

Unterrichtsbausteine

Geist-Kraft

Livia Zwahlen-Hug Leiterin Katechese der
Pfarrei Guthirt Ostermundigen
Moni Egger Freischaffende Theologin,
Primarlehrerin

Energie treibt an. Sie gibt Handlungskraft. So kommen Sachen und Menschen in Bewegung. Da der Begriff «Energie» für Kinder im Zyklus 1 noch sehr abstrakt ist, arbeiten wir für die Unterrichtsvorschläge mehrheitlich mit dem Begriff «Kraft». Kraft ist physikalisch gesehen eine Methode der Energieanwendung. Als Antriebskraft ist sie in der materiellen Welt von grosser Bedeutung. Sie bringt Dinge und Prozesse und natürlich auch Menschen in Bewegung. Menschen leben aber auch über das Physische hinaus von einer Antriebskraft, die sie miteinander in Beziehung bringt, die sie nicht verzagen lässt, die sie neugierig und kreativ macht. Im christlichen Kontext sprechen wir von heiliger Geistkraft oder vom Heiligen Geist.

Die vorgeschlagenen Unterrichtsbausteine lassen sich frei kombinieren, ergänzen und verändern. Sie geben Material für mindestens 90 Minuten Unterrichtszeit. Das Thema der Antriebskraft führt am Beispiel der Windkraft durch den Unterricht. Auf psychologischer Ebene geht es um das, was Menschen Kraft zum Leben gibt. Und von hier ist es nicht mehr weit zur spirituellen Ebene und der Geistkraft Gottes, die in der Bibel unter anderem im Bild des Windes beschrieben wird. Materialien, Varianten und zusätzliche Ideen finden sich online auf www.sehen-und-handeln.ch/lernen.

Wer für die Geistkraft das Bild von Feuer oder von Wasser bevorzugt, kann die einzelnen Bausteine leicht anpassen. Der Bibeltext aus 2 Tim passt auch dazu. Ideen für entsprechende Einstiegsexperimente mit Wärme oder Wasserkraft gibt es ebenfalls unter obigem Link.

In den handskizzierten Kästchen sind die benötigten Materialien sowie zusätzliche Unterrichtselemente vermerkt.

Einstieg ins Thema (15')

Jedes Kind bekommt ein Blatt Papier und den Auftrag: «Falte oder forme das Blatt so, dass du es danach bewegen kannst, ohne es anzufassen.» Als weiteres Material dürfen Stecknadeln, Kartonrollen, Klebstreifen und Schere verwendet werden. Die SuS¹ präsentieren die Ergebnisse. Auswertung: Was war nötig, damit sich das Blatt bewegt? Das Gespräch wird auf Wind kommen.

Informationen (15')

«Was ist Wind?» Wind ist Energie. Energie liefert die Kraft, die benötigt wird, damit sich etwas bewegt. «Welche anderen Formen von Energie und Kraft kennt ihr noch?» Auf A5-Karten zeichnen die Kinder, wo sie denken, dass Energie gebraucht wird. Sammeln und vorstellen, verknüpfen mit den Begriffen Wasser, Sonne, Wind, fossile Brennstoffe, dazu Bilder bereithalten (siehe Beilage 1). Die Energiekarten in die Mitte legen. Die im Einstieg gebastelten Windrädchen oder anderen Konstruktionen darum herumlegen/-stellen. Jedes Kind legt eine Schnur als «Stromleitung» von seinem Windrädchen zu seinem Energiebild.

Ergänzende Fragen:

- Welche dieser Energieformen werden wohl in der Schweiz am meisten genutzt?
 - Welche dieser Energieformen seht ihr am wenigsten?
 - Welche dieser Energieformen sind am schonendsten für die Umwelt und zukunftsweisend?
- Informationen dazu auf den Factsheets

Material:

- Papier, Stecknadeln, Kartonrollen, Klebstreifen, Scheren
- Rundes Tuch für die Mitte
- Schnüre
- Bilder zu Energieformen (Beilage 1)

¹ Schülerinnen und Schüler

Verknüpfung mit dem eigenen Leben (10')

«Und woher bekommen wir Menschen die Energie, die wir brauchen, um unseren Körper zu bewegen?» Stichwort: Nahrung. Beispiele sammeln. «Nebst gesunder Ernährung brauchen wir auch Nahrung für die Seele. Woher bekommen wir diese?» Stichworte: Liebe der Familie, der Mitmenschen, schöne Gedanken. Zutreffende Stichworte sammeln.

Zusatzidee:

Die Kinder legen sich auf Packpapier und fahren die Umrisse. Die nachfolgenden Erkenntnisse können sie direkt in ihren Körper einzeichnen.

Vertiefung der Zuwendungsthematik:

Geschichte der Menschen von Swabedoo (mit Bilderbuch oder ohne), eventuell mit einem Pelzli für jedes Kind oder einer Komplimente-Runde.

