch Nahrung und der „Energieumwandlung“ durch Bewegung aufgezeigt. Der Vergleich erfordert geistige Transferleistungen und ermöglicht weitere energetische Phänomene aus Natur und Technik sinnvoll zu untersuchen.
- *Energie, Energiebilanz und Gesundheitskompetenz:* Eine gestörte „Energiebilanz“ ist eines der größten gesundheitlichen Probleme in unserer Gesellschaft. Bewegungsmangel einerseits und Über- bzw. Fehlernährung andererseits führen dazu, dass die Energiebilanz zunehmend unausgeglichen ist. Gesundheitlich besonders anfällig sind „Bewegungsmuffel“. Ein Grund für Bewegungsmangel ist die veränderte Lebenswelt und Freizeitgestaltung.
- *Prävention ein Lebensthema:* Überernährung bei gleichzeitiger Fehlernährung, sowie eine gestörte Energiebilanz begünstigt die Ausbildung von gesundheitlichen Risikofaktoren. Besonders bedenklich ist, dass diese Risikofaktoren sich lebenslang fortschreiben. Möglichkeiten einer gesundheitsfördernden Lebensgestaltung werden aufgezeigt.

Methodische Zugänge

Methodisch wird im Modul verstärkt mit „Anchored Instruction“ gearbeitet. „Zentrales Merkmal für Lernumgebungen der ‚Anchored Instruction‘ ist ein narrativer Anker, der Interesse erzeugt, den Lernenden die Identifizierung und Definition von Problemen erlaubt, sowie die Aufmerksamkeit auf das Wahrnehmen und Verstehen dieser Probleme lenkt.“² „Der Lernende wird durch die erzählende Darbietungsform in die Geschichte verwickelt, so dass er selbst Lernprozesse initiiert, versucht

² http://widawiki.wiso.uni-dortmund.de/index.php/Anchored_Instruction, vgl. Bransford, 1990, S. 123

Kompetenzerwerb

auftretende Probleme zu entdecken und Lösungsvorschläge zu erarbeiten, die gründlich durchdacht sind und die er argumentativ stützen kann. Zur Erhöhung der Anwendbarkeit dieses Wissens werden unterschiedliche Anwendungskontexte angeboten und so eine Dekontextualisierung des situativ erworbenen Wissens erzielt. Dieses Wissen wird sowohl im bereits erworbenen Wissen der Schüler als auch in lebenspraktischen Zusammenhängen verankert.“³

Literaturverweis

- Bransford, J. D.: *Anchored Instruction: Why we need it and how technology can help*. In: *Cognition, Education and Multimedia. Exploring Ideas in High Technology*. Hrsg.: D. Nix; R. Spiro., Hillsdale 1990, S. 115-141.
- Mandl, H.; Gruber, H.; Renkl, A.: *Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen*. In: *Information und Lernen mit Multimedia und Internet*. 2. Aufl., Hrsg.: L.J. Issing; P. Klimsa, Weinheim 1997, S. 167-178.

³ http://widawiki.wiso.uni-dortmund.de/index.php/Anchored_Instruction, vgl. Mandl; Gruber; Renkl, 1997, S.172 f.

Sachinformationen

aus: *ScienceKids. Kinder entdecken Gesundheit. Lehr- und Lernmaterialien zur Ernährungs- und Bewegungsbildung in der Primarstufe. Stuttgart: AOK Baden-Württemberg.*

Kohlenhydrate in Form von Stärke als Energielieferanten

Wie bekommt man Stärke aus der Kartoffel?

Stärke dient Pflanzen hauptsächlich als Energiespeicher. Sie wird durch Photosynthese aus Wasser (H_2O) und Kohlendioxid (CO_2) gebildet. Stärke ist überwiegend in Getreidekörnern, Knollen und Wurzeln, zum Teil auch in Früchten (Hülsenfrüchten, Bananen) enthalten. Uns Menschen dient sie als wichtiger Energielieferant. Der Energiegehalt von Stärke liegt bei 17,22 kJ (= 4 kcal) pro Gramm. Chemisch gesehen ist Stärke ein Vielfachzucker (Polysaccharid), der aus langen Ketten von Einfachzuckern (Monosacchariden) besteht. Bevor der menschliche Körper Stärke aufnehmen kann, muss sie durch Enzyme (z. B. Amylasen) in mehreren Schritten in den Einfachzucker Glukose zerlegt werden (zur Amylase, siehe auch ScienceKids, Primarstufe, Modul 01.03 „Die Achterbahn in meinem Bauch“). Deshalb bleiben stärkehaltige Nahrungsmittel verhältnismäßig lange im Verdauungstrakt und haben eine längere Sättigungswirkung als Einfach- und Zweifachzucker (Mono- und Disaccharide). Zur Energiegewinnung werden die Zuckermoleküle der Stärke wieder zu CO_2 und H_2O abgebaut. Bis zu 25 Prozent der Gesamtenergie, die der Körper benötigt, verbraucht alleine das Gehirn.

