

INHALT

Das fängt ja gut an ...	6	Quarz	47
Mit Steinen Feuer machen	8	Glas	49
Gewusst wie ...	10	Mineralien bestimmen	52
Fast so hart wie Stahl	12	Suche nach Edelsteinen	56
Wie entsteht Feuerstein?	13	Mineralien und Energie	58
Bausteine der Welt	14	Dynamo	59
Bunte Steine	16	Metalle	60
Farben aus der Natur	18	Saddis Spuren und die Legende	70
Mit Steinen malen	20	Goldene Tiere	73
Entdecker der Lascaux-Höhle	21	Das Familiengeheimnis	74
Pigmente	22	Versteinerte Tiere	76
Talksteinbruch	25	Noch mehr Schätze	79
Speckstein	26	Selbst entdecken	80
Eine neue Spur	28	Buchdruck	82
Nicht verwechseln	29	Fließender Strom	83
Grafit	33	Kupfer und Magnetit	84
Ein super Schmiermittel	34	Morseapparat	85
In der Grafitmine	36	Telefon	86
Harte Arbeit	38	Wertvolle Mineralien	87
Ton und Porzellan	40	Silizium	88
Ton	42	Kristalle züchten	90
Porzellan	44	Übersicht der Mineralien	92

DAS FÄNGT JA GUT AN ...

„Schaut mal, steht da unten nicht Miguel beim Fischen?“, fragte die Mutter und lenkte das Wohnmobil auf einen kieseligen Felsvorsprung. Alle vier sprangen aus dem Wagen und liefen zum Meer hinunter, um Miguel zu begrüßen. Doch kaum hatten sie den Strand erreicht, hörten sie den Vater hinter sich rufen: „Ah, Mist, mein Fuß, ich bin umgeknickt!“ Mit schmerzverzerrtem Gesicht setzte er sich auf den Boden. „Oh je, das schwillt ja wahnsinnig schnell an! Ich muss dich zum Arzt bringen! Aber wie? Der Camper ist viel zu groß für die schmalen Strassen der Altstadt.“

„Mein Sohn kann euch zum Arzt bringen“, rief Miguel, der herbeigeeilt kam. „Die Kinder könnten hier bei mir bleiben. Ich bin sowieso am Strand, falls sie etwas brauchen.“ „Mama, das ist doch eine gute Idee. Ich bin alt genug, um mit Sophie allein zu bleiben“, schlug der fünfzehnjährige Tom vor. „Klar“, versicherte auch seine fünf Jahre jüngere Schwester augenzwinkernd. „Ich pass schon auf Tom auf!“ „Toll ihr zwei, ich rufe euch an, sobald es was Neues gibt. Spielt also die Akkus eurer Handys nicht leer!“, mahnte sie die Geschwister. „Das fängt ja gut an!“



MIT STEINEN FEUER MACHEN

Na super, was sollen wir denn jetzt machen, wenn wir weder zocken noch chatten noch irgendetwas hören können?“, fragte Tom, als die Eltern weg waren.

Sophie wühlte ratlos mit dem Fuß in den Steinen am Boden. „Lass uns erstmal ein paar Eier und Speck zum Frühstück braten, dann überlegen wir weiter.“

„Gute Idee“, stimmte Tom zu. „Die Küche können wir aber nicht benutzen, das Gas ist noch nicht angeschlossen. Wir nehmen den Campingkocher.“

Er begann, Gaskocher, Pfanne, Eier und alles weitere zum

Kochen vorzubereiten. Doch als er mit einem Feuerzeug das Gas entzünden wollte, drückte er vergebens auf den Schalter.

„Oh, Mist! Haben wir noch ein anderes Feuerzeug?“



„Ja, hier – mit Rädchen“, sagte Sophie. Doch als sie dieses drehte, kam nur eine kleine Staubwolke hervor. „Seltsam - ich dachte da wären Feuersteine drin. Na ja, fragen wir Miguel, ob er Feuer hat.“ Und so liefen die Kinder wieder zum Strand hinunter. Große Felsbrocken bildeten kleine Landzungen und auf einer saß Miguel und angelte.

Tom balancierte vorsichtig auf die Felsbrocken hinaus und rief: „Äh, sorry, äh – hast du vielleicht Feuer?“

Miguel schüttelte den Kopf, machte Tom aber ein Zeichen, zum Camper zu gehen. Er steckte seine Angel zwischen den Felsen fest und balancierte dann, mit der Leichtigkeit eines Seiltänzers, über die Klippen, während Tom nur mit Mühe sein Gleichgewicht halten konnte, um nicht ins Wasser zu rutschen.

Auf dem Weg am Strand entlang hielt Miguel den Blick auf den Boden geheftet. Bald bückte er sich und hob eine kartoffelähnliche Knolle auf.

„Das ist Markasit“, sagte er und hielt Tom und Sophie den seltsamen Stein hin. Dann blickte er sich weiter um und wählte zielstrebig einige der vielen Feuersteine, die im Sand lagen.

Am Camper angekommen, kniete Miguel sich hin, hielt einen Augenblick inne, um die Windrichtung zu prüfen und öffnete das Ventil der Gaskartusche. Dann nahm er je einen der gesammelten Steine und erzeugte, mit zwei gekonnten Schlägen, Funken,



die das Gas zum Brennen brachten. Sophie stellte erleichtert die Pfanne auf die Halterung. „Wow, vielen Dank“, sagte Tom mit einem bewundernden Nicken.



Funkenflug

Oft liest man, dass zum Feuermachen, zwei Feuersteine gegeneinander geschlagen werden müssen. Es sind aber die Späne von Markasit oder auch Pyrit (Mineralien aus Schwefel und Eisen), die sich durch einen streichenden Hieb gegen den Feuerstein lösen und aufglühen.

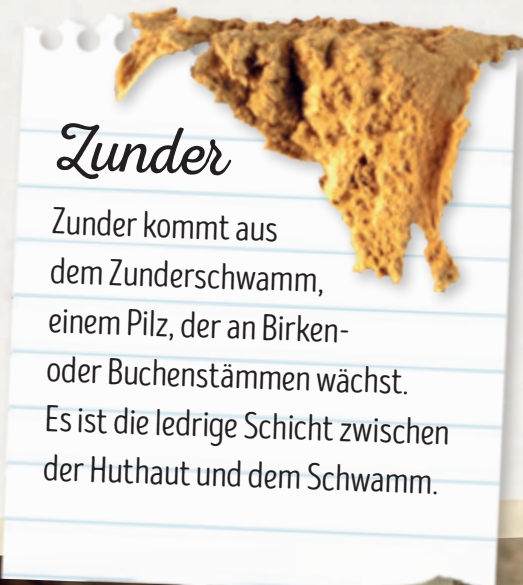
GEWUSST WIE ...

„Probiert es selbst“, sagte Miguel aufmunternd und zeigte ihnen, was sie machen sollten. Er hielt den Feuerstein in der einen Hand und strich mit dem Markasit in der anderen Hand dagegen, sodass kleine Funken aufstoben und augenblicklich in der Luft verglühten.

