

Mystery

Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?

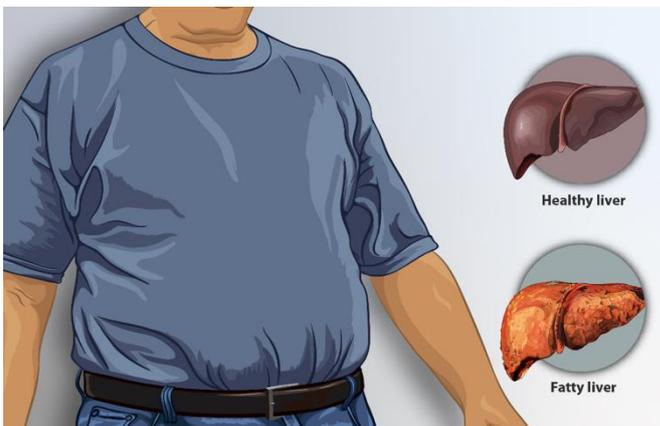
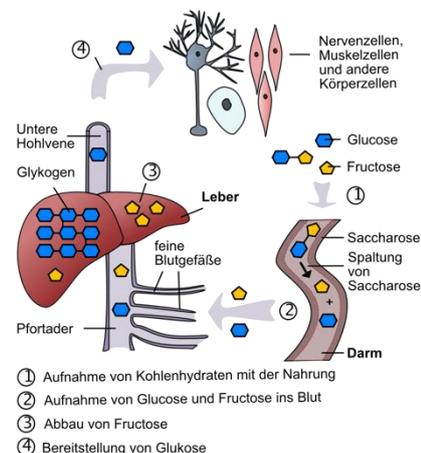


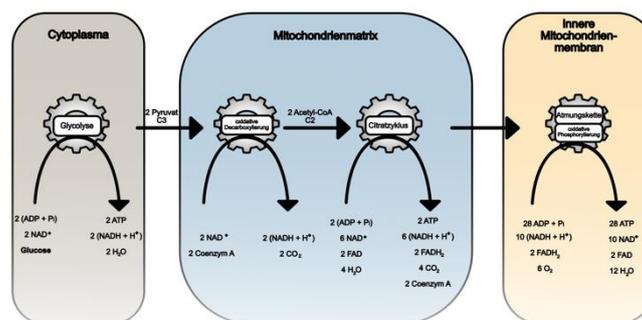
Abb. 1: Fettleber, myupchair, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons



- ① Aufnahme von Kohlenhydraten mit der Nahrung
- ② Aufnahme von Glucose und Fructose ins Blut
- ③ Abbau von Fructose
- ④ Bereitstellung von Glucose

Abb. 2: Weg der Kohlenhydrate, Nina Lewin CC BY-SA 4.0, DE, Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?

Übersicht über die Zellatmung



Gesamtbilanz der Zellatmung



Abb. 3: Übersicht Zellatmung, Nina Lewin CC BY-SA 4.0, DE, Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?

Inhaltsverzeichnis

A HINWEISE FÜR DIE LEHRKRAFT	3
B MATERIAL	8
Arbeitsblatt 1: Informationstext und Arbeitsauftrag	8
Arbeitsblatt 2: Mystery-Kärtchen	9
Sprachbausteine zur Differenzierung und Sprachförderung	14
Formulierungshilfen für die Antwort auf die Mysteryfrage	15
Arbeitsblatt 3: Feedbackbogen	17
Musterlösungen des Mysterys	19
C BEZUG ZUM RAHMENLEHRPLAN.....	21
D ANHANG.....	23

A Hinweise für die Lehrkraft

Überblick

Unterrichtsfach	Biologie
Jahrgangsstufe/n	Q1
Niveaustufe/n	Grund- und Leistungskurs
Zeitraumen	ca. 120 Minuten
Thema	Abbauender Stoffwechsel Kohlenhydrate, Lipidneogenese
Themenfeld(er)	3.2.1 Stoffwechsel und Informationsverarbeitung auf zellulärer Ebene
Kontext	Kontext für die Erarbeitung eines Überblicks über den abbauenden Stoffwechsel ist die nicht-alkoholische Fettlebererkrankung. Diese u. a. ernährungsbedingte Erkrankung ist sehr häufig (Prävalenz von 25% in der Allgemeinbevölkerung weltweit ¹) und nimmt besonders in den Industrienationen weiter zu.
Schlagwörter	Biochemie, Physiologie, abbauender Stoffwechsel, Zucker, Saccharose, Glucose, Fructose, Glykolyse, Citratzyklus, Atmungskette, ATP-/ADP-System, Stoff- und Energieumwandlung, Gesundheitsförderung, Fettleber
Voraussetzungen der Lernenden	Das Mystery dient als Einstieg in den Themenbereich des abbauenden Stoffwechsels im Themenfeld „Stoffwechsel und Informationsverarbeitung auf zellulärer Ebene“.
Zusammenfassung	„Wieso bringt zu viel Limonade nicht nur die Figur aus der Form?“ fragt sich Katharina. Seit einigen Wochen kann ihr Papa nicht mehr mit Katharina zum Fußballspielen, weil er sich sehr unwohl fühlt. Wie beeinflusst sein Speiseplan seine Symptome? Welche biochemischen Zusammenhänge stehen dahinter? Diesen Fragen gehen die Schülerinnen und Schüler im Laufe des Unterrichts in Form eines Mysterys nach. Sie erarbeiten am Kontext des erkrankten Vaters die Zusammenhänge der grundlegenden (biochemischen) Stoffwechselprozesse zum Abbau von Haushaltszucker und die möglichen Folgen eines übermäßigen Zuckerkonsums (Liponeogenese und Fettleber). Das Lernprodukt wird im Hinblick auf Inhalt und Gestaltungsmöglichkeiten über ein kriteriengeleitetes Feedback ausgewertet.

¹ Deutsche Leberstiftung (Hrsg.): Leber und Fett. Informationen für Betroffene und Angehörige (November 2021) https://www.deutsche-leberstiftung.de/downloads/faltblaetter/dls_2021_kb_leber_und_fett_web

Didaktischer Kommentar

Ein zu hoher Zuckerkonsum, vor allem durch Zusätze in der prozessierten Nahrung, ist weit verbreitet und aktuelle Studien konnten belegen, dass vor allem Jugendliche und Kinder über den Konsum von „Soft- und Sportdrinks“ zu viel Zucker zu sich nehmen² (Anmerkung: Die Angaben zu den WHO-Grenzwerten für den Tageskonsum von Zucker³ und der Gesamtenergiezufuhr eines erwachsenen, (leicht übergewichtigen) Mannes⁴ sind den Publikationen der „Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V.“ (DGE) entnommen).

Eine unausgewogene Ernährung und ein übermäßiger Zuckerkonsum können diverse metabolische Folgen⁵ haben. Häufig wird im Unterricht das Beispiel von Typ 2 Diabetes besprochen. Das hier gewählte Beispiel ist die nicht-alkoholische Fettleber⁶, eine Erkrankung, die in den westlichen Industrienationen immer häufiger auftritt. Bei der Fettlebererkrankung werden Fette (Triglyceride) in die Leberzellen eingelagert und es bilden sich Fettvakuolen. Dieses Phänomen kann u. a. mit einem übermäßigen Zuckerkonsum erklärt werden. Eine zentrale Rolle der übermäßigen Aufnahme von Fructose wird dabei diskutiert^{7,8}, da die Verstoffwechslung der Fructose überwiegend in der Leber stattfindet⁹ und auch einen grundsätzlichen regulativen Effekt auf den aufbauenden Lipidstoffwechsel (aktivierend) und die Betaoxidation (inaktivierend) zu haben scheint¹⁰. Dieser regulative Aspekt, der über die Bereitstellung der Kohlenhydrate hinaus geht, wurde in dem Unterrichtsmaterial auf Grund seiner hohen Komplexität jedoch reduziert.