Material:

- Packpapier
- Wachsmalstifte / Neocolor
- [Geschichte von Swabedoo](#) oder Bilderbuch «Die kleinen Leute von Swabedoo», ISBN 978-3-451-71400-9
- Pelzli

Biblischer Bezug: Gottes Geistkraft (20')

Kerze anzünden / in die Kirche gehen. Gott gibt unserer Seele Kraft auf den Weg. Das nennen wir heilige Kraft oder Heiliger Geist oder auch heilige Geistkraft. Zuerst das Vorwissen der Kinder abholen: «Was verstehst du unter «Heiliger Geist»? Was weisst du darüber?» In der Bibel wird diese Kraft manchmal mit einem Sturm verglichen. Wie der Wind das Windrad antreibt, so kann die Geistkraft dich antreiben. Wie ein heftiger Wind kann sie etwas durcheinanderwirbeln, in Bewegung bringen, Kraft geben.

Miteinander den folgenden Bibeltext lesen, schwierige Wörter finden und erklären:

2 Tim 1,6a.7.14

Lass dein inneres Feuer leuchten! Es kommt von Gott. Gottes Geistkraft macht nicht feige. Nein! Gottes Geistkraft macht stark! Gott hat uns die Kraft der Liebe gegeben und die Kraft der Besonnenheit.

Schäme dich nicht, davon zu reden, woher deine Kraft kommt. Dank der Kraft von Gott kannst du auch Schwieriges ertragen. Pass auf das Kostbare auf, das in dir ist. Die Geistkraft hilft dir dabei.

Kindertheologisches Gespräch über den Text: «Wie kann diese Kraft im eigenen Leben gefühlt werden?», «Welche Kraft kommt von Gott und welche kommt von anderswo?»

Zusatzideen:

→ Die Geschichte von Timotheus im Juni 4_2022 lesen (Erzählung zu 2Tim 1)

Hinweis: In der Erzählung wird Paulus als Verfasser des Briefs erwähnt. In der historisch kritischen Exegese werden die Timotheus-Briefe jedoch zu den sog. Pastoralbriefen gezählt, die erst lange nach Paulus' Tod verfasst wurden. Für Kinder in Zyklus 1 und 2 spielt diese Unterscheidung jedoch kaum eine Rolle. Wer es genauer wissen will: <https://www.bibelwissenschaft.de/stichwort/46928/>

→ Ein Lied und mögliche Gebete finden sich in den Beilagen 2a und 2b.

Vertiefung (20')

Jedes Kind schreibt seine Lieblingswörter aus 2 Tim auf ein Papierquadrat ab und zeichnet die Erkenntnisse der Lektion auf: Dinge, die stärken, Sachen, die froh machen, geliebte Menschen usw. Mit einer speziellen Farbe Gottes Geist aufmalen. Je nach benutzter Farbe können beide Seiten bemalt werden. Aus dem Papierquadrat ein Windrad gestalten (siehe Beilage 3 Windrad).

Material:

- Bibeltext
 - vorbereitete Papierquadrate für Windräder
 - Farben, z.B. Neocolors
 - Pro Windrad 1 Holzstab (weiches Holz verwenden!), eine Pinnadel oder ein Nagel, zwei Perlen mit Loch
- Alternative, wenn keine Zeit zum Basteln ist: Im Freien Seifenblasen steigen lassen und – analog zum unten vorgeschlagenen Abschluss – dabei Wünsche äussern oder denken.

Verkürztes Programm:

Im Freien Seifenblasen steigen lassen und dabei Wünsche äussern oder denken.

Abschluss (15')

Nach draussen gehen, die Weite des Himmels wahrnehmen, die Windrädchen drehen lassen. Windrädchen in einen Topf oder Backstein stecken und rundherum sitzen. Kurzgespräch: «Wofür willst du deine Kraft einsetzen? Wofür wünschst du dir Kraft?» Jedes Kind nennt oder denkt seinen Wunsch und pustet dann das Windrädchen an.

Material:

- Backstein oder Sandbecken / Topf mit Sand

Bilder Energie

Grimsel-Stausee



Grimsel-Stausee



Grimsel-Stausee



Ölförderplattform



Kernkraftwerk Gösgen-Däniken



Windturbinen



Solarzellen



Solarzellen



Beilage 1 zu den Unterrichtsbausteinen

Geist-Kraft

Verbindung zum Lehrplan 21

Die Schülerinnen und Schüler können Erfahrungen mit Bewegungen und Kräften beschreiben und einordnen. <https://zh.lehrplan.ch/index.php?code=a|6|1|3|0|1>

Zyklus 1:

- a können Objekte auf verschiedene Arten in Bewegung bringen und über die Unterschiede sprechen (z.B. Spielzeugauto, Schaukel, Ball: rollen, prellen, werfen; Feder aufziehen).
- b können das Phänomen Gleichgewicht ausprobieren, Vermutungen anstellen und diese überprüfen (z.B. Wippe im Gleichgewicht halten, sicher stehen beim Balancieren, Gleichgewicht und Ungleichgewicht beim Spielen mit Bauklötzen).
- c können Wirkungen von Kräften in Alltagssprache beschreiben (z.B. Objekte bewegen: ziehen, anstossen, heben, fallen lassen).
- d können verschiedene Hebelwirkungen ausprobieren und Erfahrungen austauschen
(z.B. am eigenen Körper, bei einer Wippe, Baumschere, Nussknacker, Zange)

Die Schülerinnen und Schüler können die Bedeutung von Energie und Energieumwandlungen im Alltag erkennen, beschreiben und reflektiert handeln. <https://zh.lehrplan.ch/index.php?code=a|6|1|3|0|2>

Zyklus 1:

- a können Prozesse der Energieumwandlung wahrnehmen und darüber sprechen (z.B. die aufgezoene Feder treibt das Spielzeugauto an, die Kugel in der Kugelbahn wird beim Hinunterrollen immer schneller, Wasser wird warm/kühlt ab).