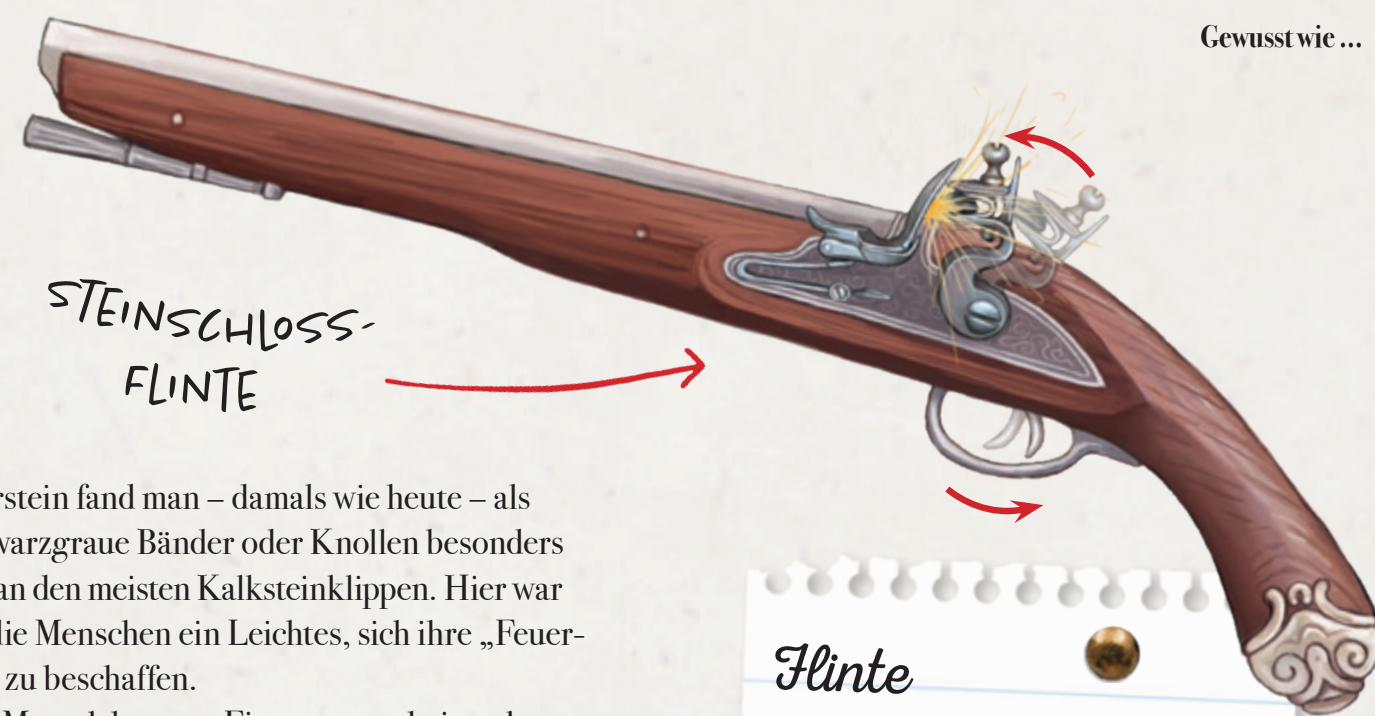
„Ihr dürft nicht zu fest schlagen, dann zerbricht der Stein. Wenn ihr aber zu wenig Kraft ansetzt, passiert gar nichts“, erklärte Miguel. „Aber mit etwas Übung werdet ihr das lernen.“

Es dauerte eine Weile, aber schon bald brachten auch Sophie und Tom die ersten Funken zustande. „Das klappt ja schon ganz gut“, lobte Miguel die beiden und ging dann wieder zum Strand hinunter.

Ein Lagerfeuer lässt sich mit etwas Zunder und getrocknetem Gras entfachen.



! Achtung: Feuer ist sehr gefährlich! Ein Erwachsener sollte immer dabei sein, wenn Feuer gemacht wird!



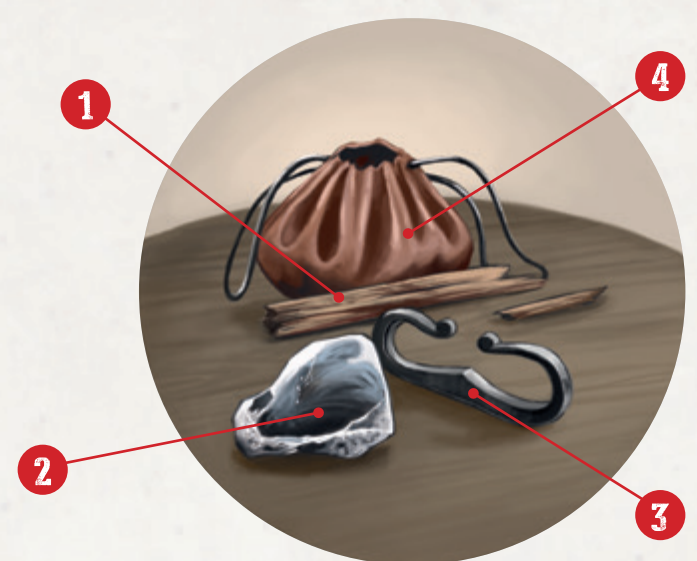
Feuerstein fand man – damals wie heute – als schwarzgraue Bänder oder Knollen besonders häufig an den meisten Kalksteinklippen. Hier war es für die Menschen ein Leichtes, sich ihre „Feuerzeuge“ zu beschaffen.

Als der Mensch begann, Eisen zu verarbeiten, konnte er die eisenhaltigen Mineralien Markasit und Pyrit durch Feuerstahl ersetzen, aber nicht den Feuerstein. Erst Anfang des 20. Jahrhunderts wurde dann das sogenannte Auermetall als Zündstein für moderne Feuerzeuge eingeführt. Das Prinzip, ein eisenhaltiges Metall an einem Feuerstein zu reiben, blieb dabei bis heute erhalten. Nur ist Auermetall nicht ewig haltbar.

Feuerstein wurde auch für die ersten Handfeuerwaffen genutzt. Auch hier ratscht ein Feuerstein an einem Stahlstück entlang und löst Funken aus.

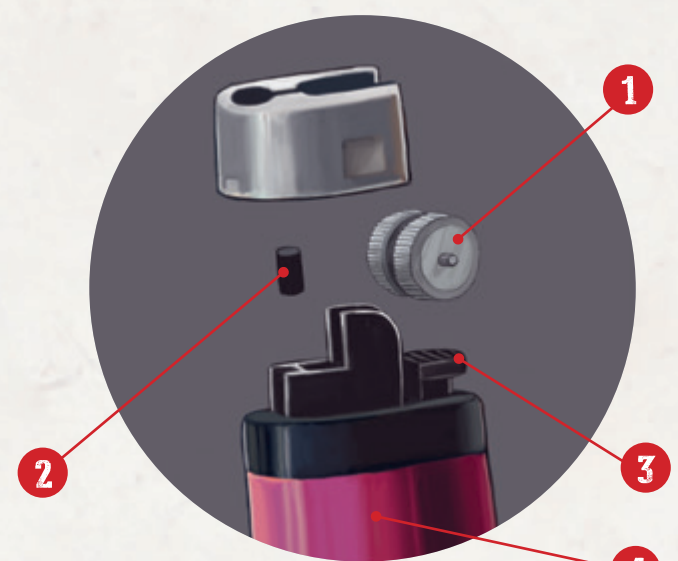
Flinte

Auch die typischen Seeräuberwaffen funktionieren mit Flint (engl. Feuerstein) und Stahl. Durch den Abzug prallt ein Feuerstein gegen eine Stahlplatte. Hierdurch werden Funken entfacht und gleichzeitig eine Kammer mit Schießpulver geöffnet. Dies entzündet sich und schleudert die Kugel aus dem Lauf.



Altmodisches Feuerzeug

Für viele Jahrhunderte bestand das Feuerzeug aus leicht brennbarem Material wie zum Beispiel Zunderschwamm oder getrocknetem Holz (1), einem Feuerstein (2) und einem Feuerstahl (3), trocken verpackt in einem Lederbeutel (4).



Modernes Feuerzeug

Das Rädchen (1) reibt am Zündstein (2), wobei viele kleine Funken freigegeben werden. Drückt man gleichzeitig auf den Hebel (3) unterhalb des Rädchens, wird brennbares Gas (4) frei und entzündet sich an den Funken.

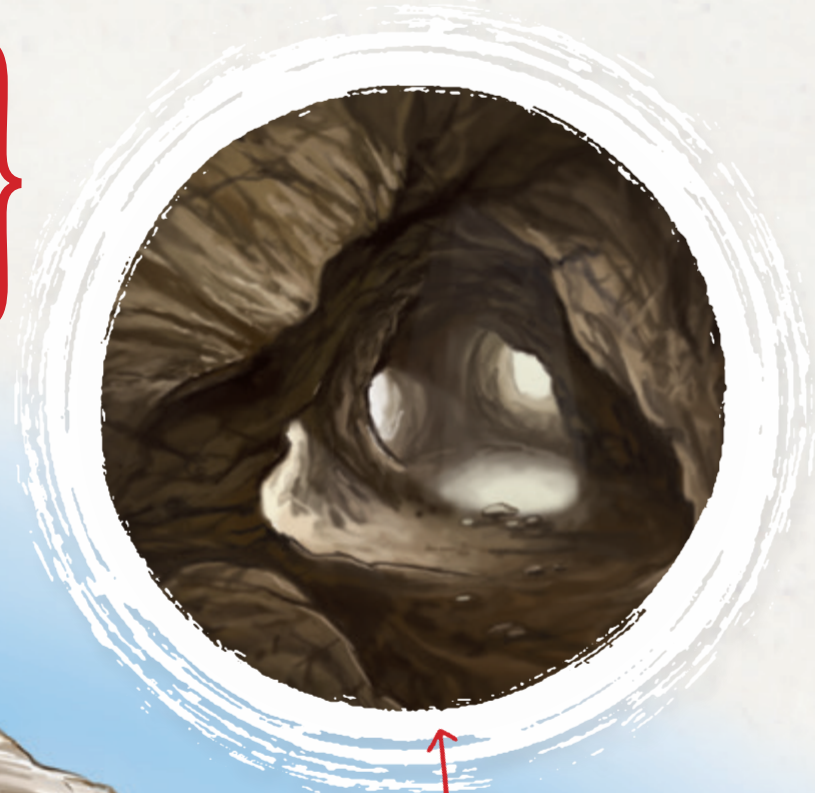
FAST SO HART WIE STAHL

Feuerstein war für die Steinzeitmenschen so wichtig, wie für uns heute der Stahl. Wegen seiner Härte und seiner scharfen Kanten eignete er sich perfekt, um daraus Werkzeuge zu fertigen. Weil er so begehrt war, haben die Menschen überall auf der Welt nach ihm gegraben, sodass Bergwerke entstanden, die mehrere Meter tief wurden. Das älteste Bergwerk haben Forscher in Ägypten gefunden. Sein Alter wird auf etwa 35.000 Jahre geschätzt.

