

## ERNEUERBARE ENERGIEN IM DETAIL

Sekundarstufe II

# ERNEUERBARE ENERGIEN UND STROMVERSORGUNG

**Der Umstieg auf erneuerbare Energien ist aus mehreren Gründen wichtig. Fossile Brennstoffe belasten Klima, Umwelt und Gesundheit. Mit Blick auf die Versorgungssicherheit zeigt der aktuelle Ukrainekrieg nicht nur, wie zerbrechlich unsere Sicherheits- und Wertordnung, sondern auch wie empfindlich bestehende globale Lieferketten sind. Mit der Fokussierung auf erneuerbare Energien strebt Deutschland Energie-Autarkie, also die Unabhängigkeit von weiter entfernten Energiequellen oder -lieferanten an. Aktuell beträgt der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten in Deutschland verbrauchten Strom rund 46 Prozent. Noch vor zehn Jahren war er mit 16,9 Prozent weniger als halb so hoch.**

### ● Was sind erneuerbare Energien?



Erneuerbare Energien, auch regenerative Energien genannt, sind Energieträger, die nahezu unerschöpflich zur Verfügung stehen oder sich in einer verhältnismäßig kurzen Zeit erneuern. Dazu gehören zum Beispiel Windenergie, Wasserkraft, Sonnenenergie, Biomasse,

Geothermie. Die Nutzung erneuerbarer Energien verringert den CO<sub>2</sub>-Ausstoß und entlastet die Umwelt. Elektrizität aus erneuerbaren Energiequellen wird Ökostrom genannt.

### ● Erneuerbare Energien und Transport

Erneuerbare Energien stehen nicht überall und jederzeit zur Verfügung. Windkraftwerke oder Windparks sind zum Beispiel verstärkt in Norddeutschland zu finden. Viele Ballungszentren in Deutschland befinden sich aber im Westen und im Süden der Republik. Der erzeugte Strom muss deshalb über weite Strecken zum Verbraucher transportiert werden. Zudem schwankt die Stromerzeugung mit der Stärke des Windes. Sogenannte intelligente Netze (engl. smart grids) und neue Speicher- und Regeltechniken können für eine stabile Verteilung und Verfügbarkeit des Stroms aus erneuerbaren Energien sorgen. Hierzu müssen die vorhandenen Netze jedoch ausgebaut werden.



#### Schon gewusst?

Mithilfe erneuerbarer Energien wird in erster Linie Strom erzeugt. Dies geschieht vor allem über Photovoltaikanlagen, die die Sonneneinstrahlung in elektrische Energie umwandeln. Erneuerbare Energien dienen auch zum Heizen. So versorgen unter anderem Solarthermieanlagen oder Erdwärmepumpen Wohnhäuser mit warmem Wasser und Wärme.

## ERNEUERBARE ENERGIEN IM DETAIL

## Sekundarstufe II

# ERNEUERBARE ENERGIEN UND STROMVERSORGUNG

### ● Klima- und Energiewende?

Seit dem Jahr 2000 ist das Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien in Kraft und wurde seitdem stetig weiterentwickelt. Es wird auch Erneuerbare-Energien-Gesetz, kurz EEG, genannt. Die neueste Gesetzesnovelle, genannt EEG 2023, trat Anfang 2023 in Kraft. Ein dort festgelegter Meilenstein lautet: Bis 2030 sollen mindestens 80 Prozent des Bruttostromverbrauchs aus erneuerbaren Energien stammen. 2020 betrug dieser Anteil rund 45 Prozent. Im Jahr 2000 lag er noch bei nur rund 6 Prozent. Das EEG 2023 enthält erstmals auch das Erreichen der 1,5-Grad-Marke nach dem Pariser Klimaabkommen.



## Arbeitsvorschläge

- 1 Bei der Gewinnung von Energie durch Wind und Sonne haben Wetter und Jahreszeit großen Einfluss auf die Menge der erzeugten Energie. Damit die Stromversorgung dennoch verlässlich sichergestellt werden kann, beziehen wir Energie aus verschiedenen Quellen im sogenannten Strommix. Erneuerbare Energien nehmen darin einen immer größer werdenden Teil ein. Dazu zählen neben Photovoltaik und Windkraft noch andere Formen. Tragen Sie zusammen, um welche es sich handelt. Setzen Sie sich in Kleingruppen mit je einem dieser erneuerbaren Energieträger auseinander. Tragen Sie dessen Typen, Merkmale und Funktionsweise zusammen.
- 2 Erläutern Sie in eigenen Worten, warum die vorhandenen Stromnetze für den Transport erneuerbarer Energien ausgebaut werden müssen.
- 3 Wie wird in den lokalen, regionalen und überregionalen Medien über die Energiewende berichtet? Führen Sie eine Medienanalyse über einen Zeitraum von zwei bis maximal vier Wochen durch. Tragen Sie Ihre Ergebnisse zusammen. Diskutieren Sie auf dieser Grundlage darüber, welche Vorteile, aber auch welche Herausforderungen mit der Energiewende verbunden sind. Berücksichtigen Sie dabei wirtschaftliche, gesellschaftliche und ökologische Aspekte.
- 4 Schauen Sie sich die Stromrechnung Ihrer Familie an. Recherchieren Sie, aus welchen Energiequellen der täglich von Ihnen genutzte Strom stammt. Nutzen Sie zur Vorbereitung unter anderem das YouTube-Video des Umweltbundesamtes „Was ist das Herkunftsnachweisregister?“ Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse im Plenum. Welche Gemeinsamkeiten und welche Unterschiede stellen Sie fest?



### Weiterführende Informationen

Mehr Materialien zu den Themen des E-Handwerks finden Sie auf unserem Dossier „An den Schaltstellen der Zukunft“ auf [www.lehrer-online.de](http://www.lehrer-online.de).



