

WAS UNS MORGEN ANTREIBT.
ENERGIE IM 21. JAHRHUNDERT

saena

Sächsische
Energieagentur GmbH



INHALTSVERZEICHNIS

- 4 **Uns bleibt nur, was immer da ist**
- 6 **Die Erneuerbaren in Sachsen**
- 8 **Die Sonne im Brennpunkt**
- 10 **Nachwachsende Energie**
- 12 **Wind**
- 14 **Wasserkraft**
- 15 **Erdwärme (Geothermie)**
- 16 **Die neue Mobilität**
- 19 **Der neue Umgang mit Energie**
- 21 **Notizen zum Projekttag**
- 25 **Glossar**
- 27 **Impressum**

Energie, Energiewende und erneuerbare Energien sind Begriffe, die täglich als Schlagworte durch die Medien gehen. Die einen reden von Unbezahlbarkeit der erneuerbaren Energien, die anderen von Investitionen in die Zukunft. Der heutige Projekttag soll für mehr Klarheit mit Fakten über die Chancen und Möglichkeiten eines energetischen Umbaus sorgen.

Die häufige Erwähnung ist mehr als berechtigt: Erneuerbare Energien sind einfach wichtig für die Menschheit. Nur mit ihrer Hilfe werden wir unseren steigenden Energiebedarf künftig decken und unseren Lebensstandard sichern können.

Vor nicht allzu langer Zeit haftete erneuerbaren Energien noch etwas Exotisches an. Sie galten als kostspielige Ergänzungen zu den klassischen Energiequellen und als etwas, mit dem hauptsächlich das Umweltbewusstsein beruhigt werden konnte.

Die Zeit ist über diese Sicht der Dinge hinweggegangen. Heute wissen wir, dass wir uns von den klassischen Energiequellen schneller als gedacht verabschieden müssen. Zugleich hat die Technologie einen gewaltigen Entwicklungsschub erhalten – es gibt keinen Grund mehr, die vermeintliche Exotik erneuerbarer Energien zu belächeln. Schon bald wird jeder von uns ganz praktischen Umgang mit ihnen haben – als Verbraucher oder als Erzeuger – und das wird Veränderungen mit sich bringen. Es ist daher an der Zeit, sich ein Basiswissen über erneuerbare Energien zu verschaffen. Dieser Projekttag soll einen Beitrag dazu leisten.

UNS BLEIBT NUR, WAS IMMER DA IST!



UNS BLEIBT NUR, WAS IMMER DA IST.

Vorräte

Behalten wir den gegenwärtigen Energieverbrauch bei, so reichen die Vorräte an Erdöl, Erdgas und Kohle noch für einen Zeitraum zwischen 40 und 200 Jahren. Wem die höhere der beiden Zahlen als beruhigend hoch erscheint, dem sei gesagt: In ihr steckt jede Menge Unberechenbares. Da sind Lagerstätten eingerechnet, die nur mit großem Aufwand und erheblichen ökologischen Risiken erschlossen werden können. Die Kosten hierfür werden die jetzt bekannten weit übersteigen. Der Weltenergiebedarf wird zudem nicht gleichbleiben, er wird weiter ansteigen. Nach Berechnungen der Internationalen Energieagentur (IEA) steigt der globale **Primärenergieverbrauch** von 2008 bis 2035 um 36 Prozent. Dies wird einen seit Jahren anhaltenden Trend fortsetzen: Die Energiepreise werden langfristig steigen.

Es gibt aber noch andere gute Gründe viel schneller die Energieerzeugung mit fossilen Rohstoffen abzulösen.

Klimawandel

Der Klimawandel, darüber sind sich die Experten einig, wird kommen. Und er steht in unmittelbarem Zusammenhang zum **Treibhauseffekt**. An sich ist dieser Treibhauseffekt – ein Teil der einstrahlenden Sonnenenergie wird von der Atmosphäre in Form von Wärme gebunden, entweicht also nicht ins All – eine Grundvoraussetzung für das Leben auf der Erde. Aber dafür darf das zerbrechliche Gleichgewicht der Natur nicht gestört werden. Schickt der Mensch durch die Verbrennung **fossiler Energieträger** und durch die Prozesse in Industrie und Landwirtschaft zu viel Kohlendioxidgas, **FCKW** und **Methan** in die oberen Schichten der Atmosphäre, dann verstärken diese den Treibhauseffekt.

Die Erde wird wärmer; das globale Klima ändert sich. Eine Erwärmung der durchschnittlichen bodennahen Erdtemperatur um 0,7 Kelvin reicht dabei aus, spürbare Effekte zu erzeugen und ab 2 Kelvin kann es gefährlich werden, sagen uns die Wissenschaftler.