In England wurde Feuerstein lange Zeit auch zum Bauen von Häusern genutzt, vor allem für besondere Gebäude, wie zum Beispiel Kirchen. Heute hat er an Wichtigkeit verloren, aber wegen seiner besonderen Härte wird er, feingemahlen, als Schleifmittel benutzt – ein bisschen wie in der Steinzeit.

Meistens gruben die Steinzeitmenschen entlang von Felsaufschlüssen in die Tief und dann von dort verschiedene Gänge. An den Klippen konnten sie sofort horizontale Gänge anlegen.

STEINZEITLICHE BERGWERKE



So könnte ein neolithisches Bergwerk ausgesehen haben.



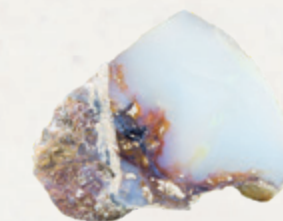
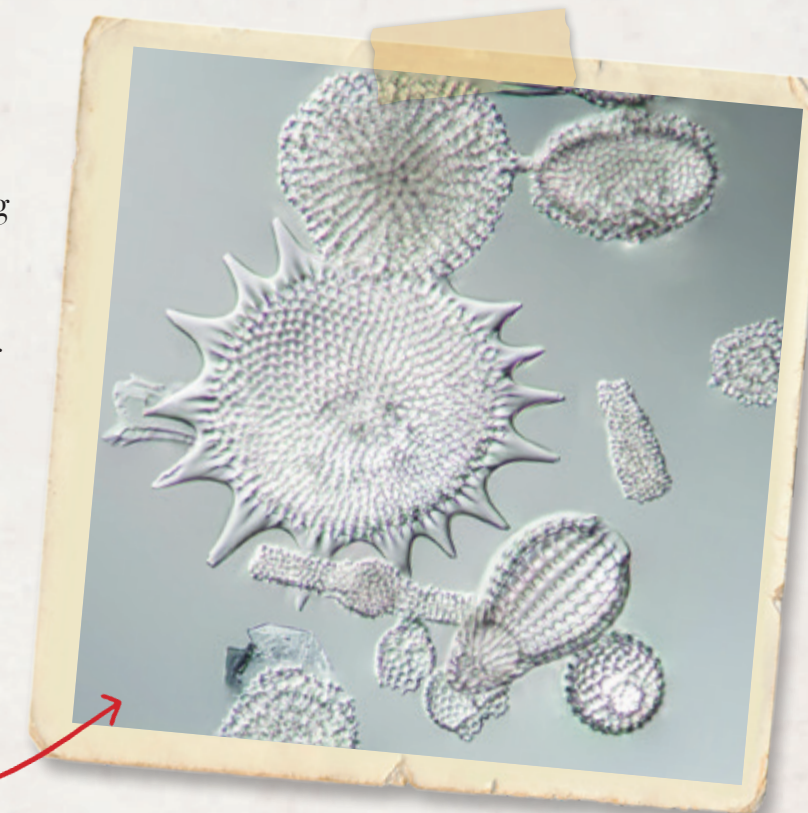
Werkzeuge der Steinzeit

WIE ENTSTEHET FEUERSTEIN?

Feuerstein besteht aus verschiedenen Mineralien: Opal, Chalcedon und Moganit. Man nimmt an, dass Löcher und Höhlungen im Meeresboden von Überresten bestimmter Meerestiere, wie Kieselalgen und Kieselchwämmen, gefüllt wurden. Ihre harten Teile bestehen, anders als die Kalkschalen von Muscheln, aus Siliziumdioxid, also einer Verbindung aus den Elementen Silizium und Sauerstoff. Die aufweichenden Überreste bildeten einen gelartigen Schlamm, der im Laufe der Jahrtausende fest wurde. Häufig findet man darin noch Fossilien von Meerestieren, wie z. B. Radiolarien, deren Überreste auch die Gesteinsart Radiolarite bilden können.

Radiolarien

Radiolarien sind mikroskopisch kleine Lebewesen, die in warmen Bereichen der Meere leben. Ihre Hartteile bestehen aus Opal. Es gibt sie schon seit über 500 Millionen Jahren.



Opal



Chalcedon



Moganit



- 1 unfertiger Feuerstein
- 2 Versteinerungen
- 3 Feuerstein

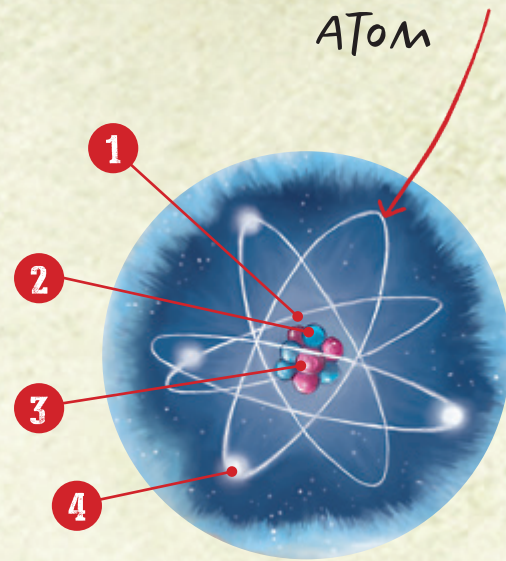
BAUSTEINE DER WELT

WAS IST EIN ELEMENT?

Baut man ein Flugzeug aus blauen Bausteinen, kann man sagen, dieses Flugzeug besteht aus blauen Bausteinen. Baut man einen Turm aus Holzbauklötzen, besteht dieser Turm aus Holzbauklötzen. Alle Dinge in der Natur, egal ob es sich um Tiere, Pflanzen, Steine, Luft, Wasser oder Apfelsaft handelt, bestehen aus Atombausteinchen oder schlicht Atomen.

Bausteine und Bauklötze unterscheiden sich in Form und Farbe. Sie können rund oder quadratisch, blau, grün oder gelb sein. Atome dagegen muss man sich als runde Gebilde vorstellen, die sich auf den ersten Blick nur durch ihre Größe unterscheiden. Die Größe ändert sich mit der Zahl der Teilchen, aus denen die Atome bestehen. Die Anzahl der Teilchen ändert auch die Eigenschaften der Atome.

- 1 Atomkern
- 2 Proton
- 3 Neutron
- 4 Elektron



Ein Atom besteht aus Protonen, Neutronen und Elektronen. Neutronen und Protonen bilden den Atomkern. Die Elektronen schwirren in der Atomhülle um den Atomkern herum.

Die Natur besteht aus 94 verschiedenen Atomarten und jede Art hat einen Namen. Beispiele dafür sind Gold, Schwefel und Eisen. Im Allgemeinen spricht man nicht von Atomarten, sondern von chemischen Elementen oder einfach den Elementen.

WAS IST EIN MINERAL?

Die Atome der Minerale setzen sich zu einem Gittergerüst zusammen und bilden dadurch das Mineral. Die Atome sind so winzig klein, dass man sie selbst mit einem guten Mikroskop nicht sehen kann – aber wenn sich ganz viele Atome zusammenschließen, wird das Gerüst immer größer und irgendwann kann man es sehen und in die Hand nehmen. Unten sieht man zwei Mineralien: Schwefel und Eisen. Beide Minerale

bestehen aus nur einem einzigen Element, eben Schwefel oder Eisen. Man sieht wie unterschiedlich sie in ihrer Farbe und Beschaffenheit sind, weil sie aus verschiedenen Atomarten bestehen. Setzen sie sich in einem Gitter zusammen, entsteht ein neues, ganz anders aussehendes Mineral, der Pyrit. Er hat völlig andere Eigenschaften als Schwefel oder Eisen.

Schwefel und Eisen können sich zu Pyrit verbinden.