## WINDENERGIE: VOM WINDE VERWEHT

**Windenergieanlagen sind überall dort anzutreffen, wo der Wind verlässlich weht. Onshore-Windkraftanlagen befinden sich auf dem Festland – vor allem an der Küste, aber auch auf großen Freiflächen oder auf Bergen. Offshore-Windkraftanlagen werden dagegen auf offener See errichtet. Sie profitieren von der Kraft des Windes auf dem offenem Meer.**

### • So funktioniert eine Windkraftanlage

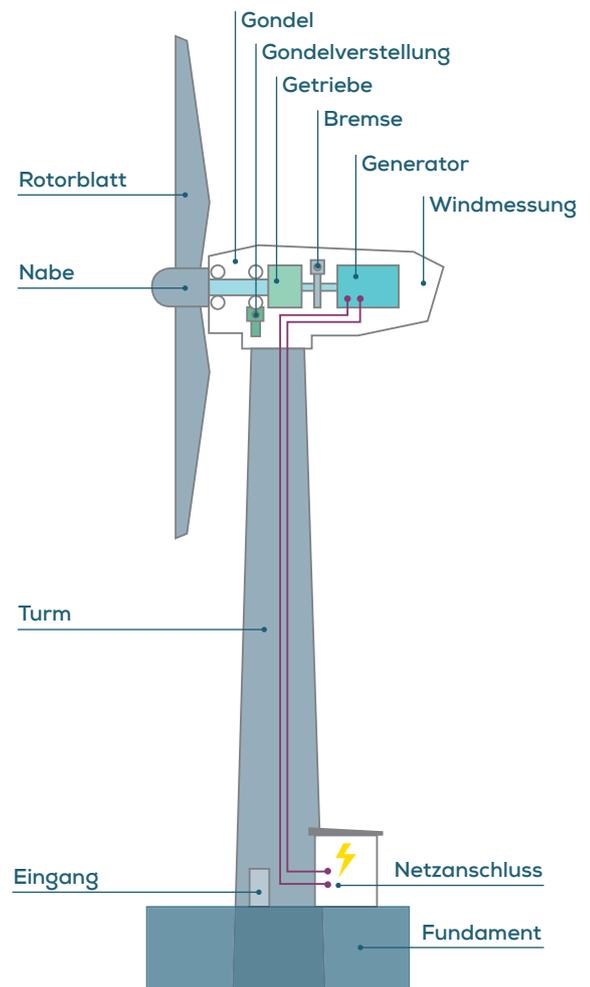
Windkraftanlagen wandeln die Bewegungsenergie des Windes über Rotorblätter in elektrische Energie um und speisen diese ins Stromnetz ein. Aber wie sind sie aufgebaut und wie arbeiten die einzelnen Elemente zusammen?

**Rotorblätter:** Sie wandeln kinetische Energie in eine Drehbewegung um. Je nach Größe der Anlage können Rotorblätter eine Länge von 20 bis über 60 Metern haben. Sie sind ähnlich wie Flugzeugflügel konstruiert.

**Nabe:** Daran sind die Rotorblätter des Windrades montiert. Die meisten Windkraftanlagen haben eine Nabe mit drei Rotorblättern.

**Gondel:** Sie ist das Herzstück des Windrades. Darin befinden sich Getriebe, Generator, Bremse, Sensoren zur Windmessung und die Gondelverstellung. Das Getriebe wandelt die langsame Drehbewegung des Rotors in eine schnelle Drehbewegung um. So wird ein besserer Wirkungsgrad erreicht. Es gibt auch Gondeln ohne Getriebe.

**Generator:** Er wandelt die Bewegungsenergie in elektrische Energie um. Das funktioniert wie bei einem Fahrraddynamo: Durch die Bewegung eines großen Magneten um einen elektrischen Leiter entsteht Strom. Über die Gondelverstellung wird die Windkraftanlage automatisch und direkt vor Ort optimal nach dem Wind ausgerichtet. Der wird über die Instrumente zur Windmessung erfasst. Über eine elektromagnetische Bremse kann die Anlage bei zu starkem Wind oder Wartungsarbeiten außer Betrieb genommen werden.



## WINDENERGIE: VOM WINDE VERWEHT



**Turm mit Netzanschluss:** Darin befinden sich die Netzleitungen. Zudem trägt der Turm die Gondel mit dem angebrachten Rotor. Die meisten Türme bestehen aus Stahlrohr. Es gibt aber auch Türme aus Gittermasten oder Beton. Die im Turm verlegten Netzleitungen leiten den erzeugten Strom an den Netzanschluss weiter. Über einen Transformator wird er zuvor so hochtransformiert, dass er in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden kann.

**Fundament:** Ist der Untergrund fest und tragfähig, wird ein Flachfundament aus Beton gegossen. Bei weichem Untergrund, wie zum Beispiel in Mooren, werden Pfähle in den Untergrund gerammt. Off-shore-Windkraftanlagen auf See sind fest mit dem Meeresboden verankert.



### Arbeitsvorschläge

- 1 Experimentieren Sie mithilfe der Animation einer Windkraftanlage unter [www.planet-schule.de](http://www.planet-schule.de), wie Turmhöhe, Länge und Stellung der Rotorblätter sowie Windgeschwindigkeit die Leistung einer Windkraftanlage beeinflussen. Dokumentieren Sie, welche Einstellungen die höchste Leistung erbringen.
- 2 Führen Sie eine Pro- und Kontradiskussion durch. Die eine Hälfte Ihrer Klasse setzt sich dabei mit den Vorteilen, die andere mit den Nachteilen einer Windkraftanlage auseinander. Tragen Sie zuerst Informationen für Ihren Gruppenstandpunkt zusammen. Nutzen Sie dafür auch das Internet und die Tagespresse. Versuchen Sie anschließend in der Diskussion, die Gegenpartei mithilfe der von Ihnen zusammengetragenen Argumente von Ihrem Standpunkt zu überzeugen.



