

# Stoffe und Energie im Honigbienenstaat

## - Stoffwechsel und Energiefreisetzung -

Die Vorgänge Wachstum, Bewegung und Vermehrung sind kennzeichnend für alles Lebendige und werden durch eine kontinuierliche Stoff- und Energiezufuhr ermöglicht. Um diese gewährleisten zu können, nehmen Lebewesen aus ihrer Umgebung energiereiche Stoffe auf, welche in ihrem Körper umgewandelt und verändert werden, wobei unverbrauchte Stoffe wieder abgegeben werden. Man bezeichnet diese Vorgänge als Stoffwechsel. Auch Honigbienen nutzen energiereiche Nährstoffe, um ihren Stoffwechsel und damit ihre Lebensmaschine aufrechtzuerhalten.

**Leitfrage:** Woher erhalten Honigbienen ihre Energie?

### 1. Energieträger

Honigbienen decken ihren Nährstoffbedarf bzw. Energiebedarf mit Hilfe der Blütenpflanzen, die in den Frühjahrs- und Sommermonaten einem Supermarkt gleichen. Blütenpflanzen bieten alle Nährstoffe, welche die Honigbienen zum Leben benötigen: Kohlenhydrate, Eiweiße, Fette, Vitamine, Ballaststoffe und Mineralstoffe. Dass die Pflanzen diese Produkte anbieten, geschieht auch zu ihrem eigenen Nutzen: Als Gegenleistung bestäuben die Honigbienen bei ihren Blütenbesuchen die klebrigen Narben der Blütenpflanzen und helfen ihnen damit bei der Fortpflanzung.

### Aufgabe 1:



[1]

Abbildung 1 zeigt den schematischen Aufbau einer Blütenpflanze. Beschrifte die einzelnen Blütenbestandteile und mache eine Aussage darüber, welche Nährstoffprodukte für die Honigbienen geliefert werden. Beobachte und beschreibe hierfür auch das Aussehen der einfliegenden Sammelbienen am Stockeingang mit Hilfe der HOBOS-Livebilder und des HOBOS-Archivs.

Wortliste:

Kronblatt, Narbe, Staubbeutel, Nektarblatt, Blütenboden, Kelchblatt, Griffel, Pollenkorn, Staubfaden, Fruchtknoten, Samenanlage

