**Eisen: Bedarf, Bedarfsdeckung und Aufgaben**

**Aufgabe:**

1. Verteilen Sie in Ihrer Gruppe die Verantwortlichkeiten mit Hilfe der Aufgabenkarten.
2. Bearbeiten Sie den folgenden Arbeitsauftrag. Gehen Sie dabei folgendermaßen vor:

**Phase 1: Einzelarbeit**

Bearbeiten Sie zunächst die Aufgaben allein und in Ruhe.

🕒Zeit: 15 min



**Phase 2: Teamarbeit**

Vergleichen und besprechen Sie untereinander Ihre Lösungen.

🕒Zeit: 15 min



**Phase 3: Teamarbeit**

Gestalten Sie ein Plakat, auf dem die wichtigsten Informationen zu Ihrem Thema visualisiert werden.

🕒Zeit: 30 min

1. Präsentation als Galeriegang:  
   Stellen Sie sich nun gegenseitig Ihre Plakate vor. Dazu treffen sich ...

* alle Materialwarte vor Plakat A) Eisenbedarf und Bedarfsdeckung
* alle Zeitwächter vor Plakat B) Resorptionsfördernde und –hemmende Faktoren
* alle Spione Plakat C) Aufgaben des Eisens

Derjenige, der bei der Erstellung der Plakate mitgewirkt hat, präsentiert die Ergebnisse seiner/ihrer Gruppe. Sobald jeder alle Inhalte verstanden und notiert hat, wechseln Sie im Uhrzeigersinn zum nächsten Plakat. Nutzen Sie die Notierhilfe, um alle wichtigen Informationen festzuhalten.

🕒Zeit: 20 min

1. Plenumsrunde: Welche Fragen sind noch offen?
2. Übung und Anwendung



Lösen Sie gemeinsam in Ihrem Team die Aufgaben nach dem Galeriegang.

****

Fassen Sie den Stoff in Ihrem Lerntagebuch zusammen.

**Gruppe A: Bedarf und Bedarfsdeckung - Welche Lebensmittel liefern uns Eisen?**



1. Ermitteln Sie mit Hilfe der Nährwerttabelle oder auf der Homepage der DGE Ihren eigenen Eisenbedarf.
2. Vergleichen Sie Ihren Eisenbedarf mit dem Ihrer Eltern, mit dem von Marco (8 Jahre alt) und Kathrin (27 Jahre alt), die schwanger ist.
3. Stellen Sie mit Hilfe der Nährwerttabelle einen Kostplan zusammen, mit dem **Sie** Ihren täglichen Eisenbedarf decken können.

Suchen Sie dafür zunächst einige eisenreiche Lebensmittel aus der Nährwerttabelle heraus. Unter eisenreich versteht man Lebensmittel, die mindestens 3 mg Eisen/100 g Lebensmittel enthalten.

Folgende Kriterien soll der Plan erfüllen:

* es sollen sowohl pflanzliche als auch tierische Lebensmittel enthalten sein.
* die Portionsgrößen sollen realistisch sein.
* wählen Sie Lebensmittel, die Sie tatsächlich auch (gerne) essen.
* sowohl der Eisengehalt pro Portion Lebensmittel, als auch der Gesamteisengehalt des Kostplans soll angegeben sein.

**Gruppe B: Resorptionsfördernde und -hemmende Faktoren**

Eisen kommt sowohl in tierischen als auch pflanzlichen Lebensmitteln vor. Der beste Eisenlieferant ist rotes Fleisch. Hier liegt Eisen überwiegend gebunden in Hämoglobin oder Myoglobin in Form von Fe2+ vor (Hämeisen) und kann besser resorbiert werden als Eisen aus pflanzlichen Lebensmitteln.

Viele pflanzliche Lebensmittel enthalten zwar genügend Eisen, dieses Eisen ist aber schlechter resorbierbar. Es liegt überwiegend als Fe3+-Ionen und teilweise als Fe2+-Ionen vor, die in schwerlöslichen Eisensalzen oder Eisenkomplexen fest gebunden sind (Nicht-Hämeisen).

