

## ***Bewertungsvorschläge***

Gemäß den Gepflogenheiten bei den Internationalen ScienceOlympiaden sollte nur die Richtigkeit der Lösung bewertet werden, nicht die Sauberkeit der Ausarbeitung und der sprachliche Ausdruck.

Die angegebenen Punktzahlen beziehen sich auf den unsererseits ausgearbeiteten Lösungsweg. Bei anderen Lösungswegen muss die Bewertung sinngemäß abgeändert werden, wobei die Gesamtpunktzahl pro Aufgabe beizubehalten ist.

***Stichtag für die Abgabe der gelösten Aufgaben der 1. IJSO-Runde für Schülerinnen und Schüler:***

***7. April 2008***

Teilen Sie bitte die Bewertungsergebnisse Ihrer Schülerinnen oder Schüler aus der ersten IJSO-Runde den zuständigen Landesbeauftragten mit. Die Kontaktdaten Ihres IJSO-Landesbeauftragten finden Sie unter [www.ijsso.info](http://www.ijsso.info) auf unserer Webseite. **Achten Sie bitte unbedingt darauf, dass Ihrer Meldung für jede Teilnehmerin und jeden Teilnehmer das Anmeldeformular vollständig ausgefüllt und unterschrieben beiliegt.** Nur so können wir sicherstellen, dass alle Schülerinnen und Schüler, die sich an der ersten Runde der IJSO beteiligt haben, von uns eine Teilnahmebestätigung erhalten.

***Stichtag für die Meldung der Ergebnisse aus der 1. IJSO-Runde an die Landesbeauftragten:***

***30. April 2008 (Poststempel)***

**Noch einmal herzlichen Dank für Ihre Unterstützung!**

<b>Aufgabe 1: Die Sonne als Energielieferant unseres Planeten</b>		<b>Punkte</b>
a) Herleitung der Formel für die Solarkonstante	(1)	2
a) Beschreibung der gewählten Versuchsanordnung für Experiment 1	(2)	1
a) Beschreibung der gewählten Messmethode für Experiment 1	(3)	1
a) Berechnung von S mit eigenen Daten aus Experiment 1	(4)	2
b) Je Grund inklusive Begründung 2 Punkte, (nur je 1 Punkt, wenn ohne Begründung)	(5)	6
b) Je Fehlerquelle 1 Punkt, maximal 2 Fehlerquellen werden gewertet	(6)	2
c) Energieproduktion man-made versus solar	(7)	2
		<b>16</b>

<b>Aufgabe 2: Mehr Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre – die Ozeane in Gefahr</b>		<b>Punkte</b>
a) Versuchsbeschreibung (1 Punkt je Experiment)	(1)	2
a) pH-Wert von kohlesäurehaltigem Mineralwasser ist niedriger und korrekt bestimmt	(2)	1
a) pH-Wert von Zitronensaft/Kräuteressig ist korrekt bestimmt	(3)	1
a) Kein Schäumen bei Zitronensaft/Kräuteressig bei Schale	(4a)	0,5
a) Schäumen bei Zitronensaft/Kräuteressig bei pulverisierter Schale	(4b)	0,5
a) Begründung: Zitronensaft/Essig sind Säuren	(5a)	1
a) Begründung: Material reagiert mit Säure unter Bildung eines Gases	(5b)	1
a) Begründung: Gas ist Kohlenstoffdioxid	(5c)	1
a) Begründung: Calciumcarbonat (Auflösung durch Säure unter CO <sub>2</sub> -Bildung)	(5d)	1
a) Begründung: Effekt durch Oberflächenvergrößerung	(5e)	1
b) Korrekte Gleichung für Teilreaktion 1 - Bildung von Hydrogencarbonat-Ionen	(6a)	1
b) Korrekte Gleichung für Teilreaktion 2 - Bildung von Carbonat-Ionen	(6b)	1
b) Korrekte Gleichung für Gesamtreaktion	(6c)	1
c) Je Beispiel 0,5 Punkte, maximal 1 Punkt	(7a)	1
c) Richtige Entscheidung: Calciumcarbonat	(7b)	1
c) Korrekte Begründung: unterschiedliche Löslichkeit in Wasser	(7c)	1
d) Korrekte Gleichung für die Bildung aus Hydrogencarbonat-Ionen	(8)	1
e) Korrekte Zuordnung mit Begründung: Bild 1 - Heilkreide, Ca-Carbonat, biogen	(9a)	1
e) Korrekte Zuordnung mit Begründung: Bild 2 - Tafelkreide, Ca-Sulfat, Kristalle	(9b)	1
e) Korrekte Zuordnung mit Begründung: Heilkreide aus Ca-Carbonat, Tafelkreide nicht	(9c)	1
e) Korrekte Reaktionsgleichung: Auflösung von Calciumcarbonat	(9d)	1
f) Lösen von Kohlenstoffdioxid aus Atmosphäre im Meerwasser	(10a)	1
f) Erniedrigung des pH-Werts von Meerwasser	(10b)	1
f) Meerwasser mit niedrigem pH greift Korallenskelette aus Calciumcarbonat an.	(10c)	1
		<b>24</b>