Umweltschutz

Der Einsatz der alten Energien hat auch ganz unmittelbare negative Folgen. Der Untergang der Ölbohrplattform Deepwater Horizon im Golf von Mexiko im April 2010 und die nachfolgende ökologische Katastrophe ist ein Beispiel hierfür. Auch die Reaktorkatastrophen 1986 in Tschernobyl und 2011 in Fukushima gehören dazu. Dazwischen liegt eine Vielzahl unspektakulärer, weil zum Teil permanenter Umweltschädigungen. Die Ölsandgewinnung in Kanada vernichtet Wald und setzt große Mengen zusätzlicher **Treibhausgase** frei. Beim Abpumpen eines **Barrel** Öls entstehen etwa 650 Liter Giftbrühe, Stoffe wie Cadmium, Arsen, krebserregende Kohlenwasserstoffe oder das Nervengift Quecksilber.

Erneuerbare Energien, das ist inzwischen bekannt, schonen die Umwelt, weil die Quellen, derer sie sich bedienen, ohne tiefgreifende Einschnitte ins Ökosystem angezapft werden können. Die Betonung liegt aber auf „tiefgreifend“. Denn ohne Eingriffe in die Natur und damit ohne verantwortungsvolles Handeln geht es auch hier nicht. Dass eine hemmungslose Hingabe an die „Erneuerbaren“ nicht gut ist, zeigen die ersten praktischen Probleme: „Windanlagenwälder“ oder übertriebener Anbau von Biotreibstoff-Pflanzen zu Lasten von Nahrungsmittelpflanzen.

Versorgungssicherheit

In den Wintern 2007/2008 und 2008/2009, und zwar jeweils in den kältesten Perioden, ließ ein Konflikt Europa aufhorchen: Russland hatte nach Streitigkeiten mit der Ukraine die Erdgasversorgung eingestellt. Davon waren eine ganze Reihe von europäischen Staaten betroffen, auch Deutschland. Die Abhängigkeit von Energierohstoffen ist in Deutschland mit den Jahren stetig gestiegen. Sie beträgt inzwischen bei Uran 100 Prozent, bei Mineralöl 98 Prozent, bei Gas 87 Prozent und bei Steinkohle 87 Prozent. Über 65 Prozent der Erdgasreserven und über 70 Prozent der Erdölreserven beispielsweise kommen aus politisch instabilen Regionen der Erde.

Arbeitsplätze

Im Jahr 2015 wurden in Deutschland 14,5 Milliarden Euro in die Erzeugung erneuerbarer Energien investiert und gab 2014 355.000 Menschen Arbeit (Quelle 1). Dabei lag der Anteil erneuerbaren Energien am **Endenergieverbrauch** – das ist die national aus allen Quellen erzeugte Energiemenge – 2014 erst bei etwa 14 Prozent. Die Zahlen lassen erahnen, welches Wirtschafts- und Arbeitsplatzpotenzial in den erneuerbaren Energien steckt. Für den Technologiestandort Sachsen, mit einer ausgewiesenen Führungsrolle bei den erneuerbaren Energien, ergeben sich große Potenziale für Forschung und Entwicklung, für Industrie und Gewerbe und für die Arbeitsplätze. Der Freistaat Sachsen hat sich das Ziel gesetzt, den Anteil der erneuerbaren Energien auf 40 – 45 Prozent am Bruttostromverbrauch bis zum Jahr 2025 zu erhöhen.

Klimawandel gab es schon immer. Was macht den jetzigen so problematisch?

DIE ERNEUERBAREN IN SACHSEN

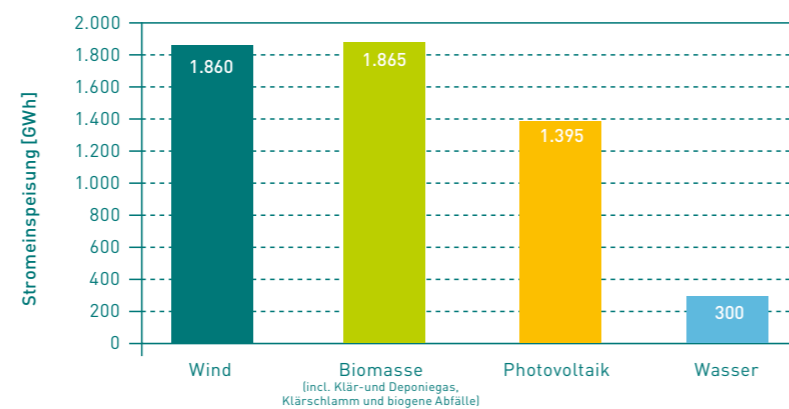
Nach wie vor wird in Sachsen der größte Teil der Energie in Form von Strom und Wärme aus fossilen Energieträgern bereitgestellt. So lag 1990 der Primärenergieverbrauch (PEV) bei 256.872 GWh. In den zurückliegenden Jahren verringerte sich dieser deutlich und pegelte sich bei ca. 175.000 GWh im Jahr 2013 ein. Das entspricht einem Würfel Braunkohle mit 400 m Kantenlänge.