Außerdem befinden sich in pflanzlichen Lebensmitteln zahlreiche resorptionshemmende Substanzen, die mit Eisen feste Komplexe bilden. Zum Beispiel bindet Oxalsäure, die in Spinat und Rhabarber vorkommt, Eisen so fest an sich, dass diese Eisen-Oxalsäure-Komplexe nicht mehr gespalten werden können. Auch Gerbsäure im Kaffee und Tee vermindert die Eisen-Resorption, wenn diese Getränke zu eisenreichen Lebensmitteln verzehrt werden. Phosphate, die zum Beispiel in Cola enthalten sind, hemmen ebenso die Resorption von Eisen.

Wenn die Körperspeicher voll sind, ist die Resorptionsrate sowohl aus pflanzlichen Lebensmitteln als auch aus tierischen Lebensmitteln erniedrigt.

1. Stellen Sie tabellarisch die resorptionsfördernden und resorptionshemmenden Faktoren gegenüber.
2. Führen Sie den folgenden Versuch durch:

Geräte:

Erlenmeyerkolben, 3 Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Spatel, Tropfpipetten, Zitruspresse

Chemikalien/Materialien:

Dest. Wasser, Eisen(III)-chlorid, Zitronen- oder Orangensaft, Ascorbinsäure, Oxalsäurelösung, Eisen(II)-sulfatlösung, 3 Eisen-Teststäbchen

Vorsichtsmaßnahmen:

Eisen(III)-chlorid, Eisen(II)-sulfat, Oxalsäure

 

ätzend gesundheitsschädlich

Schutzbrille und Labormantel tragen! Atmen Sie Eisenchlorid nicht ein. Nicht in der Nähe von offenen Flammen arbeiten! Stoffe in gesondertem Behälter (Abzug) entsorgen!

Durchführung:

1. Stellen Sie im Erlenmeyerkolben ca. 25 mL einer wässrigen Eisen(III)-chloridlösung her. Geben Sie dazu eine Spatelspitze des Salzes in 25 mL Wasser.
2. Tauchen Sie ein Teststäbchen eine Sekunde in die Lösung. Schütteln Sie die Lösung dann ab, lesen Sie nach zehn Sekunden das Ergebnis ab und notieren Sie es in der Tabelle. Mit den Teststäbchen wird die Konzentration der Fe2+-Ionen gemessen.
3. Verteilen Sie die Lösung auf die beiden Reagenzgläser.
4. Geben Sie zu Reagenzglas 1 ca. 2 mL Zitronen- oder Orangensaft hinzu und schütteln Sie vorsichtig.
5. Führen Sie erneut Schritt 2 durch.
6. Zu Reagenzglas 2 geben Sie eine Spatelspitze Ascorbinsäure hinzu und schütteln vorsichtig. Führen Sie auch mit dieser Lösung Schritt 2 durch.
7. Geben Sie in Reagenzglas 3 ca. 5 mL der Eisen(II)-sulfatlösung. Dazu geben Sie 10 Tropfen der Oxalsäurelösung und schütteln vorsichtig.

Beobachtung/Messergebnisse:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Stoff** | **Beobachtung** | **Konzentration von Fe2+ [mg/L]** |
| Eisen(III)-chloridlösung |  |  |
| Eisen(III)-chloridlösung + Zitronen- oder Orangensaft |  |  |
| Eisen(III)-chloridlösung + Ascorbinsäure |  |  |
| Eisen(II)-sulfatlösung + Oxalsäurelösung |  |  |

Schlussfolgerung:

Leitfragen/Impulse:

* Eisen(III) bedeutet, dass dreiwertiges Eisen, d.h. Fe3+ vorhanden ist. Dieses wird von den Teststäbchen nicht angezeigt.
* Was bedeutet die Veränderung der Fe2+-Konzentration? Welche Wirkung zeigt der Zitronen-, bzw. Orangensaft?
* Welchen Einfluss hat die Ascorbinsäure und welchen die Oxalsäure?
* Resorbiert werden können nur gelöste Substanzen.

