



**Was der
ENIX-Kobold
alles weiss**

Die Begleitbroschüre zum Spiel

Impressum

Text und Gestaltung

Annuscha Schmidt, Dipl. Arch. ETH
Architektur & Projektmanagement
CH-8142 Uitikon Waldegg

und

Max Blatter, Dipl. Ing. ETH und NDS FH
Energie-Atlas GmbH
CH-4142 Münchenstein

Bilder

Anna Katharina Mathez
CH-4657 Dulliken

Copyright

© 2004

Schweizerische Vereinigung für Sonnenenergie SSES

Postfach

CH-3000 Bern 14

www.sses.ch

Einleitung

Man kann das Spiel ENIX gut spielen, ohne die Begleitbroschüre gelesen zu haben. Sicher kommt aber der Moment, an dem Jungen, Mädchen und Erwachsene mehr erfahren möchten. Was hat es auf sich mit den sechs erneuerbaren Energiearten Sonne, Wind, Wellen, Wasser, Biomasse, Erdwärme? Was ist auf den 72 Aktionskarten genau abgebildet, und wie hängen die Bilder mit den sechs Energiearten zusammen?

Der ENIX-Kobold weiss es, und er hat sein Wissen in dieser Broschüre niedergeschrieben. Jede Energieart wird kurz vorgestellt. Danach werden die Bilder der Aktionskarten erklärt, die zur entsprechenden Energieart gehören. Ob zum Nachschlagen während des Spiels oder als Lektüre danach – der ENIX-Kobold meint: Wissen macht Spass!

Inhaltsverzeichnis

Sonne	4
Wind	10
Wellen / Gezeiten / Meeresströmungen	15
Wasserkraft	19
Biomasse	23
Erdwärme	28

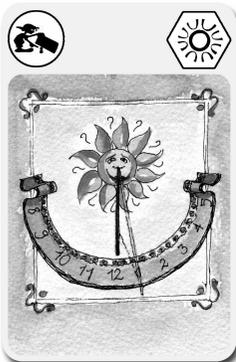
Die einzelnen Erläuterungen sind nach den Punktzahlen der Karten geordnet. Das Symbol → verweist auf weiterführende Erläuterungen bei anderen Bildern.

Sonne



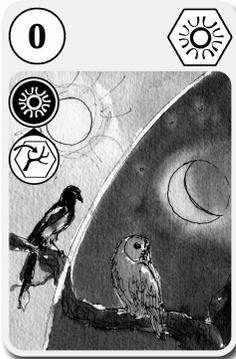
Woran Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler noch forschen, das hat die Sonne seit mehreren Milliarden Jahren verwirklicht: den Fusionsreaktor. Durch Verschmelzen von Atomkernen wird ein kleiner Teil der Sonnenmaterie in Energie verwandelt, nach der von Albert Einstein entdeckten Gesetzmässigkeit $E=m \cdot c^2$. Von der abgestrahlten Energie gelangt wiederum nur ein kleiner Teil zur Erde. Doch dieser könnte noch zehntausend Mal den Energiebedarf der Menschheit abdecken, wie er für das Jahr 2100 prognostiziert wurde. – Ein Teil der Sonnenstrahlung wird übrigens in andere erneuerbare Energieformen umgewandelt: Wind, Wasserkraft, Biomasse.

Sonnenuhr (ENIX Kobold-Symbol)



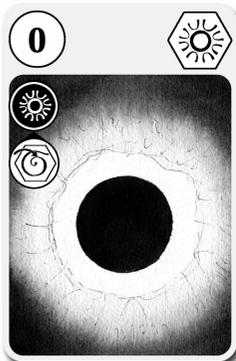
Früher bestimmte man die Zeit nach dem Stand der Sonne: Befindet sich diese genau im Süden, so ist es 12 Uhr mittags. Später wurde die mittlere Sonnenzeit (Ortszeit) eingeführt, die jahreszeitliche Unterschiede ausgleicht. Ferner hat man Zeitzonen geschaffen, innerhalb derer alle Orte die gleiche Zeit haben. – Ausgeklügelte Sonnenuhren berücksichtigen das alles und lassen sich auf Minutenbruchteile genau ablesen!

Tag und Nacht (Naturphänomen)



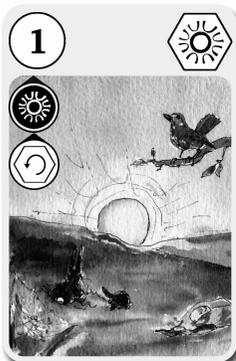
„Was ist wichtiger: die Sonne oder der Mond?“ – „Der Mond, denn er scheint nachts; tagsüber ist es ohnehin schon hell...“ – Natürlich wissen wir, dass es nicht so ist: Ohne Sonne gäbe es keinen Tag. Für den Rhythmus von Tag und Nacht ist aber die Erde selbst verantwortlich: Weil sie sich in 24 Stunden einmal um ihre Achse dreht, befinden wir uns abwechselnd im Licht der Sonne oder aber auf der Schattenseite.

Totale Sonnenfinsternis (Naturphänomen)



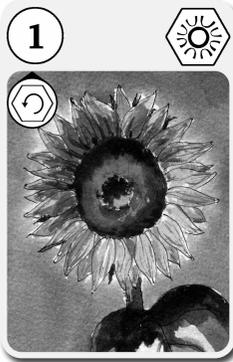
Etwa alle anderthalb Jahre zieht der Kernschatten des Mondes in einem bis zu 200 Kilometer breiten und viele tausend Kilometer langen Streifen über die Erde. Dort wird die Sonne für kurze Zeit vollständig verdeckt. Bei totalen Sonnenfinsternissen kann die so genannte Sonnenkorona beobachtet und erforscht werden, was von der Erde aus sonst nur beschränkt möglich ist. – In Europa war letztmals am 18.8.1999 eine totale Sonnenfinsternis zu sehen.

Sonnenaufgang (Naturphänomen)



Es dämmt im Osten. Viele Singvögel haben ihr Konzert angestimmt. Die Sonne steigt über den Horizont, noch rot gefärbt wegen der Streuung des Lichts in der Lufthülle der Erde. Vom Moment, an dem der Sonnenrand sichtbar wird, dauert es gut zwei Minuten, bis wir die Sonne ganz sehen. So nahe am Horizont erscheint sie uns übrigens grösser als hoch am Himmel – dieser Eindruck entsteht erst in unserem Gehirn, es ist eine so genannte optische Täuschung.

