

Die puren Energien der Erde

Seit Urzeiten erforschen Menschen die Gesetzmässigkeiten unseres Planeten und seine Kräfte. Einige ihrer Ideen wurden sofort verworfen, viel später dann als richtig erklärt, oder verschwanden spurlos im Laufe der Geschichte. – Doch was ist Energie? In welcher Form und wo kommt sie zustande oder endet gar? Ein kleiner Exkurs über die Energien der Erde.

Wir alle nutzen tagtäglich Energie in vielfältiger Art und Weise: ob zum Reisen, Transportieren von Gütern, Antreiben von Maschinen, Kühlen und Beheizen von Räumen, zum Kochen und zum Beleuchten jeglicher Art. Verschiedene Erscheinungen von Energie beobachten wir auch in der Natur, etwa in Form eines Blitzes, im Wasserkreislauf, in der Bewegung des Windes, in den Gezeiten und in der Sonneneinstrahlung. Dies sind die sogenannten Primärenergiequellen. Man kann zudem grundlegend sagen: Jede Aktivität ist mit Energie verbunden. Der Begriff «Energie», wie wir ihn heute verwenden, schafft zumeist den Bezug zur Physik. Doch wurde dieser Ausdruck, wie könnte es anders sein, vom wirkmächtigsten Denker überhaupt, von Aristoteles geprägt. Als bekanntester und einflussreichster Philosoph und Naturforscher der Geschichte lautet eine seiner radikalsten Botschaften: «Durch das genaue Beobachten und das Anwenden wissenschaftlicher Methodik, lassen sich die Gesetzmässigkeiten der Natur erkennen.»

Energie kommt von «Energieia»

Der Begriff «Energie» lässt sich auf das griechische Wort «energeia» zurückführen, welches zum ersten Mal bei Aristoteles (384–322 v. Chr.) auftauchte. In «energeia» sah er den göttlichen Geist und die wirkende Kraft, die dem Potential zur Wirklichkeit verhilft. Aristoteles betrachtete alles, was geschieht, als einen Übergang aus dem Zustand des Möglichen in den Zustand der Wirklichkeit und der Wirksamkeit.

Die Energie wurde erst viel später vom schottischen Physiker William John Macquorn Rankine im Jahr 1852 im heutigen Sinn in die Physik eingeführt. Bis dahin wurde die Energie auch mit dem Begriff der «Kraft», der «lebendigen Kraft» benutzt. Im 19. Jahrhundert wurden dann die Grundlagen der Thermodynamik geschaffen. 1847 stellte dazu Hermann von Helmholtz den ersten Hauptsatz, den Energieerhaltungssatz auf: «Energie kann von einer Form in eine andere umgewandelt werden, sie kann aber weder erzeugt noch vernichtet werden.»

Dieses Erklärungsprinzip sagt aus: Die Gesamtenergie kann in einem System durch Prozesse, die nur innerhalb des betrachteten Systems stattfinden, nicht verändert werden. Das heisst, es gelingt nicht, in einem geschlossenen System Energie zu erzeugen oder zu vernichten. Die Gesamtenergie im Universum ist schliesslich konstant. Viele Menschen haben fieberhaft nach Ausnahmen für den Energieerhaltungssatz gesucht. Sie alle wollten eine Art von «Perpetuum mobile» bauen: eine Maschine, die dauernd arbeitet, ohne dass ihr frische Energie zugeführt wird. Keiner ihrer Versuche konnte gelingen. Denn: Energie lässt sich zwar von einer Energieform in eine andere umwandeln – und sie lässt sich speichern und transportieren – sie ist aber kein Stoff. Sie kann also weder erzeugt noch verbraucht, sie kann nur von einer Energieform in eine andere überführt werden. Die gesamte Energiemenge bleibt dabei stets konstant.

Die Wärmeenergie ist die ungeordnete Bewegung molekularer Teilchen, elektrischer Strom die gerichtete Bewegung geladener Teilchen, Strahlungsenergie besteht aus elektromagnetischen Wellen. Wenn dennoch von «Energieverbrauch» die Rede ist, so ist damit gemeint, dass Energie in wertvollerer Form – wie etwa die chemische Energie des Erdöls – in eine für uns weniger wertvolle Energie (Wärme) umgewandelt wird. Die Energie wird entwertet, der Nutzwert der Energie vermindert sich. Diese an die Umgebung abgegebene Wärme kann nicht mehr genutzt werden, sie ist für uns verbraucht.