**Summe 40**

## Aufgabe 1: Die Sonne als Energielieferant unseres Planeten

- a) Beschreibe deinen experimentellen Aufbau und deine Messmethode in Experiment 1. Bestimme mit Hilfe deiner Messungen in Experiment 1 den Wert der Solarkonstanten.

$$\text{Hinzugefügte Energie} \quad Q = S A \Delta t = m c \Delta T \Rightarrow S = m c \Delta T / A \Delta t \quad (1)$$

dabei sind

$S$  die zu bestimmende Solarkonstante (hier eigentlich: die auf die Erdoberfläche treffende Strahlungsleistung pro  $m^2$ )

$A$  die größtmögliche Querschnittsfläche durch das Wasser, die senkrecht zu den Sonnenstrahlen steht

$m$  Masse des Wassers

$c$  spezifische Wärmekapazität des Wassers

$\Delta t$  Zeitintervall bei der Messung

$\Delta T$  Temperaturunterschied im gemessenen Zeitintervall

### Mögliches Setup: (2)

0,1 kg Kaffee in einem durchsichtigen Plastikbecher  
 Außentemperatur an einem sonnigen 3. März: 2,8 °C  
 Lege das Thermometer ins Wasser, das Gefäß in die Sonne.

Anmerkung: Es ist wichtig, eine geeignete Menge Wasser und ein geeignetes Gefäß zu wählen. Man braucht auch ein empfindliches Thermometer (z. B. ein digitales Küchenthermometer für Braten), mit dem Temperaturgradienten von etwa 0,1 K pro 5 Sekunden gemessen werden können. Ein Thermometer zur Bestimmung der Lufttemperatur (Innenraum/Außen) spricht nicht schnell genug an.

### Mögliche Messmethode: (3)

Starte die Stoppuhr, wenn das Thermometer 2,9 °C anzeigt. Es dauert 8 (danach 9/ 9/ 10) Sekunden, bis das Thermometer 3,0 (danach 3,1/ 3,2/ 3,3) anzeigt. Also etwa 0,1 K alle 10 Sekunden. Danach werden die Zeitintervalle immer länger auf Grund von Abstrahlung/Konvektion. Allmählich stellt sich dann ein Gleichgewicht ein (bei etwa 4 °C). Schätze die zur Sonne senkrecht stehende Fläche im Becher ab, d. h. die größtmögliche Querschnittsfläche durch das Wasser, die senkrecht zu den einfallenden Sonnenstrahlen steht.