Rahmenlehrplanbezug

Das Mystery stellt einen lebensweltlichen Bezug (Ernährungsfragen und Gesundheitsförderung) zu den stoffwechselphysiologischen Themenstellungen des Rahmenlehrplans her und eignet sich daher besonders als Einstieg in die Einheit „3.2.1 Stoffwechsel und Informationsverarbeitung auf zellulärer Ebene“¹¹. Die folgenden verbindlichen Inhalte des Themenfeldes werden durch das Material thematisiert:

- Redoxreaktionen, Energieumwandlung, ATP-/ADP-System
- Feinbau des Mitochondriums
- Stoff- und Energiebilanz: Glykolyse, oxidative Decarboxylierung, Tricarbonsäurezyklus
- Atmungskette

Fachliche Voraussetzungen

Fachwissen zur Verdauung von Zuckern (Mittelstufe: „3.3 Stoffwechsel des Menschen“) und möglicherweise zum „(3.1.5) Umgang mit Zivilisationskrankheiten“ (Einführungsphase) kann hier reaktiviert werden. Vorwissen ist aber auf Grund der gewählten Methode nicht zwingend erforderlich, da sich die Lernenden die Zusammenhänge aus den Informationen auf den Mystery-Kärtchen erschließen. Bei der Erstellung des Mystery-Plakates setzen die Schülerinnen und Schüler Prozesse auf der Ebene des Organismus mit Prozessen auf molekularer Ebene in Beziehung und lernen neue Fachbegriffe kennen. Das Lernprodukt (das Mystery-Plakat) kann zum Abschluss fotografiert werden und für den weiteren Verlauf der Unterrichtseinheit als Orientierung dienen.

² Leibniz-Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie - BIPS GmbH. The IDEFICS cohort - Sweetened drinks. *The IDEFICS cohort - Sweetened drinks* <https://www.ideficsstudy.eu/the-idefics-cohort/main-findings/eating-behaviour/sweetened-drinks.html> (31.05.2022)

³ Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. Empfehlung zur maximalen Zuckermenge in Deutschland. *Presseinformation: Presse, DGE aktuell 23/2018 vom 20.12.2018: Empfehlung zur maximalen Zuckermenge in Deutschland* <https://www.dge.de/presse/pm/empfehlung-zur-maximalen-zuckermenge-in-deutschland/?L=0&cHash=9afa2ea16a80bdf1f8e36177d42612e> (31.05.2022)

⁴ Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. Richtwerte für die Energiezufuhr. *Richtwerte für die Energiezufuhr. Zuletzt überarbeitet: 2015* <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/energie/?L=0> (31.05.2022).

⁵ Stanhope, K. L. Sugar consumption, metabolic disease and obesity: The state of the controversy. *Crit. Rev. Clin. Lab. Sci.* **53**, 52–67 (2016).

⁶ Weiß, J., Rau, M. & Geier, A. Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. *Dtsch. Arztebl. Int.* (2014) doi:10.3238/arztebl.2014.0447.

⁷ Stanhope, K. L. Sugar consumption, metabolic disease and obesity: The state of the controversy. *Crit. Rev. Clin. Lab. Sci.* **53**, 52–67 (2016)

⁸ Buziau, A. M. et al. Fructose Intake From Fruit Juice and Sugar-Sweetened Beverages is Associated With Higher Intrahepatic Lipid Content: The Maastricht Study. *Diabetes Care* **45**, 1116–1123 (2022).

⁹ Thieme, via medici. Fructosestoffwechsel. *Fructosestoffwechsel* <https://viamedici.thieme.de/learnmodul/547107/538871/fructosestoffwechsel> (31.05.2022).

¹⁰ Jensen, T. et al. Fructose and sugar: A major mediator of non-alcoholic fatty liver disease. *J. Hepatol.* **68**, 1063–1075 (2018).

¹¹ Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin; Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg 2021: Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe, Berlin, Potsdam 2021, Teil C, S. 29.



Didaktische Reduktion

Die Mystery-Kärtchen enthalten Informationen zum Fallbeispiel (Katharinas Vater) und zur Aufnahme/Verdauung von Saccharose, dem biochemischen Abbau von Fructose und Glucose, der Liponeogenese, der Entstehung einer Fettleber und den biochemisch relevanten Molekülen ATP, GTP, NADH, FADH₂.

Die Informationen stellen eine Art von Zusammenfassung dar, wie sie auch für ein Glossar nutzbar sein könnten, ohne dabei sehr in die Tiefe zu gehen. Der Fokus der Aufgabe liegt auf der Darstellung der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Teilprozessen des abbauenden Stoffwechsels und dem Aufbau von Fetten.

Die Mystery-Kärtchen beschreiben die Bilanzen der einzelnen Abbauschritte. Manche Prozesse werden dabei auf einer Karte zusammenhängend dargestellt. Die Nennung der oxidativen Decarboxylierung erfolgt beispielsweise auf derselben Karte wie die Nennung des Citratzyklus. Der Aufbau von Lipiden, Lipoproteinen, des Fettgewebes und der Fettleber wird grob skizziert und soll eine Übersicht über die Mechanismen geben und eine Vernetzung dieser ermöglichen.

Die größte fachliche Tiefe weisen die Vorgänge zum Glucoseabbau auf. Besonders spannend ist hier darauf zu verweisen, dass Zwischenprodukte (Glycerinaldehyd-3-phosphat, Dihydroxyacetonphosphat) des Fructoseabbaus¹² die Glycolyse erreichen: Glycerinaldehyd-3-phosphat und das Produkt Pyruvat spielen jedoch nicht nur beim Abbau von Glucose und Fructose eine Rolle, sondern auch im aufbauenden Stoffwechsel von Lipiden¹³. Das Coenzym A stellt hier eine Art Drehkreuz dar und das Schicksal der aus der Glycolyse bekannten Moleküle wird durch die Steuerung und Regelung des Bedarfs und des Angebots sichergestellt.

Im Citratzyklus entsteht zunächst Guanosintriphosphat (GTP). Da dieses jedoch durch Übertragung einer Phosphatgruppe ATP aus ADP bilden kann¹⁴, wurde GTP als Energieträger didaktisch reduziert. Dieses Reduktionsniveau findet sich ebenfalls in vielen gängigen Schulbüchern (siehe z. B. Linder¹⁵). Bei Bedarf, z. B. im Leistungskurs, kann eine Zusatzkarte genutzt werden, die diesen Zusammenhang darstellt.

Aufgrund der zum Teil nur im Überblick dargestellten Vorgänge sei darauf verwiesen, dass im Grund- und Leistungskurs die chemiosmotische ATP-Synthese anschließend noch im Detail besprochen werden sollte. Für den Leistungskurs bietet der im Mystery thematisierte Kontext dabei weitere vertiefende Anknüpfungsmöglichkeiten. Da beispielsweise der Abbau von Pyruvat zu CO₂ nur bei Anwesenheit von Sauerstoff möglich ist, kann der Kontext im Nachgang bei der Erarbeitung der alkoholischen sowie der Milchsäuregärung wieder aufgegriffen werden. Eine energetische Betrachtung der Atmungskette sollte im Leistungskurs im weiteren Unterricht ebenfalls noch folgen.

Methodische Hinweise

Das Mystery beginnt mit der kurzen Geschichte von Katharinas Vater und seinen Symptomen. Die Leitfrage des Mysterys wird durch das Material aufgeworfen: „Wieso bringt zu viel Limonade nicht nur die Figur aus der Form?“

Im Folgenden lösen die Schülerinnen und Schüler das Rätsel (beantworten die Leitfrage), indem sie sich in Kleingruppen die Informationen auf den Mystery-Kärtchen vorlesen, die Informationen in Beziehung zueinander setzen und quervernetzen. Auf diese Weise erschließen sich die Kleingruppen Kontext und Zusammenhänge des Rätsels eigenständig, unter einem hohem Kommunikationseinsatz und Einsatz der Fachsprache.

Die Mystery-Kärtchen in den Arbeitsunterlagen sind nicht geordnet und die Nummerierung gibt keine Hinweise auf inhaltliche Zusammenhänge, daher können die Kärtchen von den Kleingruppen selbst

¹² Thieme, via medici. Fructosestoffwechsel. *Fructosestoffwechsel* <https://viamedici.thieme.de/learnmodul/547107/538871/fructosestoffwechsel> (31.05.2022).

¹³ Hannou, S. A., Haslam, D. E., McKeown, N. M. & Herman, M. A. Fructose metabolism and metabolic disease. *J. Clin. Invest.* **128**, 545–555 (2018).

