

Klimagerechte Energieversorgung in Städten: Eine Einführung

Energie ist für uns selbstverständlich. Oft nehmen wir nicht einmal wahr, wofür wir sie benutzen. Dabei sind wir permanent abhängig von Strom. Es beginnt schon morgens mit dem Kaffeekochen, Zähneputzen und Musikhören auf dem Weg zur Schule. Diese Liste könnte über den ganzen Tag weitergeführt werden. Außerdem heizen wir im Winter unsere Wohnung, kühlen unsere Lebensmittel im Kühlschrank, fahren Auto und Bahn, fliegen mit dem Flugzeug, beleuchten unsere Räume und so weiter. Auch andere Wirtschaftssektoren wie Landwirtschaft, Industrie, Handel, Dienstleistungen und öffentliche Einrichtungen sind abhängig von der Energie.

Was ist eigentlich Energie?

Energie ist eine Voraussetzung für alle Aktivitäten. Unser Körper entnimmt die Energie, die wir zum Leben benötigen, aus der Nahrung, die wir zu uns nehmen. Auch zum Aufladen des Smartphones wird Energie benötigt, jedoch in Form von elektrischem Strom. In vorindustriellen Zeiten nutzten die Menschen Energiequellen wie Wasser, Sonne, Holz und Kohle aus ihrer natürlichen Umgebung. Die Erschließung neuer Energiequellen ermöglicht uns heute eine moderne Wirtschaft und den technischen Fortschritt, den wir kennen. Zu den neu erschlossenen Energieträgern gehören Ölprodukte wie Benzin, Diesel oder Heizöl, aber auch Erdgas.

Physikalische Grundlagen

Energie ist eine physikalische Größe, die sich messen lässt und somit eindeutig bestimmbar ist. In unserem Alltag verwenden wir den Begriff in verschiedenen Kontexten, die nicht immer mit der Definition von Energie, wie sie in der Physik genutzt wird, übereinstimmen. Zum Beispiel werden viele der Behauptung zustimmen: „Es kostet mich viel Energie, morgens aufzustehen“. Damit ist aber etwas ganz Anderes gemeint: „Ich muss mich überwinden morgens aufzustehen, weil ich eigentlich viel lieber weiterschlafen möchte“. Physikalisch gesehen wird zum Aufstehen tatsächlich Energie benötigt, weil der Schwerpunkt des Körpers angehoben werden muss, der Körper also seine Lage verändert. Diese Form der Energie, die beim Heben des Körpers erzeugt wird, wird als **potenzielle Energie** bezeichnet. Der Energiebedarf hierfür ist jedoch minimal, er entspricht der **chemischen Energie**, also der Energie, die wir beispielsweise unseren Lebensmitteln entnehmen, von etwa 0,05 g Weizenmischbrot, also etwa der Energiemenge eines Brotkrümels.

Es gibt neben der potenziellen und chemischen Energie noch weitere Energieformen, beispielsweise:

- Die **kinetische Energie**, also die Energie der Bewegung.
- Die **thermische Energie** oder einfach Wärme.

Kurz gesagt, ist Energie die Fähigkeit Arbeit zu verrichten. Arbeit wird im physikalischen Sinne immer dann verrichtet, wenn die Energie von einer Form in eine andere umgewandelt wird.

Im obigen Beispiel zeigt sich die Arbeit bei der Umwandlung von chemischer Energie in potenzielle Energie durch das Aufstehen.

In der Wärmelehre, also der Thermodynamik, spielen besonders zwei Hauptsätze eine wichtige Rolle:

1. Der Energieerhaltungssatz: Energie kann von einer Form in eine andere umgewandelt werden, sie kann aber weder erzeugt noch vernichtet werden. Auch wenn oft davon gesprochen wird, dass wir Energie verbrauchen oder erzeugen, so handelt es sich doch immer nur um die Umwandlung von einer Energieform in eine andere.
2. Der zweite Hauptsatz besagt, dass bestimmte Prozesse unumkehrbar sind: Wärme kann nur von einem wärmeren zu einem kälteren Körper fließen, nie umgekehrt. Mechanische Energie kann zwar vollständig in Wärmeenergie umgewandelt werden, aber der umgekehrte Prozess ist unmöglich.