### Berechnung der Solarkonstante: (4)

$$S = m \Delta T c / A \Delta t$$

$$S = \frac{0,1 \text{ kg} \cdot 0,1 \text{ K} \cdot 4185 \text{ J/kgK}}{40 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ s}}$$

$$m = 0,1 \text{ kg (Kaffee)}$$

$$c = 4185 \text{ J/kgK}$$

$$\Delta T = 0,1 \text{ K}$$

$$\Delta t = 10 \text{ s}$$

$$A = 40 \text{ cm}^2 \text{ bzw. } 40 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Das ergibt eine Größenordnung für  $S$  von etwa **1000 W/m<sup>2</sup>**.

Anmerkung: Die Zahlenwerte sind an dieser Stelle beispielhaft eingesetzt und werden mit Ausnahme von  $c$  je nach Wahl des Versuchsaufbaus variieren.

- b) Genaue Messungen der Solarkonstanten haben für  $S$  einen Wert von  $1367 \text{ W/m}^2$  ergeben. Nenne drei Gründe, warum die Strahlungsleistung der Sonne, die wir an der Erdoberfläche messen, nicht konstant ist. Gib zwei mögliche Fehlerquellen in deinem Experiment an.

**Gründe**, weshalb die an der Erdoberfläche gemessene Strahlungsleistung der Sonne nicht konstant bzw. nicht gleich der Solarkonstanten ist - und zwar unabhängig vom Einsatz optimaler Messgeräte: (5)

**Grund 1: Einfluss der Atmosphäre (Absorption und Reflexion)**

Ein Teil der Strahlung wird von der Atmosphäre absorbiert und wieder im Weltall abgestrahlt. Ein Teil der Strahlung wird direkt reflektiert. Deshalb ist die auf der Erdoberfläche ankommende Leistung nicht gleich der Solarkonstanten. (Wolken fallen in dieser Kategorie, jedoch sollen sich die Schülerinnen und Schüler differenzierter ausdrücken.)

**Grund 2: Die Sonnenstrahlen treffen nicht immer senkrecht auf die Erdoberfläche**

Dafür gibt es mehrere Begründungen:

- *Breitengrad*: die gemessene Strahlungsleistung wird mit zunehmendem Breitengrad kleiner, da der Lichteinfall nicht mehr senkrecht ist.
- *Tageszeit*: offensichtlich ist nachts bei uns die Strahlungsleistung der Sonne null. Während des Tages variiert sie in Abhängigkeit vom Einfallswinkel der Sonnenstrahlen bezogen auf die Erdoberfläche.
- *Jahreszeit*: dadurch, dass im Sommer die nördliche Halbkugel der Erde zur Sonne hin geneigt ist, treffen am nördlichen Wendekreis die Sonnenstrahlen senkrecht auf die Erdoberfläche. In dieser Jahreszeit kann dort die Energie effektiver aufgenommen werden als auf der südlichen Halbkugel.
- *Einfluss der Atmosphäre wird größer*: bei nicht senkrechtem Lichteinfall muss das Licht eine längere Strecke durch die Atmosphäre zurücklegen, wodurch der Effekt der Absorption ausgeprägter ist.

**Grund 3: Abstand von der Sonne**

- Warum ist der Abstand nicht konstant? Dieser ist in der Regel nicht gleich dem mittleren Abstand, da die Erde eine elliptische Bahn um die Sonne beschreibt; der Abstand variiert folglich mit der Jahreszeit.
- Warum ist das wichtig für die gemessene Strahlungsleistung? Die gesamte Strahlungsleistung der Sonne wird – wenn die Erde weiter entfernt ist – über eine größere Kugelfläche verteilt. Die Leistungsdichte auf dieser Kugelfläche ist deshalb geringer. Folglich steht für die Erde umso weniger Sonnenenergie zur Verfügung, je weiter die Erde von der Sonne entfernt ist.

[Anmerkung: Das Experiment wird im März/April durchgeführt. In dieser Zeit entspricht der Abstand der Erde zur Sonne etwa dem mittleren Abstand. Deshalb ist kein Einfluss auf das Experiment zu erwarten.]