Der vom Menschen verursachte Klimawandel mit seinen immer deutlicher werdenden negativen Folgen für die gesamte Menschheit erfordert einerseits einen schnellen Umbau der Energiewirtschaft, hin zur Nutzung der erneuerbaren Energieträger Sonne, Wind, Wasser, Biomasse und Erdwärme, andererseits zu Energieeinsparungen sowie zu verbesserter Energieeffizienz. Die Anstrengungen des Energieumbaus finden zusätzliche Unterstützung durch die stark gestiegenen Preise für Erdöl und Erdgas. Fossile Energieträger führen nicht

nur zur Energieabhängigkeit und politischen Erpressbarkeit, sondern verursachen bei der Umwandlung erhebliche klimaschädliche **CO₂-Emissionen**.

In Sachsen wurden ein neues Klimaschutzkonzept erarbeitet und die Klimaschutzziele neu fixiert. Diese geben einen Anteil von 28 Prozent erneuerbaren Energien am **Bruttostromverbrauch** im Jahr 2021 vor und bewegen sich damit im Rahmen der europäischen Ziele bzw. in dem Zielrahmen der Bundesregierung.

Die Entwicklung verläuft positiv. Bezogen auf den Bruttostromverbrauch wurde im Jahr 2015 ein Anteil von ca. 23 Prozent erneuerbarer Energien erreicht. Die Erzeugung von erneuerbarer Elektroenergie verteilt sich dabei wie in Abbildung 1 dargestellt.



Quelle: 50Hertz Transmission GmbH + SAENA-Prognose

Abb. 1: Gelieferte elektrische Energie aus erneuerbaren Energien in Sachsen 2015

Die Windenergie stellt neben der Biomasse die wichtigste der erneuerbaren Energien dar. Auch das neue Energiekonzept erkennt die Windenergie als wichtigste Energiequelle an. Die Energie aus Sonnenlicht und Biomasse werden in Zukunft die gleichen Anteile und gemeinsam soviel, wie die Windenergie zu den erneuerbaren Energien beitragen. Für die Wasserkraft werden die Potenziale in Sachsen eher gering eingestuft.

Auf den Betrieb der sächsischen Braunkohlekraftwerke kann noch nicht verzichtet werden. Leider steuern diese aber mit etwa jährlichen 28.000 kt CO₂-Emissionen zum **anthropogenen Treibhauseffekt** bei. Gleichzeitig befördern die Braunkohlekraftwerke Sachsen zu einem Stromexportland.

Neben der Braunkohle sind die erneuerbaren Energien die wesentlichen heimischen Energieträger (Wachstumsmarkt und Wirtschaftsfaktor).

Sie schafften **2012** Arbeit für etwa 11.886 Beschäftigte und trugen zu einem Umsatz von rund 3.902 Millionen Euro bei (Quelle 2). Für die Jahre bis 2015 wird mit einer leicht abfallenden Tendenz, hinsichtlich der Beschäftigten sowie des Umsatzes, gerechnet.

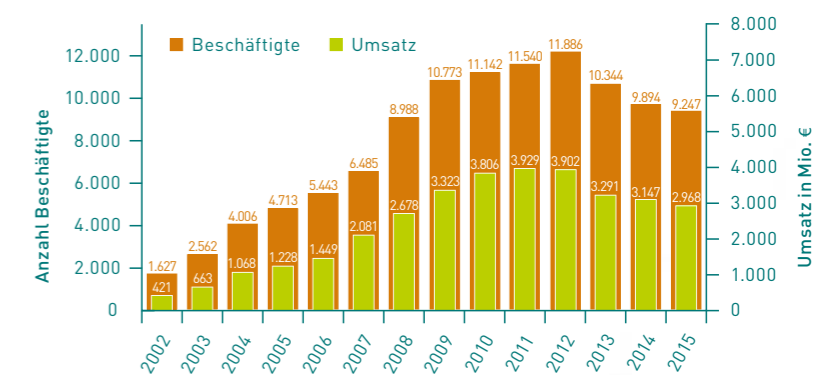
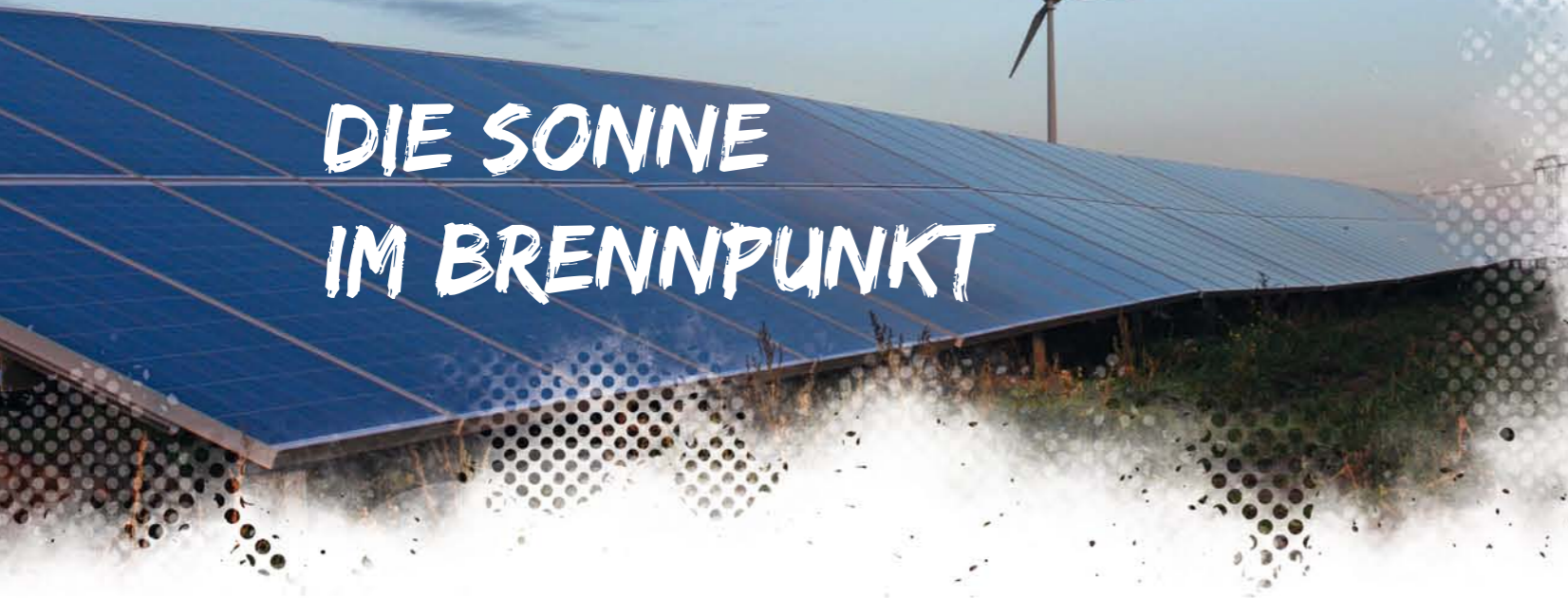


