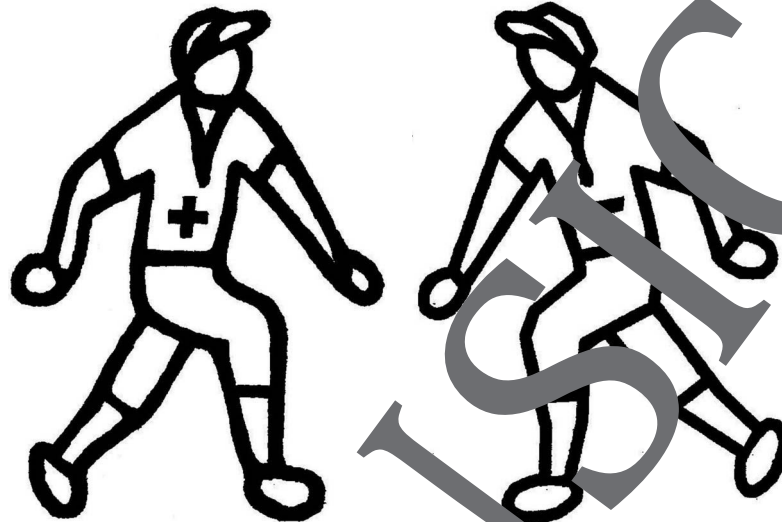


## Das Zahlenrichtungsmännchen – das Rechnen mit negativen Zahlen kindgerecht einführen

Manfred Vogel, Hiddenhausen



Das Plus-Männchen

Das Minus-Männchen

**Klasse:** 6

**Dauer:** 9 Stunden

**Inhalt:** Die negativen Zahlen kennenlernen; zwischen positiven und negativen Zahlen durch Vorzeichen unterscheiden; Erweiterung des Zahlenstrahls in den negativen Bereich; Rechenregeln für die Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division im Zahlenraum  $\mathbb{Z}$

**Ihr Plus:** ✓ Handlungsorientierte Einführung (Riesenthermometer auf dem Schulhof)  
✓ Stationenzirkel  
✓ Würfelspiel

„Zieh dich warm an! Es sind 4° unter null!“ Das hat jedes Kind schon einmal gehört und sich vielleicht gefragt: Was bedeutet „unter null“? Lassen Sie sich Ihre Schüler als Zahlenrichtungsmännchen verkleiden und auf einer Temperaturskala, die sie auf den Schulhof zeichnen, hoch- und runterlaufen. So erkennen sie, wie man mit negativen Zahlen rechnet.

Nicht nur die Temperaturunterschiede spielen in diesem Beitrag eine Rolle. Die Schüler lernen die Kelvin-Skala kennen, berechnen Tidenunterschiede in der Nordsee und begreifen, was Schulden sind. Krönender Abschluss ist ein Würfelspiel.

## Didaktisch-methodische Hinweise

Die Materialien vermitteln den Schülern

- die Erweiterung des Zahlenstrahls in den negativen Bereich,
- Rechenregeln für die Addition und Subtraktion von positiven und negativen Zahlen,
- Rechenregeln für die Multiplikation und Division im Bereich der ganzen Zahlen.

### Ablauf

Die Unterrichtseinheit beginnt mit einer Geschichte: Jana reist zum Brocken. Die Schüler lesen Wetterkarten (**M 1**) und stellen den Temperaturverlauf in verschiedenen Städten am Zahlenstrahl dar. So wird ihnen bewusst, dass es neben den natürlichen Zahlen  $\mathbb{N}$ , die sie kennen, auch andere Zahlen gibt: die negativen Zahlen. Die natürlichen Zahlen und die negativen Zahlen bilden zusammen den **Zahlenraum**  $\mathbb{Z}$ .

Gestalten Sie Ihren Unterricht **handlungsorientiert**: Gehen Sie mit Ihren Schülern nach draußen und lassen Sie sie mit Kreide ein riesiges Thermometer auf dem Schulhof zeichnen. Das Auf- und Abschreiten der Temperaturverläufe ermöglicht den Schülern einen anschaulichen Zug zu den negativen Zahlen. Durch die Einteilung in Gruppen verhindern Sie einen zu großen Andrang, da die Skala in drei etwa gleich große Abschnitte eingeteilt ist. Das Rotationsprinzip stellt sicher, dass jeder Schüler jeden Bereich des Thermometers einmal kennenlernt (**M 2**).

Das Material **M 3** greift das Riesenthema auf. Die Schüler wiederholen die Darstellung der negativen Zahlen am Zahlenstrahl. Material **M 4** dient Ihnen als Kopiervorlage für die Zahlenrichtungsmännchen. Fertigen Sie für je vier Schüler eine Kopie an (jeder Schüler benötigt 2 Männchen für „+“ und 2 Männchen für „-“).

Das spielerische Vorwärts- und Rückwärtsschreiten auf dem Schulhof reduzieren Sie in einem Abstraktionsschritt auf die Bewegung der beiden Männchen auf einem gezeichneten Zahlenstrahl (**M 5**). Anstelle der Männchen können die Schüler auch rote und blaue Mensch-ärgere-dich-nicht-Männchen verwenden. Die Schüler orientieren sich an den Beispielen und versuchen, durch Ausprobieren die Aufgaben an ihrem Zahlenstrahl zu lösen. Legen Sie bei Aufgabe 3 den Wert auf Aufgabe 3: Diese Aufgabe führt zu der Erkenntnis, dass  $-(-a) = (+a)$  gilt.

Führen Sie die Multiplikation von ganzen Zahlen anhand von Material **M 6** ein. Das Multiplizieren mit einem positiven Faktor kann als fortlaufendes Addieren definiert werden. Auch wenn die Faktoren verschiedene Vorzeichen haben, kommen die Schüler klar. Schwierig ist die Multiplikation, wenn zwei negative Faktoren miteinander multipliziert werden. Man hilft sich, indem man die Gleichung  $-(-a) = (+a)$  durch Veränderung des linken Terms in die Gleichung  $(-1) \cdot (-a) = (+a)$  überführt. Die Division im Bereich der ganzen Zahlen (**M 7**) führen Sie auf die Multiplikation zurück, indem Sie in der Gleichung  $(+a) \cdot (+b) = (+a \cdot b)$  den Faktor  $b$  durch  $\frac{1}{c}$  ersetzen. Anschließend besprechen Sie alle vier möglichen Fälle mit Ihren Schülern. Die Aufgaben dienen der Übung.

Am Ende der Unterrichtseinheit festigen die Schüler die Regeln zum Umgang mit positiven und negativen Zahlen in Form eines **Stationszirkels** (**M 8**). Dieser stellt fünf unterschiedliche Möglichkeiten vor, die negativen Zahlen anzuwenden. Die Schüler wiederholen Grundlagen und bereiten sich gezielt auf die **Lernerfolgskontrolle** (**M 9**) vor.

Das **Würfelspiel** (**Station 1**) ermöglicht Ihren Schülern, auf spielerische Weise die Rechenregeln zu vertiefen. Dass es nicht nur bei der Wettervorhersage um Temperaturunterschiede geht, zeigt **Station 2**. Lassen Sie Ihre Schüler Celsius-Grade in Kelvin-Grade umrechnen.