Sonnenblume (naturnahe Nutzung)



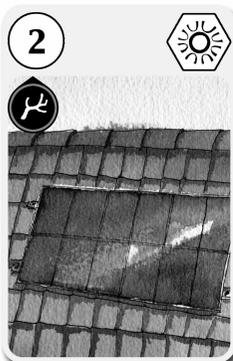
Die Sonnenblume sieht nicht nur wie eine Sonne aus: Wie jede Pflanze, die Blattgrün enthält, nutzt auch sie die Energie der Sonnenstrahlung für ihr eigenes Wachstum. Und: Sie folgt mit ihrem Blütenstand dem Lauf der Sonne. Ein Stoff, der den Wuchs der Pflanze reguliert, wird bevorzugt auf der beschatteten Seite der Pflanze eingelagert. Dadurch wächst diese Seite des Stängels schneller als die beschienene Seite, so dass sich die Blüte der Sonne zuneigt.

Heu trocknen (naturnahe Nutzung)



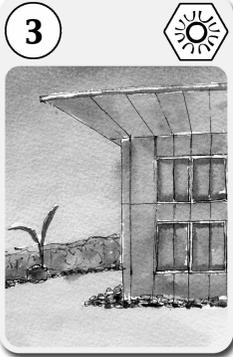
Heu ist durch Trocknen haltbar gemachtes Grünfutter, das zur Fütterung des Viehs im Winter dient. Bei der Bodentrocknung lässt man das gemähte Gras als langes Band (Schwaden, Strich oder Reihe genannt) liegen. In den nächsten Tagen wird es mit einer Heuwendemaschine mehrfach gewendet, damit es besser trocknet: Aus je 100 Kilogramm Grünfutter müssen etwa 60 Kilogramm Wasser verdunsten.

Photovoltaik-Panels (technische Nutzung)



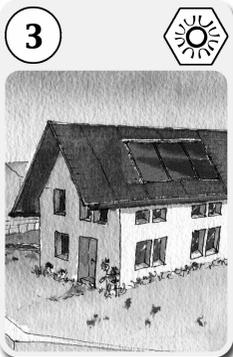
Photovoltaik-Panels bestehen aus Solarzellen. Das sind dünne Scheiben aus so genanntem Halbleiter-Material, meist Silizium. Es ist das gleiche Material, aus dem die „Chips“ für Computer-Prozessoren und ähnliches hergestellt sind. Durch auftreffendes Sonnenlicht werden im Halbleiter elektrische Ladungsträger freigesetzt. So entsteht aus dem Licht elektrische Energie. Heutige Solarzellen sind langlebige Produkte (übliche Garantiezeit 20 Jahre).

Solararchitektur (technische Nutzung)



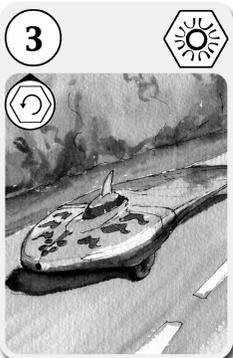
Bei der Solararchitektur plant der Architekt oder die Architektin das Haus so, dass es die Sonnenwärme optimal ausnutzt. Solarhäuser oder „Passivhäuser“ haben in der Regel grosse Südfenster, welche die Wintersonne gut ins Haus lassen, die hoch stehende Sommersonne aber abschatten. Böden, Wände oder Decken aus Backstein, Beton oder Lehm speichern die Wärme und geben ein ausgeglichenes Wohnklima.

Haus mit Sonnenkollektor (technische Nutzung)



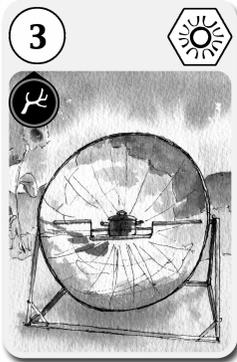
Sonnenkollektoren bestehen aus einem mit Rohren durchzogenen, schwarz gefärbten Absorberblech, in dem ein frostsicheres Wasser-Glykol-Gemisch erhitzt wird. Dieses gibt seine Wärme an einen Wasserspeicher ab. Der Sonnenkollektor liefert einen wesentlichen Anteil der Energie, die fürs Warmwasser benötigt wird: zum Duschen, Abwaschen, Waschen. Der Kollektor kann auch mit der Heizungsanlage kombiniert werden.

Solarmobil (technische Nutzung)



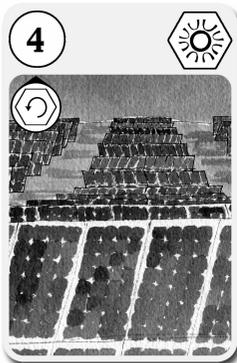
Solarmobile sind gleichsam die „Formel 1“ unter den Elektromobilen: An ihnen können unter Rennbedingungen neue Technologien erprobt werden, die dann in angepasster Form in den Alltags-Fahrzeugen Verwendung finden. Elektrofahrzeuge für den Alltagsgebrauch führen keine oder nur wenige Solarzellen mit sich. Ihre Batterien werden an der Steckdose aufgeladen – zum Beispiel mit „Ökostrom“ aus → Photovoltaik-Kraftwerken.

Solarkocher (technische Nutzung)



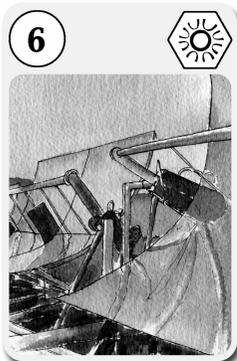
Der abgebildete Solarkocher ist in Konzentrations-technik gebaut: Eine reflektierende Fläche in Form eines Parabolspiegels konzentriert die Sonnenstrahlen in einem Brennfleck. An dieser Stelle wird der schwarz gefärbte Kochtopf angebracht. Durch eine einfache Mechanik kann der Spiegel immer dem Sonnenstand nachgeführt werden. Diese Solarkocher (Reflexkocher) erreichen mit über 300°C höhere Temperaturen als die einfachen solaren Kochkisten.

Photovoltaik-Kraftwerk (technische Nutzung)



Ein Photovoltaik-Kraftwerk besteht aus Tausenden von Solarzellen (→ Photovoltaik-Panels). Seine Leistung wird in „Kilowatt peak“ angegeben (englisch peak = Spitze). Das ist die Leistung, die bei optimalen Bedingungen abgegeben werden kann (klarer Himmel, Sonne scheint rechtwinklig auf die Solarzellen). Die tatsächliche Leistung folgt dem Tag-Nacht- und dem jahreszeitlichen Rhythmus sowie den Wetterbedingungen.

Solarthermisches Kraftwerk (technische Nutzung)



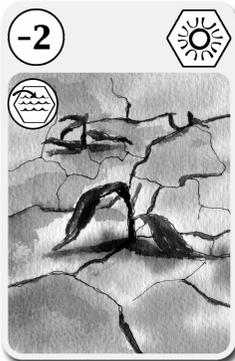
In einem solarthermischen Kraftwerk wird Elektrizität auf dem Umweg über die Wärme erzeugt: Es gibt verschiedene Bauarten; eine davon funktioniert so: Reflektierende Elemente lenken das Sonnenlicht auf ein Absorber-Rohr. Darin wird Öl erhitzt; dieses heizt einen Dampferzeuger; der so erzeugte Dampf treibt eine Dampfturbine an und diese wiederum einen Generator zur Stromerzeugung.