¹⁴ Lexikon für Medizin und Gesundheit: Guanosintriphosphat; <https://medlexi.de/Guanosintriphosphat> (12.02.2023)

¹⁵ Linder Biologie II, Lehrbuch für die Oberstufe (24. Neu bearbeitete Auflage); Bildungshaus Schulbuchverlage Braunschweig 2019, S.105.



ausgeschnitten werden. Es bietet sich an, aufgrund der Abbildungen die Kärtchen auf buntes Papier zu kopieren, eine Erarbeitung mit schwarz-weiß kopierten Kärtchen ist jedoch auch möglich. Zur Erarbeitung sollte jeder Kleingruppe ein leeres DIN-A1-Poster zur Verfügung gestellt werden. Eine gute Erklärung der Mystery-Methode findet sich auch in dem kurzen Lehr-Film „Methodenbox Biologie – Was sind Mysterys?“¹⁶ (<https://www.youtube.com/watch?v=NW6nRvSNmrg>).

Die Schülerinnen und Schüler überschreiben das Poster mit der Leitfrage und ordnen die Kärtchen zunächst als Legekonstrukt auf dem Poster an, bevor sie die Kärtchen festkleben. Hierbei ist darauf zu achten, dass alle Kärtchen in den Gruppen jeweils laut vorgelesen werden, um die Fokussierung auf den jeweils dargestellten Sachverhalt zu erhöhen. Die Gruppierung der Kärtchen auf dem Poster wird in der Kleingruppe besprochen und Quervernetzungen zwischen den Kärtchengruppen werden erarbeitet. Das Legekonstrukt kann diskutiert und verändert werden, bis sich die Gruppe auf eine finale Version einigt, diese wird dann auf dem Poster mit Kleber fixiert, die Kartengruppen werden mit Überschriften überschrieben und die Quervernetzungen werden mit beschrifteten Pfeilen angezeigt. Abschließend wird von der Gruppe auf dem Plakat eine Antwort auf die Leitfrage formuliert.

Die Erarbeitungsdauer beträgt, je nach Vorerfahrung der Lerngruppe mit dieser Methode, 60 bis 90 Minuten¹⁷. Hinweise zum Erarbeiten des Mysterys finden die Schülerinnen und Schüler auf dem Arbeitsblatt. Die Erarbeitung des Mysterys kann durch Bereitstellung der Sprachbausteine inhaltlich und im Einsatz der Fachsprache entlastet werden.

Als Lernprodukte entstehen individuelle *Plakate*, die individuell gewürdigt werden sollten. Hierzu kann ein *Gallery Walk* durchgeführt werden oder ein anders organisiertes gegenseitiges Feedback verschiedener Gruppen erfolgen. Auch eine Präsentation im Plenum ist möglich. Hierfür stellt das Material einen Feedbackbogen mit möglichen Kriterien bereit, der auf die Lerngruppe jeweils angepasst werden kann. Eine Bewertung der *Mystery-Plakate* ist zum Beispiel im Hinblick auf den logischen Aufbau und das Ausmaß der Quervernetzungen möglich.

Inhaltlich hebt der Feedbackbogen die wesentlichen physiologischen Zusammenhänge hervor und bereitet die fachinhaltliche Fortführung des Unterrichts zu den abbauenden Stoffwechselprozessen vor.

Im Plenum sollte die Rätselfrage abschließend aufgeklärt werden. Verschiedene Antworten könnten hier kriteriengeleitet verglichen und diskutiert werden.

Weiterführend wäre eine Verschriftlichung der Zusammenhänge, die zur Entstehung einer Fettleber führen, durch die Lernenden möglich. Hierbei könnten sie den Gebrauch der Fachsprache trainieren. Sprachfördernde Hilfen könnten dazu angeboten werden. Alternativ wäre es auch denkbar, die Lernenden die abbauenden Stoffwechselprozesse, die sie in dem Mystery kennengelernt haben, zum Beispiel in Form eines Spickzettels etc., zusammenfassen zu lassen. Dies würde eine Bereitstellung der wesentlichen Fachinhalte für den weiteren Unterricht bzw. Klausuren unterstützen.

¹⁶ „Methodenbox Biologie – Was sind Mysterys?“<https://www.youtube.com/watch?v=NW6nRvSNmrg> (01.12.2022)

¹⁷ Böttgermann, M. & Grave, V. *Neue Mysterys im Biologieunterricht: 9 rätselhafte Fälle zu Nachhaltigkeit und Ökologie*. (Friedrich, Aulis, 2020).

Skizze des Unterrichtsverlaufs

Phase	Skizze des Unterrichtsverlaufs	Arbeitsmaterial	Sozialform	
Einstieg (ca. 10 min)	Die Schülerinnen und Schüler lesen den Einstiegstext und nennen die Leitfrage. ... klären Fragen zur Mystery-Methode. ... teilen sich in Vierergruppen ein.	Ein Arbeitsblatt pro Schüler bzw. Schülerin	Plenum	
	Erarbeitung (ca. 80 min)	... lesen die Informationen auf den Kärtchen. ... ordnen die Kärtchen unterschiedlichen Kategorien zu. ... klären Zusammenhänge zwischen den Kategorien. ... erstellen ein <i>Mystery-Plakat</i> zur Beantwortung der Leitfrage. ... formulieren eine schriftliche Antwort auf dem Plakat.	Ein DIN A1 Poster und Mystery-Kärtchen pro Gruppe, Filzstifte, Scheren, Kleber Optional: Sprachbausteine als Differenzierungshilfe, Formulierungshilfen für die Antwort auf die Leitfrage	Gruppenarbeit in Vierergruppen
	Sicherung (ca. 30-45 min)	... präsentieren und diskutieren ihre Arbeitsergebnisse z. B. im <i>Gallery Walk</i> geben sich gegenseitig mit Hilfe des Feedbackbogens eine Rückmeldung zur Lösung des Mysterys und/oder ... präsentieren und diskutieren ihre Arbeitsergebnisse im Plenum. <i>ggf. Vertiefung ergänzen (siehe didaktischer Kommentar).</i>	Arbeitsergebnisse aus der Erarbeitung I: <i>Mystery-Plakate</i> Feedbackbogen (mit Kriterien zur Bewertung der Plakate) pro Mystery-Plakat	<i>Gallery Walk</i> (oder Plenum)

Material für den Einsatz dieser Lernaufgabe

Anzahl	Name des Materials	Vorbereitung
28	Kärtchen (Mystery)	Drucken für Kleingruppen (3-4 Schülerinnen und Schüler)
1	Arbeitsblatt mit Aufgabenstellung und Erläuterung zum Mystery pro Schülerin und Schüler	Drucken (Klassensatz)
1	Optional: Sprachbausteine zur Differenzierung und Sprachförderung je Kleingruppe	Drucken (pro Kleingruppe oder je nach Bedarf)
1	Formulierungshilfen für die Antwort auf die Leitfrage	
1	Feedbackbogen	Drucken (pro Gruppe) ggf. Anpassen durch Auswahl von Kriterien

Außerdem: Poster (DIN A1) für jede Kleingruppe, Scheren, Kleber, Magnete, Stifte, ggf. Stellwände



CC BY-SA 4.0
 Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

B Material

Arbeitsblatt 1: Informationstext und Arbeitsauftrag

Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Papa nicht nur die Figur aus der Form?

Katharina ist 15 Jahre alt und sehr sportlich. Häufig trifft sie sich mit ihren Freundinnen auf dem Bolzplatz, um Fußball zu spielen. Manchmal spielen hier auch die Eltern mit.

Katharina wünscht sich, dass ihr Papa mal wieder mitkommt. Aber in letzter Zeit hat er morgens oft Kopfschmerzen, ihm ist häufiger übel und er verspürt einen stechenden Schmerz in seiner rechten Seite.

Katharina weiß, dass ihr früher so aktiver Vater in den letzten Jahren durch seinen Arbeitsstress durchaus häufiger zu Fertiggerichten und Süßigkeiten greift. Sie vermutet, dass auch sein regelmäßiger Konsum von Limonaden wahrscheinlich nicht gut ist.

Sie begleitet ihn zur Ärztin.