<b>Reihe 13</b> S 3	<b>Verlauf</b>	<b>Material</b>	<b>LEK</b>	<b>Glossar</b>	<b>Lösungen</b>
------------------------	----------------	-----------------	------------	----------------	-----------------

**Station 3** führt Ihre Schüler an die Nordsee. Die Berechnung der Tidenunterschiede zwischen Flut und Ebbe erfordert die sichere Kenntnis der Rechenregeln für negative Zahlen. Die **Zahlenrätsel (Station 4)** bieten Ihren Schülern die Möglichkeit, ihre Ergebnisse selbst zu kontrollieren. Auch im Bankenwesen spielen negative Zahlen eine entscheidende Rolle. Lassen Sie Ihre Schüler ein fiktives Konto erstellen (**Station 5**).

### Methode

Einzelarbeit oder Arbeit in Kleingruppen (Stationenzirkel).

### Bezug zu den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz

Allg. mathematische Kompetenz	Leitidee	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schüler ...	Anforderungsbereich
K 2, K 4, K 6	L 1, L 2	... leiten spielerisch und mit dem Modell „Riesenthermometer“ die Rechenregeln für das Rechnen im Zahlenraum ab,	I, III
K 1	L 1	... lernen die Analogie zwischen der Multiplikation und der Division kennen.	II
K 2, K 4, K 6	L 1, L 2	... wenden die erworbenen Erkenntnisse in Sachaufgaben an	I, III
K 6	L 1, L 2	... diskutieren und präsentieren ihre Lösungen,	III

### Abkürzungen

#### Kompetenzen

K 1 (Mathematisch argumentieren); K 2 (Probleme mathematisch lösen); K 3 (Mathematisch modellieren); K 4 (Mathematische Darstellungen verwenden); K 5 (Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen); K 6 (Kommunizieren)

#### Leitideen

L 1 (Zahl und Zahlensystem); L 2 (Maßen und Größen); L 3 (Raum und Form); L 4 (Funktionaler Zusammenhang); L 5 (Daten und Zufall)

#### Anforderungsbereiche

I Reproduzieren; II Zusammenhänge herstellen; III Verallgemeinern und Reflektieren

### Minimale Plan

Je nach Kenntnisstand der Schüler können Sie **M 1** weglassen. Beginnen Sie die Unterrichtseinheit dann mit dem Experiment auf dem Schulhof (Abschreiten von Temperaturen auf einem Riesenthermometer). Beachten Sie, dass die Materialien **M 2**, **M 3** und **M 4** eine Einheit bilden. Auch die Rechenregeln für ganze Zahlen (**M 5**, **M 6** und **M 7**) gehören zum Pflichtprogramm. Das Würfelspiel können Sie sich auch für **Vertretungsstunden** aufheben. Die übrigen Aufgaben des Stationenzirkels erledigen die Schüler bei knapper Zeit als Hausaufgabe.

## Auf einen Blick

### Einstieg: Wetterkarten lesen

Material	Thema	Stunde
M 1	<b>Jana packt ihren Koffer – Temperaturunterschiede</b> Temperaturverläufe am Zahlenstrahl darstellen	1.

### Ein Projekt auf dem Schulhof

Material	Thema	Stunde
M 2	<b>Ein Riesenthermometer – negative Zahlen kennenlernen</b> Temperaturverläufe im positiven und negativen Bereich abschreiten	2.

### Die negativen Zahlen kennenlernen

Material	Thema	Stunde
M 3	<b>Weniger als nichts – die negativen Zahlen</b> Zwischen positiven und negativen Zahlen durch Vorzeichen unterscheiden; sich die Lage der Zahlen auf dem Zahlenstrahl klarmachen	3.
M 4	<b>Das Zahlenrichtungsmännchen für positive / negative Zahlen</b> Vorlage für die Zahlenrichtungsmännchen zum Ausschneiden	

### Mit den negativen Zahlen rechnen

Material	Thema	Stunde
M 5	<b>Männchen auf Wanderschaft – Addition und Subtraktion</b> Positive und negative Zahlen mithilfe der Zahlenrichtungsmännchen addieren und subtrahieren, die Rechenregeln erkennen	4.
M 6	<b>Das kleine Einmaleins mit negativen Zahlen</b> Ganze Zahlen multiplizieren, Rechenregeln erkennen	5.
M 7	<b>Wie weit – Regeln zur Division von ganzen Zahlen</b> Regeln für die Division positiver und negativer Zahlen erlernen; die Analogie zur Multiplikation erkennen; Zahlenrätsel lösen	6.

### Stationen lernen und Klausurvorschlag

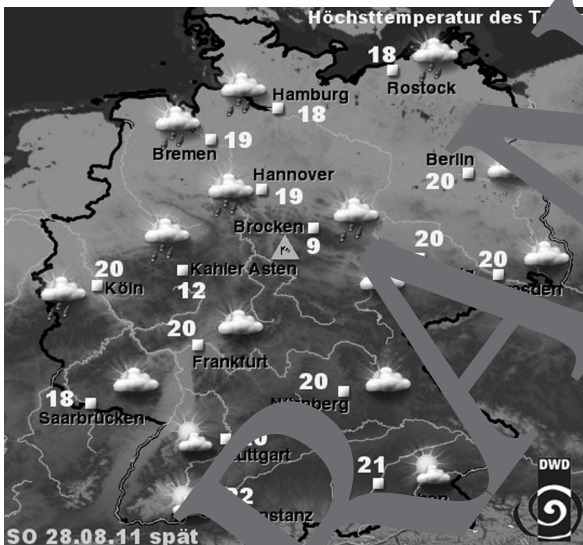
Material	Thema	Stunde
M 8 LEK	<b>Zahlenstationen – negative Zahlen erleben</b> <b>St. 1:</b> Wilde Aufzugsfahrt in Chicago; <b>St. 2:</b> Temperaturen mal nicht in Celsius – die Kelvin-Grade; <b>St. 3:</b> Die Tide bei Wangerooogee – Höhenunterschiede untersuchen; <b>St. 4:</b> Zauberhafte Zahlen – negative Zahlen in Zahlenrätseln; <b>St. 5:</b> Money, Money, Money – den Kontostand ermitteln	7.–8.
M 9 LEK	<b>Negative Zahlen – teste dein Wissen!</b> Temperaturdifferenzen; Tidenunterschiede; Zahlenrätsel	9.

Reihe 13	Verlauf	Material S 1	LEK	Glossar	Lösungen
----------	---------	-----------------	-----	---------	----------

## M 1 Jana packt ihren Koffer – Temperaturunterschiede



Sa, 27.08.11 Höchsttemperatur des Tages



So, 28.08.11 Höchsttemperatur des Tages



Mo, 29.08.11 Höchsttemperatur des Tages

**Köln, Freitag, den 26.08.11:** Jana möchte über das Wochenende ihre Freunde auf dem Brocken besuchen. Beim Packen des Koffers ermahnt die Mutter sie, auch wärmere Kleidung mitzunehmen. Aber Jana steckt lieber nur feine luftigen Sachen in den Koffer. In Köln ist es draußen schon warm: genau 19°.

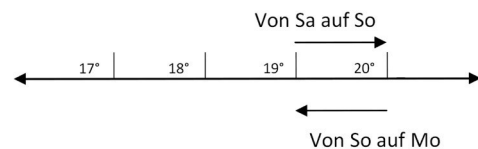
Am Freitagabend, als Jana schon im Zug sitzt, fällt die Temperatur in der Region um den Brocken um 9°. Jana hat für diesen Kälteeinbruch überhaupt keine passende Kleidung. Ist es euch nicht auch schon einmal so ergangen wie Jana?

- a) Wie viel Grad waren es vor dem Temperatursturz auf dem Brocken?  
b) Was hat Jana vergessen zu bedenken, als sie für ihre Reise auf den Brocken den Koffer gepackt hat?

Nicht nur Jana bereiten Temperaturunterschiede Schwierigkeiten. Vorausschauende Urlauber nehmen zusätzliche Kleidung mit. Informiere dich: Wie sieht es mit der Temperatur in ganz Deutschland aus?