**Fehlerquellen:**

(6)

- Die Messung der zum Lichteinfall senkrechten Fläche ist ungenau – eigentlich nur eine Abschätzung. Diese ist die größte Fehlerquelle.
- Die Messung der Temperatur kann ungenau sein, da die Temperaturänderung relativ klein ist.
- Wasser wird durch Konvektion/Abstrahlung abgekühlt.
- Nicht die gesamte Strahlungsenergie wird vom Wasser absorbiert: Ein Teil der Sonnenstrahlen wird reflektiert oder transmittiert. Ein Teil der Energie wird vom Gefäß absorbiert.

- c) Die durch Verbrennung von fossilen Energieträgern bzw. aus Wasser- und Kernkraftwerken usw. nutzbar gemachte Energie betrug 2005 etwa  $3,3 \times 10^{20} \text{ J}$ . Vergleiche die daraus resultierende Leistung pro Flächeneinheit mit der von der Sonne gelieferten Energie.

Leistungsdichte : Energie pro Fläche der Erde in einem Jahr (umgerechnet in Sekunden).

Für die Berechnung der Erdoberfläche wird an dieser Stelle ein mittlerer Radius von 6378 km angenommen.

$$\frac{3,3 \cdot 10^{20} \text{ J}}{4 \pi \cdot 6378^2 \cdot 10^6 \text{ m}^2} \cdot \frac{1}{365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} = 0,02 \text{ W/m}^2 \quad (7)$$

Das ist verschwindend gering im Vergleich zu der von der Sonne gelieferten Energie:  $0,02 \text{ W/m}^2$  gegenüber etwa  $1000 \text{ W/m}^2$  in einem Jahr

## Aufgabe 2: Mehr Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre – die Ozeane in Gefahr

### a) Protokolliere beide Experimente sorgfältig mit Durchführung, Beobachtungen und Deutungen.

Beschreibung der Versuchsanordnung für Experimente 2 und 3 (1)

Der pH-Wert der Wasserprobe mit Kohlensäure ist niedriger als der von der anderen Probe. (2)

Zitronensaft/Essig                      pH etwa 2 (von uns im Labor mit Indikatorpapier bestimmt) (3)

#### Beobachtungen:

Es gibt keine sichtbare Reaktion. Die Stellen der Schale oder des Gehäuses, auf die Zitronensaft bzw. Essig getropft werden, schäumen nicht. (4a)

Wiederholt man den Versuch mit dem Pulver, schäumt es dort, wo das Pulver in Berührung mit Essig oder Zitronensaft kommt. Es bilden sich an der Oberfläche kleine Gasbläschen. (4b)

#### Deutungen:

Zitronensaft bzw. Essig wirken als Säuren. (5a)

Die Muschelschalen oder Schneckengehäuse reagieren mit Säure (Schäumen, Gasbildung). (5b)

Das Gas, das sich hierbei bildet, ist Kohlenstoffdioxid. (5c)

Die Muschelschalen oder Schneckengehäuse bestehen aus Calciumcarbonat, das mit Säure unter Bildung von CO<sub>2</sub> gelöst wird. (5d)

Stoffe mit einem höheren Zerteilungsgrad (größere wirksame Oberfläche) reagieren schneller. Deshalb beobachten wir beim Pulver schon nach kurzer Zeit eine Reaktion, nicht aber bei der intakten Schale oder dem Gehäuse.

(5e)

### b) Gib die Reaktionsgleichungen (mehrstufig) für die Reaktion von Kohlenstoffdioxid mit Wasser an.



### c) Informiere dich über marine Organismen, die am Kohlenstoffkreislauf der Ozeane teilnehmen. Nenne zwei Planktonarten, die karbonatische Schutzstrukturen bilden. Entscheide, ob diese Schutzstrukturen aus Calciumcarbonat oder Calciumhydrogencarbonat gebildet werden.

Begründe deine Entscheidung.