- b können Vorkommen und Bedeutung von Energie im Alltag beschreiben (z.B. Nahrung liefert uns die Energie, die wir benötigen; ohne elektrische Energie könnten elektrische Geräte nicht betrieben werden).

Verbindung zum LeRUKa

Kompetenzbereich F: Christliche Spiritualität leben

- 1F: In ausgewählten spirituellen Formen des Christentums Grunderfahrungen des Lebens wahrnehmen.
 - 1F_6: Spirituelle Wegbegleiter entdecken, deuten und für das eigene Leben förderlich werden lassen.

Beilage 2a zu den Unterrichtsbausteinen

Komm, Heiliger Geist

11.3



Ref: Komm, Heiliger Geist mit Dei-ner Kraft, die uns ver-bin-det und Le-ben schafft!



1. Wie das Feu-er sich ver-brei-tet und die Dun-kei-heit er-hellt,
2. Wie der Sturm so un-auf- halt-sam dring in un-ser Le - ben ein.



so soll uns Dein Geist er-grei-fen, um-ge-stal-ten uns-re Welt. Ref.
Nur wenn wir uns nicht verschliessen, können wir Deine Kirche sein. Ref.

3. Schenke uns von Deiner Liebe, die vertraut und die vergibt. Alle sprechen eine Sprache, wenn ein Mensch den andern liebt. Ref.

Beilage 2b zu den Unterrichtsbausteinen

Gebete

Atem Gottes

nicht sehen und doch spüren
nicht hören und doch verstehen
nicht berühren und doch glauben

atemberaubend

feuerstark

kraftvoll

komm – atem der heiligkeit!

komm – feuer der liebe!

komm – kraft des auferstandenen!

schenk – weisheit!

schenk – geborgenheit!

schenk – hoffnung!

sei unser atem, du!

Monika Hug

Idee zur Arbeit mit dem Gebet, für die Klassenstufe 1 (passt auch für 2 und 3)

- Gemeinsam mit den Schüler:innen werden Bewegungen zu den einzelnen Worten herausgefunden. Die Lehrperson betet danach das Gebet, die Kinder machen die Bewegungen/Geräusche dazu.

Ideen zur Arbeit mit dem Gebet, für die Klassenstufen 2 und 3

- Die einzelnen Zeilen des Gebetes auf Zettel drucken, an die Schüler:innen verteilen. Die Lehrperson macht den Anfang mit dem Titel, danach können die Schüler:innen ihre Zeile laut vorlesen, wann sie möchten. Das Gebet bekommt so einen neuen Rhythmus. Die letzte Zeile bleibt bei der Lehrperson, sie schliesst das Gebet ab.
- Die Schüler:innen bekommen die Zeilen des Gebetes als Paket abgegeben, jedoch durcheinander und ordnen sie so, dass ein für sie stimmiges Gebet entsteht.

In beiden Fällen kann das Gebet in seiner Ur-Form noch abgegeben werden, muss aber nicht

Pfingschte

Du chunsch wie-n-en Wind.
Du chunsch,
wie-n-en Sturm sogschwind.
Du chunsch, du blasisch dur ali Wänd.
Främdi Lüt gänd sich plötzli d Händ.
Du chunsch und bringsch eus ali zäme.
Wind-Gott Di – ich wett Dich besser käne!

... Strophe 2

Wind-Gott, Geischt seit me dir!
Du machsch mi andersch,
Du machsch mi neu.
Du gisch mir Chraft,
ich wirde starch wie-n-en Leu.
Und ich freu mi: Ich bi nöd elei.
Du chunsch wie-n-en Wind
Du chunsch au zu de Chind.
Du chunsch zu *allne* Lüt.

...

Mir freue üs hüt.

Regine Schindler

Segensgebet

Erfülle uns, o Gott, mit deinem Geist.
Stärke uns auf all unseren Wegen.
Begleite uns mit deinem Geist,
rüttle uns auf und stupse uns an.
Segne uns,
du uns liebender Gott,
du Vater und du Sohn und du Heiliger
Geist.
Amen