Stärke braucht der Mensch u. a. auch, um Stützgewebe aufzubauen und um Schleimstoffe und Blutbestandteile zu bilden. Tiere und Menschen speichern nur wenig Stärke in Form von Glycogen in den Zellen und in der Leber: Die tierische Energiespeicherform ist Fett, das nach Bedarf zu Zucker umgebaut werden kann.

Kleister und Kartoffelbrei

Eine Kartoffel enthält etwa 14,8 Prozent Stärke. Sie ist wichtiger Energielieferant. Darüber hinaus liefert die Kartoffel dem Menschen Mineralstoffe und Vitamine: Eine große Kartoffel deckt zum Beispiel 20 Prozent des Tagesbedarfs an Vitamin C. Die in Kartoffeln enthaltenen Mineralstoffe benötigt der Mensch, um Abläufe im Körper, zum Beispiel die Spannung beim Laufen und Springen oder den Wasserhaushalt, regulieren zu können und Knochen, Zähne, Blut und andere Körpersubstanzen aufzubauen.

Stärketest mit Iodkaliumiodid-Lösung

Stärke kann durch Zugabe einer Jodverbindung (Lugol'sche Lösung) nachgewiesen werden, die sich in die Hohlräume von Amylosespiralen einlagert. Die Einschlussverbindung wird als Blaufärbung angezeigt. Durch Erwärmen kann das Jod wieder von der Stärke getrennt werden, sodass die Färbung wieder verschwindet. Besonders stärkehaltige Pflanzen (z. B. Kartoffeln und Getreide) werden als Stärketräger bezeichnet. (ScienceKids, Primarstufe, Modul 02.01.03)

Andicken von Obstsaft mit selbst gewonnener Stärke

Beim Erhitzen von Stärke schmelzen ab 60 °C die kristallinen Schichten des Stärkekorns, sodass die Amylose- und Amylopektinmoleküle (Stärkearten) anfangen, sich auseinanderzubewegen. Dieser Effekt, das Öffnen der Körnchenstruktur, ermöglicht der Flüssigkeit, in das Stärkekorn einzudringen. So absorbieren die Stärkekörner die Flüssigkeit und quellen auf.

Popcorn

Das stärkehaltige Speichergewebe im Mais besitzt eine nach außen hin feste und nach innen hin weiche Konsistenz. In ihm ist Flüssigkeit gebunden. Wird der Mais nun schnell auf ca. 200 bis 250 °C erhitzt, ändert das Wasser auch sehr schnell seinen Aggregatzustand von flüssig zu gasförmig und vergrößert sein Volumen. Der Druck des Wassers bringt die Hülle des Maiskorns zum Platzen. Die Stärke dehnt sich schnell aus und nimmt eine schaumige Struktur an, kühlt jedoch augenblicklich wieder ab und erstarrt.

Sachinformationen

pudding mit Haut

Das Eiweiß der Milch setzt sich aus ca. 80 Prozent Casein und ca. 20 Prozent Molkeproteinen zusammen. Für die Hautbildung beim Pudding ist die Erwärmung der Milch verantwortlich, denn Eiweiße denaturieren, d.h. sie verlieren ihre ursprüngliche Struktur bei Hitzezufuhr. Die denaturierten Eiweiße lagern sich beim Kochen an der Oberfläche ab, und ihre zerstörte Struktur bildet beim Erkalten die Puddinghaut. Daran sind hauptsächlich Lactalbumine und Globuline beteiligt. Albumine kommen auch im Eiklar oder im Klebereiweiß von Getreide vor. Lactalbumin ist biologisch hochwertig und leicht verdaulich, es macht etwa zehn Prozent des Gesamteiweißes von Kuhmilch aus.