- Zeichne für die folgenden Städte einen Zahlenstrahl, wie du ihn hier siehst. Zeichne den Temperaturverlauf von Samstag bis Montag mit grünen (Temperaturanstieg) bzw. roten (Temperaturabfall) Pfeilen ein.

**Beispiel: Temperaturverlauf in Köln:**



Erstelle einen Zahlenstrahl mit Temperaturverlauf für

- Brocken, - Konstanz,
- Hamburg, - Stuttgart,
- Berlin, - Kahler Asten,
- Hannover, - München.

<b>Reihe 13</b>	<b>Verlauf</b>	<b>Material</b> S 2	<b>LEK</b>	<b>Glossar</b>	<b>Lösungen</b>
-----------------	----------------	------------------------	------------	----------------	-----------------

## M 2 Ein Riesenthermometer – negative Zahlen kennenlernen

**Schülerversuch** ⌚ Vorbereitung: 10 min Durchführung: 35 min

### Materialien

- 1 Messlatte (Länge  $l = 1$  m)
- Tafelkreide
- Schreibmaterial

### Versuchsdurchführung

Geht gemeinsam nach draußen. Zeichnet ein Riesenthermometer auf den Schulhof, das 30 Einheiten im positiven Bereich und 20 im negativen hat.

### Tipps

- Es genügt, wenn ihr jede zweite Zahl aufschreibt. Fangt bei 0 an. Schreibt im positiven Bereich die Zahlen: 2, 4, 6, ... an die Skala und im negativen Bereich:  $-2, -4, -6, \dots$
- Zwischen den einzelnen Zahlen lasst ihr immer 20 cm Platz. Das entspricht dem Schritt eines Menschen. Hierzu benutzt ihr die Messlatte. Euer Riesenthermometer sollte 30 m lang sein.



Foto: Pixelio

Hot & Cold – das Thermometer gibt die Außentemperatur an.

### Aufgabe: Abschreiten auf dem Riesenthermometer

Teilt euch in drei Gruppen auf. Löst die Aufgaben durch Abschreiten auf dem Riesenthermometer. Schreibt die Aufgaben und ihre Lösungen in eure Hefte. Tauscht eure Gruppenkarte mit einer anderen Gruppe, bis ihr alle drei Karten einmal hattet und gelöst habt.

**Gruppe 1:** Ihr befindet euch im Bereich von  $-20^\circ$  bis  $-5^\circ$ .

- a) Wie viel Grad beträgt die Temperatur jeweils, wenn es sich von  $-20^\circ$  um  $3^\circ$ , von  $-15^\circ$  um  $4^\circ$  und von  $-12^\circ$  um  $5^\circ$  erwärmt hat?
- b) Wie viel Grad beträgt die Temperatur jeweils, wenn sie von  $-15^\circ$  um  $4^\circ$ , von  $-12^\circ$  um  $5^\circ$  und von  $-17^\circ$  um  $3^\circ$  gesunken ist?

**Gruppe 2:** Ihr befindet euch im Bereich von  $-5^\circ$  bis  $+15^\circ$ .

- a) Wie viel Grad beträgt die Temperatur jeweils, wenn es sich von  $-5^\circ$  um  $3^\circ$ , von  $0^\circ$  um  $9^\circ$  und von  $2^\circ$  um  $12^\circ$  erwärmt hat?
- b) Wie viel Grad beträgt die Temperatur jeweils, wenn sie von  $+15^\circ$  um  $4^\circ$ , von  $+12^\circ$  um  $5^\circ$  und von  $0^\circ$  um  $3^\circ$  gesunken ist?

**Gruppe 3:** Ihr befindet euch im Bereich von  $+15^\circ$  bis  $+30^\circ$ .

- a) Wie viel Grad beträgt die Temperatur jeweils, wenn es sich von  $+20^\circ$  um  $3^\circ$ , von  $+15^\circ$  um  $9^\circ$  und von  $+18^\circ$  um  $12^\circ$  erwärmt hat?
- b) Wie viel Grad beträgt die Temperatur jeweils, wenn sie von  $+20^\circ$  um  $4^\circ$ , von  $+30^\circ$  um  $5^\circ$  und von  $+17^\circ$  um  $2^\circ$  gesunken ist?

<b>Reihe 13</b>	<b>Verlauf</b>	<b>Material</b> S 3	<b>LEK</b>	<b>Glossar</b>	<b>Lösungen</b>
-----------------	----------------	------------------------	------------	----------------	-----------------

### M 3 Weniger als nichts – die negativen Zahlen

Jana ist aus dem 19 °C warmen Köln auf den um 10° kälteren Brocken gefahren. Am Montag, Janas Abreisetag, fällt die Temperatur nochmals um 1°.



Foto: Alain Carpentier, Wikipedia

#### Aufgabe 1

a) Wie kalt ist es dann?

**Tipp** Auf dem Riesenthermometer, das ihr auf den Schulhof gezeichnet habt, muss ein(e) Schüler(in) auf Skalenteil 19 starten, zunächst 10 Schritte zurückgehen und anschließend noch einmal einen.

b) Die Temperatur sinkt noch einmal, und zwar um 9°. Wie kalt ist es dann?

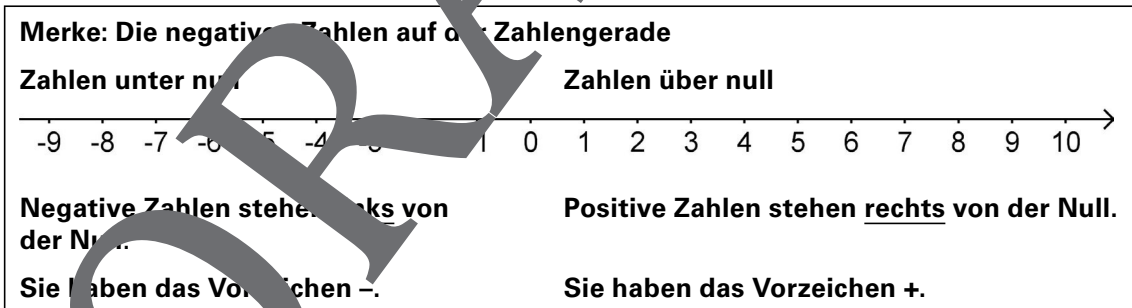
**Tipp** Der/Die Schüler(in) muss über die 0°-Marke hinaus einen Schritt nach links gehen.

Man sagt: Es ist 1° **unter null**. Solche Zahlen links von der Null nennt man **negative Zahlen**. Man schreibt ein Minuszeichen („-“) vor die Ziffer (-1). Die Klammer zeigt dir, dass das Minuszeichen hier ein Vorzeichen ist. Für positive Zahlen (rechts der Null) verwendest du ein „+“-Vorzeichen. (+2).

Bei 0 °C beginnt Wasser zu gefrieren.

#### Aufgabe 2

Die Temperatur fällt von 8° auf -11°. Um diesen Temperaturabfall zu beschreiben, hast du zwei Möglichkeiten: Du kannst weiter nach vorn in den positiven Zahlbereich schauen und rückwärtsgehen. Oder du kannst dich umdrehen, in den negativen Zahlbereich schauen und vorwärtsgehen. Wo kommst du an?



#### Aufgabe 3

Zeichne den negativen Zahlenstrahl auf ein quer gelegtes Blatt.

a) Zeichne mit rotem Stift ein, wo die einzelnen Temperaturen, die in Aufgabe 2 vorkamen, stehen. Benutze dazu die Vorzeichen +, - und die Klammern.