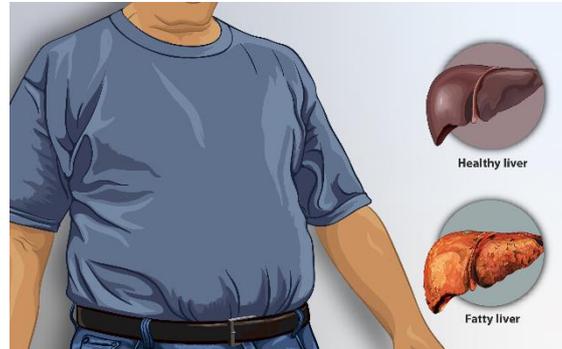


Abb. 4: Fettleber, myupchair, , via Wikimedia Commons

Aufgabe: *Beantworten* Sie die Leitfrage in Gruppenarbeit.
Gehen Sie dabei wie nachfolgend beschrieben vor:

Vorgehensweise bei der Bearbeitung eines Mysterys:

1. Schreiben Sie die Leitfrage auf das leere Plakat.
2. Schneiden Sie die Mystery-Kärtchen aus.
3. Lesen Sie die Informationen auf den Kärtchen laut in der Gruppe vor.
4. Ordnen Sie die Kärtchen auf dem Plakat in logischen Gruppen an, ohne diese festzukleben.
5. Diskutieren Sie die Anordnung der Kärtchen auf dem Plakat: Ergeben die Gruppierungen fachlich Sinn? Welche Querverbindungen gibt es zwischen den Kärtchen oder Kärtchengruppen?
6. Ändern Sie gegebenenfalls die Anordnung auf dem Plakat.
7. Wenn Sie sich in der Gruppe geeinigt haben, kleben Sie die Kärtchen auf dem Plakat fest.
8. Überschreiben Sie die Kärtchengruppen mit den passenden Überschriften.
9. Stellen Sie Querverbindungen zwischen einzelnen Kärtchen und/oder Kärtchengruppen dar, indem Sie diese mit beschrifteten Pfeilen verbinden.
10. Beantworten Sie mit Hilfe des entstandenen *Mystery-Plakates* die Leitfrage schriftlich auf dem Plakat.

Hinweise:

- Es stehen Ihnen bei Bedarf Tippkarten (Strukturierungshilfen bzw. mögliche Formulierungshilfen bei der Beschriftung der Pfeile) am Leertisch zur Verfügung.
- Für die Beantwortung der Leitfrage können Sie ebenso sprachfördernde Hilfen nutzen.

Arbeitsblatt 2: Mystery-Kärtchen



1
Koffeinhaltiges Erfrischungsgetränk mit Pflanzenextrakten
Zutaten: Wasser, Zucker (Saccharose), Kohlensäure, Farbstoff E 150d, Säuerungsmittel Phosphorsäure, natürliches Aroma inklusive Koffein

Nährwertangabe je 100 ml	
Brennwert	189 kJ/ 42 kcal
Fett	0 g
Kohlenhydrate	10,6 g
davon Zucker	10, 6 g
Eiweiß	0 g
Salz	0 g

2
Bei falscher Ernährung kann verstärkt **Fett** in die Leber eingelagert werden, das schränkt ihre Arbeitsweise ein. Durch Untersuchungswerte kann der **Fettleber-Index** berechnet werden: Ist der Wert höher als **60**, liegt eine Fettleber vor.

3
Die *World Health Organization* (WHO) empfiehlt eine maximale Zufuhr freier Zucker (wie z. B. Saccharose) von weniger als **10 % der Gesamtenergiezufuhr**. Bei einer **Gesamtenergiezufuhr von 8373,6 kJ/Tag** entspricht dies einer maximalen Zufuhr von **50 g freien Zuckern/Tag**.

Der Gesamtenergiezufuhr von Katharinas Vater liegt im Durchschnitt bei etwa **11304,36 kJ/Tag**.

15
Der Fruchtzucker (**β-D-Fructose**)

Abb. 5: Beta-D-Fructofuranose. Jorge Stollé, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons

Stark vereinfachte Darstellungen für Fructose:

Abb. 6: Symbol Fructose. Nina Lewin CC BY-SA 4.0 DE, Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?

16
Der **Speiseplan** von Katharinas Vater:

Morgens: Müsli.
Mittags: Das, was es in der Kantine so gibt.
Abends: Abendbrot, vor dem Fernseher etwas zum Naschen.

Lieblingsgetränk: Cola, davon 2 Liter am Tag.

17
Im Cytoplasma der Zielzellen wird die Glucose durch **Glycolyse** in zwei Moleküle **Pyruvat** gespalten.

Übersicht über die **Glycolyse** (stark vereinfachte Struktur von Glucose und Pyruvat):

Abb. 7: Übersicht Glycolyse. Nina Lewin CC BY-SA 4.0 DE, Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?

Es entstehen dabei zwei Moleküle ATP und zwei Moleküle NADH + H⁺.



4
Der Traubenzucker (**α -D-Glucose**)

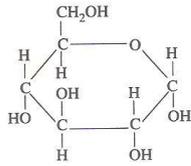


Abb. 9: Glucosa, Olivae93, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons

Stark vereinfachte Darstellungen für Glucose:



oder



Glucose

Abb. 9: Symbolic Glucose, Nina Lewin, CC BY-SA 4.0, Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?

5
Zucker sind Kohlenhydrate und dienen dem Körper als **schnelle Energielieferanten**.

18
Der Haushaltszucker (**Saccharose**)

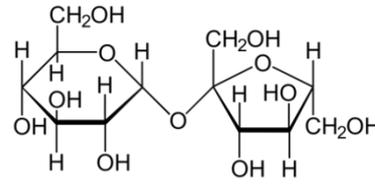


Abb. 10: Sucrose structure formula, Bae, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons

Stark vereinfachte Darstellung für Saccharose:

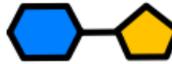


Abb. 11: Symbol Saccharose, Nina Lewin, CC BY-SA 4.0, Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?

19
Bei der **Oxidation eines Moleküls Glucose** im Körper entstehen

_____ Moleküle ATP.

6
Ist zu **viel Glucose oder Fructose** vorhanden, werden Zwischenprodukte der **Glycolyse** genutzt, um mit Hilfe des **Coenzym A, Fettsäuren und Triglyceride** aufzubauen.

20
Mit Hilfe der **Fettsäuren und Triglyceride** können **Lipoproteine** aufgebaut werden, diese gelangen über den Blutkreislauf zum gewünschten Gewebe, wo die Fettsäuren verbraucht oder im **Fettgewebe** gespeichert werden.

7
Mitochondrien werden als **Kraftwerke der Zelle** bezeichnet.

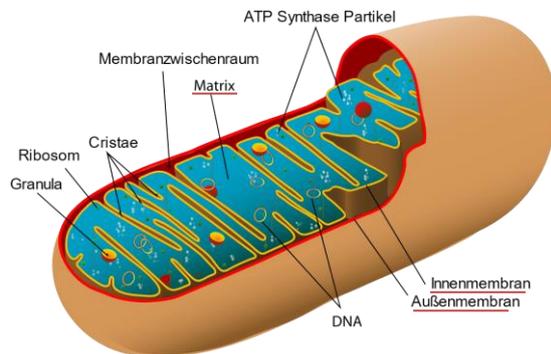


Abb. 12: Mitochondrion, LadylFests, Public domain, via Wikimedia Commons

21
Die Untersuchung von **Katharinas Vater** bei einer Ärztin ergibt folgende Werte:

Größe: 182 cm
Gewicht: 108,6 kg
Bauchumfang: 123 cm

Blutuntersuchung:

Blutfett (Triglyceride): 221 mg/dl (Angabe der Stoffkonzentration in Milligramm pro Deziliter)
(Normalwerte bis 150 mg/dl)

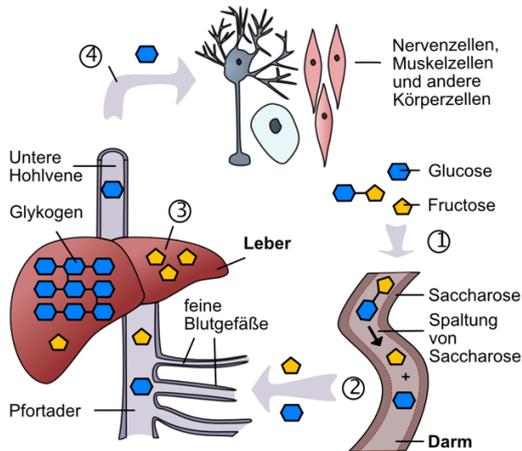
Leberwerte (Gamma-GT im Blut): 62 U/l
(Angabe in Units pro Liter)
(Normalwerte bis 60 U/l)

Aus den ermittelten Werten berechneter **Fettleber-Index: FLI = 97**.