### Weiterführende Informationen

Mehr Materialien zu den Themen des E-Handwerks finden Sie auf unserem Dossier „An den Schaltstellen der Zukunft“ auf [www.lehrer-online.de](http://www.lehrer-online.de).



## PHOTOVOLTAIK: EIN PLATZ AN DER SONNE

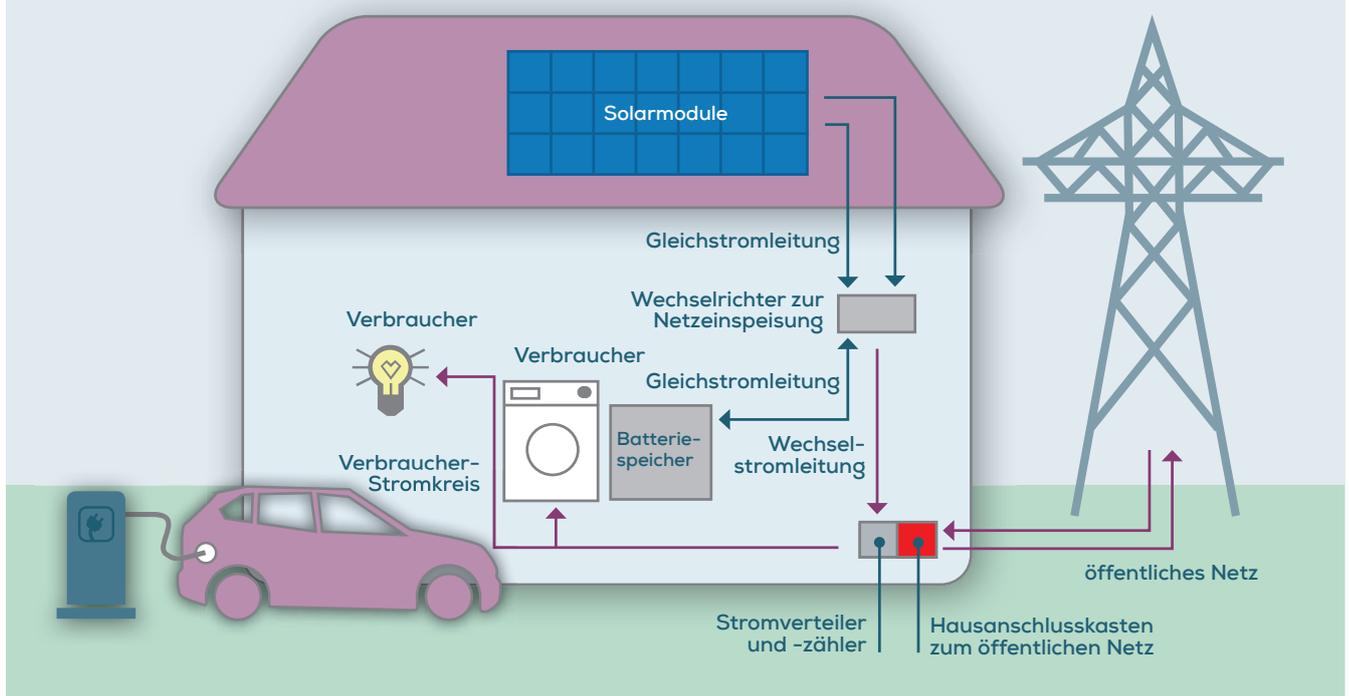
Viele private Wohnhäuser und Industriebetriebe nutzen Photovoltaikanlagen zur Eigenstromversorgung und reduzieren damit ihre Stromkosten. Große leistungsstarke Freiflächenanlagen können ganze Ortschaften mit der umgangssprachlich als Solarstrom bezeichneten Elektrizität versorgen. Rund 2,6 Millionen Photovoltaikanlagen mit einer Nennleistung von 70,6 Gigawatt waren im März 2023 in Deutschland installiert.

### • Wie funktioniert eine Photovoltaikanlage?

Eine Photovoltaikanlage wandelt Sonnenenergie in elektrische Energie um. Dabei handelt es sich um Gleichstrom, der über Solarkabel an einen Wechselrichter weitergeleitet und dort in Wechselstrom umgewandelt wird. Der Wechselrichter kann dabei so installiert werden, dass er den Strom entweder aus miteinander verbundenen Photovoltaikmodulen oder aus einer Vielzahl kleinerer und so unabhängig voneinander arbeitenden Modulen umwandelt. Letzteres hat den Vorteil, dass ein kaputtes oder im Schatten liegendes Modul die anderen nicht beeinträchtigt. Allerdings sind die Kosten bei der Installation höher und die Verkabelung ist komplizierter.

Moderne Wechselrichter übernehmen noch zahlreiche weitere Funktionen wie etwa die Optimierung der Leistung der Photovoltaikmodule. Hierzu wählt der Wechselrichter stets die Kombination aus Strom und Spannung, bei der eine maximale Leistung abgegriffen wird. Darüber hinaus ist es möglich, an eine Photovoltaikanlage einen Batteriespeicher anzuschließen. Dieser speichert gerade erzeugte, aber in diesem Moment nicht benötigte Energie. Sie kann dann zu einem späteren Zeitpunkt verwendet werden. Ein Einfamilienhaus beispielsweise kann auf diese Weise seine Unabhängigkeit vom Stromversorger von 25 auf bis zu 70 Prozent erhöhen.