Unterschiede

- Eisen schmilzt bei 1539 °C, ist magnetisch und hat eine Härte von 4-5.
- Schwefel schmilzt bei 115,2 °C, ist nicht magnetisch und hat eine Härte von 2.
- Pyrit schmilzt bei 742 °C, ist nicht magnetisch und hat eine Härte von bis zu 6,5.

PERIODENSYSTEM DER ELEMENTE

1 H Wasserstoff	2 He Helium																	10 Ne Neon	18 Ar Argon	36 Kr Krypton	54 Xe Xenon	86 Rn Radon													
3 Li Lithium	4 Be Beryllium																	19 K Kalium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titan	23 V Vanadium	24 Cr Chrom	25 Mn Mangan	26 Fe Eisen	27 Co Kobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Kupfer	30 Zn Zink	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsen	34 Se Selen	35 Br Brom	36 Kr Krypton
11 Na Natrium	12 Mg Magnesium																	37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirkon	41 Nb Niob	42 Mo Molybdän	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Silber	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Zinn	51 Sb Antimon	52 Te Tellur	53 I Jod	54 Xe Xenon
19 K Kalium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titan	23 V Vanadium	24 Cr Chrom	25 Mn Mangan	26 Fe Eisen	27 Co Kobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Kupfer	30 Zn Zink	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsen	34 Se Selen	35 Br Brom	36 Kr Krypton																		
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirkon	41 Nb Niob	42 Mo Molybdän	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Silber	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Zinn	51 Sb Antimon	52 Te Tellur	53 I Jod	54 Xe Xenon																		
55 Cs Cäsium	56 Ba Barium	57-71 La-Lu Lanthanoide	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantal	74 W Wolfram	75 Re Rhenium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platin	79 Au Gold	80 Hg Quecksilber	81 Tl Thallium	82 Pb Blei	83 Bi Wismut	84 Po Polonium	85 At Astat	86 Rn Radon																		
87 Fr Francium	88 Ra Radium	89-103 Ac-Lr Actinoide	104 Rf Rutherfordium	105 Db Dubnium	106 Sg Seaborgium	107 Bh Bohrium	108 Hs Hassium	109 Mt Meitnerium	110 Ds Darmstadtium	111 Rg Röntgenium	112 Cn Copernicium	113 Nh Nihonium	114 Fl Flerovium	115 Mc Moscovium	116 Lv Livermorium	117 Ts Tennessine	118 Og Oganeson																		
57 La Lanthan	58 Ce Cer	59 Pr Praseodym	60 Nd Neodym	61 Pm Promethium	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutetium																					
89 Ac Actinium	90 Th Thorium	91 Pa Protactinium	92 U Uran	93 Np Neptunium	94 Pu Plutonium	95 Am Americium	96 Cm Curium	97 Bk Berkelium	98 Cf Californium	99 Es Einsteinium	100 Fm Fermium	101 Md Mendelevium	102 No Nobelium	103 Lr Lawrencium																					

Das Periodensystem ist eine Tabelle mit allen bekannten Elementen und ihren besonderen Eigenschaften.

WAS IST GESTEIN?

Gestein besteht aus vielen Kristallen eines oder mehrerer verschiedener Mineralien. Granit zum Beispiel besteht aus den Mineralen Feldspat (rot-orange und weiß), Quarz (grau) und Glimmer (kann schwarz oder hell sein und glimmert im Licht).

GRANIT





PYRIT



AZURIT



ZINNOBER



HÄMATIT



OCKER



MALACHIT

BUNTE STEINE

Stolz aßen die Kinder ihr Frühstück und überlegten, was sie als Nächstes – so ganz ohne Handy – anfangen sollten.

„Ich würde gerne zeichnen, ich habe aber keine Stifte dabei“, sagte Tom. „Ich frag Miguel, ob es hier in der Nähe einen Laden gibt, vielleicht kommt man da ja zu Fuß hin.“

FARBEN AUS DER NATUR

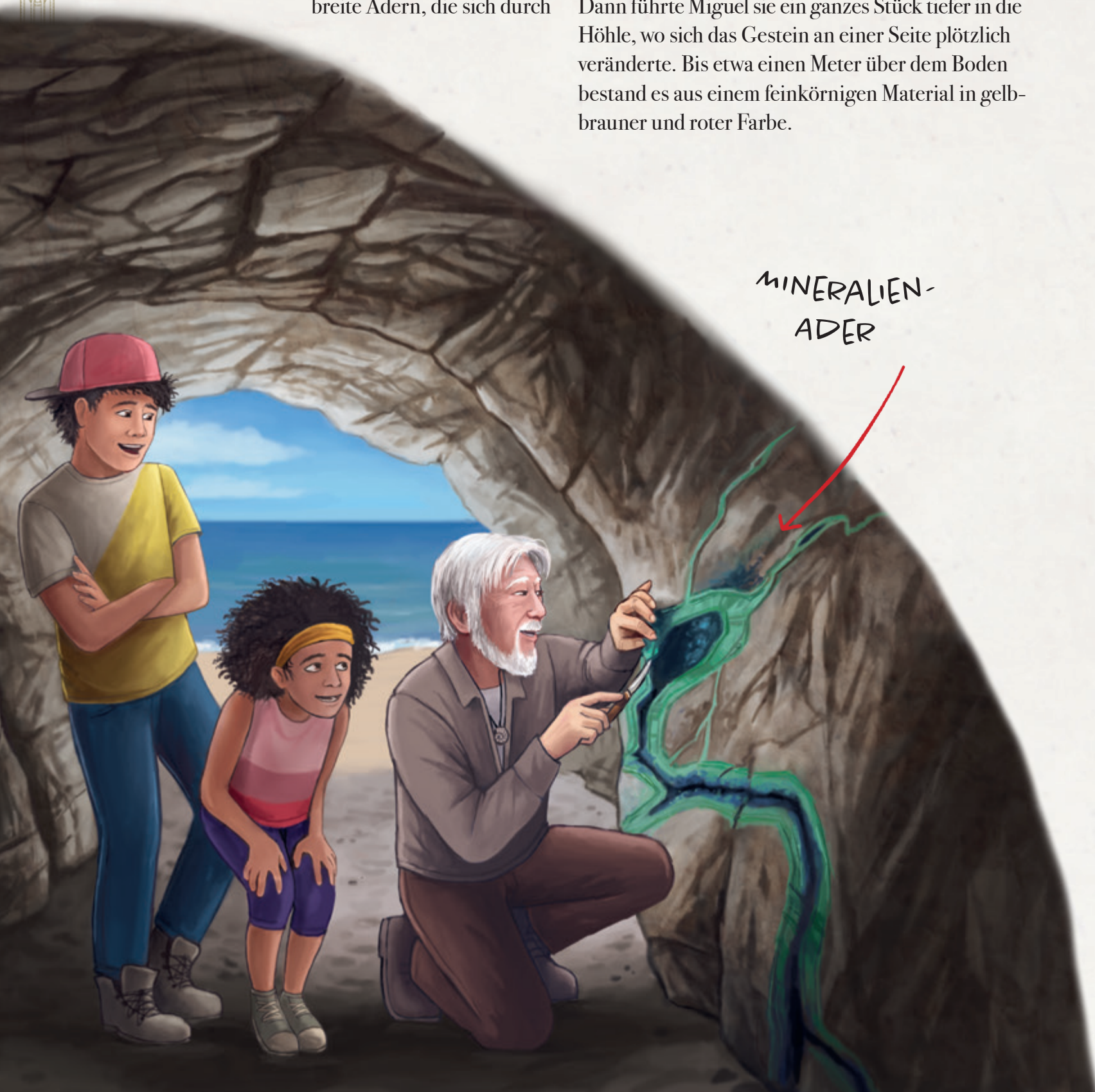
Miguel schüttelte auf seine Frage hin den Kopf, bat die Kinder aber, ihm zu folgen. Sie gingen eine Weile am Strand entlang, bis sie vor einer Höhle in der steilen Felswand standen. Die Kinder stießen sich begeistert an und folgten Miguel mit klopfendem Herzen ins Innere. Nach ein paar Metern blieb er stehen und deutete auf mehrere hand-

breite Adern, die sich durch

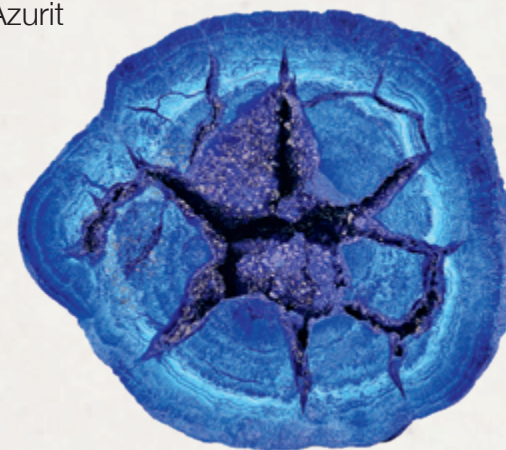
das weiße Kalkgestein zogen. Zunächst konnten sie kaum etwas erkennen, doch als sich ihre Augen an das schummrige Licht gewöhnt hatten, bemerkten sie leuchtend grünblaue, wulstige Gebilde.