Molkeproteine denaturieren bei 74 °C aufgrund der zunehmenden Bewegung der Moleküle durch Wärmeenergie. Zunächst bilden sie in Gemeinschaft mit den Caseinen aber noch lösliche Komplexe. An der Oberfläche kochender Milch verdunstet jedoch so viel Wasser, dass diese Komplexe wegen ihrer hohen Konzentration ausfallen und eine Haut aus unlöslichen Proteinen bilden. Deshalb wird die Bildung einer neuen Puddinghaut gebremst, wenn heißer Pudding luftdicht abgedeckt wird.

Stärke: Aufbau und Verwendung

Stärke bildet mit Zellulose das Speicherkohlenhydrat in Pflanzen. Sie ist ein Polysaccharid und setzt sich aus Glukosebausteinen zusammen. Durch diese Zusammenlagerung verändern sich die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Moleküle. Im Gegensatz zum Ausgangsstoff Glukose ist Stärke kaum und Zellulose gar nicht löslich. Die Unterschiede sind durch den räumlichen Aufbau und die Art der Bindung bedingt. So sind bei Stärke die Glukosemoleküle durch eine α -glykosidische Bindung verbunden, bei Cellulose durch eine β -glykosidische (welche beim menschlichen Verdauungsprozess nicht aufgespalten werden kann). In Kartoffeln sowie in einigen Hülsenfrüchten und Getreidesorten finden sich – je nach Pflanzenart in unterschiedlichem Mengenverhältnis – zwei Arten von Stärke: Amylose und Amylopektin. Diese unterscheiden sich durch ihren räumlichen Aufbau: Amylose ist ähnlich einer Spirale aufgerollt, während Amylopektin ein weit verzweigtes Gerüst bildet.

Die Amylose befindet sich im Inneren des Stärkekorns. Sie besteht aus ca. 250 bis 300 Glukosebausteinen, die lange, unverzweigte, spiralförmig angeordnete Ketten bilden. In den dabei entstehenden Hohlraum können sich Substanzen einlagern. Auf diesen Effekt baut der Stärkenachweis mit der Iodkaliumiodid-Lösung. Amylose ist verdaulich und in heißem Wasser löslich, wobei sich eine gallertartige Masse bildet.

Amylopektin ist mit 70 bis über 80 Prozent Hauptbestandteil des Stärkekorns in Kartoffeln und besteht aus ca. 200.000 bis 1 Million Glukosebausteinen, die verzweigte Ketten bilden. An jedem 25. Glukosemolekül der Kette gibt es eine Verzweigung, an die wiederum weitere Bausteine gebunden sind. Amylopektin ist ebenso verdaulich, löst sich im Wasser aber nicht auf, sondern quillt auf und verkleistert bei Hitze. Es ist somit vorrangig für den „Klebereffekt“ zuständig.

Vielfältig verwendbar

Stärke hat ein breites Einsatzspektrum. Sie dient u. a.:

- als wichtiges Nahrungsmittel (zum Beispiel in kohlenhydratreicher Nahrung, Backwaren, Binde- und Verdickungsmitteln für Saucen etc.),
- zur Herstellung von Kleister und Klebstoffen,
- als Steifungsmittel für Wäsche,
- zur Herstellung von Stärkegummi (Dextrin) und Glukosesirup,
- als Bindemittel für Farben,
- zur Sprengstoffherstellung (Stärkenitrate),
- als Grundlage für Salben, Zäpfchen, Tabletten,
- als wichtiger nachwachsender Rohstoff bei der Herstellung von Hefe, Glukose, Sorbit und
- zur Produktion umweltfreundlicher Kunststoffe, Füllstoffe und biologisch abbaubarer Waschmittel.

Sachinformationen

Fett

Fette enthalten verschiedene Fettsäuren, die u. a. für die unterschiedlichen Schmelztemperaturen der Fette verantwortlich sind. Man unterscheidet einfach und mehrfach ungesättigte Fettsäuren. Je nach Länge und Sättigungsgrad der Fettsäuren variieren ihre Schmelzpunkte. Als Faustregel gilt: Je länger die Fettsäure und je höher der Sättigungsgrad, desto höher die Schmelztemperatur.

Margarine ist ein „künstliches“ Fett, da sie aus verschiedenen und oftmals industriell stark bearbeiteten Fetten hergestellt wird. Da bei der Margarine Fettsäuren „gehärtet“ wurden, damit sie bei Zimmertemperatur fest bleibt, verliert sie die ursprüngliche Menge an – meist auch essenziellen – ungesättigten Fettsäuren. Diese verändern sich durch den Härtingsprozess zu gesättigten Fettsäuren, die z. T. sogar noch zu den als problematisch erkannten Transfettsäuren werden. So werden die ursprünglich wertvollen pflanzlichen Fettsäuren durch das Herstellungsverfahren entwertet.