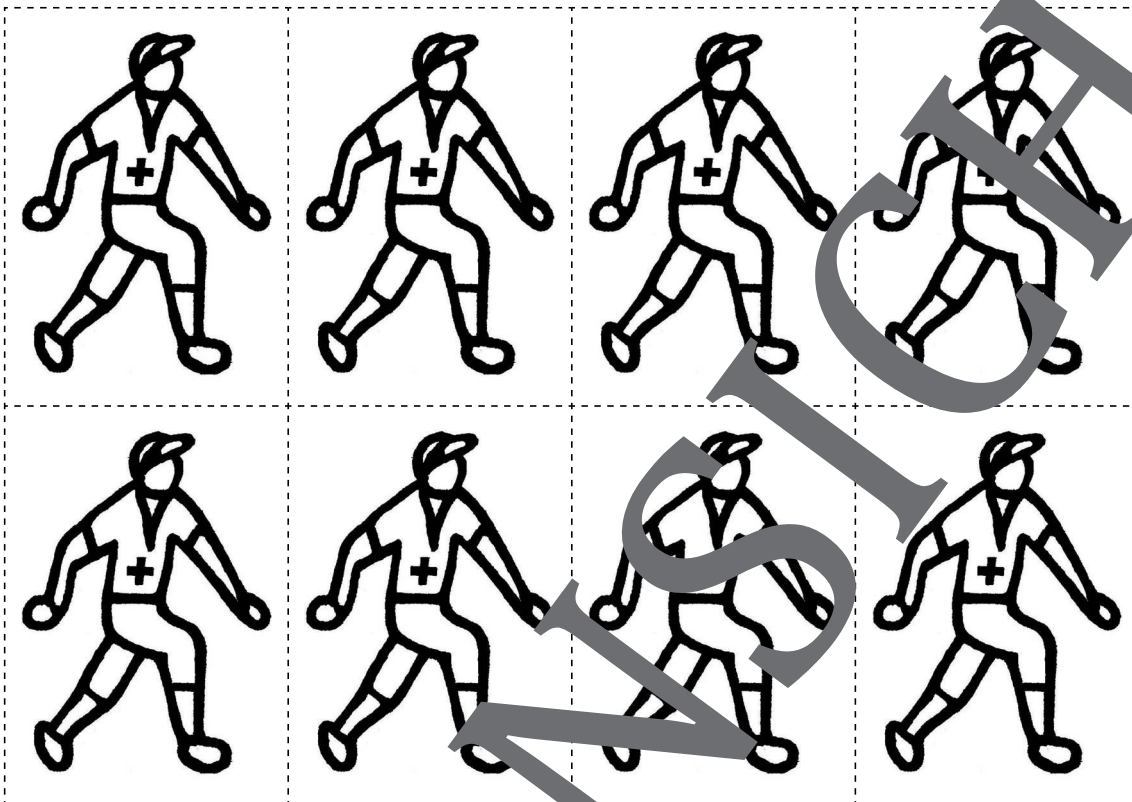
b) Fertige aus einem längeren Stück Pappe eine Skala an, die von (-20°) über 0° bis (+30°) reicht. (1 cm = 1 Grad).

c) Scheide zwei Plus-Männchen und zwei Minus-Männchen aus (M 4).

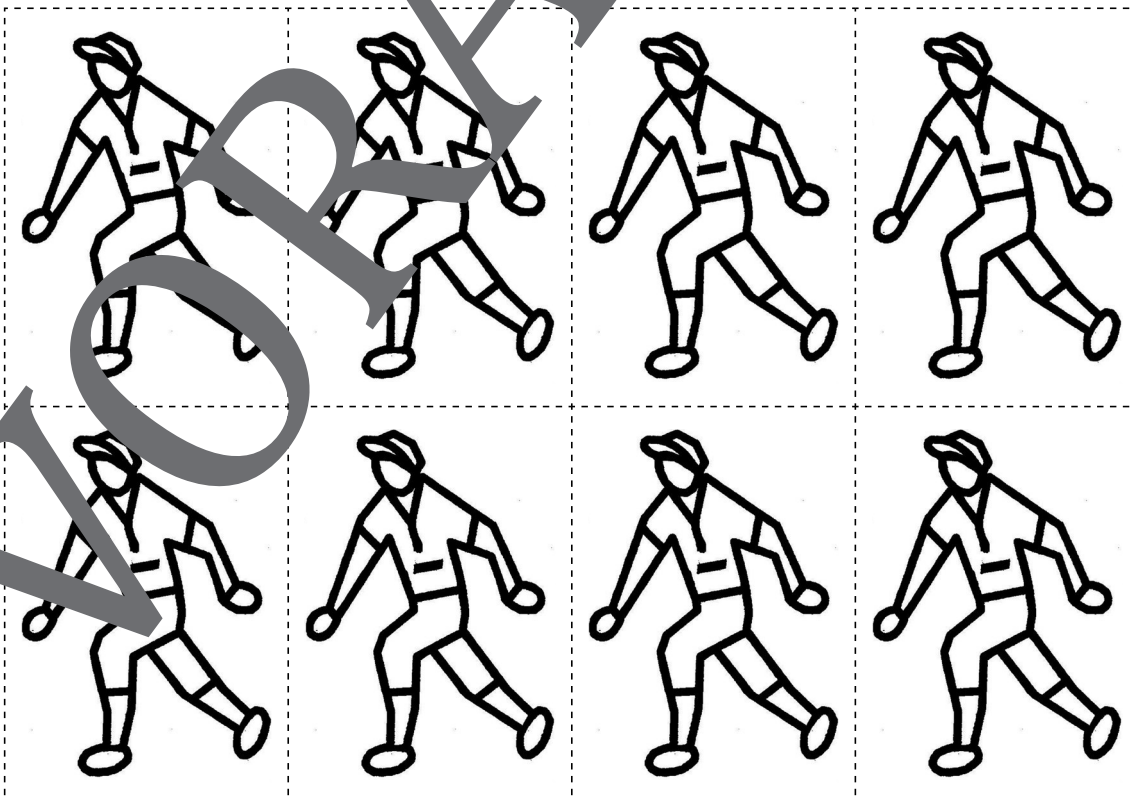
d) Überlege gemeinsam mit deinem Banknachbarn, wie ihr die Zahlenrichtungsmännchen auf der Skala einsetzen könnt, um Temperaturverläufe darzustellen. Sammelt eure Ideen und stellt sie der Klasse vor.

Reihe 13	Verlauf	Material S 4	LEK	Glossar	Lösungen
----------	---------	-----------------	-----	---------	----------

### M 4 Das Zahlenrichtungsmännchen für positive Zahlen



### Das Zahlenrichtungsmännchen für negative Zahlen





<b>Reihe 13</b>	<b>Verlauf</b>	<b>Material</b> S 5	<b>LEK</b>	<b>Glossar</b>	<b>Lösungen</b>
-----------------	----------------	------------------------	------------	----------------	-----------------

## M 5 Männchen auf Wanderschaft – Addition und Subtraktion

Bewege das „+“-Männchen bzw. das „-“-Männchen an deiner Skala entlang, um Temperaturverläufe zu beschreiben. Versuche, den Vorgang in eine mathematische Formel zu bringen.