- Arten von Foraminiferen [akzeptiert wird auch Globigerinen]
- Arten von Coccolithophorales, z. B. Coccolithus pelagicus (7a)

aus Calciumcarbonat (7b)

Begründung: Calciumcarbonat ist in Wasser schwer löslich, Calciumhydrogencarbonat hingegen gering löslich. Deshalb sind Gebilde aus Calciumcarbonat in Wasser stabiler, und folglich bieten nur diese wirksamen Schutz.

(7c)

### d) Formuliere die Reaktionsgleichung, wenn im Meerwasser aus Calcium- und Hydrogencarbonationen die Verbindung Calciumcarbonat gebildet wird.



- e) In der Apotheke wird natürliche Heilcreide angeboten. Dir selbst ist Creide wahrscheinlich vertrauter aus dem Schulunterricht. In Bild 1 und Bild 2 findest du unter dem Mikroskop vergrößerte Aufnahmen von verschiedenen Creiden. Ordne den Bildern zu, ob es sich um Heilcreide oder Tafelcreide handelt. Begründe deine Auswahl. Eine der Creideproben schäumt auf, wenn man verdünnte Säure zugibt, die andere nicht. Deute diese Beobachtung.

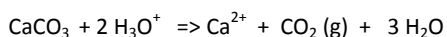
Heilcreide => Bild 1, weil *biogene* Bildung, denn hier sind *Skelettstrukturen von Organismen* (Foraminiferen) zu erkennen. Heilcreide, z.B. von den Creidefelsen von Rügen, besteht aus *Calciumcarbonat*. (9a)

Tafelcreide => Bild 2, weil *technisches Produkt*, denn hier sind *anorganisch gebildete Kristalle* erkennbar. Häufig wird Tafelcreide aus bei der Rauchgasentschwefelung gewonnenem *Calciumsulfat* (Anhydrit) hergestellt. (9b)

Die Heilcreide schäumt auf, weil sie aus *Calciumcarbonat* besteht, das mit *verdünnter Salzsäure* aufgelöst wird und sich *unter CO<sub>2</sub>-Bildung* zersetzt (Bildung von *Gasbläschen*). Das Calciumsulfat der Tafelcreide löst sich zwar in verdünnter Säure, jedoch ohne Bildung von gasförmigem Kohlenstoffdioxid. Deshalb schäumt sie auch nicht.

(9c)

Auflösung mit (starker) Säure



(9d)



Bild 1

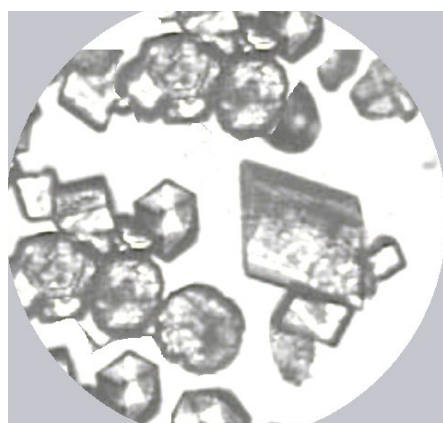


Bild 2

- f) Nutze deine Versuchsergebnisse, um einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Kohlenstoffdioxidgehalt der Atmosphäre und der Zerstörung von Korallenriffen herzustellen.

Ein Teil des Kohlenstoffdioxids aus der Atmosphäre wird in Wasser gelöst. Das geschieht auch in salzhaltigem Meerwasser. (10a)

Bei der Reaktion von Kohlenstoffdioxid mit Wasser entsteht  $\text{H}_3\text{O}^+$  (siehe Reaktionsgleichungen in Aufgabe 2b). Entsprechend sinkt der pH-Wert von Meerwasser. (10b)

Meerwasser mit einem deutlich niedrigeren pH-Wert ist in der Lage, die karbonatischen Skelette der Korallen anzugreifen. (Anmerkung: Eine weitere Bedrohung für Korallenriffe infolge des Treibhauseffekts stellen Veränderungen in den Wassertemperaturen dar. Dieser Aspekt wird in dieser Aufgabenstellung nicht weiter behandelt.)

(10c)