8

Die **Saccharose** wird *im Darm* in Fructose und Glucose **gespalten**. Die Moleküle werden über die Darmwand ins Blut aufgenommen und gelangen zur Leber.



- ① Aufnahme von Kohlenhydraten mit der Nahrung
- ② Aufnahme von Glucose und Fructose ins Blut
- ③ Abbau von Fructose
- ④ Bereitstellung von Glukose

Abb. 13: Weg der Kohlenhydrate, Nina Lewin [CC BY-SA 4.0 DE](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/), Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?

10

Die **Pyruvatmoleküle** gelangen in die Mitochondrienmatrix. Dort findet eine **oxidative Decarboxylierung** statt und es wird mit Coenzym A **Acetyl-CoA** gebildet.

Acetyl-CoA wird über den **Citratzyklus** (auch *Tricarbonsäurezyklus* genannt) weiter zu sechs Molekülen CO_2 abgebaut.

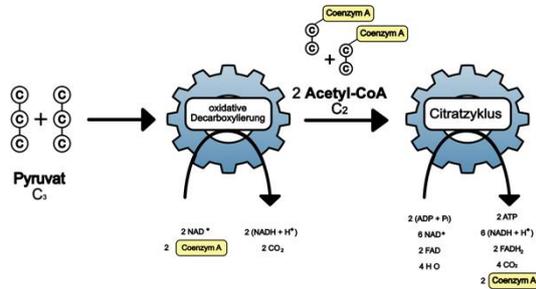


Abb. 14: Übersicht Decarboxylierung und Citratzyklus (vereinfachte symbolische Darstellung), Nina Lewin [CC BY-SA 4.0 DE](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/), Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?

- Die energiereichen Endprodukte entsprechen zwei Molekülen ATP und insgesamt acht Molekülen NADH und zwei Molekülen FADH₂.

9

Kommt die Glucose aus der Leber in den Blutkreislauf, kann sie in ihre Zielzellen gelangen, wo sie als **Energielieferant** dient. Dazu wird die Glucose in drei Teilschritten abgebaut und dabei nach und nach oxidiert:

1. Glykolyse
2. Oxidative Decarboxylierung und Citratzyklus
3. Atmungskette (Endoxidation) und oxidative Phosphorylierung

11

Fructose wird hauptsächlich in der Leber weiterverarbeitet. Die **Fructose** wird im Cytoplasma der Leberzellen abgebaut, bis deren Spaltprodukte in die **Glycolyse** eintreten und weiter zu Pyruvat abgebaut werden. Es entstehen dabei zwei Moleküle ATP und zwei Moleküle NADH

23

Unterschiedliche Zellen haben einen **unterschiedlichen Glucose Bedarf**:

- Muskelzellen verbrauchen bei Bewegung viel Energie in Form von ATP.
- Nervenzellen sind auf Glucose als Energielieferant angewiesen.

25

Durch die **Regenerationsfähigkeit** der Leber lässt sich ein dramatischer Krankheitsverlauf, bei frühzeitiger Erkennung, verhindern. Voraussetzung ist allerdings eine **Umstellung des Lebens- und Ernährungsstils**.

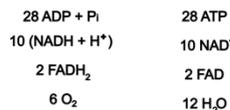


22

Glucose kann in der Leber als **Glykogen** gespeichert werden, indem viele Glucose-Moleküle sich zu einem größeren Glykogen-Molekül verbinden, oder aus der Leber in den Blutkreislauf gelangen.

24

Die an der Membran nacheinander ablaufenden Reaktionen werden insgesamt als **Atmungskette** bezeichnet, es entsteht **Wasser als Nebenprodukt**.



An der inneren Mitochondrienmembran entstehen 28 Moleküle ATP. Dazu werden die 10 Moleküle NADH und zwei Moleküle FADH₂ verwendet, die bei dem Abbau der **Glucose zu Kohlenstoffdioxid** im Citratzyklus entstanden sind.

Abb. 15: Übersicht Atmungskette und Phosphorylierung, Nina Lewin, CC BY-SA 4.0. Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?

12

Fettleber ist eine häufige Erkrankung in den Industrienationen.

Wird dem Körper zu viel Energie zugeführt, die er durch zu wenig Bewegung nicht verbrauchen kann, kommt es zur Bildung von Fettgewebe. Dieses Fett lagert sich nicht nur unter der Haut, sondern auch in der Leber ab.

Bei fortschreitender Erkrankung kann es zu einer Vergrößerung der Leber und einer Entzündungsreaktion kommen. Unter Umständen kann die Leber dann ihre Aufgaben, im Körper Gifte abzubauen und die Verdauung zu unterstützen, nicht mehr vollständig erfüllen.

26

Bei der **Oxidation von Glucose** entstehen Kohlenstoffdioxid, Wasser und Energie. Es handelt sich um eine **exotherme Reaktion**:



Die Reaktion verläuft im Labor unter Abgabe der Energie als Wärme. Im Körper wird diese **Energie z. T. in ATP gespeichert**. Diese Oxidationsreaktion läuft **in vielen kleinen Teilschritten** ab.

13

Adenosintriphosphat (ATP) ist das **universelle Energieäquivalent des Körpers**. Wenn nötig, kann die Energie freigesetzt werden, indem eine Phosphatgruppe abgespalten wird. Die so entstehende energiearme Form wird **Adenosindiphosphat (ADP)** genannt.

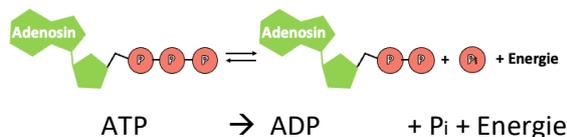


Abb. 16: ATP, Dr. Joanna Ziolkowska und Nina Lewin, CC BY-SA 4.0. Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?

Zusatzkarte

Zusatzinformation zum Citratzyklus:

Im Citratzyklus entsteht zunächst ein Molekül GTP (Guanosintriphosphat). Dies entspricht jedoch energetisch betrachtet einem Molekül ATP, da GTP seine Phosphatgruppe auf ADP übertragen kann.

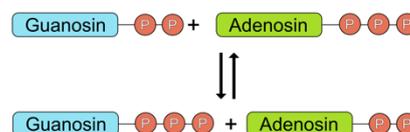


Abb. 17: ATP und GTP, Nina Lewin, CC BY-SA 4.0. Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?



CC BY-SA 4.0
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

14

Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid (NAD⁺) ist ein Molekül, welches als „**Elektronentaxi**“ fungiert. Bei Redoxreaktionen werden Elektronen und Protonen (H⁺) zunächst auf das **NAD⁺** übertragen, so dass **NADH** entsteht. Dieses kann bei Bedarf die Elektronen + Protonen auch wieder abgeben, es entsteht dann wieder **NAD⁺**.

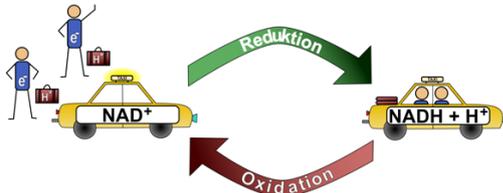


Abb. 18: NAD⁺/NADH, Nina Lewin [CC BY-SA 4.0 DE](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/), Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?

27

Flavin-Adenin-Dinukleotid ist ein Molekül, welches als „**Elektronentaxi**“ fungiert. Bei Redoxreaktionen werden Elektronen und Protonen (H⁺) zunächst auf das **FAD** übertragen, so dass **FADH₂** entsteht. Dieses kann bei Bedarf die Elektronen auch wieder abgeben, es entsteht dann wieder **FAD**.

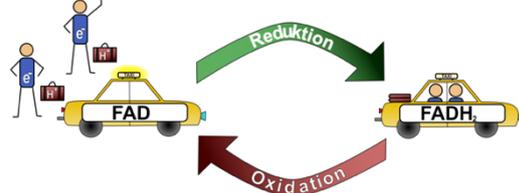


Abb. 19: FAD/FADH₂, Nina Lewin [CC BY-SA 4.0 DE](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/), Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?