### Regeln

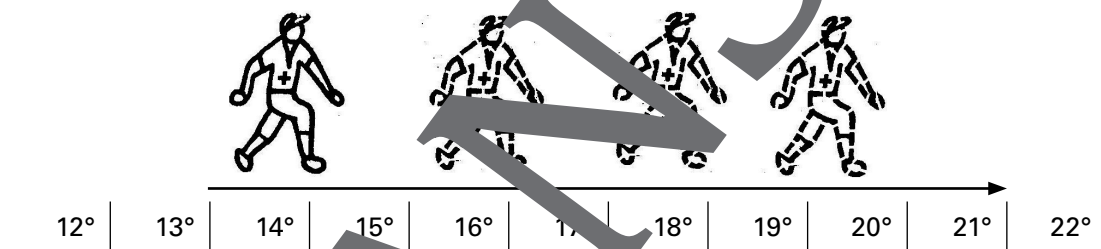
- Einen **Temperaturzuwachs** beschreibt man durch **Addition** des Zuwachses zur Ausgangstemperatur. Zwischen den Termen steht ein +. Das Plus-Männchen läuft die entsprechende Anzahl an Schritten nach rechts.
- Einen **Temperaturabfall** beschreibt man durch **Subtraktion** des Abfalls von der Ausgangstemperatur. Zwischen den Termen steht ein -. Das Minus-Männchen läuft die entsprechende Anzahl an Schritten nach links.

### Beispiele

1. Am Morgen zeigt das Thermometer  $13^\circ$  und steigt bis zum Mittag um  $8^\circ$ .

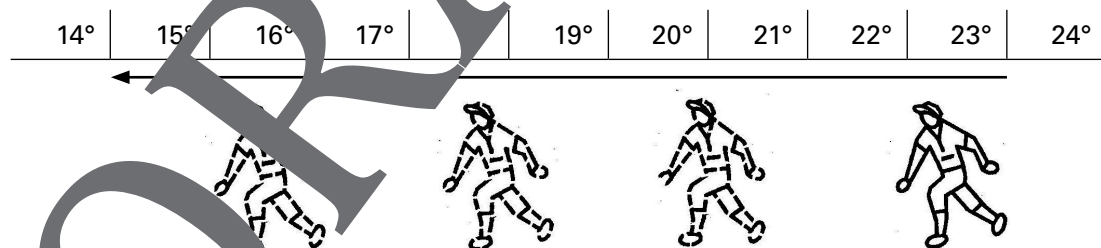
**Temperaturzuwachs:** Das Plus-Männchen steht bei  $(+13^\circ)$  und geht um  $(+8^\circ)$  vorwärts.

So sieht es aus: Das Plus-Männchen geht von  $(+13^\circ)$  zu  $(+21^\circ)$ .



2. Um 14 Uhr zeigt das Thermometer  $23^\circ$  und die Temperatur fällt zum Abend um  $9^\circ$ .

**Temperaturrückgang:** Das Minus-Männchen steht bei  $(+23^\circ)$ . Es geht um 9 Einheiten nach links.



So sieht es aus: Das Minus-Männchen geht von  $(+23^\circ)$  zu  $(+14^\circ)$ .

### Aufgaben

- Wie groß ist der Temperaturabfall von  $11^\circ$  auf  $(-2^\circ)$ ?
- Wie groß ist der Temperaturunterschied zwischen  $21^\circ$  und  $15^\circ$ ?  
 Tipp: Es gibt zwei Lösungsmöglichkeiten.
- Lasse das Minus-Männchen von  $(+5^\circ)$  ausgehend nach links wandern, erst um 4 Schritte, dann um 3, dann um 2 etc. Folgendermaßen sieht das aus:  
 a)  $(+5^\circ) - (+4^\circ) = \underline{\quad}$     b)  $(+5^\circ) - (+3^\circ) = \underline{\quad}$     c)  $(+5^\circ) - (+2^\circ) = \underline{\quad}$   
 Tu dies, bis du die Zahl  $(-3^\circ)$  abziehst. Was fällt dir auf?

<b>Reihe 13</b>	<b>Verlauf</b>	<b>Material</b> S 6	<b>LEK</b>	<b>Glossar</b>	<b>Lösungen</b>
-----------------	----------------	------------------------	------------	----------------	-----------------

## M 6 Das Einmaleins – Multiplikation mit negativen Zahlen

### Zur Erinnerung

Das Multiplizieren ist nichts anderes als das mehrfache Addieren der gleichen Zahl, des **Multiplikanden**. Die Zahl, die angibt, wie oft man diesen Multiplikanden addieren soll, nennt man den **Multiplikator**. Da man beide vertauschen kann, ohne dass sich das Ergebnis (das Produkt) ändert, verzichtet man gern auf diese Bezeichnungen und nennt beide einfach **Faktoren**.



Foto: Pixelio

Auch mit Keksen kann man multiplizieren.

**Die Multiplikation im Zahlenraum  $\mathbb{Z}$ , der auch die negativen Zahlen umfasst**

**Fall 1: Zwei positive Faktoren:  $(+4) \cdot (+10) \text{ €} = 40 \text{ €}$**

Beispiel: Ihr erhaltet 4-mal im Monat 10 € Taschengeld. Das ergibt 40 €.

Da ihr etwas bekommt und nicht abgeben müsst, ist das Ergebnis positiv.

**Fall 2: Ein positiver und ein negativer Faktor:  $(+7) \cdot (-3^\circ) = (-21^\circ)$**

Beispiel: Würde die Temperatur an jedem Tag um  $-3^\circ$  sinken, dann wäre sie nach 7 Tagen um  $(+7) \cdot (-3^\circ)$ , also um  $(-21^\circ)$  gesunken.

Beispiel: Ihr habt 4 € Schulden bei eurem großen Bruder. Auf dem Zahlenstrahl entspricht dies der Zahl  $(-4)$ . Ihr leihet euch in den nächsten 3 Wochen 4 € pro Woche. Insgesamt habt ihr dann  $(+4) \cdot (-4) \text{ €} = -16 \text{ €}$ , also 16 € Schulden.

**Fall 3: Zwei negative Faktoren:  $(-4) \cdot (-5) = 20$**

### Merke

- Ein Produkt ist **positiv**, wenn entweder beide Faktoren positiv oder beide Faktoren negativ sind, d.h. das gleiche Vorzeichen haben:  
 $(+a) \cdot (+b) = +a \cdot b$  bzw.  $(-a) \cdot (-b) = +a \cdot b$ .
- Ein Produkt ist **negativ**, wenn ein Faktor negativ, der andere positiv ist:  
 $(+a) \cdot (-b) = -a \cdot b$  bzw.  $(-a) \cdot (+b) = -a \cdot b$ , da man die Faktoren vertauschen darf.
- $-(-a) = +a$  oder umgeschrieben  $-(-a) = (-1) \cdot (-a) = +a$

### Aufgaben

1. Wiederhole die Ergebnisse der letzten Stunde:

$(-a) + (+b) = \underline{\hspace{2cm}}$        $(+a) + (-b) = \underline{\hspace{2cm}}$

$(+a) - (+b) = \underline{\hspace{2cm}}$        $(+a) - (-b) = \underline{\hspace{2cm}}$

2. Berechne:

a)  $(-3) \cdot (+4)$       d)  $(-12) \cdot (+3)$

b)  $(+6) \cdot (+8)$       e)  $(+7) \cdot (-8)$

c)  $(-4) \cdot (-2)$

<b>Reihe 13</b>	<b>Verlauf</b>	<b>Material</b> S 7	<b>LEK</b>	<b>Glossar</b>	<b>Lösungen</b>
-----------------	----------------	------------------------	------------	----------------	-----------------

## M 7 Entzweit – Regeln zur Division von ganzen Zahlen

### Zur Erinnerung

Teilt man die Vollkugel durch 2, dann erhält man 2 Hälften:

$$1 : 2 = \frac{1}{2}$$

### Wie sieht das bei negativen Zahlen aus?

Wie bei der Multiplikation gibt es bei der Division mehrere Fälle. Ausgehend von

$(+a) \cdot (+b) = + (a \cdot b)$  ersetzen wir den

Faktor b durch  $\frac{1}{c}$ .