Abb. 2: EE-Beschäftigungs- und Umsatzentwicklung Sachsen (2002-2012), Prognose bis 2015 (Quelle 2)



DIE SONNE IM BRENNPUNKT



Wofür erhielt Albert Einstein 1921 den Physik-Nobelpreis? Nicht für die bekannte Relativitätstheorie, sondern für die Erklärung des lichtelektrischen Effekts.

Auf dieser Erkenntnis basiert die Nutzung von Sonnenenergie zur Stromerzeugung. Diese Technologie wird Photovoltaik (kurz PV) genannt. Auch zur Wärmeerzeugung kann Solarenergie verwendet werden, die so genannte Solarthermie.

Sonnenenergie gibt es kostenlos und sehr reichlich. Mehr als 5.000 mal mehr Energie strahlt die Sonne auf die Erde ein als alle Menschen insgesamt benötigen. Leider ist diese

Energie ungleichmäßig verteilt. Es gibt überall Tag und Nacht und in Sachsen scheint die Sonne im Winter viel seltener, als im Sommer. Daher muss Solarenergie mit anderen Energiequellen oder mit Energiespeichern kombiniert werden. In Sachsen werden deshalb Photovoltaikanlagen errichtet, die mit dem Stromnetz verbunden sind. Diese meist blau schimmernden Solarmodule sind mittlerweile auf vielen Dächern zu sehen. Dort wo genügend Platz zur Verfügung steht, können viele tausend solcher Module zu großen Photovoltaikkraftwerken zusammengeschaltet werden.

Umgekehrt lassen sich auch ganz kleine Solaranlagen bauen. Die kleinsten davon finden Platz in Taschenrechnern und Armbanduhren.



Solarthermie

Die Sonne wärmt – das weiß jedermann. Die Bemühungen, diese Wärme technisch auszunutzen, reichen bis in die Antike zurück. Aber irgendwie hatten die Menschen die Sache über die Jahrtausende hinweg ein wenig aus den Augen verloren. Im Jahre 1891 ließ der Unternehmer Clarence M. Kemp aus Baltimore in den USA seinen mit Sonnenwärme betriebenen Warmwasserkollektor patentieren. Doch solche Erfindungen führten lange ein Nischendasein. Erst die Ölkrise der 1970er Jahre brachte die Bemühungen um die Solarthermie („Sonnenwärme“) wieder auf den Stand der Technik.

Heute, im Zeitalter der Energiewende, ist ein regelrechter Solarthermie-Boom ausgebrochen, vor allem in Deutschland, wo diese Energieform staatlich gefördert wird. Nirgendwo sonst in Europa sind so viele Solarwärmanlagen entstanden wie hier. Allein im Rekordjahr 2008 kamen 1,9 Millionen Quadratmeter Solarfläche hinzu. Ein Jahr später waren es 1,7 Millionen Quadratmeter; davon entfielen überdurchschnittliche 304.000 Quadratmeter auf Sachsen. Dabei gilt dasselbe wie für die

Photovoltaik: Am meisten haben private Hausbauer mit ihren kleinen dezentralen Anlagen von der Entwicklung profitiert.