**Gruppe C: Aufgaben des Eisens – Wozu essen wir überhaupt eisenreiche Lebensmittel?**

**Aufgaben**

1. Lesen Sie in Ruhe und für sich alleine den folgenden Infotext und beantworten Sie die Fragen.
2. Welche Gemeinsamkeiten können Sie bei den einzelnen Aufgaben des Eisens entdecken?
3. Formulieren Sie drei Kernaussagen zu den Aufgaben des Eisens in unserem Körper.

**Aufgaben des Eisens im menschlichen Körper**

**Transport von Sauerstoff**

Eisen ist in Form von Fe2+ im Hämoglobin gebunden. Hämoglobin ist der rote Blutfarbstoff in den Erythrocyten (rote Blutkörperchen). Das Hämoglobinmolekül ist ein Protein mit 4 Untereinheiten, die jeweils eine Hämgruppe enthalten. Jede Hämgruppe hat wiederum ein Fe2+ gebunden. Dieses kann jeweils ein Sauerstoffmolekül reversibel an sich binden. Ist der Sauerstoffgehalt im Blut hoch (wie in der Lunge) wird sehr leicht Sauerstoff gebunden. Ist

Abb. 1: Häm-Gruppe Abb. 2: Erythrocyten

der Sauerstoffgehalt gering (wie z.B. im arbeitenden Muskel), wird Sauerstoff leicht wieder abgegeben. Für diese lebenswichtige Aufgabe ist der größte Teil des Eisens in unserem Körper vorgesehen, ca. 2500 mg Eisen sind in den Erythrocyten gebunden.

Rote Blutkörperchen (Erythrozyten) leben nur etwa 120 Tage. Danach werden sie von speziellen weißen Blutkörperchen besonders in der Milz, Leber und Knochenmark abgebaut. Ihr Eisen wird wiederverwertet und größtenteils ans Blut abgegeben. Dieser Recycling-Vorgang ist unbedingt notwendig, denn er betrifft 25 mg Eisen pro Tag - viel mehr als wir über die Nahrung aufnehmen könnten. Damit wird erreicht, dass trotz minimalem Angebot, schlechter Verfügbarkeit, relativ kleinen Speichern, aber großen täglichen Umsatzraten auch unter Extrembedingungen lange Zeit der Bedarf gesichert werden kann.

**Speicherung von Sauerstoff**

Myoglobin ist der Muskelfarbstoff und kommt nur in Herz- und Skelettmuskelzellen vor. Das Myoglobin-Molekül enthält ebenfalls eine Hämgruppe. Sie nimmt den vom Hämoglobin transportierten Sauerstoff auf und speichert ihn. Bei erhöhtem Bedarf kann Myoglobin den gespeicherten Sauerstoff innerhalb der Zelle zu den Mitochondrien transportieren, wo er für die Energiegewinnung benötigt wird.



**Elektronentransport zur Energiegewinnung**

Bei der "Verbrennung" von Nährstoffen in den Mitochondrien hat Eisen noch eine weitere wichtige Aufgabe: die Übertragung von Elektronen. Hier kommt es uns zugute, dass Eisen in zwei Oxidationsstufen vorkommt: Fe2+ und Fe3+. Fe3+ wird durch Aufnahme eines Elektrons zu Fe2+ reduziert. Dabei wird Energie frei, die in Form von ATP gespeichert werden kann.   
Doch auch hier liegt das Eisen nicht einfach frei vor, sondern – wer hätte es gedacht? – wiederum in einer Hämgruppe gebunden. Die Proteine, die diese Hämgruppe in den Mitochondrien gebunden haben, nennt man Cytochrome, oder auch Zellfarbstoff.

e-

Fe­­­3+ Fe2+

e-

Abb. 3: Mitochondrium

**Notierhilfe zum Galeriegang**

Gruppe A: Eisenbedarf - Welche Lebensmittel liefern uns Eisen?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Eisenbedarf:** |  |  |
| Jugendliche |  |  |
| Erwachsene |  |  |
| Schwangere |  |  |