„Seht mal, hier gibt es Azurit und Malachit“, sagte Miguel, meißelte mit einem Taschenmesser kleine Klumpen aus dem Fels und gab sie den Kindern. Dann führte Miguel sie ein ganzes Stück tiefer in die Höhle, wo sich das Gestein an einer Seite plötzlich veränderte. Bis etwa einen Meter über dem Boden bestand es aus einem feinkörnigen Material in gelbbrauner und roter Farbe.

MINERALIEN-
ADER



Azurit



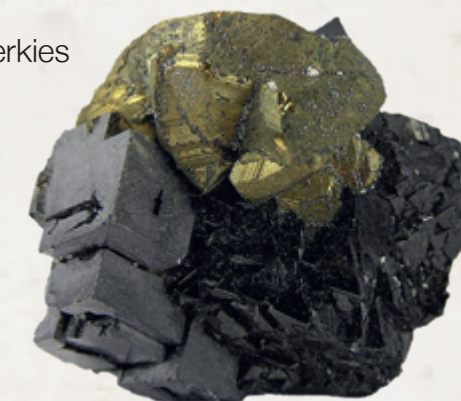
Malachit



Kupferminerale

Durch Kontakt mit kalkhaltigem Wasser entsteht aus Kupferkies der blaue Azurit und aus diesem der grüne Malachit.

Kupferkies



„Das ist Ocker, nehmt euch davon etwas mit“, schlug Miguel vor und deutete auf das abgebröckelte Material am Boden.

„Wie leicht und locker es ist“, bemerkte Tom. „Hier gibt es aber noch etwas anderes, schwer und rostig“, sagte er und zeigte es Miguel.

„Hämatit“, nickte Miguel, „das ist ein Eisenmineral.“

Zuletzt drückte Miguel den Kindern noch ein paar goldgelbe Krümel in die Hand, die er aus einer anderen blaugrünen Ader herausgekratzt hatte.

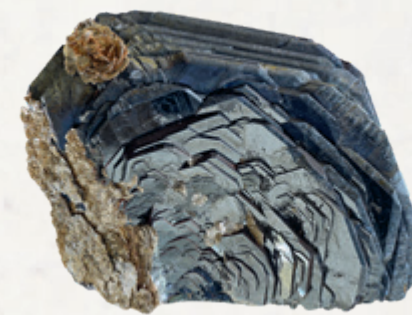
„Kupferkies“, sagte er nur, „kein Gold“, und zwinkerte den Kindern zu.

„Das reicht jetzt aber auch“, sagte er und so gingen sie gemeinsam zurück. Dabei fielen Sophie verblasste Schriftzeichen an der Höhlenwand auf.

„Was steht da?“, fragte sie. Miguel kniff die Augen zusammen und las: „Magischer Berg ... äh ... des Regenbogens ... ähm ... Geheimnis ... Goldtierchen im Stein ... Saddi.“

„Was bedeutet das?“

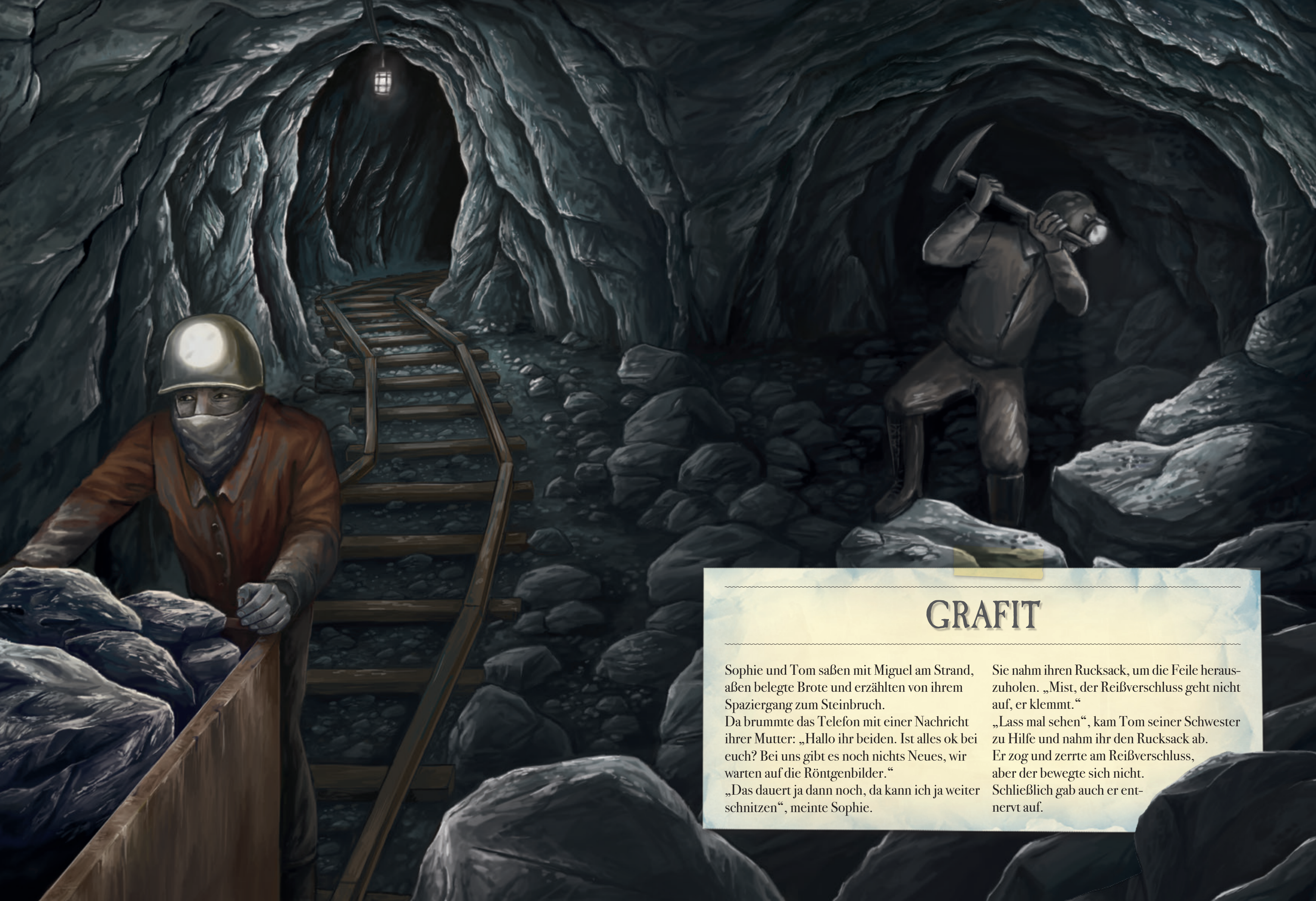
„Früher glaubten die Menschen, dies sei ein magischer Berg, weil Farben und viele andere Mineralien aus der Erde kommen. Manche Leute glauben bis heute, dass dafür geheimnisvolle goldene Tiere verantwortlich sind, die unter dem Berg leben.“



Hämatit



verwitterter Hämatit



GRAFIT

Sophie und Tom saßen mit Miguel am Strand, aßen belegte Brote und erzählten von ihrem Spaziergang zum Steinbruch.

Da brummte das Telefon mit einer Nachricht ihrer Mutter: „Hallo ihr beiden. Ist alles ok bei euch? Bei uns gibt es noch nichts Neues, wir warten auf die Röntgenbilder.“

„Das dauert ja dann noch, da kann ich ja weiter schnitzen“, meinte Sophie.

Sie nahm ihren Rucksack, um die Feile herauszuholen. „Mist, der Reißverschluss geht nicht auf, er klemmt.“

„Lass mal sehen“, kam Tom seiner Schwester zu Hilfe und nahm ihr den Rucksack ab.

Er zog und zerrte am Reißverschluss, aber der bewegte sich nicht.

Schließlich gab auch er entnervt auf.

IN DER GRAFITMINE

Sie zwängten sich vorsichtig zwischen den Stützbalken hindurch ins Innere der Mine. Ganz geheuer war es Sophie dabei nicht. Sie bemerkte gleich, dass das weiße Gestein entlang des Bodens auf magische Weise glitzerte und als sie sich hinunterbeugte, entdeckte sie, dass an jede Schicht etwas geschrieben stand.