Margarine kann auch mit Wasser versetzt und aufgeschäumt sein und dadurch – bezogen auf das Gewicht – einen geringeren Energiegehalt aufweisen (Light-Produkt).

Schmelzpunkte verschiedener Fettsäuren

Palmitinsäure schmilzt bei ca. 63 °C; Palmöl zählt mit einem Gehalt von ca. 30 Prozent zu den palmitinsäurereichsten Fetten.

Stearinsäure hat eine Schmelztemperatur von ca. 71 °C; Stearinsäure ist als Fettsäure am Aufbau der Triglyceride (Fette mit drei Fettsäureresten) vor allem in tierischen Fetten beteiligt: in Schweinefett zu 14 Prozent, in Rinderfett zu 20 Prozent, in Milchfett zu 13 Prozent. Aber auch in pflanzlichen Fetten finden sich 2 bis 5 Prozent Stearinsäure. Linolsäure schmilzt bei ca. 5 °C; Linolsäure ist ein chemischer Bestandteil vieler Triglyceride, die den Hauptanteil der natürlichen Fette und Öle ausmachen. Sie ist eine zweifach ungesättigte Omega-6-Fettsäure und zählt zu den essenziellen Fettsäuren. Im Rahmen einer gesunden Ernährung ist die Linolsäure die wichtigste ungesättigte Fettsäure. Besonders linolsäurehaltig sind Sonnenblumen- und Distelöl.

Bei Körpertemperatur schmelzende, hautfreundliche Fette werden in Salben und Cremes verwendet, z. B. Kakaobutter oder Shea-Butter, das Fett einer afrikanischen Pflanze.

Flüssige Fette sind in der Regel pflanzlich, feste Fette sind meist tierischer Herkunft. Ausnahmen sind zum Beispiel das pflanzliche (aber feste) Kokosfett und Fischöle.

Wenn Fettmoleküle auf das Filterpapier gelangen, nimmt die Lichtdurchlässigkeit des Papiers an dieser Stelle zu. Das liegt daran, dass sich die Fettmoleküle in die Hohlräume der Strukturfasern des Papiers einlagern und dessen Oberflächenstruktur verändern – sie wird glatter. Die Lichtstrahlen werden jetzt nicht mehr vollständig reflektiert, sondern können das Papier durchdringen. Es erscheint transparenter.

Versteckte Fette

Nur ein Viertel des von Kindern verzehrten Fettes ist sichtbar in Form von Streichfett und Öl. Der Rest versteckt sich in Fleischwaren, Milchprodukten, Süßigkeiten, Fertiggerichten, Fast Food und Knabberereien: So enthalten Kartoffelchips zum Beispiel bis zu 40 Prozent Fett. Sehr fettreich sind auch streichfähige Wurstsorten – als Faustregel gilt: Je streichfähiger eine Wurst, desto fetthaltiger ist sie. Aber auch pflanzliche Lebensmittel können „Fettbomben“ sein: Erdnüsse zum Beispiel haben einen Fettgehalt von 48 Prozent, Haselnüsse 61 Prozent, Avocados bestehen zu 30 Prozent aus Fett. Beim Braten dringt Fett in die Kartoffeln ein. Bei großen Kartoffelstücken ist die Oberfläche im Verhältnis zum Volumen kleiner, und es kann weniger Fett eindringen. Die klein geschnittenen Kartoffeln haben eine große Oberfläche, über die mehr Fett aufgenommen werden kann. Deshalb sind Kartoffelchips oder Pommes frites mit einer gewellten Oberfläche deutlich fetthaltiger, als die „glatten“ Varianten.

Erhitzt man das Fett und gibt dann erst die Kartoffeln hinzu, nehmen die Kartoffeln weniger Fett auf. Der Grund dafür: Durch die hohe Temperatur denaturieren die Proteine an der Oberfläche der Kartoffelstücke (siehe auch ScienceKids, Primarstufe, Modul 02.01 „Starke Stärke“ oder 04.01 „So wird Joghurt gemacht“). Dieses Phänomen ist bei vielen Lebensmitteln zu beobachten, die in Fett gebraten werden. Um Kalorien aus Bratfett zu vermeiden, sollte man das Bratgut in heißem Fett

Sachinformationen

anbraten. Wichtig: Die Temperatur sollte jedoch 180 °C nicht übersteigen, da sonst zu viel Acrylamid gebildet wird. Keinesfalls darf das Fett zu rauchen beginnen. Bei den Kartoffeln im Versuch verkleistert zudem die darin enthaltene Stärke und „verschließt“ die Kartoffelstücke nach außen (siehe auch ScienceKids, Primarstufe, Modul 02.01. „Starke Stärke“).