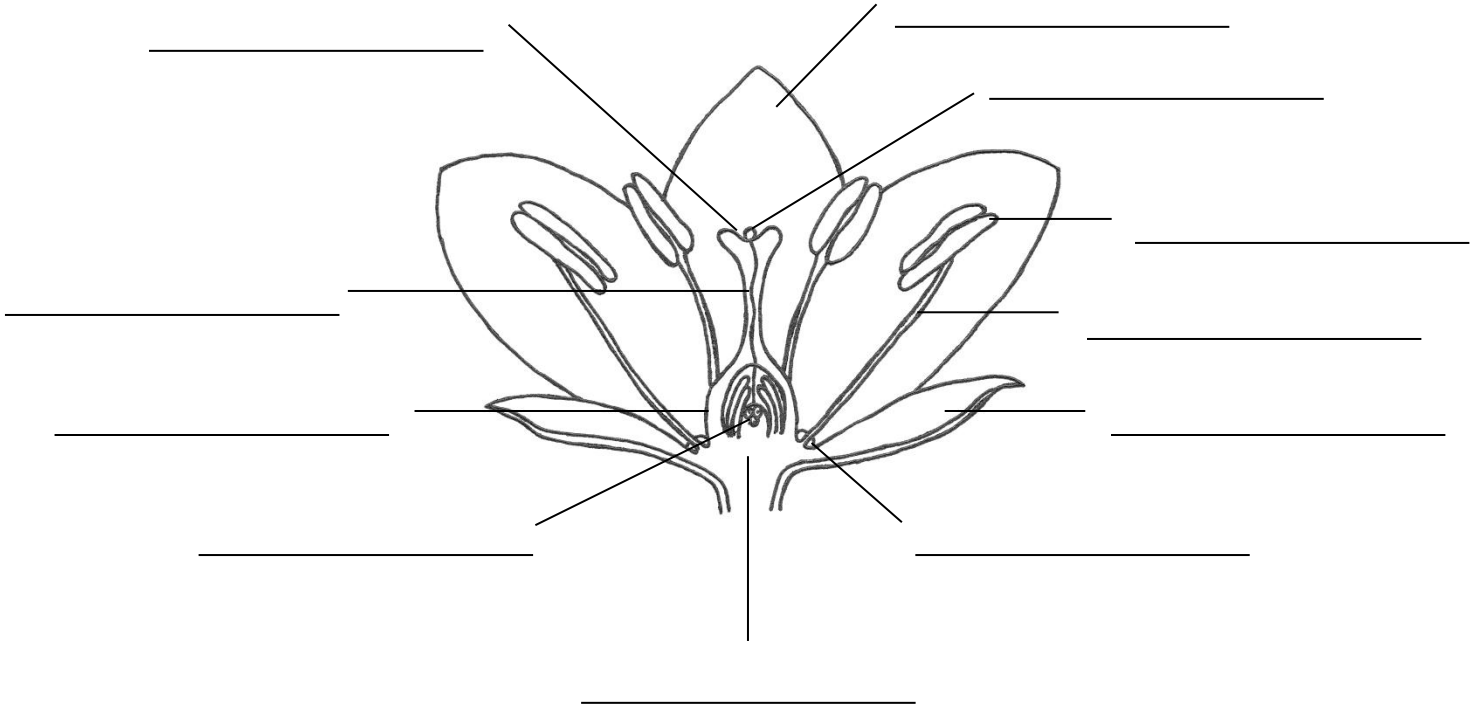


Abb. 1: Schematischer Aufbau einer Blüte <sup>[2]</sup>

---

---

---

---

---

---

---

---



Abb. 2: Eine Honigbiene beim Blütenbesuch <sup>[3]</sup>

## Aufgabe 2:

Lebewesen sind neben der Aufnahme von Wasser, Vitaminen, Ballaststoffen und Mineralstoffen vor allem auf drei wichtige Nahrungsbestandteile angewiesen: Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette. Diese Bestandteile zählen zu den Hauptnährstoffen und erfüllen vielfältige Funktionen.



Der Text „*Die großen Drei*“ liefert dir neben allgemeinen Angaben zum Vorkommen und zur Funktion von Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißen auch Informationen zur Bienennahrung. Lies dir den Text zunächst aufmerksam durch, vervollständige anschließend untenstehende Tabelle und überprüfe deine Aussagen von Aufgabe 1.

## *Die großen Drei*

### Kohlenhydrate:

Kohlenhydrate stellen die wichtigste Energiequelle für den Körper dar, weil sie von den einzelnen Zellen direkt zur Energiegewinnung verwendet werden können. Sie dienen als Reservestoffe - hier seien beispielsweise die tierischen und pflanzlichen Energiespeicherstoffe Glykogen und Stärke genannt - und als Gerüstsubstanzen - zum Beispiel Chitin als Bausubstanz des Insektenkörpers. Viele Kohlenhydrate haben einen süßlichen Geschmack, weshalb sie auch als Zucker bezeichnet werden. Die einfachsten Kohlenhydrate sind die Einfachzucker, wie zum Beispiel Traubenzucker und Fruchtzucker. Schließen sich zwei Einfachzucker zusammen, entsteht ein Zweifachzucker. Rohrzucker besteht beispielsweise aus einem Traubenzucker- und einem Fruchtzuckerbaustein. Lagern sich mehrere tausend Zuckerbausteine zusammen, spricht man von einem Vielfachzucker, zum Beispiel Stärke. Kohlenhydrate findet man in vielen Nährstoffprodukten, zum Beispiel in Kartoffeln, Reis, Getreide oder Früchten. Die Kohlenhydratquelle, aus der die Honigbienen ihre Energie beziehen, stellt der süße Honig dar, der von ihnen aus dem Nektar der Blütenpflanzen hergestellt wird. Neben den Hauptbestandteilen Traubenzucker und Fruchtzucker, enthält Honig Vitamine und Mineralstoffe.