### M1: Eine netzgekoppelte Photovoltaikanlage im Privathaushalt



## PHOTOVOLTAIK: EIN PLATZ AN DER SONNE

### ● Gut vernetzt: Photovoltaikanlagen und das öffentliche Stromnetz



Fast alle Photovoltaikanlagen in Deutschland sind an das öffentliche Stromnetz angeschlossen. Über einen Zweirichtungszähler wird die Strommenge gemessen, die aus der Photovoltaikanlage ins Netz gespeist wird. Anlagenbetreiber erhalten pro eingespeister Kilowattstunde eine feste Einspeisevergütung. Die Höhe der Vergütung ist durch das 2023 aktualisierte Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) geregelt. Es legt unter anderem fest, wie viel Geld die Betreiber von Photovoltaikanlagen pro kWh eingespeisten Stroms erhalten – und zwar für einen Zeitraum von 20 Jahren. Photovoltaikanlagen werden im Eigenverbrauch an die Verbrauchsanlage angeschlossen. So wird der Einkauf von teurerem Haushaltsstrom bzw. mithilfe von Speichertechnologien fast ganz vermieden. Der Verbrauchszähler, der in jedem Haushalt installiert ist, zählt die Strommenge, die vom Haushalt aus dem Netz bezogen wird und dient zur Ermittlung der jährlichen Haushaltsstromkosten.

### ● Für dunkle Zeiten: Solarstromspeicher

Eine Photovoltaikanlage produziert Strom nur bei Tageslicht und vor allem mittags, wenn die Sonne am höchsten steht. Jedoch wird zu dieser Zeit in einem Haushalt am wenigsten Strom verbraucht. Hier hilft ein Solarpeicher.

Er speichert den überschüssigen Solarstrom und stellt ihn dann zur Verfügung, wenn die Anlage weniger Strom produziert, als aktuell im Haushalt für den Eigenbedarf benötigt wird.



### Arbeitsvorschläge

- 1 Erklären Sie Ihrem Lernpartner unter Nutzung der Grafik M1 mit eigenen Worten, wie eine Photovoltaikanlage funktioniert. Gehen Sie dabei auch auf die Einspeisung nicht benötigter Energie ins Stromnetz sowie auf die Möglichkeiten des Eigenverbrauchs von selbst erzeugtem Strom ein.
- 2 Schauen Sie sich das Video „Die Sonne speichern“ des Bundesverbands Solarwirtschaft e.V. auf YouTube an. Notieren Sie stichpunktartig, wie ein Solarstromspeicher funktioniert und welche Vorteile er hat. Tragen Sie Ihre Notizen anschließend im Plenum zusammen und halten Sie diese an der Tafel oder auf dem Whiteboard fest.
- 3 In Deutschland gibt es 41 Millionen Privathaushalte. Sie verbrauchen pro Jahr rund 670 Terawattstunden Energie für Wärme und Strom (1 Terawattstunde = 1 Milliarde Kilowattstunden). An welchen Stellen in Haus oder Wohnung ließe sich problemlos Energie einsparen? Tragen Sie Ihre Ideen zusammen. Nutzen Sie zur Überprüfung das Schaubild „Smart gespart vom Dach bis zum Keller“ auf [www.energiwechsel.de](http://www.energiwechsel.de) > Mitmachen > Im Alltag > Mehr Effizienz und Sparen im Haushalt.



### Weiterführende Informationen

Mehr Materialien zu den Themen des E-Handwerks finden Sie auf unserem Dossier „An den Schaltstellen der Zukunft“ auf [www.lehrer-online.de](http://www.lehrer-online.de).



## ERNEUERBARE ENERGIEN IM DETAIL

## Sekundarstufe II

# ENERGIEEFFIZIENT LEBEN IN GEGENWART UND ZUKUNFT

**In Deutschland hat energiesparendes Bauen eine lange Tradition. Seit mehr als 30 Jahren wird am Gebäude der Zukunft, das klimaneutral bewohnt werden kann, geforscht. Welche Möglichkeiten gibt es bereits heute, energiesparend zu wohnen? Welche Ideen und Trends gibt es für die Zukunft?**

### ● Energieeffiziente Wohnhäuser



(c) Foto: Shutterstock - esbobelidijk

Die energetischen Anforderungen an beheizte und/oder klimatisierte Gebäude schreibt das seit November 2020 gültige Gebäudeenergiegesetz (GEG) vor. Seitdem müssen alle Neubauten als Niedrigstenergiehäuser errichtet werden. Dies bedeutet, dass beim Heizen und Kühlen erneuerbare Energien einen bestimmten festgelegten Anteil ausmachen müssen. Eigentümer von älteren Gebäuden werden durch das Gesetz verpflichtet, bestimmte Austausch- oder Nachrüstmaßnahmen – vor allem bei der Raumheizung und Warmwasserbereitung durchzuführen. Soll ein Gebäude verkauft oder vermietet werden, ist seit Erlass des GEG ein Energieausweis nötig.

Er nennt u.a. die erreichte Energieeffizienzklasse. Diese liegt zwischen A+ (sehr gut) bis H (sehr schlecht). Je nach erreichter Energieeffizienzklasse und Konfiguration der Energieversorgung werden Gebäude in verschiedene Typen eingeteilt: Passivhäuser beispielsweise generieren einen Großteil ihres Energiebedarfs aus passiven Energiequellen, wie etwa Solarthermie.

Aber es geht noch mehr in Sachen energieeffizientem Wohnen: So hat das sogenannte Passivhaus einen so niedrigen Heizwärmebedarf, dass auf eine konventionelle Zentralheizungsanlage verzichtet werden kann. Ein Nullenergiehaus ist die Weiterentwicklung eines Niedrigenergiehauses. Es verbraucht zumindest im Jahresmittel nur so viel Strom, wie es selbst produziert, zum Beispiel mithilfe einer hauseigenen Photovoltaikanlage. Ein Plusenergiehaus, auch Effizienzhaus Plus genannt, geht sogar noch weiter: Es erzeugt im Jahresmittel mehr erneuerbare Energie, als es selbst verbraucht. Diese überschüssige Energie kann entweder mithilfe eines Stromspeichers für den späteren Verbrauch gespeichert oder ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Die Eigentümer erhalten dann eine sogenannte Einspeisevergütung.