**Fall 1:**  $(+a) \cdot \left(\frac{1}{c}\right) = + a \cdot \frac{1}{c} = + \frac{a}{c}$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{+a}{+c}\right) = \left(\frac{+a}{c}\right)$$

**Fall 2:**  $(+a) \cdot \left(\frac{-1}{c}\right) = (-a) \cdot \frac{1}{c} = \left(\frac{-a}{c}\right)$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{+a}{-c}\right) = \left(\frac{-a}{c}\right)$$

**Fall 3:**  $(-a) \cdot \left(\frac{1}{c}\right) = (-a) \cdot \frac{1}{c} = \left(\frac{-a}{c}\right)$

$$\Leftrightarrow \frac{-a}{+c} = \left(\frac{-a}{c}\right)$$

**Fall 4:**  $(-a) \cdot \left(\frac{-1}{c}\right) = (+a) \cdot \frac{1}{c} = \left(\frac{+a}{c}\right)$

$$\Leftrightarrow \frac{-a}{-c} = \left(\frac{+a}{c}\right)$$



Eine Kugel entzweit – Monument

Foto: Pixelio

### Aufgaben

1. Berechne die Kästchen auf der rechten Seite.

$$(+15) + (-17) + (-14) + (+23) = \square$$

**Tipp** Punkt- (•, :) vor Strichrechnung!

$$+ \quad + \quad + \quad - \quad +$$

2. Berechne. Schreibe die Ergebnisse in dein Heft.

$$(+10) + (+18) + (-12) - (-11) = \square$$

a)  $(-8) + (+12) - (-13) = \square$

$$\square + \square + \square + \square = \square$$

b)  $(+17) - (-10) + (-14) : (+2) = \square$

c)  $(+15) \cdot (-3) + (-10) : (-8) = \square$

$$(+16) : (+4) - (-20) = \square$$

d)  $(-20) : (+4) - (+8) \cdot (-3) = \square$

$$: \quad + \quad + \quad +$$

3. Anja leiht sich 4 Wochen lang jedes Wochenende 10 € von ihrer Mutter. Am Ende des Monats bekommt sie 35 € Taschengeld.

$$(-2) + (-2) \cdot (+6) = \square$$

Wie viel Geld hat Anja, nachdem sie ihre Schulden beglichen hat? Stelle dazu eine Rechnung auf.

$$+ \quad + \quad + \quad +$$

$$(+12) - (+16) - (-1) = \square$$

$$= \quad = \quad = \quad =$$

$$\square + \square + \square = \square$$

## M 8 Zahlenstationen – negative Zahlen erleben

### Station 1: Wilde Aufzugsfahrt in Chicago

Der **Willis Tower/Chicago** ist der derzeit höchste Wolkenkratzer in den Vereinigten Staaten. Er ist 442 m hoch und hat 108 Etagen.

#### Materialien pro Gruppe

- 2 verschiedenfarbige Würfel (rot/blau)
- 1 weißer Würfel, der beklebt wird
- 1 Spielplan; blaue und rote Aufkleber
- pro Spieler 1 Spielfigur (verschiedene Farben)
- 1 Blatt Papier oder euer Heft

#### Vorbereitung

Bildet 6 Gruppen. Auf den weißen Würfel klebt jede Gruppe Aufkleber, und zwar blaue auf die Felder mit den Augen 1, 5 und 6 und rote auf die übrigen Felder.

Der blaue Würfel (= **Minus-Würfel**) zeigt Augen, die ihr mit dem Vorzeichen „-“ versehen, der weiße Würfel (= **Plus-Würfel**) Augen, die das Vorzeichen „+“ bekommen. Der dritte Würfel steht für den **Operator**. Liegt der blaue Aufkleber oben, dann ist der Operator ein „-“, beim roten Aufkleber ein „+“.

#### So geht's

##### Beginn:

Alle Spieler setzen ihre Spielfigur auf die 0 (Erdgeschoss). Der jüngste Spieler beginnt.

**Ziel:** Gewonnen hat wer am Ende das höchste Stockwerk erreicht. Das Stockwerk müsst ihr genau treffen. Würfelt ihr eine höhere Augenzahl als nötig, dann gilt dieser Wurf nicht. Der nächste Spieler ist an der Reihe.

**Verlauf:** Ihr werft mit allen drei Würfeln gleichzeitig und bildet möglichst geschickt Terme. Um den Wert des entstandenen Terms zieht ihr nach oben oder nach unten.

Beispiel:

Plus-Würfel:  6

Minus-Würfel:  -2

Operator: blauer Aufkleber, d.h. „-“  $\rightarrow (+6) - (-2) = (+8)$

$\rightarrow$  Ihr zieht mit eurer Spielfigur um 8 Felder nach oben.

**Tipp**  $(-2) - (+6) = (-8)$  wäre auch denkbar, würde aber 8 Schritte nach unten führen.

Schreibt den Zug als Rechnung in euer Heft.

Dann ist der nächste Spieler an der Reihe.