Die Maximallösung besteht im so genannten Sonnenhaus, das so viel wie möglich Sonnenenergie zur Warmgewinnung nutzt und die unerwünschte Wärmeabgabe auf ein absolutes Minimum reduziert. Eine wichtige Grundvoraussetzung dafür ist eine Architektur, die zu allen Jahreszeiten dem Sonnenstand gerecht wird. Im Winter gilt es die Sonneneinstrahlung aktiv und passiv optimal zu nutzen. Im Sommer wird durch Maßnahmen bei der Konstruktion eine Überhitzung des Gebäudes und der Solaranlage vermieden.

In Kombination mit Kältemaschinen lässt sich Solarwärme auch zur Kühlung nutzen. Da der Kühlbedarf im Sommer besonders hoch und gleichzeitig auch der Ertrag einer solarthermischen Anlage am höchsten ist, wird der Kollektor in Kombination mit einer Kältemaschine besonders gut ausgenutzt. Dies ermöglicht das umweltfreundliche Betreiben von Klimaanlagen – Heizen im Winter, Kühlen im Sommer.

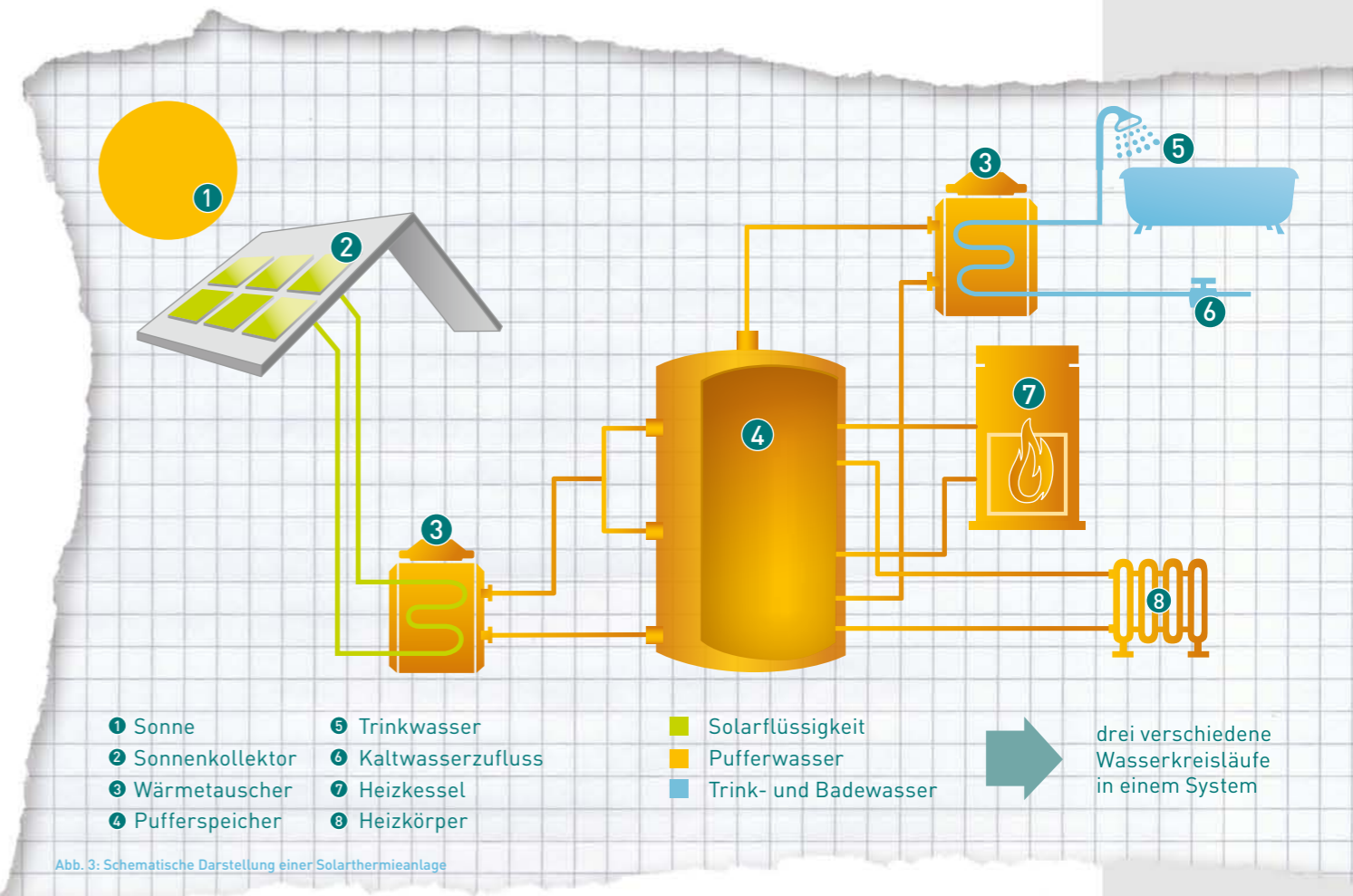


Abb. 3: Schematische Darstellung einer Solarthermieanlage



Erkläre mit eigenen Worten den Unterschied zwischen Photovoltaik und Solarthermie.