### ● Energiemanagement, Stromspeicher und Wärmepumpe



© Foto: Bilderwerk Wiesbaden / Sven Biernath

Neben einer energiesparenden Bauweise sorgt ein durchdachtes Energiemanagement für eine effektive Verteilung der zur Verfügung stehenden Energie in den eigenen vier Wänden. Es vernetzt beispielsweise die hauseigene Photo-

voltaikanlage mit dem Stromspeicher, der Wärmepumpe und den elektrischen Geräten. Das Energieangebot und der Energiebedarf können so perfekt aufeinander abgestimmt werden. So wird zum Beispiel bei sonnigem

Wetter der produzierte Solarstrom direkt zu den gerade im Haus genutzten Geräten wie Waschmaschine, TV-Gerät oder Spülmaschine geleitet. Bei bedecktem Himmel oder nachts, wenn es dunkel ist, beziehen die Geräte Strom aus dem angeschlossenen Stromspeicher. Alle Geräte können zudem zeitlich aufeinander abgestimmt gestartet oder angehalten werden. Dies steigert die Energieeffizienz. Eine Wärmepumpe hilft, den Energieverbrauch im Wohngebäude noch einmal zu verringern. Sie funktioniert dabei wie ein umgekehrter Kühlschrank, indem sie einer äußeren Quelle wie dem Erdreich, dem Grundwasser oder der Außenluft Wärme entzieht, diese Wärme ins Haus pumpt und sie als Heizenergie ans Haus abgibt.

ERNEUERBARE ENERGIEN IM DETAIL

Sekundarstufe II

# ENERGIEEFFIZIENT LEBEN IN GEGENWART UND ZUKUNFT

- Smart, Smarter, Smart Meter



Ein Smart Meter ist ein intelligenter vernetzter, digitaler Stromzähler, der den Energieverbrauch misst und die Energiezufuhr steuert. Er kann zum Last- und Einspeisemanagement ausgebaut werden. Bei Verbrauchern und Stromerzeugern unter den gesetzlich vorgeschriebenen Verbrauchs- bzw. Erzeugungsgrenzen können Smart Meter freiwillig eingebaut werden.

In jedem Fall ist vorgesehen, dass alle Stromverbraucher bis 2032 zumindest mit einer modernen Messeinrichtung für den Stromverbrauch ausgestattet sind. Dies ist u.a. auch deshalb wichtig, weil die Energieversorger einen Überblick über die zu erwartende Menge an eingespeistem Strom brauchen. Schließlich muss eine Versorgungssicherheit zu jeder Zeit gewährleistet sein. Ist diese – auch mithilfe des eingespeisten Stroms – sicher gegeben, ist dies ein wichtiger Schritt hin zur Energie-Autarkie.

- Leben und Arbeiten im Quartier



Smarte, miteinander vernetzte Gebäude werden in der Zukunft Alltag in der Lebens- und Arbeitswelt sein. Das gilt auch für den Bereich der Energieversorgung und Energienutzung. Kombiniert mit moderner Gebäudetechnik und einem intelligenten Energiemanagement kann dann Energie noch effizienter genutzt werden. Dabei gehen smarte Gebäude im Wohnviertel, dem Quartier, Symbiosen ein. Ein Beispiel ist die Elektromobilität. Benötigt man seinen selbsterzeugten Strom gerade nicht, kann damit zum

Beispiel der Nachbar sein Elektroauto laden. Die einzelnen Gebäude sind damit nicht voneinander unabhängig, sondern miteinander vernetzt; ein smartes Quartier entsteht. Mehrere miteinander vernetzte, smarte Wohnviertel werden dann zur Smart City. Durch die Dezentralisierung der Stromversorgung werden weite Stromtransportwege vermieden, der Stromverlust durch Energietransport wird verringert, die Stromkosten sinken.

## ENERGIEEFFIZIENT LEBEN IN GEGENWART UND ZUKUNFT



© Foto: Shutterstock - lightpoet



### Arbeitsvorschläge

- 1 Schauen Sie sich die internetgestützte Anwendung „So funktioniert eine Wärmepumpe“ dieser Unterrichtseinheit an. Verfassen Sie anschließend einen Lexikoneintrag von maximal 250 Wörtern. Vergleichen Sie Ihre Texte in der Klasse. Wer hat sie am Treffendsten beschrieben?
- 2 Welche Angaben und Kennwerte enthält ein Energieausweis und wie werden diese erhoben? Betrachten Sie den Energieausweis Ihres Wohnhauses (oder den der Schule). Tragen Sie dessen Inhalt in Stichpunkten zusammen.



#### Weiterführende Informationen

Mehr Materialien zu den Themen des E-Handwerks finden Sie auf unserem Dossier „An den Schaltstellen der Zukunft“ auf [www.lehrer-online.de](http://www.lehrer-online.de).



Weiterführendes Material zum Thema „Arbeiten im Quartier“ bietet unsere Unterrichtseinheit „Regenerative Energiegewinnung und Nachhaltigkeit“.



Unsere Unterrichtseinheit „Smart Cities: vernetzt, digital, nachhaltig“ bietet weitere Informationen rund um das Thema digitale Städte.



## BATTERIESPEICHER: ENERGIE KLUG SPEICHERN

**Energie, die aus Sonnenstrahlung über Photovoltaikanlagen erzeugt wird, ist äußerst nachhaltig und kann sofort genutzt werden. Sie hat jedoch einen Nachteil: Produziert wird der Strom bei Sonnenschein – also am Tag, wenn die meisten Menschen gar nicht zu Hause sind. Abends steigt der Energiebedarf, doch dann ist die Sonne weg – und mit ihr der Solarstrom vom eigenen Dach. Abhilfe schafft ein Batteriespeicher, der Photovoltaik-Strom speichert und für später nutzbar macht.**

### ● Wie werden Batteriespeicher eingesetzt?



© Foto: Shutterstock - NOWPA photography

Batteriespeicher, auch Stromspeicher oder Solarstromspeicher genannt, sind an eine Photovoltaikanlage (PV-Anlage) angeschlossen und speichern überschüssige erzeugte Solarenergie. Diese geben sie zu einem späteren Zeitpunkt, wenn die Energie benötigt wird, wieder ab. Batteriespeicher gibt es sowohl für den privaten Gebrauch (Hausspeicher) als auch in größerer Dimension für die gewerbliche Nutzung.