Energiequellen

Energie wird aus verschiedenen Energieträgern gewonnen. Man unterscheidet zwischen erneuerbaren Energiequellen und nicht erneuerbaren Energiequellen. **Nicht erneuerbare Energiequellen** sind eben nicht erneuerbar, sie stehen nur solange zur Verfügung, wie die Vorräte reichen. Die Nutzung dieser Energiequellen belastet die Umwelt, da diese Stoffe zur Energiegewinnung meist verbrannt werden. Dabei entsteht Kohlendioxid (CO_2), eines der Treibhausgase, die für den Klimawandel auf der Erde verantwortlich sind. Aber dazu später mehr.

Zu den nicht erneuerbaren Energiequellen zählen fossile Energieträger, wie **Erdöl, Erdgas, Braunkohle und Steinkohle**. Sie entstanden über viele Millionen Jahre aus abgestorbenen Pflanzen und Tieren und liegen heute oft tief unter der Erdoberfläche. Aber auch **Atomkraft** zählt zu den nicht erneuerbaren Energiequellen. Hier werden Atome gespalten, dabei wird Energie freigesetzt. Oft ist der Ausgangsstoff das radioaktive Element Uran. Problematisch ist, dass neben der Energie auch radioaktive Strahlung freigesetzt wird. Diese ist für Menschen, Tiere und Pflanzen schädlich. Bei allen diesen Energieträgern wird zunächst Wärmeenergie frei, mit der Wasser erhitzt wird. Der entstehende Wasserdampf treibt dann einen Generator an, der wie der Dynamo eines Fahrrades funktioniert.

Aufgabe: Hast du schonmal von Tschernobyl gehört? Bei einem Unfall in einem Kernkraftwerk trat radioaktive Strahlung aus und verseuchte die gesamte Umgebung. Wenn es dich interessiert, kannst du im Internet die Folgen des Unglücks recherchieren.

Erneuerbare Energiequellen sind jene, welche immer wieder „nachgefüllt“ werden. Hierzu zählt **Wasserkraft, Sonnenstrahlung, Windkraft, Wellenkraft, Erdwärme** und **Bioenergie** aus Holz, Pellets und Stroh. Der erste Hauptsatz der Thermodynamik besagt, dass Energie weder erzeugt noch verbraucht wird, sondern umgewandelt wird. Bei Wasser-, Wind-, oder Wellenkraft wird beispielsweise die Bewegungsenergie in elektrische Energie – also Strom – umgewandelt. Bei Erdwärme und Bioenergie wird wie bei den fossilen Energieträgern der Umweg über Wärme genommen. Nur die Sonnenstrahlung kann direkt in elektrischen Strom umgewandelt werden.



Der Anteil erneuerbarer Energien an der insgesamt genutzten Energie unterscheidet sich stark zwischen verschiedenen Ländern. Abbildung 1 zeigt das für die Länder der EU.