NACHWACHSENDE ENERGIE

Anwendung und ihre Konkurrenz zu Nahrungsmitteln

In Sachsen gibt es derzeit 500 Anlagen zur Stromerzeugung aus Biomasse. Die meisten davon sind Biogasanlagen. Sie verarbeiten Gülle sowie Klärschlamm, Fette oder Pflanzenreste. Mit 1850 Gigawattstunden erzeugter elektrischer Energie im Jahr 2014 beträgt der Biogas-Anteil am Bruttostromverbrauch in Sachsen 7,8 Prozent. Im Jahr 2021 soll die Biomasse mit 1.800 Gigawattstunden zur Energiebereitstellung beitragen. Dieses Ziel ist bereits erreicht.

Seit Jahrtausenden gewinnen die Menschen Wärme aus der Verbrennung von Biomasse. Holz ist die bekannteste. Was in der modernen Technologiegesellschaft zunächst überwunden schien, das kehrt im Zeitalter der erneuerbaren Energien unter anderem Vorzeichen zurück. Die Entwicklung beginnt im Kleinen: bei dem Eigenheimbesitzer, der sich gegen die steigenden Heizöl- und Erdgaskosten wehrt. Wer heute aufmerksamen Blicks über Land fährt, wird die großen Holzstapel neben vielen Häusern nicht übersehen.

Inzwischen gibt es dezentrale, mit Pflanzenöl oder Biogas betriebene Blockheizkraftwerke, die gleichermaßen auf die Erzeugung von Strom und Wärme ausgerichtet sind. Große Biomasse-Verbrennungsanlagen für Holz bzw. Holzreststoffe erhitzen das Wasser in Speisewasseranlagen, mit denen wiederum Dampfturbinen zur Stromerzeugung angetrieben werden. Die Anlagen sind darauf ausgerichtet, die bei der Erzeugung von Strom zwangsläufig anfallende Wärme möglichst voll auszunutzen und mit ihrer kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung, Kraft-Wärme-Kopplung genannt, **Wirkungsgrade** von mehr als 80 Prozent zu erreichen.

Zu guter Letzt sei darauf hingewiesen, dass Biomasse genau betrachtet gar keine „unendliche Ressource“ ist – einfach weil die landwirtschaftliche Nutzfläche zu ihrer Erzeugung begrenzt ist und auch die Nahrungsmittelproduktion, stoffliche und pharmazeutische Verwertung in Konkurrenz stehen. Es kommt auf das Maßhalten an.

Wie viel Energie steckt in einem Kuhfladen?

- a) gar keine
- b) genug, um eine Stunde Auto fahren zu können
- c) genug, um eine Energiesparlampe 10 Stunden zu betreiben
- d) genug, um einen Tag lang fernzusehen



Funktionsweise und Kreisläufe einer Biogasanlage

Im Wesentlichen besteht eine Biogasanlage zur Stromerzeugung aus einem chemischen Reaktionsbehälter, dem sogenannten Fermenter, einem Verbrennungsmotor und einem Generator.

Die Biomasse wird in den luftdicht verschlossenen Fermenter eingebracht. Er funktioniert wie eine Art künstlicher Sumpf:

Durch Gär- oder Fäulnisprozesse wird die Biomasse unter Luftabschluss mit Hilfe von Bakterien zersetzt; als Reaktionsprodukt entsteht Biogas. Es ist eine Mischung aus 40 bis 75 Prozent Methan, 25 bis 55 Prozent Kohlendioxid, bis zu 10 Prozent Wasserdampf sowie etwas Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Ammoniak und Schwefelwasserstoff.

Aber sind darunter nicht genau jene klimaschädlichen Treibhausgase, die wir nicht mehr produzieren wollen? Richtig, aber sie kommen aus dem natürlichen Kreislauf der Biosphäre, waren also quasi schon immer da und sind somit klimaneutral. Das im Fermenter erzeugte Biogas wird getrocknet, durch Einblasen einer kleinen Menge Frischluft entschwefelt und dann einem Verbrennungsmotor zugeführt, der einen Generator antreibt. Der so produzierte Strom wird ins Netz eingespeist.