Sprachbausteine zur Differenzierung und Sprachförderung

Die Tippkärtchen können bei Bedarf zur Erstellung des Mysterys genutzt werden. Sie sollen als Strukturierungshilfe und Maßnahme zur Sprachförderung dienen. Die Begriffe können mehrfach verwendet werden. Es müssen nicht alle Begriffe verwendet werden. Die Tippkärtchen können z. B. in Umschlägen am Lehrertisch bereitgestellt werden.

Mögliche Strukturierungshilfen:



Aufnahme von Saccharose in den Körper über die Leber	Ärztliche Untersuchung und Diagnose	Therapieempfehlung für Katharinas Papa
Abbau der Glucose zur Energiegewinnung in den Zielzellen	Aufbau von Fetten	Einlagerung von Fett in der Leber
Ursache für die Fettleber bei Katharinas Papa	Bilanz	gewonnene, energiereiche Stoffe
über den Blutkreislauf	in der Leber	Diagnose: Fettleber
Ernährung von Katharinas Papa	Im Cytoplasma der Zielzellen bzw. der Leber	im Mitochondrium

Mögliche Formulierungshilfen für die Beschriftung der Verbindungspfeile:



wird gespalten zu _____→	wird beeinflusst durch _____→	Produkte werden verwendet für _____→
daraus folgt _____→	unterschiedliche Weiterverarbeitung _____→	in der Leber _____→
wird aufgebaut _____→	wenn mehr aufgenommen als verbraucht wird _____→	im Cytoplasma _____→
daraus folgt _____→	im Mitochondrium _____→	steht im Gegensatz zu _____→

Formulierungshilfen für die Antwort auf die Mysteryfrage



- ↻ Bitte doppelseitig ausdrucken.
- : Bitte entlang der Linie ausschneiden.
-: Bitte entlang der Linie nach oben knicken.

Welche Abläufe spielen eine Rolle und wie können sie beschrieben werden?

An welchen Orten findet etwas statt?

Welche Folgen treten auf?

Wie können inhaltliche Verknüpfungen formuliert werden?

Welche Stoffe sind beteiligt?



Formulierungshilfen für die Antwort auf die Mysteryfrage

	<ul style="list-style-type: none"> • die Zellatmung • die Glykolyse • der Citratzyklus • die Atmungskette <ul style="list-style-type: none"> ○ in der/in dem wird etwas abgebaut ○ in der/in dem wird etwas gebildet ○ in der/in dem entsteht etwas • die Aufnahme <ul style="list-style-type: none"> ○ aufnehmen, etwas wird aufgenommen • der Verbrauch <ul style="list-style-type: none"> ○ verbrauchen, etwas wird verbraucht • der Abbau <ul style="list-style-type: none"> ○ abbauen, etwas wird abgebaut • die Bildung <ul style="list-style-type: none"> ○ bilden, etwas wird gebildet • die Spaltung <ul style="list-style-type: none"> ○ spalten, etwas wird gespalten • die Einlagerung <ul style="list-style-type: none"> ○ einlagern, etwas wird eingelagert • die Bereitstellung <ul style="list-style-type: none"> ○ bereitstellen, etwas wird bereitgestellt
	<ul style="list-style-type: none"> • das Fettgewebe <ul style="list-style-type: none"> ○ das Fettgewebe nimmt zu, das Fettgewebe wird gebildet/bildet sich • die Zielzelle, die Zielzellen <ul style="list-style-type: none"> ○ die Zielzellen nehmen etwas auf ○ die Zielzellen verbrauchen etwas ○ die Zielzellen benötigen etwas • die Leber <ul style="list-style-type: none"> ○ die Leber erkrankt ○ die Leber vergrößert sich
	<ul style="list-style-type: none"> • die Leistungsfähigkeit <ul style="list-style-type: none"> ○ die Leistungsfähigkeit sinkt, die Leistungsfähigkeit nimmt ab • der Gesundheitszustand <ul style="list-style-type: none"> ○ der Gesundheitszustand verschlechtert bzw. verbessert sich • die Gesundheit <ul style="list-style-type: none"> ○ die Gesundheit ist beeinträchtigt, die Gesundheit verschlechtert sich, die Gesundheit nimmt ab
	<ul style="list-style-type: none"> • die Folge <ul style="list-style-type: none"> ○ führen zu, etwas führt zu • dadurch • deswegen • wegen • auf Grund
	<ul style="list-style-type: none"> • die Saccharose • die Glucose • die Fructose • das Fett, die Fette • das Zwischenprodukt, die Zwischenprodukte • der Stoff, die Stoffe • das Abbauprodukt, die Abbauprodukte

Arbeitsblatt 3: Feedbackbogen

Arbeitsauftrag:

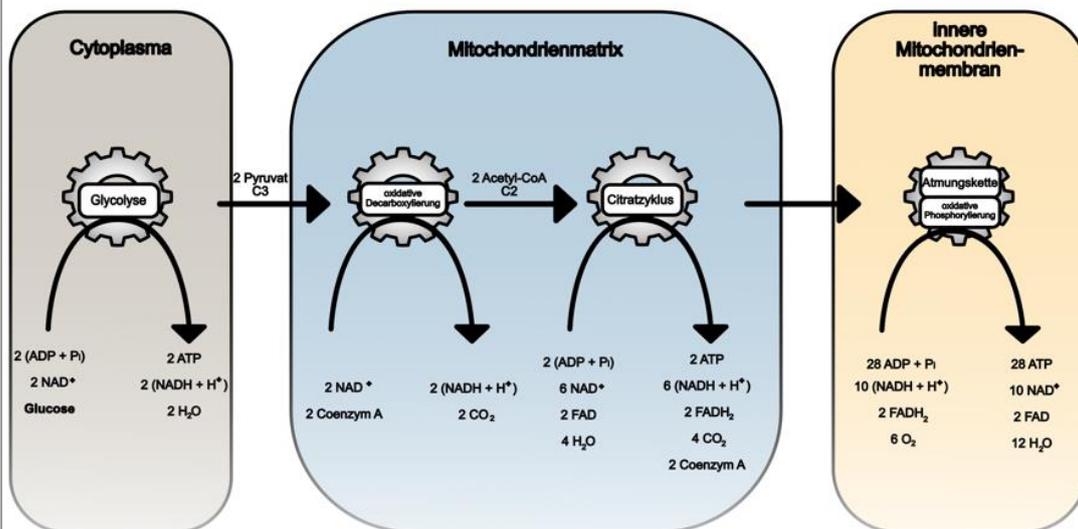
Geben Sie Ihren Mitschülerinnen und Mitschülern ein Feedback zu ihrer Lösung des Mysterys.

- Kreuzen Sie dazu an, inwieweit Sie die in der Tabelle genannten Kriterien für erfüllt halten.
- Formulieren Sie abschließend eine kurze schriftliche Rückmeldung, indem Sie die Satzanfänge unter der Tabelle fortsetzen.

Nr.	Fachlicher Inhalt	--	-	+	++
Wird die Entstehung der Fettleber deutlich?					
1	Wird die Auswirkung eines Überangebots an Glukose und Fructose im Vergleich zum Verbrauch deutlich?				
2	Ist der Beitrag der Fructose an der Entstehung einer Fettleber erkennbar?				
3	Wird die Mysteryfrage schlüssig schriftlich auf dem Plakat beantwortet?				
Wird der Abbau von Kohlenhydraten im Körper korrekt dargestellt?					
4	Sind die Teilprozesse des Abbauwegs von Saccharose im Körper (Spaltung der Saccharose, Abbauwege der Spaltprodukte Glucose und Fructose) nachvollziehbar?				
5	Ist die Reihenfolge der Prozesse der Zellatmung nachvollziehbar dargestellt?				

Hilfestellung:

Übersicht über die Zellatmung



Gesamtbilanz der Zellatmung



Abb. 20. Übersicht Zellatmung. Nina Lewin [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) DE. Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharina's Vater nicht nur die Figur aus der Form?

Fortsetzung bitte wenden!



CC BY-SA 4.0
 Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

Nr.	Formale Gestaltung des Mystery-Plakates	--	-	+	++
8	Ist die Gestaltung des Mystery-Plakates kreativ?				
9	Wird der Platz auf dem Plakat sinnvoll ausgenutzt?				
10	Werden Farben zur Verdeutlichung des Inhaltes eingesetzt?				
11	Ist eine sinnvolle Gruppierung der Kärtchen erkennbar und gibt es passende Teilüberschriften?				
12	Werden die wesentlichen Zusammenhänge durch beschriftete Pfeile deutlich gemacht?				
13	Fazit: Unterstützt die Gestaltung des Mystery-Plakates die Beantwortung der Mysteryfrage?				