Ernährungswissenschaftler empfehlen, pro Tag nicht mehr als 20 g Fett durch Kochfett zu sich zu nehmen. Braten oder Frittieren zählen aber nicht zu den fettarmen Zubereitungsarten. Während 100 g Salz- oder Pellkartoffeln nur ca. 70 kcal liefern, bringen es 100 g Pommes frites auf bis zu 300 kcal (wenn sie tiefgekühlt gekauft und dann zubereitet werden).

Fett liefert Energie und ist ein Wärme-Isolator, der empfindliche Körperteile wie Augen oder Nieren polstert. Fett kann im Körper gespeichert werden, dabei werden Fettzellen aufgebaut. Das gespeicherte Fett kann zum Beispiel bei längerer Krankheit genutzt werden. Deshalb bezeichnet man Fett auch als Vorrats- oder Baustoff.

Fette dienen in unserem Körper außerdem als „Lösungsmittel“ für Vitamine und andere Wirkstoffe. So sind zum Beispiel die Vitamine A, D, E und K fettlöslich. (siehe ScienceKids, Primarstufe, Bd. 2, Modul 03.02 „Der rostige Apfel – was Vitamine alles können“).

Fettbedarf und Übergewicht

Fette sind als Bestandteile unseres Essens also unverzichtbar; sie haben jedoch einen hohen Brennwert und sind sehr energiedicht. Der Energiegehalt von Fetten ist etwa doppelt so hoch wie der von Kohlenhydraten. Als Faustregel gilt, dass Kinder etwa ein Gramm Fett pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag essen dürfen – dieser Richtwert ist jedoch auch von der jeweiligen körperlichen Aktivität des Kindes abhängig.

Allerdings kann das gespeicherte Körperfett – auch Depotfett genannt – Übergewicht verursachen. Um Depotfett abzubauen und Übergewicht zu vermeiden, ist das richtige Verhältnis von Bewegung und Energiezufuhr ausschlaggebend. Wenn man zu viel bzw. ausschließlich tierische Fette zu sich nimmt (überwiegend gesättigte Fettsäuren), kann es bei entsprechender genetischer Disposition zu einem Anstieg des Cholesterinspiegels und zur Schädigung von Blutgefäßen kommen – das Risiko für einen Herzinfarkt steigt. Eine sinnvolle Alternative sind hier – ebenfalls sparsam eingesetzt – pflanzliche Fette, die den Körper mit essenziellen Fettsäuren und Vitaminen versorgen.

Energieumwandlung im Körper

Energie wird nicht produziert und geht nicht verloren, Energie wird immer nur in andere Energieformen umgewandelt. Die mit der Nahrung aufgenommene chemische Energie wird bei körperlicher Aktivität in Wärme- und Bewegungsenergie umgewandelt. In diesem Versuch wird die Wärmeenergie zur Vereinfachung nicht berücksichtigt; gemessen wird nur die Energie, die über den Generator in elektrische Energie umgewandelt wurde. Die physikalische Größe Energie kann man in Newtonmeter, Wattsekunden oder Joules angeben: $1 \text{ Nm} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}$.

Auch die Energie in Nahrungsmitteln wird in Joule bzw. in Kalorien gemessen: 4,19 Kilojoule (kJ) = 1 Kilokalorie (kcal).

Der so genannte Ruhe- oder Grundumsatz des Körpers – das ist die Energiemenge, die der menschliche Körper bei völliger Ruhe zur Aufrechterhaltung seiner Funktionen benötigt – beträgt bei einem Erwachsenen ca. 1.600 kcal oder 6.720 kJ pro Tag. Der individuelle Energiebedarf ist vom Alter und der körperlichen Aktivität abhängig. Dieser so genannte PAL-Wert (physical Activity Level) wird mit dem Grundumsatz multipliziert. Ruhiges Sitzen zum Beispiel erhöht den Grundumsatz um den Faktor 1,2; langes Stehen oder Laufen um 1,8.