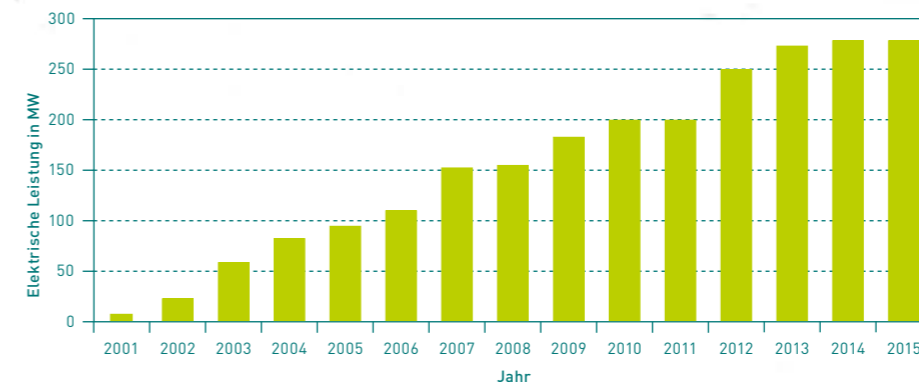
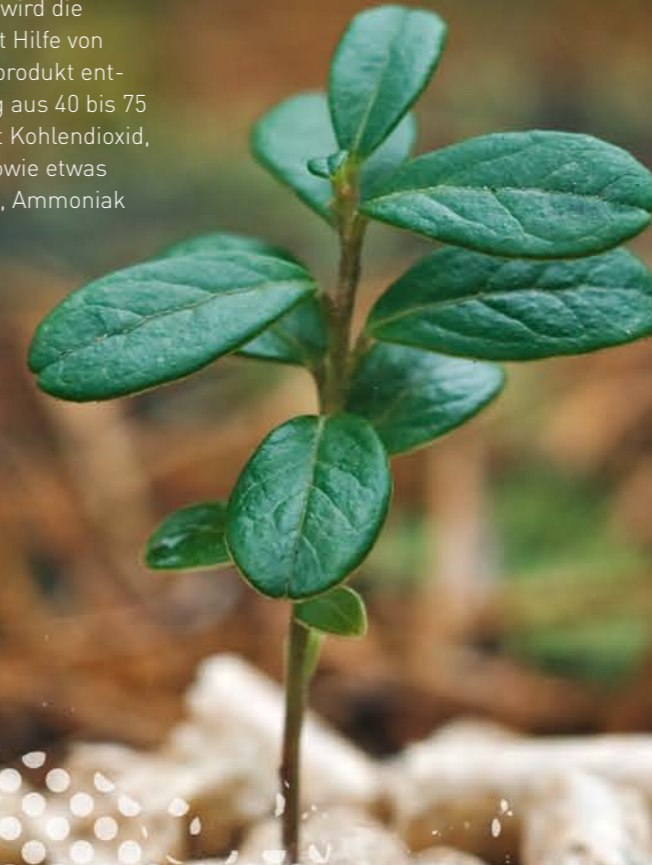


Abb. 4: Elektrische Leistung Biomasse in Sachsen

WIND

Derzeit gibt es etwa 872 Windenergieanlagen in Sachsen. Ein Großteil davon befindet sich in privatem Besitz; ein Teil gehört Kommunen oder Energieunternehmen. Oft sind mehrere Anlagen in einem „Windpark“ konzentriert, damit sie nicht zu sehr das Landschaftsbild bestimmen.

Die Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH setzt sich dafür ein, dass mehr Windenergieanlagen im kommunalen Besitz entstehen. Nur so kann die Bevölkerung von den Erträgen profitieren und die Akzeptanz für diese umweltfreundliche Energie erhöht werden. Aber lohnt sich der Einsatz von Windenergieanlagen überhaupt? Ende 2015 betrug die Gesamtleistung der in Deutschland installierten Windenergieanlagen 41.600 Megawatt (Quelle 3).

In Sachsen soll bis 2021 eine Energiemenge von 2.200 Gigawattstunden mittels Windkraft bereitgestellt werden. So wie es sich gegenwärtig darstellt, wird die Windenergie auf absehbare Zeit die billigste Energieform unter den neuen Stromlieferanten bleiben.

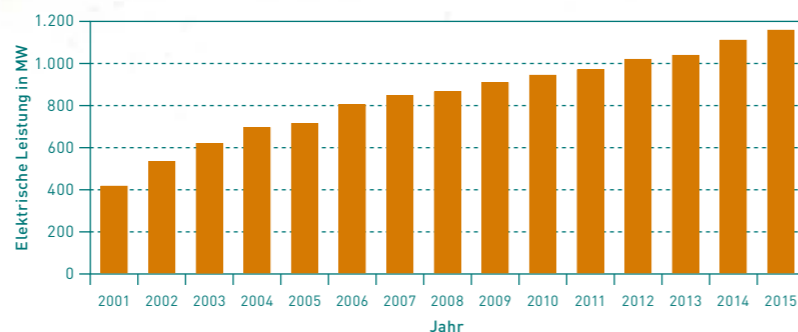


Abb. 5: Entwicklung der installierten Windleistung in Sachsen

Doch wie funktioniert überhaupt eine Windenergieanlage?