Schweisstreibende Hitze (schädigende Wirkung)



Schwitzen ist gesund – kann aber unangenehm sein. Es dient in erster Linie der Wärmeregulation des Körpers: Der Schweiß verdunstet auf der Haut und bringt so eine Abkühlung. Diese wird begünstigt durch leichten Wind, aber auch durch saugfähige Kleidung (Woll-Burnusse von Wüstenvölkern). – Die Schweißabsonderung kann andererseits auch seelische Ursachen haben („Angstschweiß“).

Dürre (schädigende Wirkung)



Dürre entsteht durch fehlenden Regen und lange Perioden heisser Sonnentage. Sie lässt Pflanzen verdorren. Mitglieder des UNO-Gremiums IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) warnen vor Hungersnöten, die durch die Klimaänderung drohen: Die landwirtschaftlichen Erträge in Asien würden sinken; in Australien und Neuseeland könnte das Wasser knapp werden. Viele Millionen Menschen wären davon betroffen.

Sonnenbrand (schädigende Wirkung)



Der Sonnenbrand ist eine Entzündung der Haut, die durch den Ultraviolett-(UV-)Anteil des Sonnenlichts bei einer übermässigen Sonnenbestrahlung ausgelöst wird. Er entsteht, wenn die Pigmentierung der Haut, die normalerweise die UV-A-Strahlung und die energiereichere UV-B-Strahlung abblocken soll, nicht ausreicht. Dies ist besonders bei sehr hellhäutigen Menschen und bei zu lang andauerndem Sonnenbaden der Fall.

Wind



Wind entsteht primär durch unterschiedliche Erwärmung der Erdoberfläche – er ist also ein Umwandlungsprodukt der Sonnenenergie. – Die globalen (weltweiten) Windsysteme kommen durch die unterschiedliche Sonneneinstrahlung zu Stande, die in den polaren, den gemäßigten und den tropischen Gebieten herrscht. Sie werden zudem stark durch die Erdrotation beeinflusst. Es gibt aber auch regionale Windsysteme, so etwa die Berg-Tal-Winde oder die Meer-Land-Winde an den Küsten. Sie entstehen dadurch, dass sich die Bergflanken rascher erwärmen und abkühlen als die Täler; das Gleiche gilt für das Land im Vergleich zum Meer.

Adler (ENIX Kobold-Symbol)



Der König der Vögel gleitet über den Bergen dahin: Die breiten Flügel erlauben es dem bis zu 4,5 kg schweren Steinadler, langsam kreisend den kleinsten Aufwind zu nutzen. Befiederte Läufe (Beine), mächtige Krallen und ein kräftiger Hakenschnabel sind weitere Körpermerkmale dieses Greifvogels, der kleine Säugetiere und Vögel jagt.

Sanddünen (Naturphänomen)



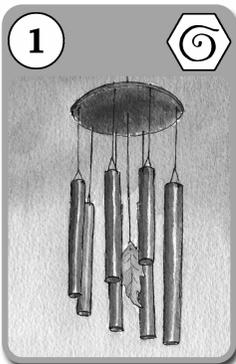
Feiner Sand wird vom Wind aufgenommen und weggeführt. Lässt der Wind nach, lagert sich der Sand als Anhäufung ab. Das kann an Hindernissen geschehen, beispielsweise an Hügeln, Steinen oder auch nur Grasbüscheln. Es gibt aber auch freie Dünen auf offenen, vegetationslosen Flächen.

Fallendes Laub (Naturphänomen)



In den gemäßigten und kalten Klimazonen verlieren Laubbäume im Herbst ihre Blätter. Diese fallen an einer vorgebildeten Trennstelle ab und hinterlassen eine Blattnarbe. – Das Abwerfen der Blätter hat den Vorteil, dass der Baum weniger Flüssigkeit durch Verdunstung verliert. So besteht keine Gefahr, dass er im Winter bei gefrorenem Boden verdurstet.

Wind-Glockenspiel (naturnahe Nutzung)



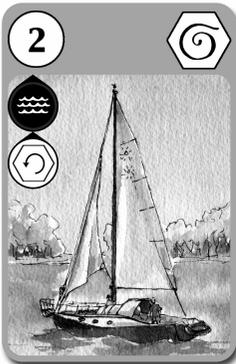
Die verschiedenen langen Metallrohre sind harmonisch auf verschieden hohe Töne gestimmt. Der Wind schlägt entweder die Rohre selbst aneinander, oder er bewegt ein hölzernes Pendel, das seinerseits die Klangrohre anschlägt.

Wäsche trocknen (naturnahe Nutzung)



Was geschieht eigentlich, wenn Wäsche im Freien trocknet? An ihrer Oberfläche verdunstet das Wasser und wird von der Luft aufgenommen. Der Wind führt die feuchte Luft weg. Damit das funktioniert, braucht es also Wind, und die Luft darf nicht schon mit Feuchte gesättigt sein. Überdies ist warmes Wetter günstig, denn warme Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen als kalte.

Segelboot (naturnahe Nutzung)



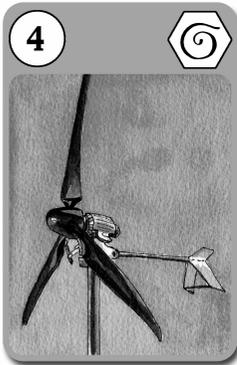
Der Wind bläst in die Segel und treibt das Boot an. Weshalb kann dieses aber auch quer zum Wind oder gar in spitzem Winkel gegen den Wind fahren? Unter dem Boot befindet sich in Längsrichtung ein Brett, das so genannte Schwert. Dadurch wird das Boot gleichsam wie auf einer Schiene geführt. Durch geschicktes Verstellen der Segel kann man so bei fast jedem Wind den gewünschten Kurs einhalten.

Windmühle (technische Nutzung)



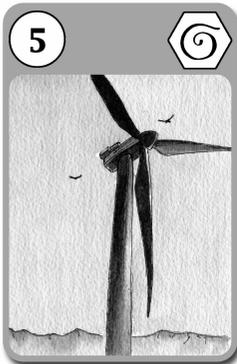
Seit dem ersten Jahrtausend v. Chr. waren Windmühlen bekannt, die mechanische Antriebsenergie erzeugten und beispielsweise einen Mühlstein zum Getreidemahlen antrieben oder zum Wasserschöpfen eingesetzt wurden. Die grossen Windmühlenflügel nutzen schon niedrige Windgeschwindigkeiten.