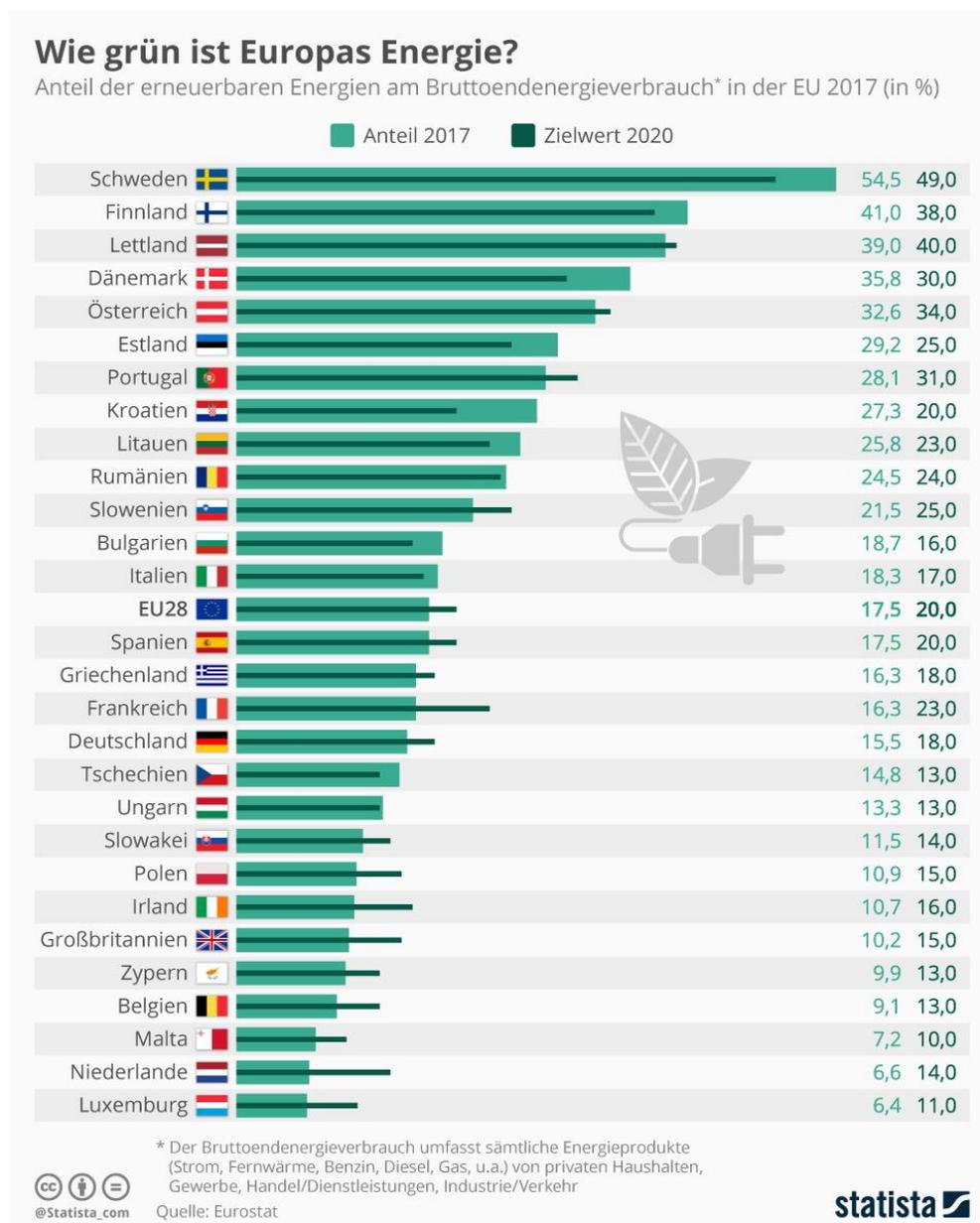


Abbildung 1: Wie Grün ist Europas Energie? (Quelle: Statista: <https://de.statista.com/infografik/18785/anteil-erneuerbarer-energien-am-bruttoendenergieverbrauch-in-der-eu/>)

Aufgabe: Wie lange hält das auf fossilen Energien beruhende System eigentlich noch unseren hohen Energieverbrauch aus? Öl-, Erdgas-, Uran-, und Kohlevorkommen sind endlich, das ist kein Geheimnis. Aber auch die finanziellen, politischen und ökologischen Kosten steigen und provozieren Spannungen. Auf lange Sicht ist es daher unumgänglich, komplett auf erneuerbare Energien umzusteigen. Recherchiere zu den folgenden Fragen:

- Wie hat sich der Anteil erneuerbarer Energien in den vergangenen 20 bis 30 Jahren verändert?
- Warum ist der Anteil der erneuerbaren Energien nicht größer?
- Was muss im Bereich der Energieversorgung und des Energieverbrauchs geändert werden, um 100 % erneuerbare Energie zu nutzen?



Elektrizität, elektrische Energie und Strom

Jeden Tag nutzen wir Elektrizität in Form von Strom. Dieser Strom besteht aus Elektronen, kleinen negativ geladenen Teilchen. Wenn zu viele negative Ladungen an einer Stelle angehäuft sind und es eine elektrische Verbindung zu einem Ort mit zu wenig Elektronen gibt, bewegen sich die Teilchen, um das Ungleichgewicht auszugleichen. Das nennen wir (elektrischen) Strom.

Aufgabe: Du kannst selbst elektrische Energie erzeugen, indem du zum Beispiel mit einem Lineal an einem Wollpulli reibst. Auf diese Weise wird durch die Bewegungsenergie das Lineal elektrisch aufgeladen und du kannst damit etwa Papierschnipsel aufheben.

Aber wie kommt der Strom jetzt in unsere Steckdose?