„Ganz unten Marmor, darüber Grafit, dann Hornfels tonig ..., ähm, wieder Hornfels kalkig“, las Miguel auf Sophies Bitte vor. Unterschrieben war die Nachricht wieder mit Saddi.

„Das ist schon die dritte Nachricht, die wir von diesem Saddi gefunden haben. Das muss doch etwas bedeuten!“, meinte Tom. „Ich mache auf jeden Fall ein Foto davon.“

Gesteinsschichten

Gestreifte Felsen sind wie ein Kapitel im Buch der Erdgeschichte. Sie erzählen wie die Erde hier in der Vergangenheit ausgesehen hat. Bestehen die Schichten aus Sand, war hier vor Jahrmillionen eine flache Meeresküste. Sind die Schichten aus Kalk, war hier ein warmes Meer, in dem die Kalkschalen toter Meerestiere am Meeresgrund aufgeschichtet wurden. Mit der Zeit türmten sich immer mehr Schichten auf und Sand und Schalen wurden durch kalkhaltiges Wasser verkittet und zu Stein zusammengedrückt. Die ältesten Schichten befinden sich unten, die jüngsten oben.

„Mein Urgroßvater hat als Kind hier noch Grafit geschürft. Wenn ihr wollt, erzähle ich euch seine Geschichte“, sagte Miguel.

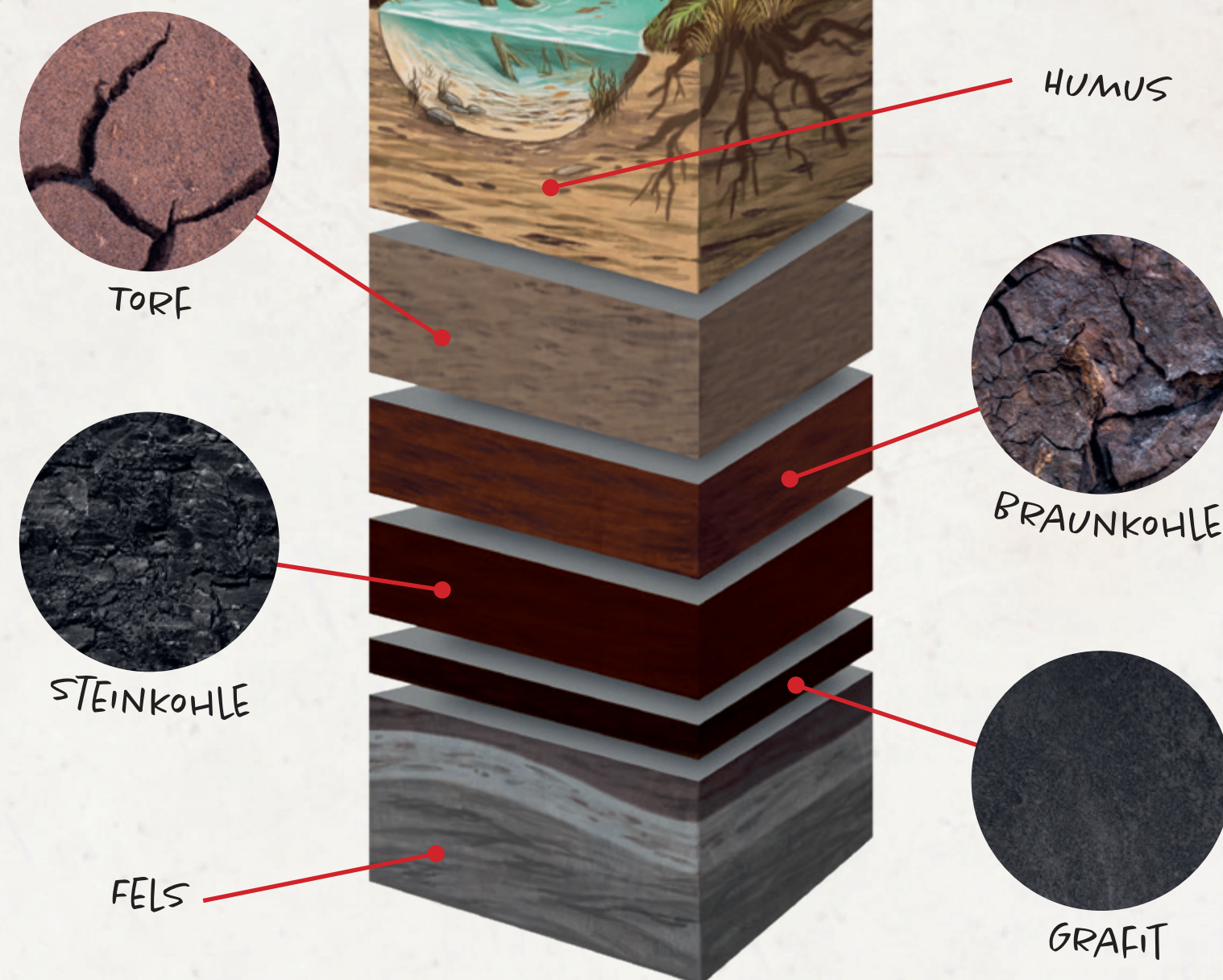
„Ja, bitte, erzähl“, kam es von Sophie und Tom wie aus einem Mund.



GRAFIT IST KEINE KOHLE

Grafit entsteht unter besonderen Umständen aus abgestorbenen Pflanzen. Tote Pflanzen knicken um und fallen zum Beispiel in einen See. Am Seeboden ist wenig Luft. Das Holz wird kaum zersetzt, da die dafür notwendigen Mikroorganismen auch Luft brauchen. So wird es mit der Zeit von immer mehr Schlamm bedeckt. Die Pflanzen bestehen hauptsächlich aus den Elementen Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O). Je mehr Schlamm und Sand sich über den toten Pflanzen abgelagert, desto mehr Sauerstoff und Wasserstoff wird mit der Zeit herausgequetscht. Zuerst bildet sich Torf, daraus dann Braunkohle und dann Steinkohle. Wenn die Pflanzen in mehreren

Kilometern Tiefe begraben sind, ist von ihnen kaum mehr als Kohlenstoff übriggeblieben und aus der Steinkohle wird Anthrazit. Das dauert aber alles sehr lange. Torf braucht zur Entstehung einige tausend Jahre, Braunkohle einige Millionen Jahre. Steinkohle und Anthrazit entstanden hauptsächlich vor etwa 300 Millionen Jahren. Diese geologische Zeitepoche wird Karbon genannt, was übrigens Kohlenstoff auf Englisch heißt. Zu der Zeit gab es die Pilzart noch nicht, die Holz zersetzen kann. Die Kohle besteht also aus dem Kohlenstoff, den die Bäume aus der damaligen Atmosphäre aufgenommen haben. Daher nennt man sie fossile Brennstoffe.



SUCHE NACH EDELSTEINEN

Die Kinder brachen sofort auf, um die Felsen nach den Quarzadern abzusuchen. Neugierig liefen sie bis zu der Höhle, in der sie die Pigmentminerale gesammelt hatten, und entdeckten, dass die ganze Küste aus unzähligen Höhlen bestand. Begeistert begannen sie die Höhlen zu erkunden. Ihre Handys nutzten sie als Taschenlampen. Doch so einfach wollten sich die Quarzadern dann doch nicht finden lassen. Auch in der dritten Höhle hatten sie keinen Erfolg.

Als sie enttäuscht und schon ziemlich entmutigt auch diese wieder verlassen wollten, entdeckte Tom, versteckt hinter einem Felsvorsprung, erneut Schriftzeichen. Mit Fantasie entzifferten sie die Wörter: „STAIRWAYS – ANIMALIS – AUREUM“ stand da. „Ähm, wenn ich mich nicht irre, sind das drei verschiedene Sprachen. STAIRWAYS ist Englisch und bedeutet Treppe, oder?“ fragte Sophie. „Ja, und ANIMALIS könnte Italienisch oder auch Spanisch sein und klingt so ähnlich wie animals in Englisch, also Tiere.“ „Und AUREUM? Hört sich lateinisch an, aber was heißt das?“ „Ich glaube Gold, das steht im Periodensystem der Elemente über dem Gold. Aber warum ist das in verschiedenen Sprachen geschrieben?“



Schmucksteine
gibt es in vielen
Farben.