Leichtwind-Turbine (technische Nutzung)



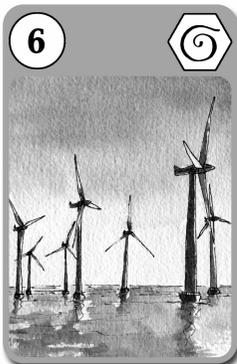
Leichtwindanlagen nutzen schon relativ schwache Winde: Eine mittlere Jahres-Windgeschwindigkeit von 2,5 bis 4,5 m/s reicht für einen sinnvollen Einsatz aus. – Leichtwind-Turbinen sind kleine Anlagen mit Masthöhen unter 20 m. Sie fügen sich auf unauffällige Weise in die Landschaft ein. Ihr Strom kann ins Netz eingespeist werden oder Gebäude ohne Stromanschluss versorgen.

Grosse Windturbine (technische Nutzung)



Grosse Windturbinen sind an Standorten sinnvoll, die im Jahresmittel eine Windgeschwindigkeit von 5 m/s und darüber aufweisen. Es handelt sich um Anlagen mit Turmhöhen bis 100 m, die weithin sichtbare Akzente in der Landschaft setzen. Sie sind somit ein Teil menschlicher Landschaftsgestaltung, wie Städte oder andere technische Bauwerke. Ihr Strom wird ins öffentliche Stromnetz eingespeist.

Off-Shore-Windpark (technische Nutzung)



Mit dem englischen Ausdruck bezeichnet man eine Gruppe von Windturbinen, die in einiger Distanz vor der Küste auf dem Meer aufgestellt werden. Die Windverhältnisse sind dort in der Regel noch wesentlich besser als an der Küste selbst. Dies rechtfertigt die höheren Kosten für die Unterwasser-Fundamente und die am Meeresgrund zu verlegenden Stromkabel.

Sturm (schädigende Wirkung)



Nach der Windstärkeskala des britischen Admirals Sir Francis Beaufort sprechen wir ab Windstärke 9 von einem Sturm. Dies entspricht einer Windgeschwindigkeit über 75 km/h (21 m/s). Dabei können bereits Schäden und Zerstörungen angerichtet werden. – Übrigens: Die Propellerblätter von Windturbinen werden bei Sturm in eine so genannte Segelstellung abgedreht, wodurch sie vor Schäden geschützt sind.

Tornado, Hurrikan, Taifun (schädigende Wirkung)



Die zerstörerischen Wirbelstürme und Windhosen entstehen auf die gleiche Weise wie die harmloseren Tiefdruckgebiete unserer Breiten: Durch die Erdrotation werden die Winde abgelenkt, bis sie einen Wirbel bilden, auf der Nordhalbkugel im Gegenuhreigersinn, auf der Südhalbkugel im Uhrzeigersinn. Windgeschwindigkeiten über 200 km/h (55 m/s) können Autos davontragen. Im „Auge“ des Sturms sind die Winde nur schwach.

Wellen, Gezeiten, Meeres- strömungen



*Damit fassen wir mehrere verschiedene Phänomene zusammen: 1.) Die oft haus hohen **Wellen** auf den Meeren werden durch den Wind angefacht, der viele Kilometer über die Wasseroberfläche bläst und sie auf diese Weise in Bewegung versetzt. 2.) Die Energie der **Gezeiten** stammt von der Rotation der Erde (→ Ebbe und Flut). 3.) Die stationären (das heisst andauernden) **Meeresströmungen** – wie etwa der Golfstrom – entstehen ganz ähnlich wie der Wind: Die polaren und die tropischen Meere erwärmen sich unterschiedlich, wodurch ausgleichende Strömungen entstehen.*

Delfin (ENIX Kobold-Symbol)



Delfine sind gesellig lebende, sozial hoch entwickelte und ausserordentlich intelligente Meeres-Säugetiere. Die Sage erzählt, dass die griechische Liebesgöttin Aphrodite nach ihrer Geburt von einem Delfin an Land gebracht worden sei. Tatsächlich gibt es Berichte, nach denen ertrinkende Menschen von Delfinen gerettet wurden.

Ringförmige Wellen (Naturphänomen)



Ein Regentropfen trifft auf die Wasseroberfläche, oder wir werfen einen Stein ins Wasser: In beiden Fällen wird an der Stelle Wasser verdrängt. Dadurch steigt das benachbarte Wasser rings um diesen Punkt etwas an, danach das Wasser noch weiter aussen: Es entsteht eine Welle, die sich kreisförmig ausbreitet und dabei allmählich abschwächt.

Teich mit leichtem Wellengang (Naturphänomen)



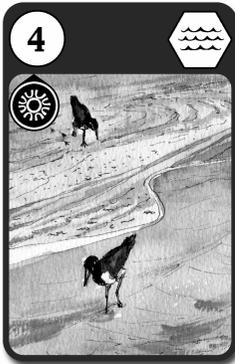
Diese Wellen sind durch den Wind verursacht, wie die grossen Meereswellen. Bei schwachem, gleichmässigem Wind entstehen geradlinige Wellenzüge – so genannte lineare Wellen. Je nach Windstärke sowie Grösse und Form des Teiches entstehen verschiedene geometrische Muster. – Man könnte stundenlang zusehen, vor allem, wenn sich die Umgebung im Teich spiegelt!

Wellenreiten (naturnahe Nutzung)



Das Wellenreiten oder Surfen hat seinen Ursprung in Polynesien: Der Surfer oder die Surferin lässt sich, auf einem flachen Brett stehend, mit den Brandungswellen ans Ufer tragen. Das Surfbrett besteht aus Balsaholz oder Kunststoff und ist etwa 2,50-2,80 m lang und etwa ½ m breit. Man versucht, sich möglichst lange von einem Wellenkamm nach vorn schieben zu lassen. – Beim Windsurfen ist das Surfbrett noch mit einem Segel ausgestattet.

Ebbe und Flut (Naturphänomen)



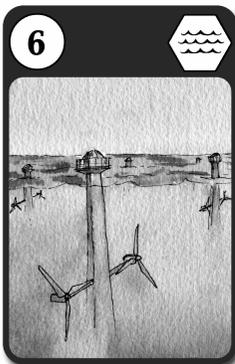
Die Anziehungskraft des Mondes wirkt nicht überall auf der Erde gleich stark: Auf der dem Mond zugewandten Seite ist sie stärker als auf der Gegenseite. Deshalb bildet das Meerwasser zwei Flutberge, unter denen sich die Erde gleichsam wegdreht. So entsteht, sehr vereinfacht gesagt, Ebbe und Flut. – Übrigens wird dadurch die Erdrotation ganz leicht abgebremst: Über Jahrtausende gerechnet werden die Tage um Sekundenbruchteile länger!