Christian Schramm

Beilage 3 zu den Unterrichtsbausteinen

Windrad basteln

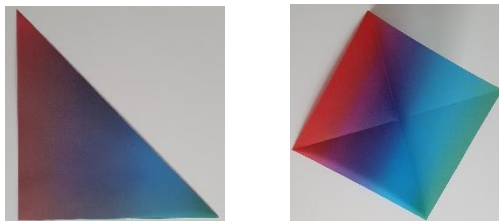
Benötigtes Material für 1 Windrad

- Papierquadrat, Grösse und Papierqualität* frei wählbar
- 1 Holzstab (Weiches Holz verwenden! Keine Buchenstäbe.)
- Je nach Ausführung: 1 Pinnadel oder 1 Nagel und Hammer
- 1 Unterlage weich zum Lochen, z.B. Wellkarton oder Moosgummi
- 1 Unterlage hart zum Hämmern
- 2 Perlen, Grösse und Material frei wählbar



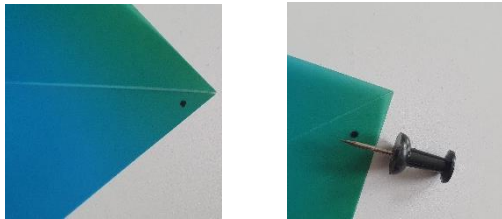
Vorgehen

1. Das Papier in der Diagonale falten, wieder öffnen. Dies mit der anderen Diagonale wiederholen.

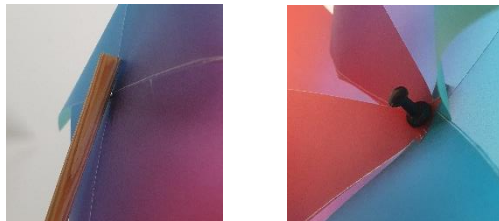


2. Die entstandenen Falten von der Spitze zur Mitte hin ca. zu 2/3 einschneiden.
→ Bei jüngeren Schüler:innen ist es lohnenswert, anzuzeichnen, bis wo zu schneiden ist.
3. Ecken lochen, dazu das Papier auf die weiche Unterlage legen und mit einer Pinnadel die Ecken vorlochen.

→ Bei jüngeren Schüler:innen anzeichnen, welche Ecken gelocht werden.

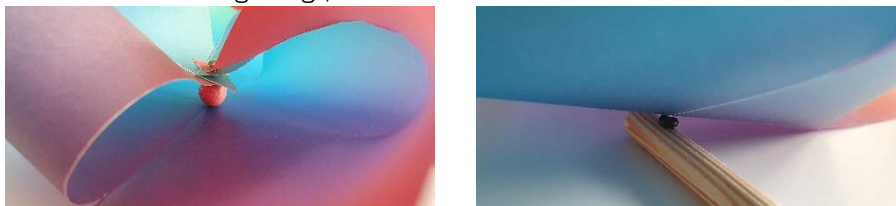


4. Die gelochten Ecken mit der Pinnadel oder mit dem Nagel auffädeln und am Holzstab befestigen. Dabei werden viele Kinder Hilfe benötigen.



Optionen und Ideen

- Damit sich die Windräder besser drehen, die Variante mit dem Nagel wählen und wie auf dem Bild gezeigt, 2 Perlen mit auffädeln.



- Mini-Windräder an Bleistifte pinnen.



- Fixe Ständer benutzen, wie z.B. der im Bild benutzte Ständer von Opitec (Holz-Ständer rund, Artikel 502214)



- Wünsche oder Gebete auf die Windräder schreiben und zeichnen.

Papier

Je nach Verwendungszweck können verschiedene Papiersorten gewählt werden:

Material	Vorteile	Bemerkungen
Laternenpapier	Durchscheinend, kann mit wasserfesten Stiften bemalt werden	Die dicke Variante wählen
Kopierpapier, weiss oder farbig	Überall verfügbar, kann mit Farb- und Filzstiften bemalt werden.	Kopierpapier ist einfach in der Bearbeitung und jedoch nicht sehr beständig.
Origamipapier	Schöne Muster, zweifarbig, muss nicht bemalt werden-	Je nach Verarbeitung ist Origamipapier eher dünn.
Tonzeichenpapier	Stabil, kann auch mit Wasserfarben bemalt werden.	Achtung bei der Papiergrammatur; zu dickes Papier kann knicken, statt sich zu biegen.
Tyvek	Bis zu einem gewissen Grad wetterfest, kann mit wasserfesten Stiften bemalt werden	Beim Kauf darauf achten, dass es dickes Material ist. Ich habe gute Erfahrungen damit gemacht, Tyvek-Couverts zu kaufen und diese zu zerschneiden.

Quellen: Alle Bilder von Livia Zwahlen-Hug

Beilage 4 zu den Unterrichtsbausteinen

Geist-Kraft Weitere Ideen

Geeignete Lieder

- Hallelu 1, 11.3: Komm heilger Geist
- Liebe Gott, du ghörsch mis Lied: Gott, du bisch wie d Sunne, Seite 1
- Rise up Plus, 174, Mutter Geist
- Sanctus, sanctus, Andrew Bond, Rägebogeziit

Experimentieren mit Energieformen

Windkraft

- Watte über den Tisch blasen (z.B. als Wettkampf in zwei oder vier Gruppen).
- Mit einem Strohhalm einen Pingpongball ansaugen und möglichst lange halten.
- Ballone aufblasen (bis sie platzen) welche gehen leicht, welche nicht? Warum?
- Aus Papierelementen einen Turm bauen und dann umblasen. Was braucht es, dass es hält? Daraus kann ein Gespräch angeknüpft werden: Und was gibt mir Stabilität?
- Windrad aus zwei Petflaschen. (siehe Foto)



Sonne

- Mit der Lupe etwas brennen lassen.
- Unterschiedlich gefärbte Materialien an die Sonne legen und beobachten, wie warm sie werden.
- Schwarzen (Abfall-) Sack aufblasen. An der Sonne aufwärmen lassen und beobachten, wie er sich verhält.
- Sonnenwärme hinter einem Fensterglas vergleichen mit der Wärme im Freien.