Die Steckdose ist mit dem Stromnetz verbunden. Der Strom, der bei uns aus der Steckdose kommt, wird in einem Kraftwerk erzeugt. Ein Kraftwerk kannst du mit einem Dynamo an deinem Fahrrad vergleichen. Wenn du fest in die Pedale trittst – das heißt, wenn du Kraft aufwendest und Arbeit verrichtest – wird Bewegungsenergie in elektrische Energie umgewandelt und das Licht an deinem Fahrrad leuchtet. Vom Kraftwerk wird der Strom mit hoher Spannung über Hochspannungsleitungen transportiert. Trafostationen verringern die Spannung und von dort wird der Strom zu dir nach Hause geleitet.

Was hat meine Steckdose mit dem Klima zu tun?

Der Treibhauseffekt

Wir laden unser Smartphone, unseren Laptop, sogar unsere Zahnbürste regelmäßig über die Steckdosen auf. Für fast alles benötigen wir heutzutage Strom und der Energiebedarf wächst ständig. Doch dabei vergessen wir schnell, dass die herkömmliche Energiegewinnung mit Emissionen von Treibhausgasen wie Kohlendioxid (CO₂) verbunden ist. Daher spielt die nachhaltige Energieerzeugung eine zentrale Rolle.

Sicher hast du schon vom **anthropogen verursachten Treibhauseffekt**, dem menschengemachten Treibhauseffekt, gehört. Hier noch einmal eine kurze Erklärung: Wichtig ist, dass es einen **natürlichen Treibhauseffekt** gibt, der dafür sorgt, dass wir auf der Erde angenehme Temperaturen zum Leben haben. Das Ganze funktioniert, weil die Strahlung, welche die Sonne abgibt, kurzweilig ist. Diese dringt durch die Atmosphäre und trifft auf die Erdoberfläche. Beim Auftreffen wird ein Teil der Strahlung in langwellige Wärmestrahlung umgewandelt und wieder abgestrahlt. Verschiedene Gase in der Atmosphäre, darunter auch Kohlendioxid, halten einen Teil der reflektierten Strahlung auf und schicken sie wieder zur Erde zurück. So bleibt es auf unserer Erde schön warm. Problematisch wird es aber, wenn mehr Treibhausgase in die Atmosphäre gelangen und somit auch mehr Strahlung auf die Erde zurückgeworfen wird. Ein Grund für die zunehmende Menge von Treibhausgasen in der Atmosphäre ist beispielsweise die Energiegewinnung durch Verbrennung fossiler Energieträger.