Sturzwelle (Naturphänomen)



Bei starkem Wind oder wenn die Welle auf den Strand aufläuft, kann der Wellenkamm in der Fortbewegungsrichtung zusammenstürzen. Solche „Brecher“ sind für kleine Schiffe unter Umständen gefährlich, weil das überschwappende Wasser Menschen mitreißen oder das Schiff mit Wasser füllen kann.

Strömungskraftwerk (technische Nutzung)



Die abgebildeten Propeller befinden sich unter dem Meeresspiegel und nutzen die Energie der Meeresströmungen. Bei diesen kann es sich um Gezeitenströmungen handeln (Ebbe und Flut) oder um dauernde (stationäre) Meeresströmungen. Die Anlagen können so gebaut werden, dass sie die Schifffahrt nicht wesentlich behindern, im Gegensatz zu den klassischen → Gezeitenkraftwerken.

Gezeitenkraftwerk (technische Nutzung)



Beim klassischen Gezeitenkraftwerk wird das Wasser beim Mündungstrichter eines Flusses gestaut. Man nützt dann den unterschiedlichen Wasserstand bei Ebbe und Flut aus, auf ähnliche Weise wie bei einem Stausee. Ein Problem ist, dass geeignete Standorte oft auch wichtige Häfen sind, bei denen die Staumauer die Schifffahrt stark behindern würde. Das bisher einzige europäische Gezeitenkraftwerk arbeitet seit 1966 an der Rance-Mündung (Bretagne, Frankreich).

Brandung (Naturphänomen)



Als Brandung bezeichnet man das Auftreffen der Wellen auf die Küste. Das kann an einem flachen Strand geschehen, auf dem die Welle aufläuft, abgebremst wird und sich bricht, oder als abruptes Aufprallen an einer Felsenklippe. In beiden Fällen wird Energie frei, die einerseits hörbar wird (das Tosen der Brandung), andererseits Sand oder gar Felsmaterial abträgt und so die Küstenlandschaft verändert.

Sturmflut (schädigende Wirkung)



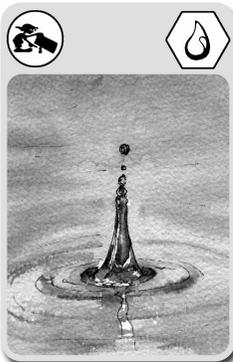
Sturmfluten kommen zu Stande, wenn die Flut verstärkt wird durch einen vom Meer aufs Land gerichteten Sturmwind. Noch gefährlicher wird die Sturmflut, wenn sie zur Zeit einer so genannten Springtide auftritt. So nennt man die Flut, wenn Sonne, Mond und Erde in einer Linie liegen und die Anziehungskraft der Sonne diejenige des Mondes unterstützt (Gegensatz: Nipptide). → Ebbe und Flut.

Wasserkraft



Der Kreislauf des Wassers wird durch die Sonne aufrechterhalten: Insbesondere an der Meeresoberfläche verdunstet das Wasser infolge der Sonnenwärme. Die Feuchtigkeit wird in Form von Wolken durch den Wind verfrachtet und regnet irgendwo wieder aus. Wenn das Regenwasser in einer hoch gelegenen Region auf die Erde trifft, z.B. in den Alpen, enthält es so genannte Lageenergie: Auf dem Weg hinab in die Täler und ins Meer kann das Wasser Arbeit leisten. – Für die Nutzung der Wasserkraft sind also vor allem gebirgige Länder mit genügend Niederschlag geeignet (Schweiz, Österreich, Neuseeland, Peru und andere).

Wassertropfen (ENIX Kobold-Symbol)



Wasser ist wohl die am intensivsten erforschte Flüssigkeit. Trotz der einfachen chemischen Formel H_2O hat es viele erstaunliche Eigenschaften: Dass es bei $+4^{\circ}C$ am schwersten ist, hindert die Seen am vollständigen Durchgefrieren. Dass Wasser eine Art „Gedächtnis“ haben könnte, ist noch Gegenstand der Forschung. Jedenfalls ist Wasser ganz entscheidend an der Entstehung des Lebens beteiligt. – Doch freuen wir uns einfach an der Schönheit des Wassertropfens!

Wasserfall (Naturphänomen)



Wenn ein Bach oder Fluss über einen steilen Abhang stürzt, sprechen wir von einem Wasserfall. Solche Abhänge, Steilhänge oder Stürze entstehen durch Erosion (Abtragen des Felsmaterials durch Wind, Wasser oder Gletscher), oder durch Bewegungen der Erdkruste. – Bei grösseren Wasserfällen ist es natürlich verlockend, die Energie technisch zu nutzen. Einmalige Naturschönheiten sollten jedoch erhalten bleiben.

Spielzeug-Wasserrad (naturnahe Nutzung)



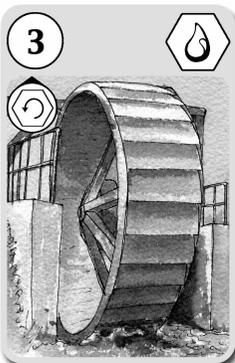
Das kleine Wasserrad hat in jedem Kinderrucksack Platz, ist schnell zusammengesteckt und plätschert bald im Bach zwischen zwei Astgabeln oder auf geeigneten Steinen als Lager. Das Wasser darf auch von oben auf die Schaufeln fallen oder als Strahl gespritzt kommen, immer dreht sich das kleine Wasserrad und kann ein Hammerwerk oder Karussell antreiben. Zu Hause kann es durch einen Gartenschlauch oder mit der Giesskanne angetrieben werden.

Unterschlächtiges Wasserrad

und

Oberschlächtiges Wasserrad

(technische Nutzung)

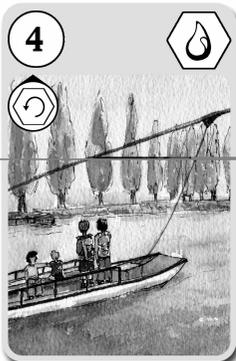


Schon früh – erstmals etwa 200 v. Chr. – wurde die Energie des Wassers technisch genutzt. Man baute Wasserräder so in einen Bach, dass das Wasser unten durch floss: Unterschlächte Wasserräder.



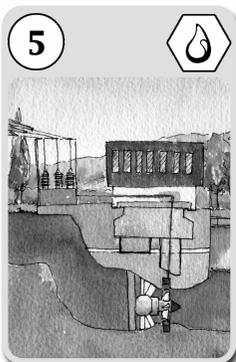
Oder man leitete das Wasser über das Rad, meist durch einen Känel aus Holz: Oberschlächtiges Wasserrad.

In beiden Fällen wurden über Treibriemen die Maschinen angetrieben. Deshalb stehen alte Mühlen, Sägereien und dergleichen oft an einem Bach oder Fluss. Erst später lernte man, die Energie in Form von Elektrizität an beliebige Orte zu leiten.