Wasser

- In unterschiedlichen Gewässern die Kraft der Strömung fühlen oder mit selbstgebastelten Schiffchen austesten.
- Unterschiedlichen Wasserdruck fühlen, indem bei einem Gartenschlauch die Einstellung der Düse verändert wird.
- Wasserrad bauen.
- Staumauer bauen und beobachten, wie sich der Wasserdruck dabei verändert.

Kindergerechte Informationen

- Jumi 4_22 zum Thema Kraft, jumi.ch
- Globi und die Energie. Von Erdöl, Klimawandel und Solarzellen. Ein Sachbuch für Kinder, (Atlant Bieri, Daniel Müller) Zürich 2021.
- Klimahelden. Von Goldsammlerinnen und Meeresputzern, (Hanna Schott, Volker Konrad), Cuxhaven 2019.

Weitere Experimente

- <https://www.swd-ag.de/magazin/energie-experimente-fuer-kinder/>
- <https://www.klimanet.baden-wuerttemberg.de/experimente>

Weiterführung

Eine Idee, wie sich aus den Unterrichtsbausteinen eine kompetenzorientierte Unterrichtsreihe von ca. 7 Lektion gestalten lässt, gibt es auf reli.ch (> Aufgabenset 1F_6).

ERNEUERBARE ENERGIEN



energie schweiz

Unser Engagement: unsere Zukunft.

DEN ERNEUERBAREN ENERGIEN GEHÖRT DIE ZUKUNFT. WIE KÖNNEN WIR SIE NUTZEN?

Unter erneuerbaren Energien versteht man Energieträger, die durch ihre Nutzung nicht aufgebraucht werden oder sich so schnell erneuern, dass sie – in für Menschen fassbaren Zeiträumen gemessen – langfristig nutzbar sind. Zu den erneuerbaren Energieträgern zählen Sonnenstrahlung, Wasserkraft, Windkraft, Gezeiten, Umgebungswärme und Biomasse. Der Ursprung aller erneuerbaren Energien liegt in der Sonne oder in der Wärme im Erdinneren.

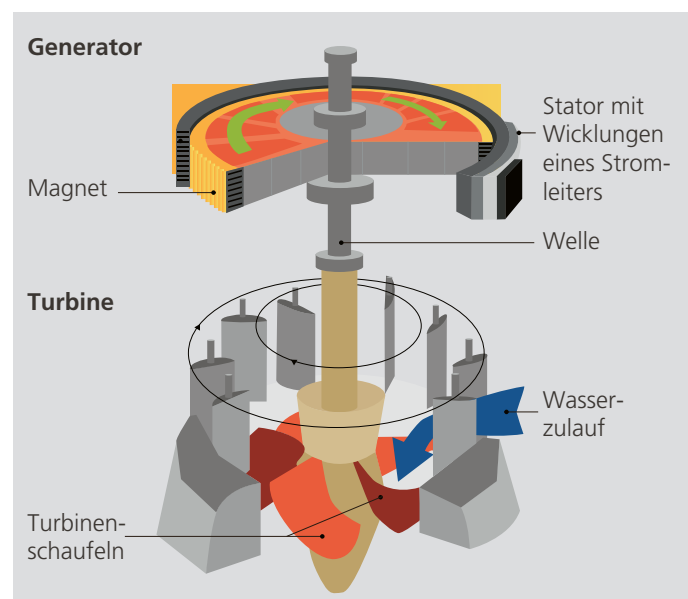
Neben dem Vorteil der langfristigen Nutzung gibt es noch weitere positive Aspekte: Erneuerbare Energieträger kommen dezentral vor und bei ihrer Nutzung wird, mit Ausnahme von Biomasse, kein CO₂ freigesetzt. Die Nutzung von erneuerbaren Energien ist jedoch nicht gänzlich problemlos, da bauliche Eingriffe nötig sind, mit (meist moderaten) Folgen für die Umwelt. Die Sonnenenergie und die Windkraft sind zudem witterungsabhängig.

WASSERKRAFT

Der Mensch nutzt die kinetische Energie des Wassers schon sehr lange. Sie ist eine der wichtigsten Energien für die Schweiz, über 55,4 Prozent des elektrischen Stroms werden mit Wasserkraft produziert (Stand 2018).

Die Nutzung der Wasserkraft funktioniert folgendermassen: Das fließende Wasser treibt eine Turbine an; ihre Drehbewegung

Im Generator wird kinetische Energie des Wassers und der Turbine in elektrischen Strom umgewandelt.
Quelle: Verbund/
www.stromschule.at



lässt im Generator Magnete rotieren, die im Stator (enthält Wicklungen eines Stromleiters) einen elektrischen Strom erzeugen.