Neben Nektar sammeln die Honigbienen auch Honigtau. Hierbei handelt es sich um tröpfchenförmige Ausscheidungen von Pflanzensaft saugenden Lausarten.



### **EiweiÙe (Proteine):**

Als Energieträger spielen EiweiÙe, welche aus Aminosäuren aufgebaut werden, nur eine untergeordnete Rolle. Ihre Aufgabe ist es, Körperstrukturen aufzubauen und die Funktionsfähigkeit des Organismus zu erhalten. Als StruktureiweiÙe sind sie zum Beispiel am Aufbau von Zellen, Muskeln und Skelettstrukturen beteiligt. Aus diesem Grund füttern Honigbienen ihre Larven nach dem Schlupf mit ausreichend eiweiÙreichem Blütenpollen, den sie zuvor von den Staubblättern der Pflanzen aufgenommen haben. EiweiÙe sind außerdem an Stofftransporten im Körper beteiligt, unterstützen als Enzyme den Stoffwechsel und schützen den Organismus vor körperfremden Substanzen. EiweiÙreiche Lebensmittel sind zum Beispiel tierische Produkte wie Eier, Milch, Käse, Fleisch und Fisch, aber auch pflanzliche Produkte wie Erbsen, Mais und Soja.

### **Fette:**

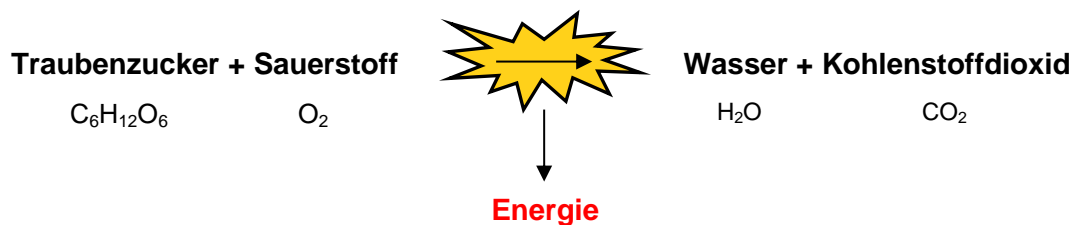
Fette werden sowohl von Pflanzenprodukten, wie Raps- oder Sonnenblumenöl, als auch von tierischen Produkten geliefert, wie etwa Butter, Schmalz oder Wurst. Der Blütenpollen bietet den Honigbienen neben der EiweiÙquelle auch geringe Fettanteile. Obwohl Fette kleiner sind als Vielfachzucker (Kohlenhydrate), wird in ihnen mehr als doppelt so viel Energie gespeichert. Dies macht sie zu einem raum sparenden Betriebsstoff- bzw. Energiereservoir. Überschüssiges Fett, das vom Körper nicht benötigt wird, wird in Fettzellen gespeichert. Je nachdem, ob Fett eingelagert oder dem Speicher entnommen wird, schwellen diese Zellen an oder ab. Zusätzlich zur Energiespeicherung polstert das Fettgewebe lebenswichtige Organe ab und schützt den Körper vor äußeren Einflüssen, zum Beispiel vor Kälte. Auch Honigbienen legen sich für Notzeiten ein Nährstoffreservoir an, indem sie im Moment nicht benötigte Nährstoffe in ihrem Fett-EiweiÙ-Körper speichern. Vor allem im Spätsommer, kurz vor Winterbeginn, legen sich die Honigbienen durch reichlichen Pollenverzehr ein großes Fett-EiweiÙ-Polster an. Dies erleichtert ihnen das Versorgen der ersten Brut im Frühjahr, da der Pollen auch zur Erzeugung von Futtersaft - ein Sekret mit dem die jüngsten Larven gefüttert werden - benötigt wird.