Besonders gut gelungen ist euch...

Das könntet ihr noch verbessern....



CC BY-SA 4.0
 Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

Musterlösungen des Mysterys

Musterlösung: Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Papa nicht nur die Figur aus der Form?

Die Musterlösung des Mysterys stellt eine mögliche Lösung dar. Individuelle Antworten sind erwünscht. Die Nummerierung der Karten dient zur besseren Orientierung, gibt jedoch keine Hilfestellung bei der Zuordnung.

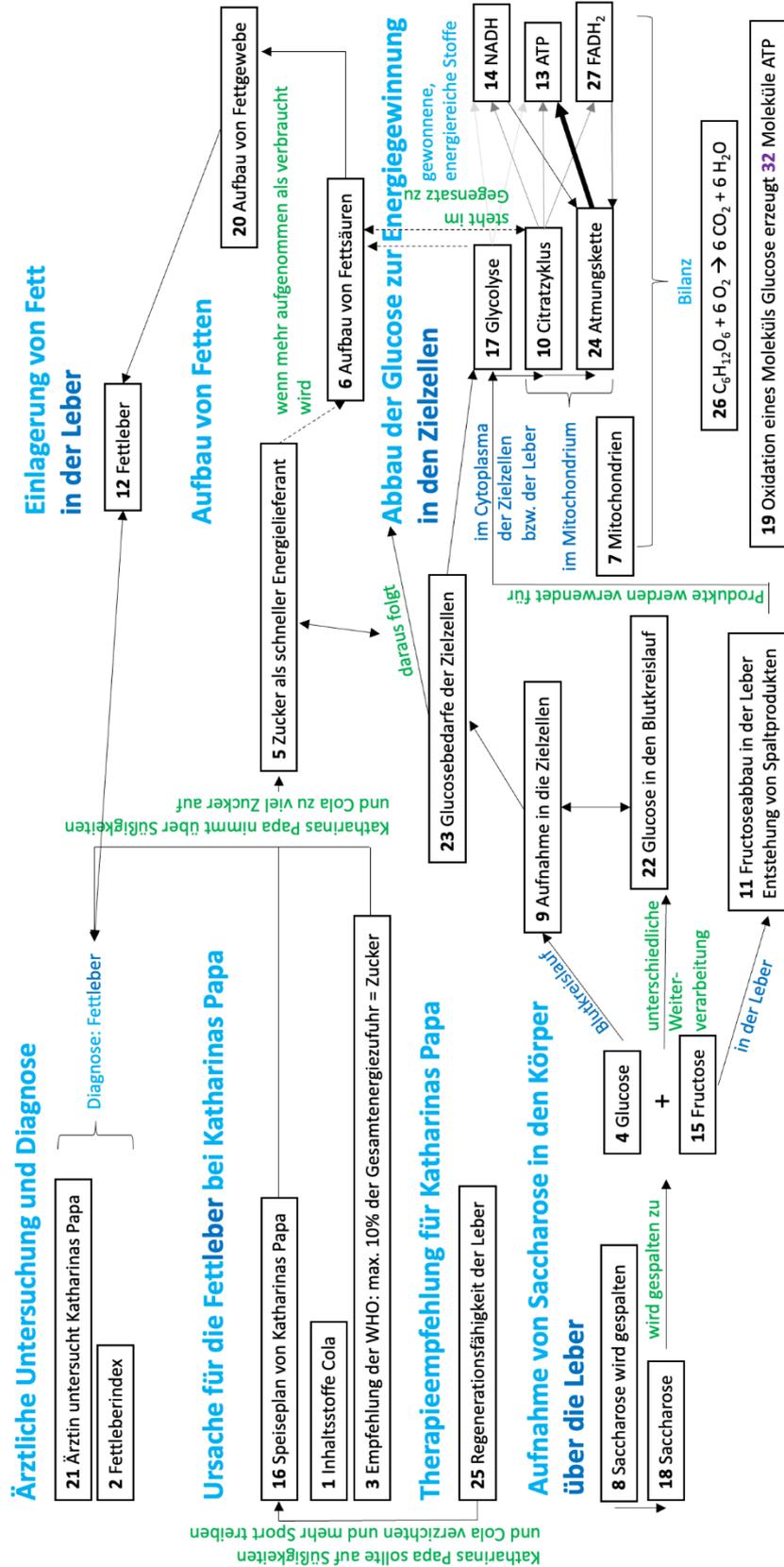


Abb. 21: Musterlösung Mystery, Dr. Joanna Ziomkowska, CC BY-SA 4.0. Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?



CC BY-SA 4.0
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

Antwort auf die Mysteryfrage (Erwartungshorizont)

Katharinas Vater nimmt mit seiner Nahrung sehr viel Zucker (Kohlenhydrate) zu sich. Die aus der Spaltung von Haushaltszucker (Saccharose) stammende Glucose und Fructose werden normalerweise durch die sogenannte Zellatmung (Glykolyse, Citratzyklus und Atmungskette) abgebaut und die dabei bereitgestellte Energie in den Zielzellen (z. B. Muskelzellen) verbraucht. Ist mehr Glucose und Fructose vorhanden, als verbraucht wird, werden aus Zwischenprodukten der Glycolyse Fette gebildet. Diese werden u. a. in der Leber eingelagert und führen zu einer Vergrößerung der Leber. Dadurch verschlechtert sich auch der allgemeine Gesundheitszustand und die körperliche Leistungsfähigkeit von Katharinas Vater.



[CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)
Ausgenommen sind einzeln gekennzeichnete Inhalte/Elemente, siehe Quellen- und Lizenzhinweise am Ende des Dokuments.

C Bezug zum Rahmenlehrplan

Kompetenzen	Standards: Die Schülerinnen und Schüler...
Biologische Sachverhalte betrachten (Zusammenhänge in Systemen betrachten)	... stellen Vernetzungen zwischen Systemebenen (Molekular- bis Organismusebene) dar.
Kommunizieren (Informationen aufarbeiten)	... strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab.

Bezüge zum Basiscurriculum Sprachbildung¹⁸

Standards des BC Sprachbildung	Die Schülerinnen und Schüler ...
Rezeption	<ul style="list-style-type: none"> ... ordnen und verbinden die Textinhalte der Mystery-Kärtchen kontextorientiert, um die Textinhalte in eine andere Darstellungsform zu übertragen.
Interaktion	<ul style="list-style-type: none"> ... nehmen aktiv an inhaltsbezogenen Gesprächen in ihren Kleingruppen teil, um das Mystery zu lösen. Die Kleingruppe strukturiert und kategorisiert gemeinsam die Inhalte der Kärtchen, Redebeiträge einzelner Gruppenmitglieder müssen gewichtet und Entscheidungen gemeinsam getroffen werden.
Produktion	<ul style="list-style-type: none"> ... formulieren Textbausteine, mit denen sie die Mystery-Kärtchen überschreiben und verbinden (kann optional durch Sprachbausteine differenziert / entlastet werden). ... verfassen eine inhaltlich angemessene Antwort auf die Fragestellung ... präsentieren kontextbezogen einen umfangreichen und komplexen Sachverhalt

¹⁸ vgl. Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin; Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg 2021: Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe, Berlin, Potsdam 2021, Teil B, S. 6-10

Bezüge zu übergreifenden Themen¹⁹

Gesundheitsförderung	Das Lernmaterial setzt sich beispielhaft mit dem Zuckerkonsum von Katharinas Vater auseinander. Eine mögliche Folge übermäßigen Zuckerkonsums (die Fettleber) wird anhand des Beispiels erarbeitet. Die Schülerinnen und Schüler erhalten mit der Empfehlung der WHO zum Zuckerkonsum einen konkreten Grenzwert genannt und begründen die Folgen des deutlich überschrittenen Grenzwerts in diesem Beispiel.
Verbraucherbildung	Durch die konkrete Nennung der Inhaltsstoffe und Nährwertabelle einer Cola im Lernmaterial können die Schülerinnen und Schüler erkennen, wie schnell der empfohlene Grenzwert der WHO zum Konsum freier Zucker überschritten werden kann. Es bietet sich an, dieses Problem mit den Schülerinnen und Schülern zu diskutieren und im Anschluss weitere (von den Schülerinnen und Schülern selbst gewählte) Produkte in Hinblick auf den Zuckergehalt überprüfen zu lassen.