In einem traditionellen Laufwasserkraftwerk regulieren Wehre das Flusswasser und leiten es auf Turbinen. Bei einem Speicherkraftwerk fasst der Stausee das zufließende Wasser, das – je nach Angebot und Nachfrage am Strommarkt – auf die Turbinen strömt. Ein Pumpspeicherkraftwerk ist zusätzlich mit leistungsstarken Pumpen ausgerüstet, um Wasser in einen höher gelegenen Stausee zu pumpen. Laufwasserkraftwerke liefern fortlaufend Energie (Bandenergie), während Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke gezielt produzieren, um beispielsweise Bedarfsspitzen abzudecken.

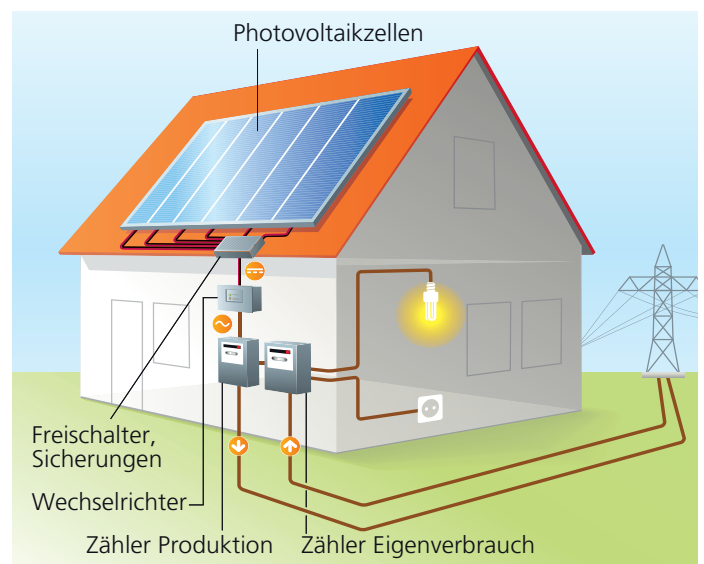
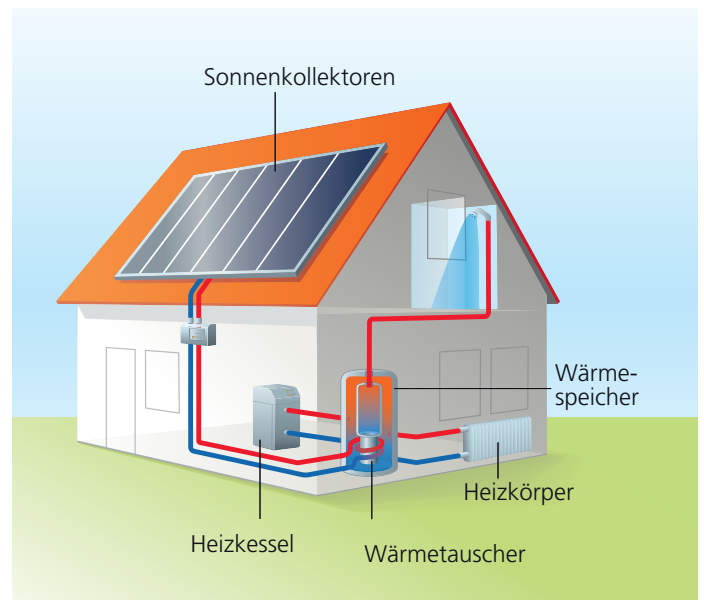
Die drei Wasserkraftwerkstypen: Laufwasser-, Speicher- und Pumpspeicherkraftwerk.
Quelle: Pixelio (oben, Mitte), Voith GmbH



SONNENSTRAHLUNG

Die Sonne strahlt rund 200-mal mehr Energie auf die Schweiz, als die Bevölkerung verbraucht, weltweit ist das Strahlungsangebot sogar 2800-mal grösser als der Bedarf. Strahlung der Sonne kann mittels transparenten Bauteilen wie Fenster direkt genutzt werden. Die einfallende Solarstrahlung passiert die Fenster ungehindert und wird von den Wänden und Gegenständen absorbiert. Diese erwärmen sich und geben gleichzeitig Wärmestrahlung ab. Diese Wärmestrahlung kann hingegen nicht durch die Fenster nach draussen dringen. Sonnenlicht wird aber vor allem auch mittels technischen Anlagen genutzt. Es gibt zwei Typen von Solaranlagen: photovoltaische Systeme und thermische Sonnenkollektoren.

Wärme und Strom von der Sonne: Sonnenkollektoren (oben) und Photovoltaikmodule (unten).
Quelle: Fotolia



Im **Sonnenkollektor** spielt der Solarabsorber die wichtigste Rolle. Er besteht in der Regel aus schwarzbeschichtetem Aluminium oder Kupfer, das Sonnenstrahlung aufnimmt und sich dabei erwärmt. Im Absorber zirkuliert in Röhren ein Wasser-Glykol-Gemisch, das sich dadurch erwärmt (Wärmeübertragung) und die Wärme zum Wasserspeicher im Haustechnikraum transportiert. Dort wird die solare Wärme im Wärmetauscher auf den Wasserkreislauf des Gebäudes übertragen.