Im Gegensatz zur Photovoltaikanlage gehört ein Photovoltaik-Stromspeicher nicht auf das Dach. In der Regel ist dieser große Kasten im Keller untergebracht. Er besteht üblicherweise aus vielen zusammenschalteten Batteriezellen. Für einen einwandfreien Ablauf und die technische Sicherheit sorgt ein Batteriemanagementsystem. Es überwacht die Zellen insbesondere beim Lade- und Entladeprozess, um die Sicherheit zu gewährleisten – beispielsweise um Tiefentladung und Überladung oder das Abschalten bei kritischen Temperaturen zu verhindern.

### ● Welche Arten von Batteriespeichern gibt es?

Technisch gesehen gibt es verschiedene Arten von Batteriespeichern. Sie unterscheiden sich vor allem durch die Art des Akkumulators, kurz Akku. Er ist das Herzstück

#### **Batteriespeicher auf Blei-Basis:**

Bleiakkus haben den Markt lange Zeit dominiert, sind aber nun so gut wie verschwunden. Sie wandeln die elektrische Energie der Solarzellen in chemische Energie um und halten sie für eine gewisse Zeit vor. Die Bleiakkus sind mit 37-prozentiger Salzsäure befüllt. Wegen ihrer geringen Herstellungskosten gelten sie als besonders wirtschaftlich. Da die Säure aber möglicherweise auslaufen oder ausdampfen kann, sind Bleiakkus nicht ganz risikofrei. In geschlossenen Räumen dürfen sie deshalb nur genutzt werden, wenn eine Lüftungsanlage vorhanden ist. Ein weiterer Nachteil: Bleiakkus halten im Schnitt nur acht bis zehn Jahre. Dann müssen sie ausgetauscht werden. Sie lassen sich jedoch leicht recyceln.

jedes Batteriespeichersystems. Er wird auch Sekundärbatterie genannt, da sie immer wieder aufgeladen werden kann.

#### **Batteriespeicher auf Lithium-Ionen-Basis:**

Das sind Akkus, bei denen sich Verbindungen des Metalls in allen drei Phasen der Batterie finden: Anode, Kathode und Elektrolyt enthalten Lithium-Ionen. Lithium-Ionen-Akkus unterscheiden sich nicht grundsätzlich von Blei-Akkus. Nur der Ladungsträger ist anders. Beim Beladen des Speichers wandern Lithium-Ionen von der positiven Elektrode zur negativen Elektrode des Akkus und bleiben dort gespeichert, bis der Akku wieder entladen wird. Lithium-Ionen-Akkus halten wesentlich länger als Bleiakkus, sie sind leichter und kompakter und benötigen nicht so viel Platz bei der Installation.

## BATTERIESPEICHER: ENERGIE KLUG SPEICHERN

### Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Speicher:

Hier dient Lithium-Kobalt als chemisches Material für die positive Elektrode. Durch die Zugabe weiterer Stoffe sind Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Akkus entstanden. Die Mischung sorgt dafür, dass sich die Energiedichte der Batterie weiter erhöht. Deshalb haben sie wenig Gewicht. Jedoch sind Nickel und Kobalt giftig und werden in anderen Ländern häufig unter menschenrechtlich kritischen Bedingungen abgebaut. Darüber hinaus sind sie auch sehr teuer.

### Lithium-Eisenphosphat-Speicher:

Bei dieser Art von Akkus wird Lithium-Eisenphosphat als Material für die Elektroden genutzt. Lithium-Eisenphosphat-Speicher sind sehr robust, langlebig und deutlich günstiger als Lithium-Ionen-Batterien. Sie enthalten kein Kobalt oder Nickel, erreichen hohe Zyklenzahlen und sind preisweiser als beispielsweise Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Speicher.

### ● Verhelpen Batteriespeicher Privathaushalten zur Energie-Autarkie?



Ein Batteriespeicher ist grundsätzlich eine sinnvolle Ergänzung zu einer PV-Anlage. Durch ihn kann auch der Anteil des Solarstroms genutzt werden, der in dem Moment, in dem er produziert wird, nicht verbraucht wird. Dieser würde ohne Speichermöglichkeit ins Stromnetz eingespeist werden. Somit reduziert ein Batteriespeicher zwar den Bezug von Strom aus dem öffentlichen Netz. Eine vollständige Autarkie kann jedoch mit einem Batteriespeicher – gleich welcher Größe – nicht erreicht werden. Dies liegt unter anderem daran, dass gerade in den Monaten mit hohem Energiebedarf, wie den Herbst- und den Wintermonaten, am wenigsten Energie produziert wird. Aktuell ist es technisch noch nicht möglich, Strom über einen längeren Zeitraum, beispielsweise im Sommer für den Winter, zu speichern.



### Schon gewusst?

PV-Anlagen produzieren Gleichstrom (engl. Direct Current – kurz DC). Im Haushalt wird jedoch Wechselstrom (engl. Alternating Current – kurz AC) verwendet. Mithilfe eines Wechselrichters im Speichersystem wird von DC auf AC umgewandelt.