<b>Hauptnährstoff</b>	<b>Nährstoff-Vorkommen</b>	<b>Bienen-Nährstoff</b>	<b>Funktion</b>
<b>Kohlenhydrate</b>			
<b>Fette</b>			
<b>Eiweiße</b>			

## 2. Stoffwechsel und Energiefreisetzung im Honigbienenkörper

Alle Lebewesen benötigen zum Leben Energie, welche durch energiereiche Nährstoffe bereitgestellt wird. Die *aufgenommenen* Nährstoffe werden im Körper in ihre einzelnen Bestandteile zerlegt und *verändert*, wobei nicht benötigte Stoffe wieder nach außen *abgegeben* werden. Diese Vorgänge fasst man unter dem Begriff **Stoffwechsel** zusammen. Der Stoffwechsel erfüllt zwei Aufgaben:

Im **Energiestoffwechsel** wird Energie gewonnen, die der Aufrechterhaltung von allen Körperfunktionen dient. Die Hauptenergieträger sind *Fette* und *Kohlenhydrate*. Die Freisetzung der in der Nahrung gebundenen Energie geschieht durch Umsetzung mit Sauerstoff und findet in den einzelnen Körperzellen statt. Man bezeichnet dieses Prinzip demnach auch als Zellatmung:



Im **Baustoffwechsel**, an dem in erster Linie *Eiweiße* beteiligt sind, wird ein Teil der im Energiestoffwechsel freigesetzten Energie für den Aufbau, Umbau und die Erhaltung von körpereigenen Substanzen verwendet.

### Aufgabe:

Aus den vorangegangenen Aufgaben weißt du nun, dass auch Honigbienen energiereiche Nährstoffe aufnehmen müssen, um wachsen, sich bewegen und fortpflanzen zu können.



Abbildung 3 beschreibt modellhaft das Prinzip des Energiestoffwechsels bei einer Honigbiene. Erfasse mit Hilfe der nachfolgenden Informationen und der dargestellten Zusammenhänge das Prinzip des Energiestoffwechsels und der Zellatmung am Beispiel der Honigbiene!

Beantworte im Anschluss daran die nachfolgenden Aufgaben.

Beim Atmen wird mit Hilfe eines Atmungssystems Sauerstoff in den Körper aufgenommen. Durch das Verdauungssystem gelangen energiereiche Nährstoffe in den Körper. Beide Stoffe werden für die Zellatmung benötigt. Um den Stoffwechsel und damit auch die Energieversorgung gewährleisten zu können, arbeiten unterschiedliche Organe zusammen. Insekten, so auch Honigbienen, weisen im Vergleich zu Wirbeltieren und dem Menschen einen anderen Organaufbau und damit eine andere innere Organisation auf.

Der für die Zellatmung nötige Sauerstoff wird nicht mit Hilfe des Blutes transportiert, sondern gelangt durch ein stark verzweigtes röhrenförmiges **Atmungssystem**, welches sich durch den ganzen Körper zieht, direkt zu den Organen bzw. Zellen. Die durch Chitinspiralen versteiften Atemröhren bezeichnet man als *Tracheen*. Das Atmungs- bzw. Tracheensystem mündet mit seitlichen *Atemöffnungen* nach außen. Über diese kann Sauerstoff in den Körper und Kohlenstoffdioxid aus dem Körper gelangen. Mit Hilfe der blasebalgartig funktionierenden *Luftsäcke* und rhythmischen Körperbewegungen kann das Tracheensystem ventiliert und damit der Sauerstoff gleichmäßig im Körper verteilt werden.

Die aufgenommenen Nährstoffe werden dem Körper mit Hilfe des **Verdauungssystems** zugänglich gemacht und nach Durchdringen der *Darmwand* an die farblose Körperflüssigkeit (*Hämolymphe*) abgegeben, welche dem (Nähr-)Stofftransport dient. Angetrieben und verteilt wird dieses „Blut“ von einem schlauchförmigen, am Rücken gelegenen *Röhrenherz*. Dieses saugt die Körperflüssigkeit durch *seitliche Öffnungen* an und pumpt sie nach vorne in den Kopf, wo sie das Röhrenherz wieder verlässt.

Da die Körperflüssigkeit nicht durch Adern, sondern frei durch den Körper fließt und damit alle Organe bzw. Zellen direkt umspült und mit Nährstoffen versorgt, spricht man bei Honigbienen, bzw. allgemein bei Insekten, von einem **offenen Blutkreislauf**. Nicht verbrauchte Nährstoffe werden mit Hilfe der *Ausscheidungsorgane* aus der Hämolymphe gefiltert und durch den *Enddarm* ausgeschieden.