Grundumsatz

Die Energiemenge, die der Körper pro Tag bei völliger Ruhe zur Aufrechterhaltung seiner Funktionen benötigt, wird als Grundumsatz bezeichnet. Sie beträgt etwa 70 kcal/h = 293,076 kJ. Das entspricht bei einem Erwachsenen ca. 1 kcal/h pro Kilogramm Körpergewicht.

Sachinformationen

Ein erwachsener Mensch verbraucht pro Stunde

- ca. 60 kcal beim Bügeln,
- ca. 90 kcal beim Gehen,
- ca. 120 kcal beim Tischtennispielen und
- bis zu 240 kcal beim Radfahren (20 km/h).

Kinder haben einen höheren Grundumsatz. Er liegt bei ca. 2,3 kcal/h pro Kilogramm Körpergewicht.

Die Energie, die die Nährstoffe liefern, wird in Joule gemessen. Die Einheit ist nach dem britischen Physiker James Prescott Joule (1818–1889) benannt, der mit einer komplizierten Messvorrichtung genau ermittelte, wie viel mechanische Energie in einer Wärmemenge von 1 Kalorie steckt. Die international verbindliche Energieeinheit lautet seit 1956 deshalb Joule (J). Eine Kalorie entspricht 4,1868 Joule.

Die Kalorie (cal) hingegen gilt heute in der Wissenschaft als veraltete Maßeinheit für Wärmeenergie. Sie ist aber immer noch der gebräuchliche Begriff, um zum Beispiel den Energiegehalt in Nahrungsmitteln (Brennwert) oder den Energieumsatz bei verschiedenen Aktivitäten (zum Beispiel Sport) anzugeben. Eine Kalorie ist die Wärmeenergie, die benötigt wird, um 1 g Wasser bzw. 1 cm³ Wasser um 1 °C zu erwärmen.

Aus physikalischen Gesetzen folgt, dass die Wärmemenge proportional zur Masse des Wassers ist: um z. B. 1.000 g = 1 kg Wasser um 1 °C zu erwärmen, wird die 1.000-fache Energiemenge benötigt, das bedeutet also 1.000 cal = 1 kcal.

Da die Wärmemenge ebenfalls proportional zur Temperaturerhöhung ist, folgt: Um 1 kg Wasser um 10 °C zu erwärmen, benötigt man die 10-fache Energiemenge, also 10 kcal. Unter normalen Bedingungen hat 1 l Wasser eine Masse von 1 kg. Um 1 l Wasser mit einer Temperatur von 15 °C zum Kochen zu bringen, benötigt man also eine Energiemenge von 85 kcal.

Achtung: Bei der Kurzschreibweise kcal steht das „k“ für „Kilo“ – das Tausendfache. Häufig wird die Kilokalorie aber nur als Kalorie bezeichnet. Da die Kalorie aber nur eine sehr kleine Energiemenge ist, sollte immer geprüft werden, ob nicht tatsächlich Kilokalorien gemeint sind.

Körpertemperatur

Jeder Mensch besitzt eine individuelle Körpertemperatur. Bei Erwachsenen liegt die sogenannte Körperkerntemperatur zwischen 34,4 °C und 37,5 °C, bei Kindern ist sie um etwa 0,4 °C höher. Die an der Haut gemessene Oberflächentemperatur ist jeweils etwa ein halbes Grad niedriger. Sie liegt bei Erwachsenen bei ca. 36,5 °C – bei Messung in der Achselhöhle. Beeinflusst wird die Körpertemperatur auch durch externe Faktoren, etwa den Aktivitätszustand, denn starke körperliche Beanspruchung führt immer auch zur Körpererwärmung. Steigt die Temperatur über den Sollwert, so spricht man von Fieber. Ein Absinken unter den Sollwert wird als Untertemperatur oder Hypothermie (Unterkühlung) bezeichnet. Lebensbedrohlich wird es für den Menschen, wenn die Körpertemperatur lang andauernd über 41 °C steigt oder unter 30 °C fällt.

Damit Menschen sich bewegen können, müssen die Muskeln (siehe auch ScienceKids, Primarstufe, Modul 01.01 „Mein Körper – was ihn stützt und bewegt“) arbeiten. Dabei wandeln die Muskeln chemische Energie (Adenosintriphosphat wird gespalten) in mechanische Energie, d. h. Bewegung und in Wärme um. Ein Großteil der Energie geht dabei als Wärme verloren – bis zu 70 Prozent. Um bei hoher Belastung nicht zu überhitzen, leitet der Körper Wärme über die Haut nach außen und kühlt sich gleichzeitig durch Schwitzen ab (siehe auch ScienceKids, Primarstufe, Modul 03.01. „Wasserbilanz und Trinkverhalten“, Bd. 2). Außerdem erhöht sich die Herzfrequenz, damit die beanspruchten Organe durch das zirkulierende Blut besser mit Sauerstoff versorgt werden.