## BATTERIESPEICHER: ENERGIE KLUG SPEICHERN



(c) Foto: Shutterstock - petovarga



### Arbeitsvorschläge

- 1 Warum ist die Bezeichnung Batteriespeicher technisch gesehen nicht ganz korrekt und es müsste treffender Akkumulator heißen? Erklären Sie den Unterschied zwischen den Begriffen Primärbatterie und Akkumulator.
- 2 Was verbirgt sich hinter dem Begriff Einspeisevergütung? Wie hoch ist diese im Vergleich zum Strompreis? Recherchieren Sie dazu im Internet. Nutzen Sie unter anderem auch die Webseite der Verbraucherzentrale unter [www.verbraucherzentrale.de](http://www.verbraucherzentrale.de) > Suchbegriff „EEG 2023: Das hat sich für Photovoltaik-Anlagen geändert“. Tragen Sie Ihre Rechercheergebnisse in der Klasse zusammen.
- 3 Obwohl sie erneuerbare Energien effizient speichern können, gelten Batteriespeicher aktuell noch nicht als rundum nachhaltige Lösung. Warum? Was sind die Vor- und Nachteile? Tragen Sie diese Aspekte in Partnerarbeit in einer Pro-und-Kontraliste zusammen. Haben Sie dabei auch die Aspekte Unabhängigkeit, Kosten und Nachhaltigkeit/Ökobilanz im Blick. Tragen Sie ihre Ergebnisse in der Klasse zusammen.



### Weiterführende Informationen

Mehr Materialien zu den Themen des E-Handwerks finden Sie auf unserem Dossier „An den Schaltstellen der Zukunft“ auf [www.lehrer-online.de](http://www.lehrer-online.de).



## WÄRMEPUMPEN: ENERGIE AUS DER LUFT, DEM WASSER ODER DER ERDE

Wärmepumpen sind vor dem Hintergrund von Lieferengpässen für Rohstoffe, der Endlichkeit fossiler Ressourcen und mit Blick auf das Thema Nachhaltigkeit eine Alternative, umweltschonend und sparsam Wärme zu erzeugen. Sie leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Realisierung der Energiewende in Deutschland. Denn Wärmepumpen nutzen die in der Umwelt natürlich gespeicherte thermische Energie aus Luft, Wasser und dem Erdreich, und geben sie ohne Verbrennungsprozess in den Heiz- oder Wärmekreislauf eines Gebäudes ab.

- Was ist eine Wärmepumpe und wie funktioniert sie?



© ArGe Medien im ZVEH

Wärmepumpen werden vor allem zum Heizen von Räumen und Gebäuden sowie für die Warmwassergewinnung genutzt. Sie sind damit eine nachhaltige Alternative zu Öl- und Gasheizungen. Eine Wärmepumpe funktioniert wie ein umgekehrter Kühlschrank: Sie nimmt die Erdwärme, die Wärme des Grundwassers oder der Luft außerhalb eines Gebäudes bei niedriger Temperatur auf, verdichtet sie und gibt sie mit einer höheren Temperatur im Inneren eines Gebäudes wieder ab. Damit die Wärme von der Wärmepumpe ins Haus gelangt, ist jedoch elektrische Energie nötig. Wird dieser benötigte elektrische Strom von einer Photovoltaikanlage geliefert, dann kommt die Wärmepumpe sogar ganz ohne fossile Energie aus.

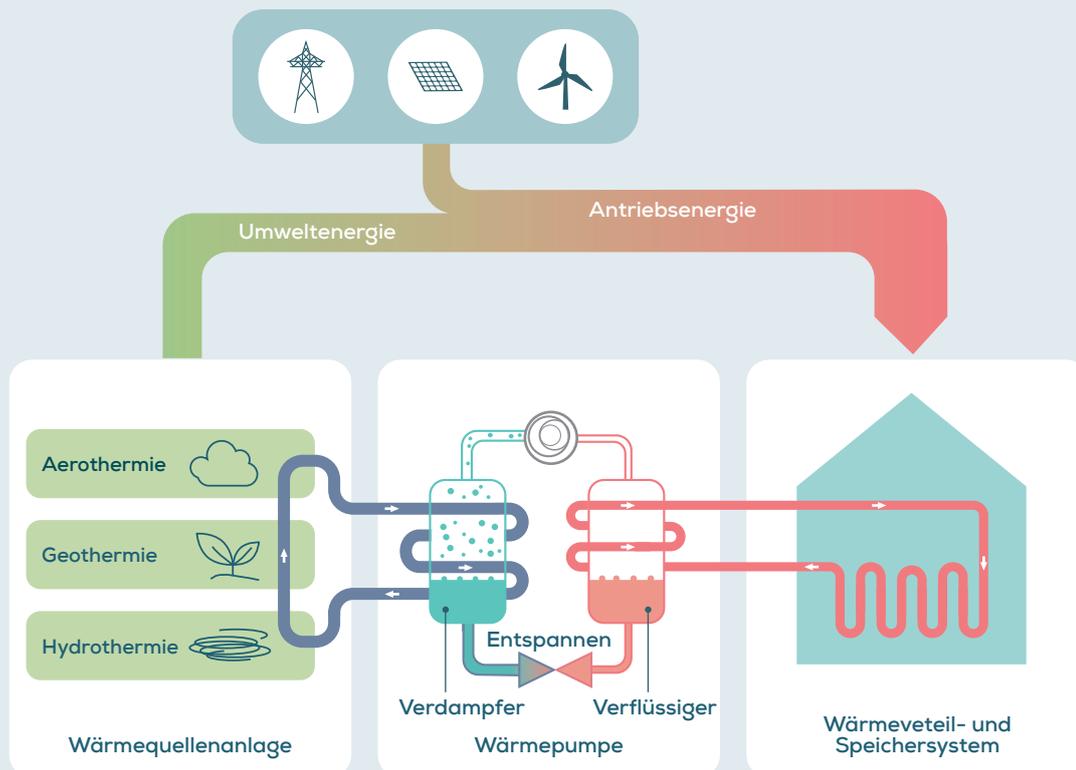


### Schon gewusst?

Das Grundprinzip einer Wärmepumpe wurde bereits um 1852 von dem englischen Physiker William Thomson, dem späteren Lord Kelvin, beschrieben. Er zeigte, dass Kältemaschinen eher zum Heizen als zum Kühlen eingesetzt werden können. In seiner Veröffentlichung „Heating Machine“ wies er nach, dass bei einer motorbetriebenen Wärmepumpe weniger Primärenergie aufzuwenden ist, als bei einer direkten Heizung.