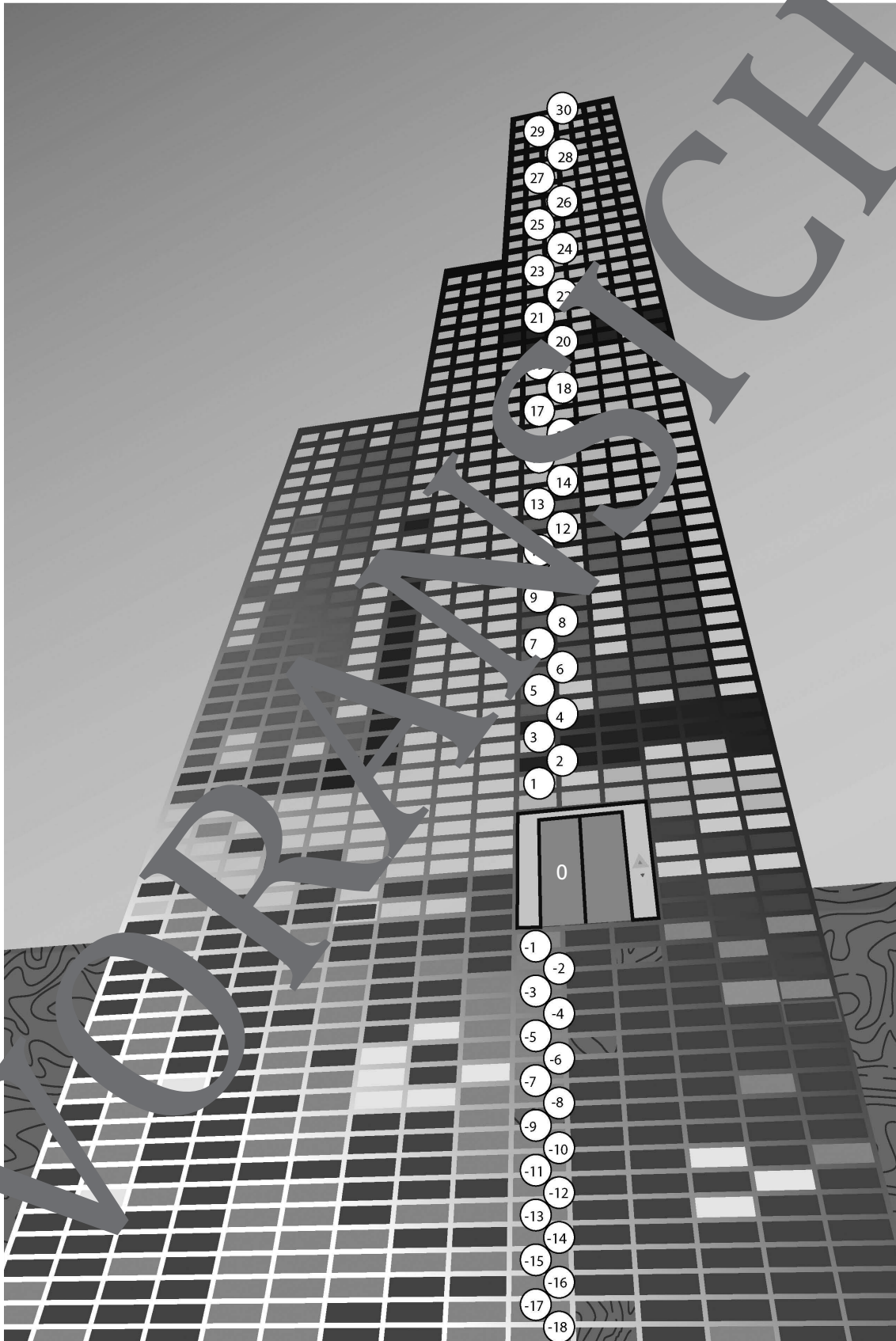


Willis Tower

Foto: Wikipedia, Daj12192

Reihe 13	Verlauf	Material S 9	LEK	Glossar	Lösungen
----------	---------	-----------------	-----	---------	----------

## Wilde Aufzugsfahrt in Chicago (Spielplan)



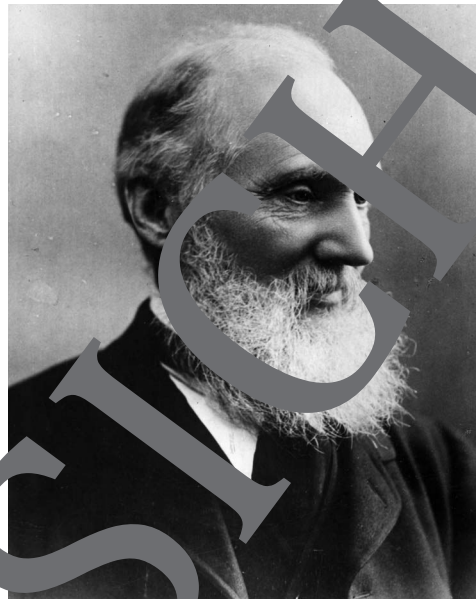
Willis Tower

Foto: Wikipedia, Daj12192

## Station 2: Temperaturen mal nicht in Celsius – die Kelvin-Grade

Zwar kann man die Temperatur von Körpern theoretisch immer weiter erhöhen. Die Kerntemperatur der Sonne (etwa  $15\,000\,000^\circ\text{C}$ ) ist nämlich noch nicht die höchste denkbare Temperatur. Doch umgekehrt lässt sich die Temperatur nicht beliebig tief senken. Bereits Sir William Kelvin of Largs (1824–1907) erkannte, dass es **einen tiefsten Punkt der Temperaturskala** geben muss, bei dem alle Stoffe fest sind. Diese tiefste Temperatur liegt bei  $-273,15^\circ\text{C}$ .

Um bei sehr tiefen Temperaturen nicht dauernd mit Minusgraden rechnen zu müssen, hat man diesen tiefsten Punkt der Temperaturskala – den adligen Naturforscher ehrend – mit **0 Kelvin** (0 K) bezeichnet. So lassen sich alle Temperaturen in positive Kelvin-Grade umrechnen, was vor allem in Wissenschaft und Technik Bedeutung hat.



Lord William Kelvin of Largs (1824–1907)

© Bettmann / CORBIS

### Beispiel

Der Schmelzpunkt von reinem Eisen liegt bei  $1540^\circ\text{C}$  (bei  $1013,25\text{ hPa}$ ). Berechne, welcher Gradzahl dieser Punkt auf der Kelvin-Skala entspricht. Rechne mit dem gerundeten Wert von  $-273^\circ\text{C}$ .

Lösung:

$$1540^\circ\text{C} - (-273^\circ\text{C}) = 1540^\circ\text{C} + 273^\circ\text{C} = 1813\text{ K}$$

### Aufgabe 1

Wandle die Schmelztemperaturen der folgenden Metalle in Kelvin-Grade um:

Platin:  $1773^\circ\text{C}$       Gold:  $1063^\circ\text{C}$       Silber:  $961^\circ\text{C}$

Kupfer:  $1083^\circ\text{C}$       Zinn:  $232^\circ\text{C}$       Blei:  $327^\circ\text{C}$

Quecksilber:  $-39^\circ\text{C}$

**Tip:** Rechne mit dem gerundeten Wert von  $-273^\circ\text{C}$ .

### Aufgabe 2

Legierungen entstehen, wenn man verschiedene Metalle im geschmolzenen Zustand miteinander mischt. Dadurch ändern sich die Eigenschaften dieser Stoffe, so auch ihre Schmelzpunkte. Wandle die Celsius-Grade in Kelvin-Grade um.

- Bronze (Kupfer-Zinn-Legierung):  $\approx 800^\circ\text{C}$
- Lot (62 Teile Zinn, 38 Teile Blei):  $183^\circ\text{C}$

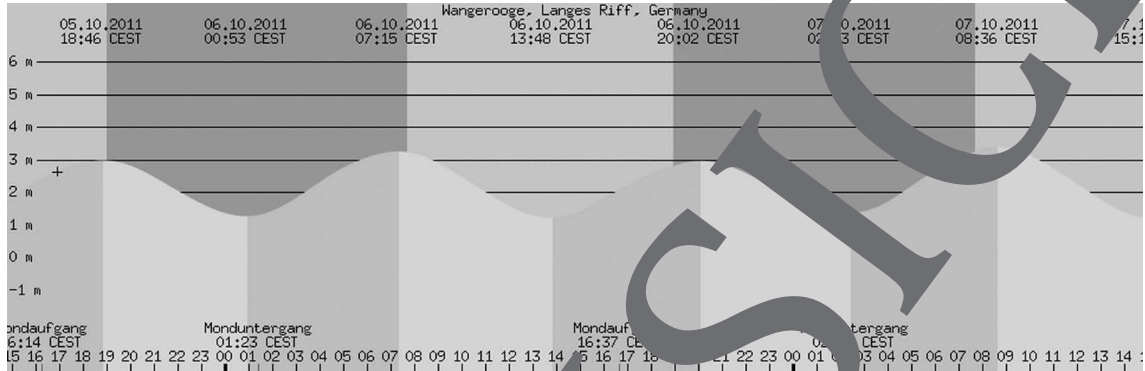


Auguste Rodin: Die Bürger von Callais

Musée Rodin, Bronzeplastik, Basel, Kunstmuseum, Guss 1943, Aufstellung 1948

### Station 3: Die Tide bei Wangerooge – Höhenunterschiede untersuchen

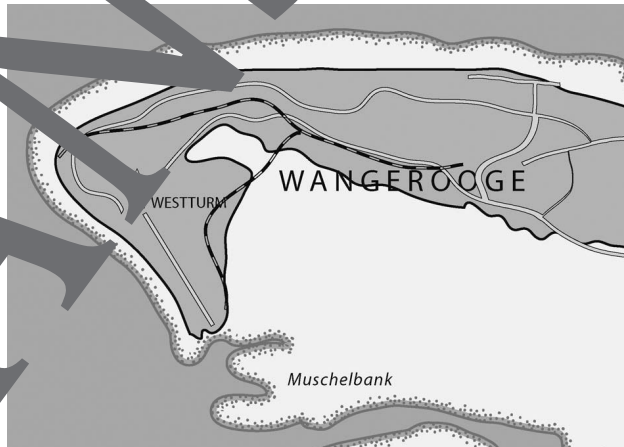
Als Tide (Gezeitenhub) bezeichnet man den Unterschied zwischen dem Hochwasser (bei Flut) und dem Niedrigwasser (bei Ebbe). Die Tide beträgt um Wangerooge herum normalerweise genau 3 m. Auf den Seekarten ist die mittlere Wasserhöhe zwischen Niedrig- und Hochwasser angegeben. Der Seewetterbericht gibt täglich an, um wie viel Dezimeter das Hochwasser bzw. das Niedrigwasser von den normalen Wasserständen abweicht.