Strömungsgetriebene Fähre (technische Nutzung)

Die abgebildete Fähre braucht keinen Motor: Sie hängt an einem Seil. Dieses wiederum ist beweglich an einem zweiten Seil angebracht, welches quer über den Fluss gespannt ist. Der Fährmann oder die Fährfrau legt die Seilbefestigung an einem Hebel auf die Backbord- oder Steuerbordseite um – auf die linke oder die rechte Schiffsseite also. Dadurch liegt die Fähre schräg zur Strömung und wird von dieser in der gewünschten Richtung über den Fluss getrieben.



Flusskraftwerk (technische Nutzung)

Ein Flusskraftwerk nutzt die Energie des strömenden Flusswassers. Oft wird dazu ein Stauwehr gebaut. Das Wasser durchströmt eine oder mehrere Turbinen (im Bild eine so genannte Rohrturbine); jede Turbine treibt einen Generator zur Stromerzeugung an. – Flusskraftwerke können mit ihren Stauwehren auch einen Beitrag zum Hochwasserschutz leisten (→ Überschwemmung).

Stausee (technische Nutzung)



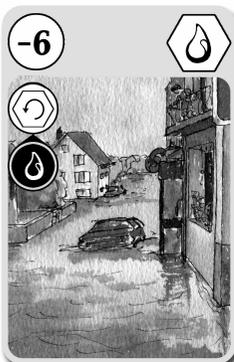
Das Wasser, das sich im (meist künstlich erstellten) Stausee befindet, kann nach Bedarf abgelassen werden und dabei in einem oder mehreren Kraftwerken elektrischen Strom erzeugen. Gefüllt wird der See durch natürliche Zuflüsse, durch zusätzlich in Stollen hergeleitetes Wasser, oder auch durch elektrisches Heraufpumpen. Durch letzteres kann überschüssige Energie gespeichert und später wieder verfügbar gemacht werden.

Pelton-Turbinenrad (technische Nutzung)



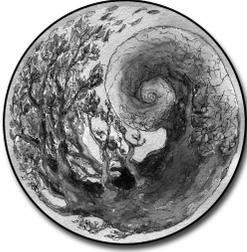
Die Pelton-Turbine nutzt die Bewegungsenergie des fallenden Wassers: Aus einer oder mehreren Düsen strömt Wasser, trifft auf die becherförmig ausgeführten Schaufeln und treibt das Laufrad an. Die Pelton-Turbine wird in Wasserkraftwerken mit sehr großen Fallhöhen aber nicht allzu großen Wasserströmen eingesetzt, oft auch im Zusammenhang mit einem Stausee.

Überschwemmung (schädigende Wirkung)



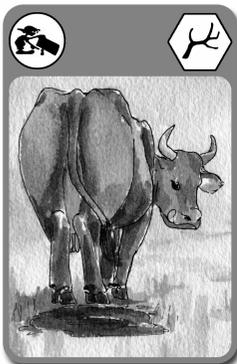
Durch lang anhaltende Regenfälle oder rasche Schneeschmelze können Flüsse über die Ufer treten. Als Schutz vor Überschwemmung dienen natürliche und künstliche Speicher, die das Wasser vorübergehend zurückhalten. Beispiele dafür sind Auenwälder, die sporadisch überschwemmt werden dürfen und sollen, aber auch Stauwehre von Kraftwerken. Ferner sollte das Regenwasser in den Siedlungen versickern statt in die Kanalisation zu gelangen.

Biomasse



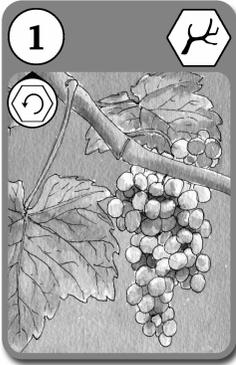
Unter Biomasse versteht man die Materie, aus der die Lebewesen bestehen: die Pflanzen, die Körper der Tiere und Menschen, aber auch ihre Ausscheidungen. Viele pflanzliche Substanzen – Holz, Öle – sind brennbar und können so Energie liefern. Andere – z.B. tierische und menschliche Ausscheidungen oder unverholzte Pflanzenteile – lassen sich vergären und liefern dabei ein brennbares Gas. – Alle Biomasse entsteht letztlich durch die Pflanzen: Sie nutzen mit Hilfe des Blattgrüns (Chlorophyll) die Sonnenenergie, um energiereiche Stoffe wie Glukose (eine Zuckerart) und Stärke aufzubauen.

Kuhfladen (ENIX Kobold-Symbol)



Wer ist noch nie beim Wandern in einen dieser weichen, dampfenden Fladen getreten, die man scherzhaft auch „Alpen-Pizza“ nennt? Aber auch diese Art Biomasse ist wertvoll – als Dünger, oder zur Erzeugung von Biogas. Übrigens: Unsere Vorfahren benutzten Kuhfladen und Pferdemit als Brennstoff.

Weintraube (naturnahe Nutzung)



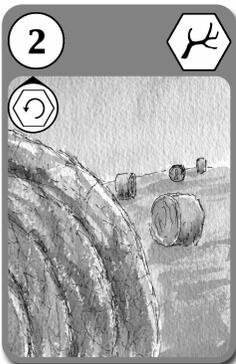
Der Weinbau zeigt besonders schön den Zusammenhang zwischen dem Sonnenlicht und dem Aufbau von Biomasse: Gute Weinjahrgänge gibt es fast immer in besonders sonnenreichen Jahren. Dann nämlich wird in den Trauben viel Zucker gebildet – der Winzer (Weinbauer) spricht von hohen Öchslegraden. Deshalb pflanzt man die Reben auch vorzugsweise an Südhängen, die optimal zur Sonne ausgerichtet sind.

Offenes Feuer (naturnahe Nutzung)



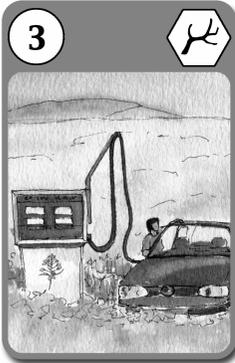
Was geschieht alles in einem Holzfeuer? Durch die Hitze werden die brennbaren Kohlenwasserstoffe als Gase aus dem Holz ausgetrieben. Sie verbrennen mit dem Sauerstoff der Luft zu CO_2 (Kohlendioxid) und Wasserdampf. Das gelbe Leuchten der Flammen kommt übrigens von glühenden Russpartikeln. Die verbleibende Holzkohle verglüht unter lang anhaltender Hitzebildung. Am Schluss bleibt ein Häufchen unbrennbarer Mineralstoffe: die Asche.