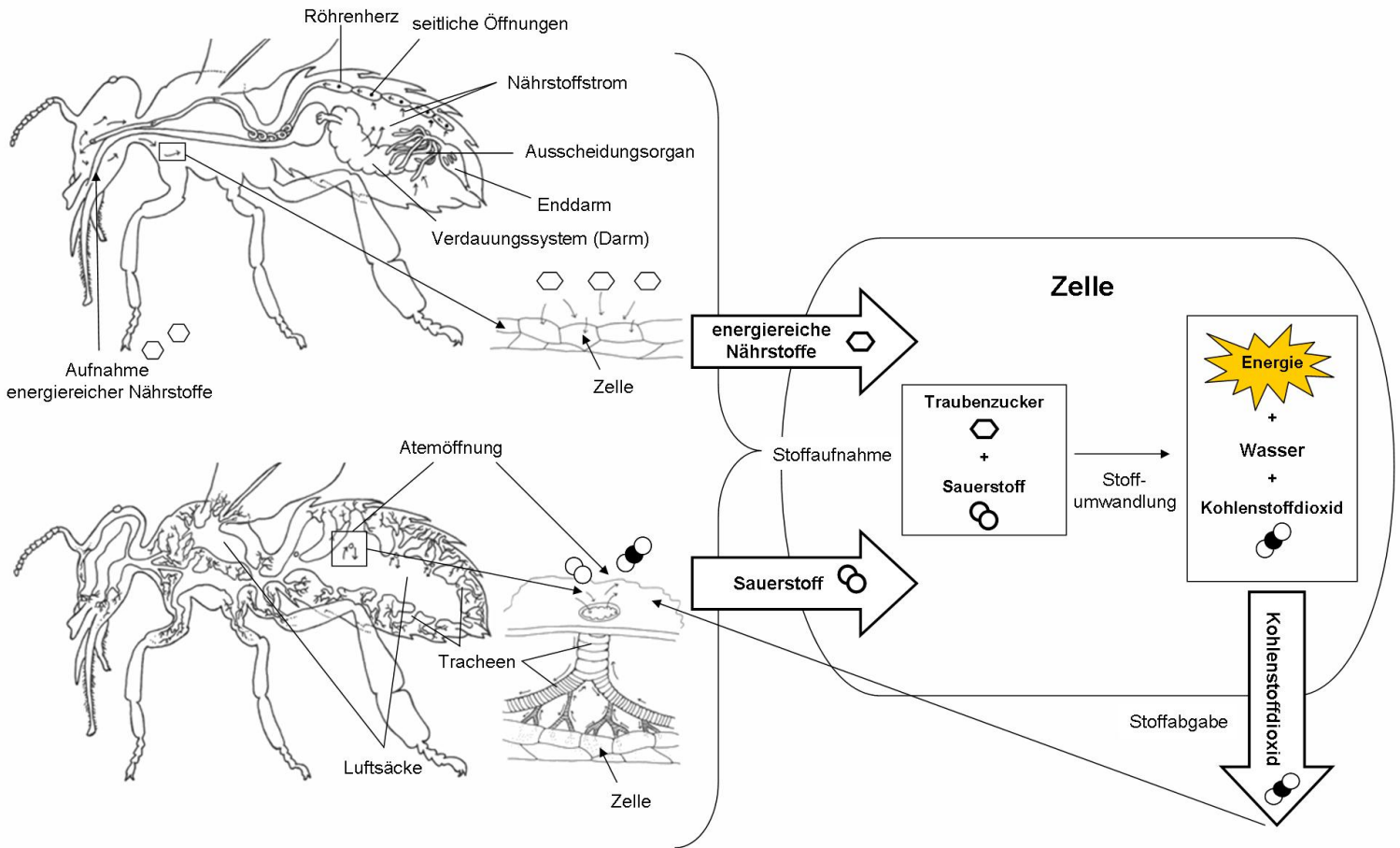


Abb. 3: Stoffwechsel: vereinfachter Überblick über die Zellatmung und das Zusammenwirken innerer Organe bei einer Honigbiene <sup>[5]</sup>

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

1. Was versteht man unter dem Begriff Stoffwechsel?

---



2. Stelle die Gleichung für die Zellatmung in Wortform auf!

---

---

3. Vergleiche in kurzen Stichpunkten den Aufbau und die Funktionsweise des Atmungs- und Kreislaufsystems der Insekten mit dem/der eines Menschen!