#### Aufgabe 1

Südlich von Wangerooge ist auf einer Seekarte eine Sandbank von 0,2 m Höhe über dem Meeresgrund eingezeichnet.

Kann eine Yacht (Tiefgang: 1,8 m) bei Hochwasser über diese Sandbank segeln, wenn der Seewetterbericht einen Wasserstand von 3 dm unter dem normalen Hochwasser angesagt hat?



Seekarte von Wangerooge

#### Aufgabe 2

Ein Krabbenfischer will seinen Kutter auf der ebenen Sandbank bei Niedrigwasser treiben lassen, um die Schraube zu reparieren. Der Seewetterbericht meldet einen Niedrigwasserstand von 4 dm über normal.

Kann der Fischer die Reparatur durchführen?



Krabbenkutter im Hafen

Foto: Pixelio

## Station 4: Zauberhafte Zahlen – negative Zahlen in Zahlenrätseln

Denke stets daran, dass Punktrechnung vor Strichrechnung geht!

### Aufgabe 1

(+16)	•	(-4)	-	(+12)	=	
	•			•		+
(+2)	-	(+4)	+	(+8)	=	
	-		+			+
(+12)	•	(+10)	+	(+30)	=	
	=		=		=	
	+		+		=	

### Aufgabe 2

(+64)	:	(-4)	-	(-12)	•	(+8)	=	
	+		+			•		
(-28)	:	(+2)	+	(-6)	•	(-5)	=	
	+		-		+		-	+
(+10)	+	(-28)	+	(+44)	+	(-22)	=	
	=		=		=		=	
	+		+		=			

### Aufgabe 3

Rechne die folgenden Terme aus. Benutze, wenn notwendig, zusätzlich eckige Klammern.

- Addiere (-39) und (+69) und multipliziere die Differenz von (+19) und (+11).
- Subtrahiere von dem Dreifachen von (+18) die Hälfte von (-108).



## Station 5 Money, Money, Money – den Kontostand ermitteln

Vielleicht hast du es auch schon gehört: Europa steckt tief in einer Schuldenkrise. Was bedeutet das Wort „Schulden“?

Zahlst du Geld auf ein Girokonto ein oder erhältst Geld von deinen Eltern durch eine Überweisung, so nennt man das **Zugang**. Die Bank verbucht diesen Zugang auf der **Haben-Seite** des Kontos. Hebst du dagegen Geld von deinem Konto ab oder überweist du eine bestimmte Summe auf ein anderes Konto, dann steht vor diesem Geldbetrag ein Minus. Der Geldabgang steht auf der **Soll-Seite** deines Kontos. Geht mehr Geld von deinem Konto ab, als du auf ihn einlegt, so rutscht dein Kontostand in den negativen Bereich. Dein Konto ist überzogen. Du hast bei der Bank **Schulden**. Diesen Fall solltest du möglichst vermeiden.

### Aufgabe

Stelle ein fiktives Konto. Welche Gelder könnten auf das Konto kommen und wofür könntest du Geld ausgeben?

#### Tipps

- Taschengeld, Arbeitslohn
- Kleidung, Kino etc.

Stelle entsprechende Rechnungen auf. Gib an, ob du am Ende noch Geld auf dem Konto hast oder ob du dein Konto überzogen hast.



Bargeld versus Spargbuch

Foto: Pixelio



<b>Reihe 13</b>	<b>Verlauf</b>	<b>Material</b> S 13	<b>LEK</b>	<b>Glossar</b>	<b>Lösungen</b>
-----------------	----------------	-------------------------	------------	----------------	-----------------

## M 9 Negative Zahlen – teste dein Wissen!

Name: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

Note: \_\_\_\_\_

1. a) Berechne die Temperaturdifferenz zwischen Schmelzpunkt und Siedepunkt bei

Quecksilber: Schmelzpunkt:  $-39^{\circ}\text{C}$ , Siedepunkt:  $+357^{\circ}\text{C}$

Ethanol: Schmelzpunkt:  $-114^{\circ}\text{C}$ , Siedepunkt:  $+78^{\circ}\text{C}$

Ammoniak (ein Kältemittel): Schmelzpunkt:  $-78^{\circ}\text{C}$ , Siedepunkt:  $-33^{\circ}\text{C}$

b) Rechne die Temperaturen aus Aufgabe 1 in Kelvin um. [ $0\text{ K} = -273^{\circ}\text{C}$ ]

2. Der Gezeitenhub (die Tide) bei St. Malo in der Bretagne beträgt rund  $10\text{ m}$ . Berechne das Mittelwasser (die mittlere Wasserhöhe) und beantworte die folgenden Fragen (mit Berechnung):

Auf einer Seekarte ist eine Sandbank vor St. Malo mit  $6,5\text{ m}$  Höhe über dem Meeresboden angegeben.

a) Der Seewetterbericht sagt voraus, dass der Wasserstand vor St. Malo bei Niedrigwasser  $4\text{ dm}$  über dem normalen Wert liegen wird. Kann eine Yacht von  $1,65\text{ m}$  Tiefgang diesen flachen Bereich bei Niedrigwasser überqueren?

b) Ein Schiff hat einen Tiefgang von  $11\text{ m}$ . Der Seewetterbericht sagte voraus, dass das Hochwasser vor St. Malo  $2\text{ dm}$  unter dem normalen Wert liegen wird. Kann das Schiff bei Hochwasser den flachen Bereich überqueren?

3. Berechne die offenen Felder. Notiere alle Rechenrechnungen in der Schreibweise mit negativen und positiven Zahlen.

a) Löse die Zahlenrätsel. Fülle dazu die Leertafel aus.

$(+24)$	$\cdot$	$(-11)$	$=$	$(-84)$	$+$	$(+144)$	$:$	$(+6)$	$=$	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
$(-2)$	$\cdot$	$(-16)$	$\cdot$	$(+14)$	$+$	$(+41)$	$=$			
$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$
	+		+		+		+		$=$	

b)

$(-29)$	$+$	$(+9)$	$+$	$(-13)$	$\cdot$	$(+13)$	$+$	$(+169)$	$+$	$(-13)$	$\cdot$	$(+20)$	$-$	$(+1)$	$=$	
																$:(+2)$
	+	.	.	+	:	-	.	-	-							
$(+87)$	$+$	$(+13)$	$+$	$(-19)$	$+$	$(+27)$	$+$	$(+13)$	$+$	$(+16)$	$+$	$(+1)$	$+$	$(+22)$	$=$	
$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$
	+		+		+		+		+		+		+		$=$	

# Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



## Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über  
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch  
SSL-Verschlüsselung

**Mehr unter: [www.raabe.de](http://www.raabe.de)**