# WÄRMEPUMPEN: ENERGIE AUS DER LUFT, DEM WASSER ODER DER ERDE

## M1: Funktionsweise einer Wärmepumpe



Quelle: eigene Darstellung; nach: Bundesverbnd Wärmepumpe e. V.

### • Welche Arten von Wärmepumpen gibt es?

Luft, Erdreich, Wasser: Wärmepumpen werden danach unterschieden, welche Umweltenergie sie nutzen.

**Luft-Wasser-Wärmepumpe:** Sie entzieht der Luft aus der Umgebung die Wärme, leitet sie in einen Kältekreis, verdichtet sie und gibt sie dann in das zu beheizende Gebäude ab. Neben sogenannten Monoblock-Wärmepumpen, die ihre Technik, wie Verdichter- und Kältekreis-technik sowie Umwälzpumpen in der Wärmepumpeneinheit fest verbaut haben, gibt es auch Splitanlagen. Bei ihnen ist der Kältekreis aufgeteilt: Ein Teil ist in der Wärmepumpeneinheit fest verbaut. Der andere Teil wird an dem Ort, an dem die Wärmepumpe installiert werden soll, fertiggestellt. Hier braucht es Expertinnen und Experten – auch aus den E-Handwerken, da zahlreiche Vorschriften eingehalten werden müssen. Dazu zählen

unter anderem der richtige Ort für den Aufbau oder eine passende Isolierung. Darüber hinaus müssen mit Blick auf den Schallschutz vorgeschriebene Abstände zu Nachbargebäuden beachtet werden.



### Schon gewusst?

Elektroniker/-innen für Gebäudesystemintegration sind unter anderem für die Installation und Wartung von Wärmepumpen verantwortlich. Mehr zum Berufsbild bietet unser Arbeitsblatt.



## ERNEUERBARE ENERGIEN IM DETAIL

## Sekundarstufe II

# WÄRMEPUMPEN: ENERGIE AUS DER LUFT, DEM WASSER ODER DER ERDE

**Wasser-Wasser-Wärmepumpe:** Sie nutzen das Grundwasser als Energiequelle, welches eine gleichbleibende Temperatur hat. Für diese Art der Wärmepumpe sind zwei Brunnen nötig, die ins Erdreich gebohrt werden. Über den sogenannten Saugbrunnen wird das Wasser angesaugt und zur Wärmepumpe befördert. Die Pumpe gibt das warme Wasser dann in den Heizkreislauf. Dort wird ihm die Wärme entzogen, um den Raum oder das Gebäude zu heizen. Das nun abgekühlte Wasser wird dann in einen sogenannten Schluckbrunnen wieder dem Grundwasser zugeführt.

**Sole-Wasser-Wärmepumpe:** Hier gibt es zwei Arten, um Erdwärme als Energiequelle zu nutzen. Bei der Erdwärmepumpe mit einer Erdsonde werden in Abhängigkeit der geologischen Bedingungen bis zu 100 Meter tiefe Erdsonden gebohrt. Bei einer Erdwärmepumpe mit Flächenkollektoren werden, wie bei einer Fußbodenheizung, Rohre in der Fläche verlegt und ca. ein bis zwei Meter tief in den Boden gegraben. Die Energie wird hier in erster Linie durch Sonneneinstrahlung oder Regenwasser gewonnen. Deshalb darf die Fläche nicht versiegelt, also z.B. betoniert oder mit Pflastersteinen ausgelegt werden. Bei beiden Varianten der Sole-Wasser-Wärmepumpen fließt durch die Sonden bzw. Kollektoren eine frostsichere



(c) Foto: Shutterstock - Studio Harmony

Flüssigkeit, die Sole. Durch die Sonneneinstrahlung oder die Erdwärme ändert sie ihren Aggregatzustand. Er wird gasförmig. Dieser Dampf wird dann technisch verdichtet. Der Druck steigt und somit auch die Temperatur. Diese Wärme dient dann dazu, ein Gebäude zu beheizen.



## Arbeitsvorschläge

- 1 Das Prinzip der Wärmepumpe basiert auf dem Joule-Thomson-Effekt. Tauschen Sie sich in der Klasse darüber aus, was dahintersteckt und was dies für die Funktionsweise einer Wärmepumpe bedeutet.
- 2 Schauen Sie sich die Grafik M1 an. Erklären Sie mit eigenen Worten die Funktionsweise einer Wärmepumpe. Nutzen Sie zur Kontrolle die interaktive Grafik „So funktioniert eine Wärmepumpe aus der Unterrichtseinheit „Erneuerbare Energien im Detail“.
- 3 Lesen Sie sich den Abschnitt „Welche Arten von Wärmepumpen gibt es?“ durch. Erstellen sie in drei Kleingruppen ein Schaubild oder eine interaktive Grafik zu deren Arbeits- und Funktionsweise. Dabei übernimmt je eine Gruppe einen Wärmepumpentyp. Stellen Sie Ihr Ergebnis der Klasse vor.
- 4 Könnten Sie sich vorstellen, dass Wärmepumpen die Zukunft des Heizens sind? Diskutieren sie die Vor- und Nachteile im Rahmen einer Pro-und-Kontra-Diskussion in der Klasse darüber. Dabei übernimmt eine Gruppe die Pro- die anderer die Kontraseite. Haben Sie bei Ihrer Diskussion unter anderem die Aspekte Energieeffizienz, Nachhaltigkeit, Kosten und bauliche Voraussetzung am Gebäude im Blick. Beachten Sie auch gesetzliche Vorschriften zu Installation und Betrieb.