In einer **Photovoltaikzelle**, die meist aus Silizium besteht, wird Solarstrahlung in einem photoelektrischen Prozess in Strom umgewandelt. Dabei lösen kurzwellige Solarstrahlen in Halbleiterschichten (Metalle) eine Trennung von Ladungsträgern aus, wodurch eine Spannung entsteht. Bei geschlossenem Kreislauf fließt elektrischer Strom. Dieser kann entweder direkt im Gebäude verbraucht oder ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden.

WINDKRAFT

Die Nutzung von Windenergie hat ebenfalls eine lange Tradition: Erste Windmühlen gab es vermutlich schon vor 3700 Jahren. Diese wurden allerdings nicht zur Stromerzeugung genutzt, sondern um Getreide zu mahlen, Öl zu pressen oder ein Sägewerk anzutreiben. Heutige Wind-

kraftanlagen produzieren Strom; ihre bis zu 60 m langen «Windflügel» (Rotorblätter) drehen sich um die Rotornabe, an der ein Generator gekoppelt ist.

Wind ist keine zuverlässige Energiequelle, trotzdem ist das Potenzial der Windenergie weltweit 200-mal grösser als der Weltenergieverbrauch. Auch die Schweiz hat ertragreiche Windstandorte.

BIOMASSE

Biomasse wird in zunehmendem Masse energetisch genutzt. Allerdings spielt Biomasse bei der Nutzung von erneuerbaren Energien eine untergeordnete Rolle, da die Menge beschränkt und die Logistik aufwändig ist. Biomasse bezeichnet sämtliches organisches Material (Holz, Grünabfälle, Gülle), das nicht durch geologische Prozesse verändert wurde. In diesen Materialien sind grosse Mengen chemischer Energie gespeichert.

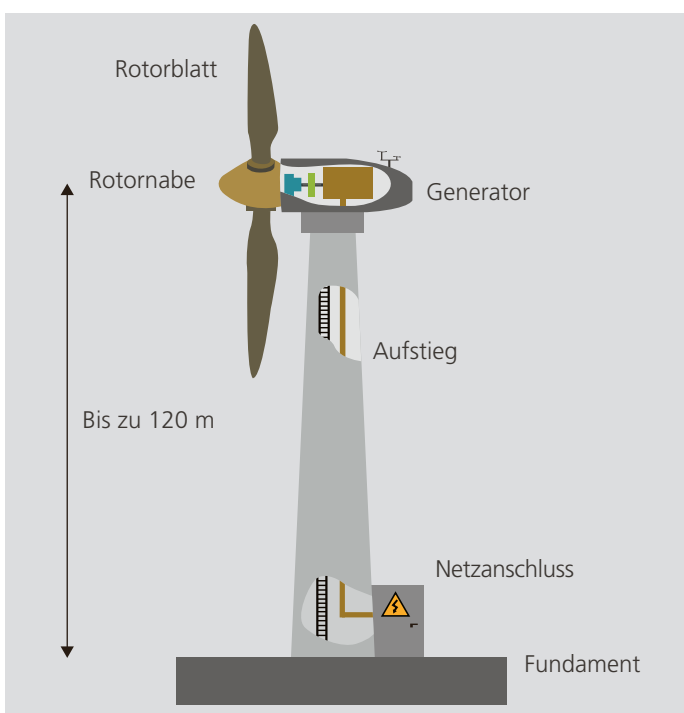
Holz dient meist der Wärmergewinnung (Schnitzelheizungen, Holzöfen, Holzheizkraftwerke). Holzheizkraftwerke können neben Wärme auch Strom erzeugen, indem zusätzlich eine Dampfturbine angetrieben wird, womit der Energiegehalt des Holzes am effizientesten genutzt wird.

Biogasanlagen verwerten Gülle, Mist, Grünabfälle oder Nahrungsmittelabfälle. In Fermentern wandeln Bakterien (Gärung) die Biomasse in Gas (Methan) um. Dieses Biogas kann aufbereitet ins Erdgasnetz eingespeist und somit zum Heizen oder als Treibstoff verwendet werden.

Auch im **Abfall** steckt Biomasse. Rund 50 Prozent des Gesamtabfalls ist Biomasse (Rüstabfälle, Essensabfälle und Holz). Die in der Kehrrichtverwertungsanlage erzeugte Elektrizität und Wärme wird deshalb zu diesem Teil als erneuerbar bezeichnet.