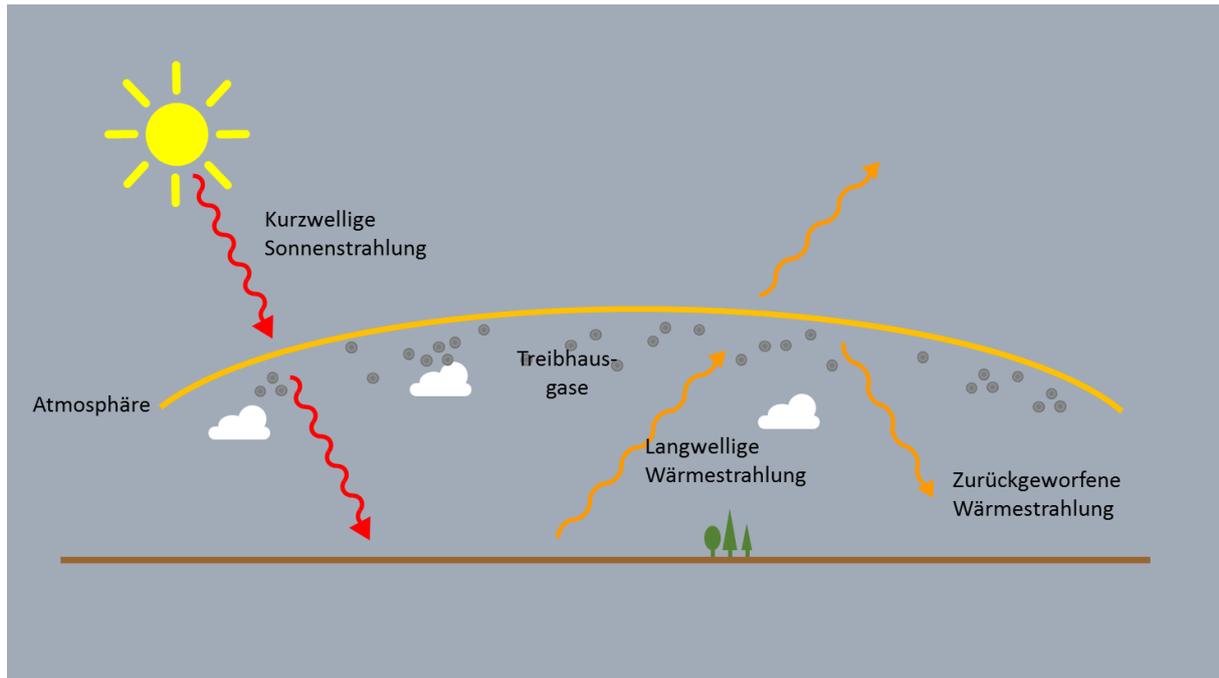


Abbildung 2: Treibhauseffekt (Quelle: Tagesschau: <https://www.tagesschau.de/multimedia/animation/klima-159.html>)

Aufgabe: Die in die Luft abgegebene Menge CO₂, die durch eine Person verursacht wird, wird als CO₂-Fußabdruck bezeichnet. Wie schätzt du deinen eigenen CO₂-Fußabdruck ein? Erstelle ein CO₂-Profil auf:

https://uba.co2-rechner.de/de_DE/

Stadtklima

Das Klima in Städten unterscheidet sich deutlich vom Klima im Umland. Zum einen wird die Frischluftzufuhr und der Austausch von Luftmassen durch die dichte Bebauung behindert, zum anderen spielt die Strahlung eine andere Rolle. Das Sonnenlicht wird an den Häuserwänden mehrfach reflektiert. Stadttypischen Baumaterialien wie Asphalt und Beton heizen sich schnell auf und speichern die Wärme. Und so genannte Wärmeemissionen, die durch Abwärme aus Haushalten, Industrie und Verkehr entstehen, tragen zur Erwärmung der Stadt bei. Zusätzlich ist die Luft in Städten besonders mit Spurengasen, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Wasserdampf, Rußteilchen und Feinstaub belastet. Die von der Stadtoberfläche abgestrahlte langwellige Wärmestrahlung kann den Dunst über der Stadt schlecht durchdringen und wird zurückgeworfen. Ein **städtischer Treibhauseffekt** entsteht.

Energie in der Schule und in meinem Umfeld – Was können wir tun?

Energie selber ist unsichtbar, trotzdem können wir sie an ihrer Wirkung erkennen. Auch in der Schule nutzen wir ständig Energie. Aber wo?



Aufgaben:

- Schau dich in deinem Klassenraum um. Wo wird gerade Energie genutzt?
- Aus welcher Energiequelle kommt die elektrische Energie in deiner Schule?
- Wie könnte in deiner Schule Energie eingespart werden? Was können die Schüle*rinnen tun, um dabei zu helfen?
- Nicht nur in der Schule nutzt du Energie. Auch zu Hause und unterwegs. Gibt es auch dort Möglichkeiten Energie zu sparen?
- Gibt es Nachteile, die dir durch das Energiesparen entstehen? Wie könnten diese ausgeglichen werden?

Neben den Haushalten wird in der Stadt an vielen anderen Stellen Energie genutzt. Dies führt zur Abgabe von Wärme und verursacht CO₂-Emissionen. Auch das wird sich in Zukunft ändern müssen, um den anthropogenen Treibhauseffekt in Grenzen und das Klima in der Stadt erträglich zu halten. Die hier notwendigen Maßnahmen betreffen neben den Privathaushalten auch die Infrastruktur der Stadt. Hier sind große Umstellungen immer mit hohen Kosten verbunden. Daher muss zunächst untersucht werden, an welcher Stelle besonders gut Energie gespart werden kann. Diese Informationen werden dann in einem politischen Prozess ausgewertet, in dem die Bedürfnisse verschiedener Gruppen wie der Bewohner, der Wirtschaft und der für die Energieversorgung zuständigen Unternehmen berücksichtigt werden müssen.

Aufgaben:

- Wieviel Energie ist zum "Betreiben" einer Stadt notwendig?
- Wofür wird die Energie genutzt? Wer sind die größten Energieverbraucher einer Stadt?
- Wo lässt sich hier besonders gut Energie sparen? Berücksichtige dabei auch, wer dadurch Nachteile haben könnte.

Autoren: Marie-Madeleine Regh und Tim G. Reichenau, Geographisches Institut, Universität zu Köln, 2020