Insgesamt steigt die Körpertemperatur. Feststellbar ist dies über die Temperaturmessung. Bisweilen bekommt man sogar einen sichtbar roten Kopf, bedingt durch die erhöhte Blutversorgung.

Die Bergmann'sche Regel – benannt nach dem Göttinger Anatom und Physiologen Carl Bergmann (1814–1865) – besagt, dass gleichwarme Tiere einer Art oder einer Gattung in kalten Regionen größer sind als ihre Verwandten in warmen Gebieten. Kaiserpinguine am Südpol etwa sind ca. 120-cm groß, während Pinguine auf den Galapagos-Inseln nur ca. 40 cm groß sind. Amseln in Schweden

Sachinformationen

haben ein Flügellänge von 136 mm, in Deutschland sind ihre Flügel 132 mm lang, in Nord-Marokko nur 125 mm. Warum ist das so?

Große Tiere haben es leichter als kleine, wenn es kalt wird. Bei großen Tieren ist die Körperoberfläche im Verhältnis zu ihrem Körpervolumen klein. Folglich geben sie weniger Wärme über die Körperoberfläche an die Umwelt ab. Gleichzeitig können sie mehr Wärme speichern.

Energiebilanz

Wenn die Kalorienzufuhr dem Kalorienverbrauch entspricht, bleibt das Körpergewicht konstant. Abnehmen wird der Körper dann, wenn er weniger Energie (Kalorien) aufnimmt, als er verbraucht (negative Energiebilanz). Der Kalorienbedarf des Körpers ist abhängig vom so genannten Grundumsatz und vom Arbeitsumsatz.

Energie in den Naturwissenschaften

Körper, die Energie besitzen, nennt man Energieträger. Energie ist allgegenwärtig und kommt in unterschiedlichen Formen vor. Das sind:

- potenzielle Energie,
- kinetische Energie,
- thermische Energie,
- chemische Energie,
- elektrische Energie,
- magnetische Energie,
- Lichtenergie und
- Kernenergie.

Bei physikalischen, chemischen oder biologischen Vorgängen kann Energie von einer Form in eine oder mehrere andere Energieformen umgewandelt werden. Energie kann auch von einem Körper auf einen anderen übertragen werden. In der Summe ändert sich die Gesamtenergie nie, d. h. Energie geht niemals verloren. Jedoch spricht man bei Umwandlungsprozessen oft von der „Energieentwertung“ richtig heißt es „Entropieerzeugung“. Diese vollzieht sich dann, wenn bei Umwandlungsvorgängen wertvolle Nutzenergie in Wärme umgewandelt und (ungenutzt) an die Umgebung abgegeben wird. Auch der menschliche Körper produziert Wärme. Nur einen Teil dieser Wärme benötigt er zur Aufrechterhaltung seiner Lebensprozesse. „Überschüssige“ Energie gibt er als Wärme über die Haut an die Umwelt ab.

Energieträger Mensch

Energie nimmt der Mensch über

- die Nahrung (Nahrung enthält Nährstoffe, Nährstoffe sind Energieträger),
- über Wärmezufuhr aus der Umgebung
- und durch Lichtenergie auf.

Stoffwechselprozesse wandeln diese Energieform in andere chemische Energie, in Wärme- und Bewegungsenergie um. Ein Teil der aufgenommenen Energie wird in den Zellen gespeichert.

So wird aus chemischer Energie Bewegung

Damit sich die Muskelzellen mechanisch bewegen (kontrahieren) können, benötigen sie Energie, die durch die Aufspaltung von Adenosintriphosphat (ATP) gewonnen wird. Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, wie der Körper sich das benötigte ATP verfügbar macht. Zum einen befindet sich in der Muskelzelle ein kleiner Vorrat an ATP, der für kurze und schnelle Bewegungen und Reaktionen (Ducken, Ausweichen) bereitsteht. Dieser Vorrat reicht jedoch nur für etwa fünf Sekunden aus. Danach wird das ATP aus Kreatinphosphat gewonnen. Dies bringt Energie für rund 20 Sekunden ein. Beide Formen dienen dem Körper dazu, schnell handlungsfähig zu sein. Sie sind unabhängig von der unmittelbaren Energiegewinnung des Körpers aus der Nahrung.