Strohballen (technische Nutzung)



Als „Stroh“ bezeichnet man die nach dem Dreschen des Getreides übrig bleibenden leeren Halme. In Gebieten mit intensivem Getreideanbau bietet es sich an, diese als Brennstoff zu verwenden. Ein gepresster Ballen im Format $1,3 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 2,3 \text{ m}$ hat einen Energieinhalt von rund 2'000 kWh, entsprechend 200 Liter Heizöl.

Rapsöl-Gewinnung (technische Nutzung)



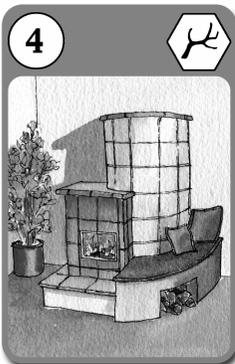
Raps ist eine gelb blühende Pflanze, die zur Familie der Kreuzblütler gehört. Aus ihren Samen wird ein Öl gewonnen, das als Grundlage für Schmier- und Hydrauliköle, Farben und Waschmittel dient, aber auch zu einem dieselähnlichen Treibstoff verarbeitet werden kann. Als Nebenprodukte entstehen Glyzerin sowie Rapskuchen, der als Futtermittel verwendbar ist.

Stückholz (technische Nutzung)



Stückholz ist Brennholz, das vor allem bei der Durchforstung der Wälder anfällt. Es wird in 33 cm oder 50 cm langen Stücken geliefert, entweder als Rundholz oder bereits gespalten (so genannte Scheite oder Spalten). Es kann nur in gut getrockneter Form einwandfrei verbrannt werden und sollte deshalb mindestens zwei Jahre an einem vor Regen geschützten Ort lagern.

Kachelofen (technische Nutzung)



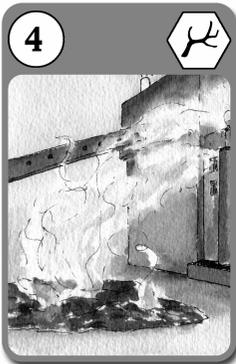
Ein Kachelofen steht im Wohnraum und gibt die Wärme direkt über seine Oberfläche an den Raum ab. Er wird in der Regel mit → Stückholz befeuert. Seinen Namen hat er von den Keramikkacheln, aus denen er aufgebaut ist. Diese wirken als Speicher und geben noch lange nach dem Erlöschen des Feuers Wärme ab.

Holzpellets (technische Nutzung)



Pellets sind etwa so gross wie eine längliche Pille. Sie bestehen aus unbehandelten Holzresten (Waldholzabfall, Hobelspäne, Sägespäne), die zermahlen, verdichtet und zu kleinen Röllchen gepresst werden. Pellets werden in vollautomatischen Heizanlagen als Brennstoff eingesetzt. Gegenüber den → Hackschnitzeln haben sie den Vorteil, eine gleichmässige Form und Grösse zu haben, wodurch die Feuerungsanlagen störungsfreier arbeiten.

Biomasse-Vergärung (technische Nutzung)



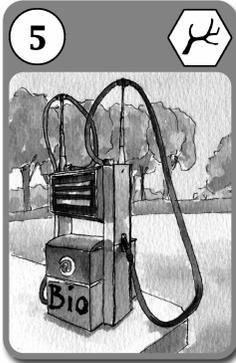
Frische Pflanzenabfälle, tierische Ausscheidungen, Schlachtabfälle, Speisereste und dergleichen kann man unter Luftabschluss vergären. Es entsteht so genanntes Biogas. Dieses ist ähnlich zusammengesetzt wie Erdgas und kann wie dieses zum Heizen, zum Autofahren oder zur Stromerzeugung genutzt werden. – Als Rückstand bleibt ein Kompost, den man als Dünger nutzen kann.

Hackschnitzel (technische Nutzung)



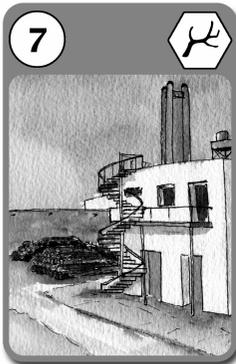
Brennholz kann maschinell zu so genannten Hackschnitzeln verarbeitet werden. Die Maschinen dazu sind fahrbar, die Verarbeitung kann gleich im Wald geschehen. – Feuerungen für Hackschnitzel arbeiten vollautomatisch. Sie können so ausgelegt werden, dass auch frische Schnitzel ohne Trocknung einwandfrei verbrennen (Grünschnitzelfeuerungen).

Biodiesel-Tankstelle (technische Nutzung)



Biodiesel wird aus Rapsöl hergestellt, → Rapsöl-Gewinnung. Eine Anbaufläche von einem Hektar (10'000 m²) liefert pro Ernte etwa 1'100 Liter Biodiesel. Dies reicht gut für den jährlichen Verbrauch eines privaten Personenwagens. – Übrigens: Biodiesel hat praktisch die gleichen Eigenschaften wie normales Dieselöl, er kann also für jeden Dieselmotor verwendet werden.

Holzwärmeleistung (technische Nutzung)



Mit Holzbrennstoff kann auch Strom erzeugt werden. Das einfachste Verfahren ist, mit einem holzbefeuerten Kessel Dampf zu erzeugen und damit eine Dampfturbine anzutreiben. Die Abwärme wird dazu verwendet, nahe gelegene Häuser zu heizen (so genannter Nahwärmeverbund), oder sie kann in ein grösseres Fernwärmenetz eingespeist werden.

Waldbrand (schädigende Wirkung)



Waldbrände entstehen durch Blitzschläge, Selbstentzündung ausgetrockneter Waldvegetation, menschliche Fahrlässigkeit oder Brandstiftung. Sie bringen schwerwiegende ökologische Folgen mit sich, insbesondere bei Bränden im Sommer, wenn die Humusdecke bis auf den Mineralboden zerstört wird. Meist treten Waldbrände während Trockenperioden auf; sie sind wegen ihrer hohen Ausbreitungsgeschwindigkeit äusserst gefährlich für Mensch und Tier.

Erdwärme



Wie in der Sonne, wird auch im Erdinnern Energie aus Atomkernen freigesetzt. Hier werden diese aber nicht verschmolzen, im Gegenteil: Schwere Atomkerne wie beispielsweise Urankerne zerfallen in leichtere. Auch dabei wird nach Einsteins Formel $E=m \cdot c^2$ ein Teil der Materie in Energie umgewandelt. Aus diesem Grund nimmt in der Erdkruste die Temperatur durchschnittlich um 3°C pro 100 m Tiefe zu. – Auf der ganzen Erde fließt etwa gleichviel Energie vom Erdinnern an die Oberfläche, wie die Menschheit gemäss Prognosen im Jahr 2100 etwa brauchen wird.