Energieträger im Unterschied zur Energiequelle

In der Physik ist ein Energieträger ein Stoff oder manchmal auch ein Ereignis, der oder das Energie enthält. Diese Energie kann durch unterschiedliche Prozesse in andere Energieformen umgewandelt werden. Im Gegensatz zur Energiequelle erzeugt bzw. wandelt der Energieträger selbst keine Energie um. Das können wir uns gut am Beispiel der Sonne veranschaulichen. Als Stern wandelt sie Kernenergie durch Kernfusion in Strahlungsenergie um. Die Sonne ist also eine Energiequelle. Die Strahlung, die von der Sonne ausgeht und



Nur auf der Erde kommt Wasser in allen drei Aggregatzuständen vor, das ist in unserem Sonnensystem bestens erforscht.

die Erde erreicht, ist im Gegensatz dazu ein Energieträger – sie transportiert Energie zur Erde, wo sie von uns genutzt und wiederum umgewandelt werden kann.

«Energie kann von einer Form in eine andere umgewandelt werden, sie kann aber weder erzeugt noch vernichtet werden.»

Hermann von Helmholtz

Die Wärme in der Erde

Im Inneren der Erde ist eine gigantische Menge Energie in Form von Wärme gespeichert. Rund 99 Prozent der Erdmasse sind heisser als 1000 °C und nur 0,1 Prozent weisen Temperaturen unter 100 °C auf. Diese Wärme ist jedoch nicht gleichmässig in der Erde verteilt. Sie nimmt vom rund 5000 bis 7000 °C heissen Erdkern zur durchschnittlich 15 °C «kühlen» Erdoberfläche hin ab. Allein die oberen 10 Kilometer der Erdkruste bergen mit rund 100'000'000 Exa-Joule (EJ) an Wärmeenergie das theoretische Potenzial zur mehr als 100'000-fachen Deckung des gesamten aktuellen Energieverbrauchs der Erde.



Nutzbare Energiequellen stammen zumeist von der Sonne.

In etwa 20 Metern Tiefe herrscht ein Gleichgewichtszustand zwischen Aussen- und Innentemperatur der Erde. Dort sind die klimatisch bedingten Schwankungen nicht mehr feststellbar und die Temperatur entspricht ganzjährig der Jahresmitteltemperatur am jeweiligen Standort. In der Schweiz betragen die Temperaturen in 10 bis 20 Metern Tiefe zirka 8 bis 12 °C. Mit zunehmender Tiefe steigt die Temperatur entsprechend dem terrestrischen Wärmestrom aus der Tiefe. In Mitteleuropa nimmt die Temperatur um etwa 3 °C pro 100 Meter Tiefe zu.

Das «Öl» des 21. Jahrhunderts

Die Erde ist mit einem Anteil von 71 Prozent mit Wasser bedeckt. Nur 29 Prozent der Erdoberfläche bestehen aus Landmasse. Das Wasser auf der Erde befindet sich in einem ständigen Kreislauf aus Niederschlag und Verdunstung. Es ist keine endliche Ressource wie zum Beispiel die fossilen Energieträger: Erdöl oder Erdgas. Wasser wird genutzt und gelangt danach in den Kreislauf zurück. Im Wasserkreislauf geht es also nicht verloren, es ändert nur seinen Aggregatzustand: Wasser verdunstet, der Wasserdampf steigt auf und bildet Wolken aus denen Regen fällt. Es bilden sich Seen, Bäche und Flüsse. Eine der wichtigsten Wasserressourcen auf unserem Planeten ist aber das Grundwasser. Ein Grossteil davon ist fossil, also Wasser, das bereits vor Millionen Jahren in den Untergrund gelangte, und sein Vorrat ist nicht unendlich: Es ist daher immens wichtig, diesen unterirdischen Schatz zu schützen.

Barbara Marty

So geht Grundwasserschutz – ganz privat

- Lebensmittel regional, saisonal und aus nachhaltiger Produktion kaufen
- Leitungswasser trinken – verhindert Transporte und Abfälle
- Alles fachgerecht entsorgen – kein Littering
- Regenwasser vor Ort versickern lassen und zur Bewässerung nutzen
- Kompost verwenden – keine Chemie
- Naturverträgliche Putzmittel einsetzen
- Hausanschlussleitung regelmässig kontrollieren lassen
- Fahrrad, ÖV häufig benutzen
- Auto nur in Waschstrasse reinigen
- Grundwasserschutz vorleben