Die Nahrung als Energielieferant wird dann relevant, wenn Aktivitäten länger ausgeführt werden und aus Glukose und Fettsäuren Energie gewonnen wird. Bei der Spaltung dieser Nährstoffe ist es wichtig, zu unterscheiden, ob sie mit oder ohne ausreichenden Sauerstoff (O_2) abläuft. Ist genügend

Sachinformationen

Sauerstoff vorhanden, so können die Fettsäuren und die Glukose sehr effektiv zerlegt werden. Man spricht vom aeroben Abbau. Ist hingegen nicht genügend Sauerstoff vorhanden, weil der Körper zum Beispiel so stark beansprucht ist, dass er mit der Sauerstoffversorgung trotz erhöhter Atem- und Herzfrequenz nicht nachkommt, so spricht man von einer anaeroben Energiebereitstellung. Der anaerobe Abbauweg ist bei Weitem nicht so effektiv wie der aerobe (der 13-mal effektiver ist). Auf anaerobem Weg kann lediglich Glukose abgebaut werden und keine Fettzellen. Zudem fällt zusätzlich Milchsäure (Laktat) an. Umgangssprachlich heißt das, der Muskel wird „sauer“. Unter diesen Umständen kann der Körper die Aktivität nicht mehr lange aufrechterhalten. Beide Energieabbauprozesse laufen nie getrennt voneinander ab, sondern immer gemeinsam. Bei einer intensiven Kurzzeitbelastung überwiegt dabei die anaerobe, bei einer langen Ausdauerbelastung die aerobe Versorgung.

Eine bedarfsgerechte Zufuhr ausgewogener Nahrungsmittel in Verbindung mit einem aktiven Bewegungsverhalten ist der Schlüssel zu einer ausgeglichenen Energiebilanz, der Voraussetzung für Gesundheit und Wohlbefinden. Beide Bereiche werden im Themenblock „Energie & Energieumwandlung“ eng miteinander verknüpft. Die Module eröffnen den Lehrkräften die Möglichkeit, multiperspektivisch und effektiv die Zusammenhänge zwischen Energieaufnahme durch Nahrungsmittel und Energieverbrauch durch Bewegung zu vermitteln und so die Gesundheitskompetenz der Schülerinnen und Schüler auf- und auszubauen.

Sportliche Betätigung im zweiten Lebensjahrzehnt bietet eine bis dahin wohl unterschätzte, später nie wiederkehrende Chance, die Knochendichte zum Schutze vor osteoporotischen Frakturen im Alter signifikant zu erhöhen. Weiter beeinflusst Sport nachweislich die physische Fitness (Ausdauer, Kraft) sowie Risikofaktoren für spätere Herz-Kreislauf-Krankheiten günstig. Die Risiken von Sport, Unfälle vor allem, dürfen weder negiert noch dramatisiert werden. Häufigere sportliche Betätigung ist nicht mit schlechteren, sondern mit tendenziell besseren schulisch-akademischen Leistungen verbunden. Sportlich aktive Jugendliche rauchen deutlich seltener; für eine drogenpräventive Wirkung von Sport bestehen erste Anhaltspunkte. Sportliche Betätigung entspannt und hebt unmittelbar die Stimmung. Regelmäßige Sportaktivität verbessert psychosoziale Gesundheit und Lebensqualität Jugendlicher in hochsignifikanter Weise. Dieser psychostabilisierende Effekt ist eine wissenschaftliche Erkenntnis der letzten 10 Jahre, die entsprechend noch zuwenig gewürdigt wird.⁴

⁴ http://www.sgsm-ssms.ch/files/file_ressource_properties/file/20/de_4-sm_info_fakten.pdf (Bundesamt für Sport (BASPO), Bundesamt für Gesundheit (BAG), Schweizerische Gesellschaft für Prävention und Gesundheitswesen (SGPG), Schweizerische Gesellschaft für Pädiatrie (SGP), Schweizerische Gesellschaft für Sportmedizin (SGSM), Netzwerk Gesundheit und Bewegung Schweiz: Fakten zur gesundheitlichen Bedeutung von Bewegung und Sport im Jugendalter. Gemeinsame Stellungnahme aus wissenschaftlicher Sicht)