Drache (ENIX Kobold-Symbol)



Der Drache ist ein vom Menschen erdachtes, feuer-speisendes Fabelwesen. Oft verkörpert er das Böse, das vom Sagenhelden überwunden werden muss; häufig wartet eine schöne Prinzessin als Lohn. Andere Geschichten erzählen aber auch von der Weisheit der Drachen, die dem Menschen grossen Nutzen bringen kann.

Geysir (Naturphänomen)



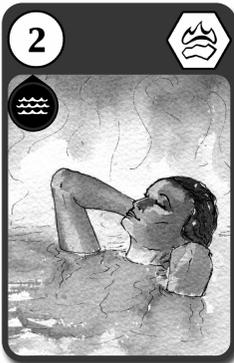
Das isländische Wort bezeichnet heisse Springquellen in vulkanisch aktiven Gebieten, die aus mit Wasser erfüllten Erdtrichtern meist in bestimmten Abständen Wasser- und Dampffontänen ausstossen. Der Ausstoss erfolgt bei steigendem Dampfdruck als Druckentlastung. Um die Quellen herum werden Mineralien abgelagert und bilden so genannte Sinter. Geysire gibt es beispielsweise in Island, Yellowstonepark (USA), Neuseeland, Kamtschatka (Russland), Japan.

Erdkeller (naturnahe Nutzung)



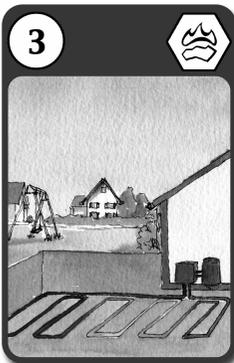
Ein in die Erde hinein gebauter, kellerähnlicher Raum gleicht die jahres- und tageszeitlichen Temperaturschwankungen aus: Er ist im Winter wärmer und im Sommer kühler als die Aussenluft. Deshalb eignet er sich vorzüglich zum Reifen und Lagern von Wein, Käse und dergleichen.

Thermalbad (naturnahe Nutzung)



Eine Thermalquelle ist eine warme oder heisse Quelle, die oft auch heilend wirkende Mineralien enthält. Seit dem 5. Jahrhundert v. Chr. kennt man Thermalbäder. Oft dienen sie auch als gesellschaftlicher Treffpunkt, so im antiken Rom oder heute noch in Island.

Erdwärme-Register (technische Nutzung)



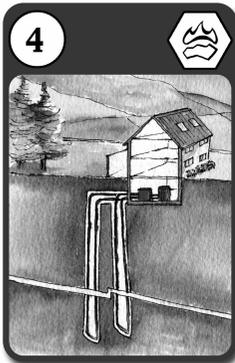
Das Erdwärmeregister nutzt den gleichen Effekt wie der → Erdkeller. Es besteht aus Rohren, die in frostsicherer Tiefe (mindestens 1,30 m) im Erdreich verlegt sind. Darin kann man zum Beispiel Frischluft für eine Lüftungsanlage im Sommer kühlen und im Winter vorwärmen. Oder es wird Wasser vorgewärmt, das einer Wärmepumpe zugeführt wird (→ Haus mit Erdsonde).

Heisse Quelle (Naturphänomen)



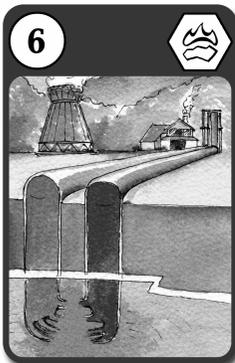
In vulkanisch aktiven Gebieten treten oft heisse Quellen zu Tage. Manchmal sind sie schwefelhaltig, was an den schwefelgelben Ablagerungen erkennbar ist und nicht zuletzt am typischen Schwefelgeruch (Schwefelwasserstoff riecht nach faulen Eiern).
Übrigens: In der isländischen Hauptstadt Reykjavik sind die Häuser grösstenteils an ein Fernwärmenetz angeschlossen, dessen Wärme aus heissen Quellen stammt.

Haus mit Erdsonde (technische Nutzung)



In einer mindestens 50 m bis 100 m tiefen Bohrung lässt man Wasser zirkulieren. Das durch die Erdwärme leicht temperierte Wasser wird einer so genannten Wärmepumpe zugeführt. Diese wird mit Elektrizität oder Gas angetrieben, entzieht dem Wasser Wärme und gibt diese bei höherer Temperatur wieder ab. Sie wird zum Heizen des Hauses verwendet, vorzugsweise durch eine Fussbodenheizung, weil diese mit niedriger Wassertemperatur arbeitet.

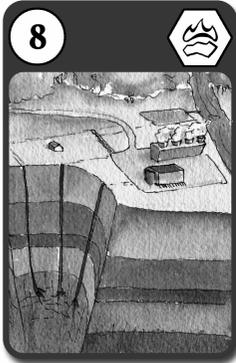
Geothermisches Kraftwerk (technische Nutzung)



Geothermische Kraftwerke existieren beispielsweise in Island und Italien. Sie nutzen extrem heisse Quellen, in denen Wasser unter Druck oder Dampf mit einer Temperatur von weit über 100°C zur Verfügung steht. Mittels Dampfturbinen wird Strom erzeugt.

Deep Heat Mining = Hot Dry Rock

(technische Nutzung)



Die englischen Ausdrücke bedeuten wörtlich „Tiefenwärme-Bergbau“ bzw. „heisses trockenes Gestein“. Kraftwerke nach diesem Verfahren sind nicht von heißen Quellen abhängig und können auch ausserhalb vulkanisch aktiver Gebiete gebaut werden. Man pumpt Wasser mehrere Kilometer tief durch heisses zerklüftes Gestein. Die Hitze des zurück kommenden Wassers wird mittels einer Dampfturbine genutzt.

Lavaerguss (schädigende Wirkung)



Lava ist geschmolzenes, glühendes Gestein, das bei einem Vulkanausbruch an die Erdoberfläche gelangt. Je nach der Zähigkeit des Lavastroms entstehen beim Erkalten die unterschiedlichsten Formen: Fladen-, Strick- und Schollenlava bei dünnflüssiger Schmelze, Brockenlava bei mittlerer Zähigkeit, Blocklava bei zähflüssiger Schmelze.

Vulkanausbruch (schädigende Wirkung)



Vulkanausbrüche sind immer mit Gefahren für Mensch und Tier verbunden: Die Richtung des zerstörerischen Lavastroms ist oft unberechenbar; es können giftige Dämpfe und Aschen entstehen; durch Abschmelzen von Gletschern droht Überschwemmung. Kein anderes Naturereignis kann eine Landschaft so rasch verändern. Das ist einzigartig und faszinierend, und so werden Vulkangebiete oft auch zu Anziehungspunkten für Forschung und Tourismus.