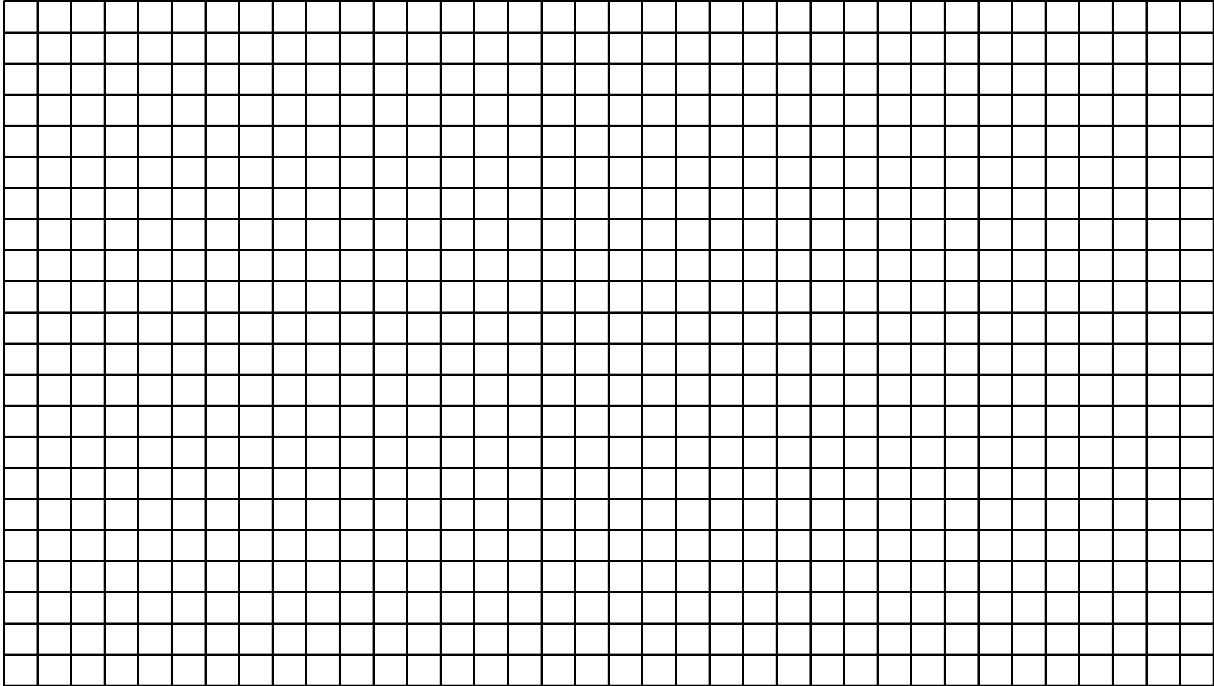
	<b>Mensch</b>	<b>Insekt (Honigbiene)</b>
<b>Atmungssystem</b>	<u>Aufbau:</u>	<u>Aufbau:</u>
	<u>Funktionsweise:</u>	<u>Funktionsweise:</u>
<b>Kreislaufsystem</b>	<u>Aufbau:</u>	<u>Aufbau:</u>
	<u>Funktionsweise:</u>	<u>Funktionsweise:</u>



Durchschnittliche Zahl der Ausflüge:

Kalter Tag: \_\_\_\_\_

Warmer Tag: \_\_\_\_\_



Interpretation der Kurven:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Abbildungsnachweis:

[1] F. Goll, [2] F. Goll, verändert nach A. Schmid (1997), [3] H. R. Heilmann, BEEgroup, [4] F. Goll, [5] F. Goll, [6] H. R. Heilmann, BEEgroup