Die Nutzung von Biomasse gilt als CO₂-neutral, da gleich viel CO₂ frei wird, wie die Pflanzen während ihres Wachstums aufgenommen haben. Das Einsammeln und der Transport der Biomasse zur Anlage generiert hingegen CO₂. Der Anbau

Die Komponenten einer Windkraftanlage. Quelle: www.stromschule.at



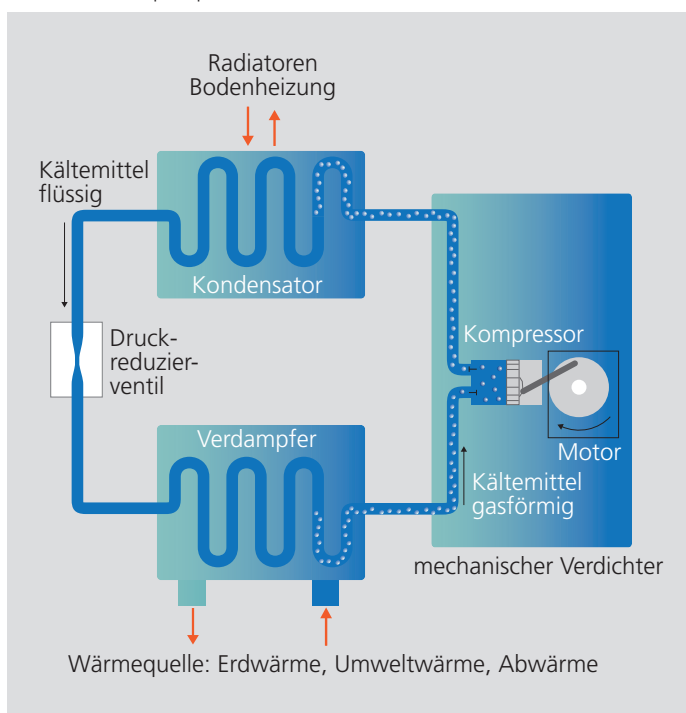
von Nahrungsmitteln wie Mais und Getreide für die Energiegewinnung (Vergären zu Biogas) ist in der Schweiz nicht erwünscht. Es werden nur Reststoffe und Abfälle verwendet.

UMGEBUNGSWÄRME

Luft, Böden und Gewässer speichern Sonnenenergie respektive Energie aus dem Erdinneren, die mittels Wärmepumpen zum Heizen und zur Wassererwärmung eingesetzt wird. Diese Umgebungswärme wird im Gebäudebereich zunehmend eingesetzt, weil deren Nutzung technisch einfach ist.

Die **Wärmepumpe** saugt Luft an und leitet sie zu einem Wärmetauscher (Verdampfer). In diesem wird die Wärmeenergie an das zirkulierende Kältemittel übertragen. Das Kältemittel ist eine Flüssigkeit mit einem sehr niedrigen Siedepunkt, sodass es schon bei winterlichen Aussentemperaturen verdampft. Der nachgeschaltete Verdichter saugt das gasförmige Kältemittel an und komprimiert es, wodurch die Temperatur des Kältemittels ansteigt. Im nachfolgenden Kondensator wird diese Wärme an den Wasserkreislauf des Hauses übertragen, das Kältemittel wird dabei wieder flüssig. Mit diesem geschlossenen Kreislauf kann eine Wärmepumpe mit 1 kWh Elektrizität

Funktionsschema einer Wärmepumpe.



zwischen 2,5 kWh und 4 kWh Heizwärme produzieren (abhängig von der Lufttemperatur und der benötigten Heiztemperatur).

Geothermische Energie, auch als Erdwärme bezeichnet, nennt man die in Form von Wärme gespeicherte Energie im Erdreich oder im Grundwasser. Sie stammt hauptsächlich aus dem glühend-heissen Erdinneren. Schon ab rund 15 Metern Tiefe ist die Bodentemperatur das ganze Jahr über konstant. Erdwärme ist mit un tiefer (oberflächennaher) und tiefer Geothermie nutzbar.

Untiefe Bohrungen sind in der Regel 100 bis 300 Meter tief. Darin wird eine Erdwärmesonde abgeteuft, in der eine Trägerflüssigkeit zirkuliert (meist ein Wasser-Glykol-Gemisch). Die entlang der Erdsonde aufgenommene Wärme wird in der Wärmepumpe zu Heizwärme. Wärme aus Grund- oder Seewasser lässt sich ebenfalls mit Wärmepumpen nutzen. Derartige Anlagen brauchen rund 1 kWh Elektrizität, um 4 kWh bis 5 kWh Heizungswärme zu erzeugen.

Aus Erdwärme kann auch Strom gewonnen werden. In der Schweiz müssten dafür bis in Tiefen von 3000 bis 5000 Meter gebohrt werden (tiefe Geothermie), um die nötigen Temperaturen von über 100°C zu erreichen. Mit dem Dampf kann mittels einer Dampfturbine Strom erzeugt werden. Zwei grössere Projekte (Basel und St. Gallen) zur Stromerzeugung mussten wegen Erdbeben gestoppt werden.

GEZEITEN

Gezeiten-Anlagen stehen in Meeresbuchten, die durch einen Deich abgetrennt werden. Sie wandeln die durch die Gezeiten ausgelöste kinetische Bewegung des Meerwassers in elektrische Energie um.

Herausgeber: EnergieSchweiz,
Bundesamt für Energie BFE
Dienst Aus- und Weiterbildung, Dezember 2019
energieschweiz@bfe.admin.ch,
www.energieschweiz.ch