*Notieren Sie sich sechs eisenreiche Lebensmittel mit ihrem Eisengehalt. Aus welchen Lebensmittelgruppen stammen diese Lebensmittel? Markieren Sie die entsprechenden Gruppen in der Pyramide.*

*Pflanzlich oder tierisch? Das ist hier die Frage! Auch wenn ein Lebensmittel viel Eisen enthält, bedeutet es noch nicht, dass wir auch viel von diesem Eisen resorbieren können. Begründen Sie:*

Gruppe B: Bedarfsdeckung – Resorptionsfördernde und –hemmende Faktoren

|  |  |
| --- | --- |
| **Resorptionsfördernde Faktoren** | **Resorptionshemmende Faktoren** |
|  |  |

Gruppe C: Aufgaben des Eisens – Wozu essen wir überhaupt eisenreiche Lebensmittel?

|  |  |
| --- | --- |
| **Aufgaben des Eisens** | **Mangelsymptome**  (Hinweis: erst später ausfüllen) |
|  |  |

**Aufgaben nach dem Galeriegang:**



Lösen Sie **gemeinsam** in Ihrem Team schriftlich die folgenden Aufgaben:

1. Überprüfen Sie den ausgestellten Kostplan hinsichtlich

* Eisengehalt insgesamt
* resorptionsfördernden Faktoren
* resorptionshemmenden Faktoren

1. Machen Sie eine begründete Aussage darüber, ob der Kostplan geeignet ist, Ihren Eisenbedarf zu decken. Machen Sie – falls nötig – Verbesserungsvorschläge.

1. Eisenmangel ist vor allem in Entwicklungsländern weit verbreitet. Aber auch bei uns kommt Eisenmangel häufig vor. So erreichen ca. 14 % der Männer und über 50 % der Frauen in Deutschland die empfohlene Zufuhr nicht.
2. Begründen Sie, warum gerade Frauen häufig mit Eisen unterversorgt sind.
3. Finden Sie zwei weitere Beispiele für Personengruppen, die besonders häufig von Eisenmangel betroffen sind. Begründen Sie Ihre Aussagen.
4. Leiten Sie aus den Aufgaben des Eisens mögliche Mangelerscheinungen ab und ergänzen Sie diese in der Notierhilfe.

1. Erythropoetin (EPO) ist ein Hormon, das als Wachstumsfaktor für Erythrocyten dient. Es wird verstärkt in sauerstoffarmer Umgebung gebildet, daher führen einige Sportler ein Höhentraining in den Bergen durch. Traurige Berühmtheit erlangte EPO als Doping-Mittel.

Formulieren Sie eine Empfehlung zur Eisenzufuhr für einen Sportler der seine Erythrocytenzahl mit Hilfe eines Höhentrainings verbessern möchte.



Fassen Sie den Stoff in Ihrem Lerntagebuch zusammen!

**Aufgabenkarten:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Zeit- und Lautstärkewächter**:   * Sie achten darauf, dass die vorgegebenen Zeiten zur Aufgabenerledigung eingehalten werden. * Sie geben der Gruppe Zeithinweise  (wir haben noch...). * Sie achten auf die Einhaltung der Lautstärke, damit andere Gruppen nicht gestört werden. * Sie geben Hinweise an die Gruppenmitglieder oder an die anderen Gruppen bei zu lauter Arbeitsweise. | **Materialverantwortlicher:**   * Sie beschaffen die notwendigen Materialien für die Gruppenaufgaben entsprechend der Arbeitsanweisung. * Sie verteilen das Material an die Gruppenmitglieder entsprechend Ihrer Teilaufgaben. * Sie geben Hinweise zum sorgfältigen Umgang mit den Materialien. |
| **Spion:**   * Sie dürfen bei den anderen Gruppen spionieren gehen und nachsehen, zu welchen Arbeitsergebnissen die anderen gekommen sind. * Sie sind befugt, die Lösungen auf dem Pult anzusehen. * Sie geben Ihrer Gruppe Hinweise auf andere Lösungswege. |  |