„Vielleicht wollte Saddi, dass es von niemandem hier verstanden wird?“, spekulierte Tom. „Er hat so eine Art Geheimsprache benutzt.“

„Ja, du könntest Recht haben. Lass uns mal weiter-suchen.“

Die Kinder wagten sich langsam tiefer in den Gang und suchten im Kegel ihrer Handylampen die Wände ab. Zu ihrer Überraschung führte der sandige Weg stetig bergauf. Es dauerte nicht lange und sie fanden einen weiteren Hinweis.



GESCHLIFFENER
DIAMANT

Dicht unter der Höhlendecke standen wieder die Worte: STAIRWAYS – ANIMALIS – AUREUM. „Vielleicht gibt es die goldenen Tiere ja wirklich und wir sind ihnen auf der Spur“, flüsterte Tom. Da ging das Licht von Sophies Handy aus.

„Oh nein, jetzt ist mein Akku leer.“

METALLE

Kurze Zeit später kam Miguel zurück. In der Hand hielt er einen Kasten mit einem Propeller daran. „Ihr könnt meinen kleinen Windgenerator nutzen. Sonst sind eure Arme bis heute Abend so lang wie die von Kraken“, lachte er. Er verband Sophies Handy mit dem Kasten und stellte ihn auf das Dach des Wohnwagens. Sofort begann der Propeller

kräftig und stetig zu drehen. „Was für eine tolle Erfindung, und so praktisch“, sagte Sophie und schüttelte die schmerzenden Arme aus. „Tja, und das ist nur dank der magischen Metalle möglich“, ergänzte Miguel. „Es muss sehr spannend gewesen sein, sie zu erforschen. Wie das wohl alles angefangen hat?“, sagte Tom.



KRISTALLE ZÜCHTEN

Kristalle werden nicht nur für technische Anwendungen gezüchtet, sondern auch, um Edelsteine bezahlbar zu machen. Mineralien, wie Quarz oder Pyrit, brauchen in der Natur sehr lange, um schöne Kristalle zu bilden. Einigen kann man aber auch beim Wachsen zuschauen.

ZWEI MÖGLICHKEITEN, UM SELBER KRISTALLE ZU ZÜCHTEN

KOCHSALZ

Nimm ein kleines Marmeladenglas **1** und fülle es zur Hälfte mit warmem Wasser. Gib nun in kleinen Mengen sehr langsam immer mehr Speisesalz **2** hinzu. Rühre weiter um, bis sich das Salz aufgelöst hat. Irgendwann bleibt ein wenig am Boden des Glases liegen. Nun ist die Lösung gesättigt, wie der Chemiker sagt. Stelle das Glas auf eine sonnige Fensterbank

und lege lose ein Stück Küchenpapier darüber **3**, damit kein Staub hineinfällt. Bewege das Glas nun nicht mehr von der Stelle. Das Experiment wird ein paar Wochen dauern.

Aber wenn du geduldig bist, werden sich mit der Zeit ein paar funkelnde Salzkristalle **4** bilden oder eine Kruste, wie in der Wüste.



4 Salzkristalle



EXPERIMENT



ALAUN

Nimm auch hier ein Marmeladenglas **1**. Erwärme Wasser **2** und fülle es in das Glas. Rühre Alaun **3** hinein, bis es sich nicht mehr löst. Alaun bekommst du in der Apotheke. Achtung, es reizt die Schleimhäute. Trage am besten Schutzbrille und Handschuhe wie ein Chemiker. Ist die Lösung gesättigt, kann es losgehen. Knote eine Büroklammer an einen Wollfaden **4**. Befestige den Wollfaden an einem Bleistift **5** und lege das Ganze so über die Glasöffnung, dass der Faden in der Alaunlösung hängt. Für bunte Kristalle **7**, musst du nur einen Schuss Lebensmittelfarbe **6** hinzufügen.



Das Experiment kannst du auch mit Seignetten- und Bittersalz machen.

ROHSTOFFPROBLEMATIK

Die Wiederverwertung von Elementen, wie den Seltenen Erden oder Gold ist wichtig, denn ihr Abbau bringt viele schwere Probleme mit sich.

Für den Abbau von Seltenen Erden werden Säuren genutzt, also aggressive Chemikalien, die im Schlamm zurückbleiben und das Grundwasser vergiften. Da Seltene Erden oft zusammen mit radioaktiven Substanzen vorkommen, kann beim Abbau ihrer Erze Radioaktivität freigesetzt werden, der die Arbeiter ausgesetzt werden.

Auch für die Gewinnung von Gold werden Techniken und Chemikalien eingesetzt, die die Umwelt stark gefährden. Für die Gewinnung von Lithium wird in wasserarmen Gebieten kostbares Grundwasser verbraucht, obwohl man dadurch riskiert, dass die Gegend austrocknet und zur Wüste wird.

Aus diesen Gründen ist es sehr wichtig, so viele Geräte wie möglich zu reparieren oder ihre Bestandteile wiederzuverwerten.

In der Mülldeponie verbrannte Rohstoffe sind für immer verloren.



HANDYS LANDEN NICHT SELTEN IN DER VERBRENNUNG



ÜBERSICHT DER MINERALIEN

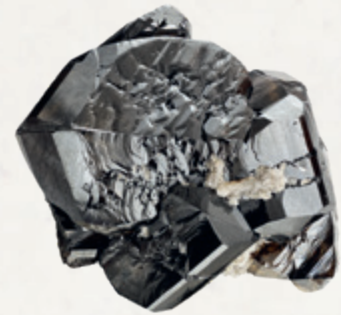
OXIDE UND HYDROXIDE

Korund (Varietät: Rubin, Saphir)



Chemische Formel: Al_2O_3
Mohshärte: 9
Dichte: 4
Spaltbarkeit: fehlt
Bruch: muschelig bis splittrig, spröde
Farbe: farblos, durch Verunreinigungen variabel gefärbt, fast alle Farbtöne sind möglich
Strichfarbe: weiß
Transparenz: durchscheinend bis durchsichtig
Glanz: spezifisch für Varietäten

Kassiterit (Zinnstein)



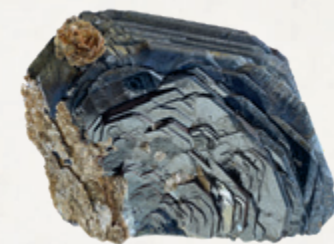
Chemische Formel: SnO_2
Mohshärte: 6–7
Dichte: 7
Spaltbarkeit: unvollkommen, undeutlich
Bruch: schwach muschelig bis uneben, spröde
Farbe: braunschwarz bis schwarz, rot bis rötlichbraun, gelb, grau, selten farblos
Strichfarbe: weiß, hellbraun bis hellgrau
Transparenz: durchscheinend bis undurchsichtig
Glanz: Diamantglanz bis Metallglanz, Fettglanz auf Bruchflächen

Chrysoberyll (Varietät Alexandrit)



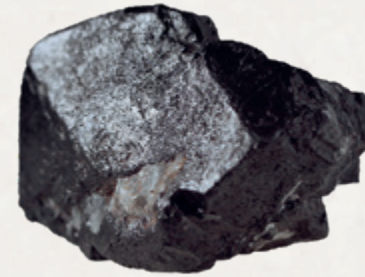
Chemische Formel: BeAl_2O_4
Mohshärte: 8,5
Dichte: 3,7
Spaltbarkeit: unvollkommen
Bruch: muschelig bis uneben
Farbe: farblos, gelb bis goldgelb, braun, grün, blaugrün
Strichfarbe: weiß
Transparenz: durchsichtig bis durchscheinend
Glanz: Glasglanz, Fettglanz

Hämatit (Blutstein, Eisenglanz)



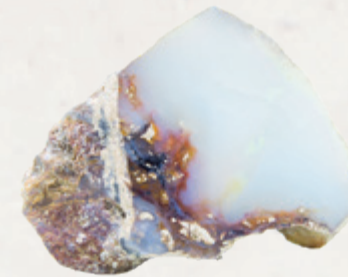
Chemische Formel: Fe_2O_3
Mohshärte: 5–6
Dichte: 5,3
Spaltbarkeit: keine
Bruch: uneben bis schwach muschelig; spröde, nur in dünnen Plättchen elastisch
Farbe: stahlgrau bis schwarz, rotbraun, bunt anlaufend, rot verwitternd
Strichfarbe: kirschrot bis rotbraun
Transparenz: undurchsichtig, kantendurchscheinend
Glanz: Metallglanz, matt

Magnetit



Chemische Formel: Fe_3O_4
Mohshärte: 5,5–6,5
Dichte: 5,2
Spaltbarkeit: undeutlich
Bruch: muschelig, spröde
Farbe: schwarz
Strichfarbe: schwarz
Transparenz: undurchsichtig, an dünnen Kanten durchscheinend
Glanz: schwacher Metallglanz