Bezüge zu anderen Fächern

- Chemie 11: 3.1.4 Grundlagen der organischen Chemie (organische Verbindungen darstellen)

Inklusive Aspekte der Lernaufgabe:

Standards der iMINT-Akademie	
Zugänge	Die Lernmaterialien enthalten einen problemorientierten Zugang hinsichtlich der Symptome des Vaters und der Beantwortung der Leitfrage. Die Methode des Mysterys bietet die Möglichkeit zur individuellen Erarbeitung des Lösungsweges. Symbole und zahlreiche Abbildungen unterstützen das Verständnis der Fachsprache und ermöglichen einen visuellen Zugang. Durch die Sprachbausteine zur Differenzierung und Sprachförderung können Zugänge auf verschiedenen Anforderungsniveaus gewährleistet werden.
Sprache	Durch die Sprachbausteine zur Differenzierung und Sprachförderung kann das Mystery sprachlich entlastet werden. Das Verständnis, die Anordnung und die Vernetzung der Kärtchen bieten Sprachanlässe für eine gemeinsame, kompetenzorientierte Auseinandersetzung mit den Lerninhalten. Darüber hinaus kann das Mystery jederzeit durch das OER-Format an die Lerngruppe angepasst werden.
Aufgabenstellungen	Die Lernmaterialien können binnendifferenziert eingesetzt werden. Die Schülerinnen und Schüler können in Abhängigkeit von ihrem Leistungsniveau Hilfen zur Gruppierung und/ oder Verbindung der Mystery-Kärtchen erhalten. Somit wird die Anordnung und/ oder Vernetzung der Kärtchen auf dem <i>Mystery-Plakat</i> erleichtert.
Methoden	Das Arbeiten mit den Mystery-Kärtchen fördert das kooperative Lernen, indem die Lernenden gemeinsam an der Beantwortung der Leitfrage arbeiten und sich dabei gegenseitig unterstützen. Zur Erstellung des Mystery-Plakates müssen Zusammenhänge erkannt und dargestellt werden. Die Entscheidungen über Gruppierung und Verbindung der Informationen werden in der Gruppe gefällt.

¹⁹ vgl. Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin; Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg 2021: Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe, Berlin, Potsdam 2021, Teil B, S. 24ff

D Anhang

Quellen

1. Deutsche Leberstiftung (Hrsg.): Leber und Fett. Informationen für Betroffene und Angehörige (November 2021) https://www.deutsche-leberstiftung.de/downloads/faltblaetter/dls_2021_kb_leber_und_fett_web
2. Leibniz-Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie - BIPS GmbH. The IDEFICS cohort - Sweetened drinks. *The IDEFICS cohort - Sweetened drinks* <https://www.ideficsstudy.eu/the-idefics-cohort/main-findings/eating-behaviour/sweetened-drinks.html> (31.05.2022).
3. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. Empfehlung zur maximalen Zuckerzufuhr in Deutschland. *Presseinformation: Presse, DGE aktuell 23/2018 vom 20.12.2018: Empfehlung zur maximalen Zuckerzufuhr in Deutschland* <https://www.dge.de/presse/pm/empfehlung-zur-maximalen-zuckerzufuhr-in-deutschland/?L=0&cHash=9afa2ea16a80bdf1f8e36177d42612e>. (31.05.2022)
4. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. Richtwerte für die Energiezufuhr. *Richtwerte für die Energiezufuhr, Zuletzt überarbeitet: 2015* <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/energie/?L=0> (31.05.2022).
- 5./7. Stanhope, K. L. Sugar consumption, metabolic disease and obesity: The state of the controversy. *Crit. Rev. Clin. Lab. Sci.* **53**, 52–67 (2016).
6. Weiß, J., Rau, M. & Geier, A. Non-Alcoholic Fatty Liver Disease. *Dtsch. Ärztebl. Int.* (2014) doi:10.3238/arztebl.2014.0447.
8. Buziau, A. M. *et al.* Fructose Intake From Fruit Juice and Sugar-Sweetened Beverages Is Associated With Higher Intrahepatic Lipid Content: The Maastricht Study. *Diabetes Care* **45**, 1116–1123 (2022).
- 9./12. Thieme, via medici. Fructosestoffwechsel. *Fructosestoffwechsel* <https://viamedici.thieme.de/lernmodul/547107/538871/fructosestoffwechsel> (31.05.2022).
10. Jensen, T. *et al.* Fructose and sugar: A major mediator of non-alcoholic fatty liver disease. *J. Hepatol.* **68**, 1063–1075 (2018).
11. Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin; Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg 2021: Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe, Berlin, Potsdam 2021, Teil C, S. 29.
13. Hannou, S. A., Haslam, D. E., McKeown, N. M. & Herman, M. A. Fructose metabolism and metabolic disease. *J. Clin. Invest.* **128**, 545–555 (2018).
14. Lexikon für Medizin und Gesundheit: Guanosintriphosphat; <https://medlexi.de/Guanosintriphosphat> (12.02.2023)
15. Linder Biologie II, Lehrbuch für die Oberstufe (24. neu bearbeitete Auflage); Bildungshaus Schulbuchverlage Braunschweig 2019, S.105.

16. Methodenbox Biologie: Was sind Mysterys?
<https://www.youtube.com/watch?v=NW6nRvSNmrg> (01.12.2022)
17. Böggemann, M. & Grave, V. *Neue Mysterys im Biologieunterricht: 9 rätselhafte Fälle zu Nachhaltigkeit und Ökologie*. (Friedrich, Aulis, 2020).
18. Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin; Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg 2021: Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe, Berlin, Potsdam 2021, Teil B, S. 6-10
19. Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin; Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg 2021: Rahmenlehrplan für die gymnasiale Oberstufe, Berlin, Potsdam 2021, Teil B, S. 24ff

Bildnachweise/Abbildungen

Bildtitel	Bildquelle	Seite(n)
Abb. 1, 4:	Fettleber myupchair, CC BY-SA 4.0 , via Wikimedia Commons	1,8
Abb. 2, 13:	Weg der Kohlenhydrate Nina Lewin CC BY-SA 4.0 DE , Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?	1,11
Abb. 3, 20:	Übersicht Zellatmung Nina Lewin CC BY-SA 4.0 DE , Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?	1, 15
Abb. 5:	Beta-D-Fructofuranose Jorge Stolfi , CC BY-SA 4.0 , via Wikimedia Commons	9
Abb. 6:	Symbol Fructose Nina Lewin CC BY-SA 4.0 DE , Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?	9
Abb. 7:	Übersicht Glykolyse Nina Lewin CC BY-SA 4.0 DE , Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?	9
Abb. 8:	Glucosa Oliva93, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons	10
Abb. 9:	Symbole Glucose Nina Lewin CC BY-SA 4.0 DE , Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?	10
Abb. 10:	Sucrose structure formula Bas, CC BY-SA 3.0 , via Wikimedia Commons	10
Abb. 11:	Symbol Saccharose Nina Lewin CC BY-SA 4.0 DE , Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?	10
Abb. 12:	Mitochondrion LadyofHats , Public domain, via Wikimedia Commons	10
Abb. 14:	Übersicht Decarboxylierung und Citratzyklus Nina Lewin CC BY-SA 4.0 DE , Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?	11
Abb. 15:	Übersicht Atmungskette und Phosphorylierung Nina Lewin CC BY-SA 4.0 DE , Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?	12
Abb. 16:	ATP Dr. Joana Ziomkowska und Nina Lewin, CC BY-SA 4.0 DE , Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?	12
Abb. 17:	ATP und GTP Nina Lewin, CC BY-SA 4.0 DE, Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?	12
Abb. 18:	NAD ⁺ /NADH Nina Lewin CC BY-SA 4.0 DE , Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form	13
Abb. 19:	FAD/FADH ₂ Nina Lewin CC BY-SA 4.0 DE , Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form	13
Abb. 21:	Musterlösung Mystery Dr. Joana Ziomkowska, CC BY-SA 4.0 DE , Mystery - Wieso bringt zu viel Limonade bei Katharinas Vater nicht nur die Figur aus der Form?	17