Opal



Chemische Formel: $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
Mohshärte: 5,5 bis 6,5 (je mehr Wasser umso weicher)
Dichte: 2,0 bis 2,2 (vom Wassergehalt abhängig)
Spaltbarkeit: keine
Bruch: muschelig, uneben, splittrig
Farbe: höchst vielfältig, farblos oder milchig, grau, braun, rot, gelb
Strichfarbe: weiß
Transparenz: durchscheinend bis undurchsichtig
Glanz: Fettglanz
Bemerkung: Feuersteinmineral

Quarz



Chemische Formel: SiO_2
Mohshärte: 7
Dichte: 2,7
Spaltbarkeit: keine
Bruch: muschelig, spröde
Farbe: farblos, weiß, alle Farben möglich
Strichfarbe: weiß
Transparenz: durchsichtig bis undurchsichtig
Glanz: Glasglanz, Fettglanz auf Bruchflächen

Varietäten: Reiner Quarz (Bergkristall) ist bei perfekten Kristallen transparent und farblos. Oft jedoch baut er während des Wachstums mikroskopisch kleine Einschlüsse von Flüssigkeiten und Gasen in sein Atomgitter ein, wodurch er trüb wird und im Gestein grau erscheint. Auch werden häufig andere Elemente oder Kristalle eingebaut, wodurch seine vielen Varietäten entstehen. Die bekanntesten sind:

Amethyst: durch eingelagerte Eisenionen violett gefärbt

Aventurin: mikrokristalline Einschlüsse von Glimmer oder Hämatit, die ein starkes Glitzern hervorrufen

Citrin: durch eingelagerte Eisenionen oder Erhitzen von Amethyst gelb bis orangebraun gefärbt

Milchquarz: durch Flüssigkeitseinschlüsse milchig-trüb

Rauchquarz (Morion): durch natürliche Gammastrahlen graubraun bis schwarz gefärbt

Rosenquarz: durch Einschlüsse trüber, rosa gefärbt

Smaragdquarz (Prasem): durch Einschlüsse von Aktinolith lauchgrün und undurchsichtig

Tigerauge: faserige Quarzkristalle und ebenfalls faseriges Amphibol

Mikrokristalline Quarzaggregate:

Chalcedon bildet winzige mikrokristalline Kristalle und ist zusätzlich mit **Moganit** verwachsen. Berühmte Varianten sind:

Achat, Onyx, Karneol und Jaspis



SILIKATE UND GERMANATE

Talk (Steatit)



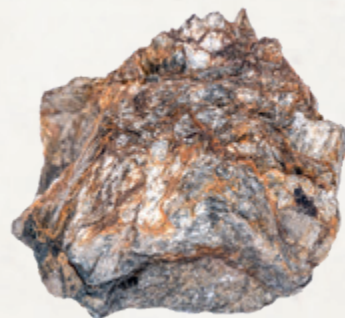
Chemische Formel: $Mg_3[(OH)_2Si_4O_{10}]$
Mohshärte: 1
Dichte: 2,6–2,8
Spaltbarkeit: vollkommen
Bruch: uneben
Farbe: farblos, weiß, grau, grünlich, gelblich
Strichfarbe: weiß
Transparenz: durchscheinend bis undurchsichtig
Glanz: Perlmuttglanz, Fettglanz
Bemerkung: unlöslich in Wasser und organischen Lösungsmitteln

Feldspäte



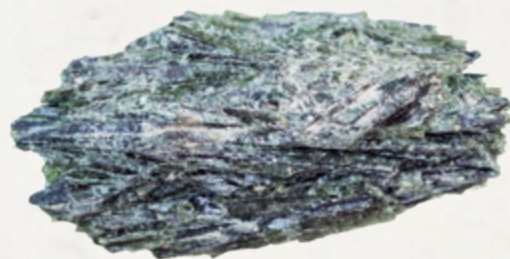
Chemische Formel: sehr variabel, z. B. Orthoklas $K(AlSi_3O_8)$, Albit $(NaAlSi_3O_8)$, Anorthit $(CaAl_2Si_2O_8)$
Mohshärte: 6
Dichte: 2,6–2,7
Spaltbarkeit: vollkommen
Bruch: muschelig, spröde
Farbe: verschieden
Strichfarbe: weiß
Transparenz: meist durchscheinend
Glanz: Glasglanz
Bemerkung: Feldspäte sind neben Quarz die häufigsten Mineralien. Ihr Verwitterungsprodukt Kaolinit wird zur Porzellanherstellung genutzt.

Glimmer



Chemische Formel: sehr variabel, z. B. Muskovit $KAl_2[AlSi_3O_{10}(OH)_2]$
Mohshärte: 2–4 je nach Richtung
Dichte: 2,8–3
Spaltbarkeit: sehr vollkommen
Bruch: schuppig, blättrig
Farbe: sehr variabel
Strichfarbe: weiß
Transparenz: durchsichtig bis undurchsichtig
Glanz: Glasglanz
Bemerkung: Glimmer sind die schillernden Anteile in vielen Gesteinen, der Grund weswegen sie auch für glitzernde Kosmetik genutzt werden. Große Kristalle wurden wegen ihrer Transparenz und Feuerfestigkeit in der Vergangenheit für Ofenfenster genutzt.

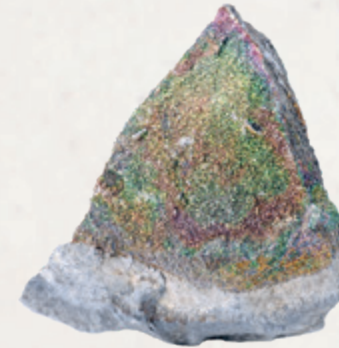
Amphibol (Hornblende, Asbest)



Chemische Formel: sehr variabel, z. B. Hornblende $(Na,K)Ca_2(Mg,Fe^{2+},Fe^{3+},Al)_5[(OH,F)_2/(Si,Al)_2Si_6O_{22}]$
Mohshärte: 5–6
Dichte: 3–3,6
Spaltbarkeit: unterschiedlich, je nach Einzelmineral
Bruch: meist spröde
Farbe: variabel
Strichfarbe: variabel
Transparenz: durchsichtig bis undurchsichtig
Glanz: Glasglanz
Bemerkung: Zu den Amphibolen gehört das faserige Mineral Asbest, das viele Jahrzehnte zur feuerfesten Dämmung in Gebäuden verbaut wurde, heute gilt es als krebserregend.

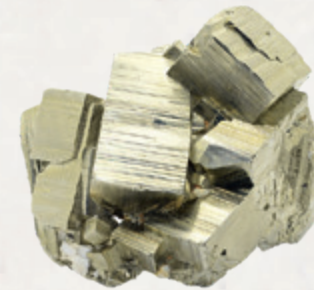
SULFIDE UND SULFOSALZE

Markasit



Chemische Formel: FeS_2
Mohshärte: 6–6,5
Dichte: 4,9
Spaltbarkeit: unvollkommen
Bruch: uneben, spröde
Farbe: bronzefarben über messinggold bis zinnweiß
Strichfarbe: grünlichgrau bis schwärzlichgrau
Transparenz: undurchsichtig
Glanz: Metallglanz

Pyrit (Narrengold)



Chemische Formel: FeS_2
Mohshärte: 6–6,5
Dichte: 4,9–5,2
Spaltbarkeit: undeutlich
Bruch: muschelig, spröde
Farbe: kupfergelb bis goldgelb
Strichfarbe: grünschwarz bis bläulichschwarz
Transparenz: undurchsichtig
Glanz: Metallglanz

Cinnabarit (Zinnober)



Chemische Formel: (Alpha)-HGS
Mohshärte: 2–2,5
Dichte: 8,2
Spaltbarkeit: vollkommen
Bruch: uneben bis schwach muschelig; spröde und splittig
Farbe: zinnoberrot, braunrot, bleigrau
Strichfarbe: scharlachrot
Transparenz: durchscheinend bis undurchsichtig
Glanz: Diamantglanz, Metallglanz, matt

SULFATE

Gips (Gipsspat)



Chemische Formel: z. B. Selenit $Ca[SO_4] \cdot 2H_2O$
Mohshärte: 2
Dichte: 2,3
Spaltbarkeit: sehr vollkommen, deutlich mit Faserbildung
Bruch: muschelig
Farbe: farblos, weiß, gelblich, rötlich, grau, braun
Strichfarbe: weiß
Transparenz: durchsichtig bis undurchsichtig
Glanz: Glasglanz, Perlmutterglanz, Seidenglanz
Bemerkung: in Wasser schwer löslich. Gips ist ein vielgenutztes Mineral für Gipsverbände, Dämmmaterial im Hausbau und als Modelliermasse.