Eine Windenergieanlage verwandelt zuerst die Bewegungsenergie der Luft in mechanische Energie und die wiederum in elektrische Energie. Der Grundgedanke für die erste Stufe ist etwa dreitausend Jahre alt. So lange nämlich gibt es schon Windmühlen und windbetriebene Wasserpumpen auf der Welt. Aber die entscheidende Verfeinerung wurde aus der Flugzeugindustrie entlehnt. Nicht zufällig ähneln die Querschnitte der Rotorblätter von Windenergieanlagen den Tragflächenquerschnitten von Flugzeugen. Es ist der durch Druck und Unterdruck verursachte Auftrieb, der auf diese Weise geformte Körper in Bewegung setzt oder hält, wenn sie von Luft umströmt werden. Die Umwandlung der mechanischen Rotationsenergie in Elektroenergie erfolgt über den in die Windenergieanlage eingebauten Generator. Wie der funktioniert, verrät der Physikunterricht. Wird ein elektrischer Leiter, zum Beispiel eben die Rotorwelle, in einem **Magnetfeld** bewegt, fließt in ihm ein elektrischer Strom.

Der Turm einer Windenergieanlage wird meistens aus einem Stahlmantel, Beton oder Stahlbeton gefertigt. Beton besitzt bessere Dämpfungseigenschaften als Stahl, so dass die Schallemissionen und damit Geräusche gemindert werden. Doch egal welche Bauweise, verglichen mit den alltäglichen Geräuschpegeln, etwa an Auto- oder Eisenbahnstrecken, arbeitet eine Windkraftanlage fast lautlos. Die Abstände zur Wohnbebauung betragen darüber hinaus meist 500 Meter und mehr.

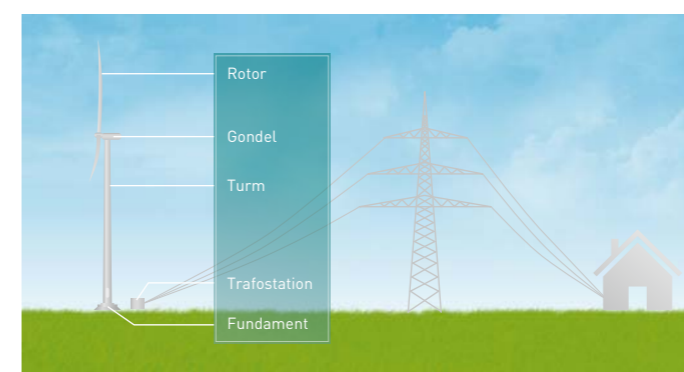


Abb. 6: Funktionsweise Windenergienutzung

Generell gilt bei der Errichtung von Windenergieanlagen wie bei jedem anderen Bauvorhaben auch, dass entsprechende Grenzwerte für Lärm im angrenzenden Gebiet eingehalten werden müssen. Dazu werden auch bei der Genehmigung von Windkraftanlagen Gutachten abgefordert.

Bei großen Anlagen erreichen die Flügel des Rotors eine Länge von 60 m. Die vom Rotor überstrichene Fläche beträgt bei den größten Anlagen über 10.000 m² und ist damit fast so groß wie zwei Fußballfelder. Die Türme großer Windenergieanlagen erreichen eine Höhe von 120 m. Als Faustregel gilt: Je höher der Turm und je größer der Rotordurchmesser, desto mehr Energie liefert eine Anlage. Das hängt damit zusammen, dass die Windgeschwindigkeit mit zunehmender Höhe steigt und die Strömung gleichmäßiger wird.

Es gibt verschiedene Rotortypen. Vereinzelt sind zweiblättrige Ausführungen zu sehen. Bewährt hat sich jedoch ein dreiblättriger Rotor, montiert auf der dem Wind zugewandten Seite des Turms (Luvseite). Als Rotormaterial werden glas- oder karbonfaserverstärkte Kunststoffe verarbeitet, weil sie eine hohe dynamische Festigkeit bei gleichzeitig geringem Gewicht aufweisen. In Verbindung mit den in Deutschland geltenden strengen Wartungsvorschriften macht das die Anlagen sehr sicher.

Nach wie vielen Monaten hat eine moderne Windkraftanlage an einem windreichen Standort so viel Energie erzeugt, wie zu ihrer Herstellung, Errichtung sowie Demontage benötigt wurde?

- a) nach 3 bis 12 Monaten
- b) nach 1 bis 5 Jahren
- c) nach 5 bis 10 Jahren
- d) nie



WASSERKRAFT

Drei Dinge brauchen wir immer, um Strom aus Wasserkraft zu gewinnen: fließendes Wasser in beträchtlicher Menge, eine Turbine (Kaplan-, Francis- oder Pelton-turbine), welche die Bewegungsenergie des Wassers – wie bei einer alten Wassermühle – in technisch verwertbare Rotationsenergie verwandelt, und einen Generator, der diese Rotationsenergie in Elektroenergie umformt.

Wasserkraft steht rund um die Uhr als CO₂-freie Energiequelle zur Verfügung und kann sogar als Energiespeicher genutzt werden. Der Wirkungsgrad von Wasserkraftwerken beträgt rund 90 Prozent. Sie zeichnen sich außerdem durch ihre lange Lebensdauer von 100 Jahren und mehr, ihre niedrigen Betriebskosten und ihren geringen Wartungsaufwand aus.

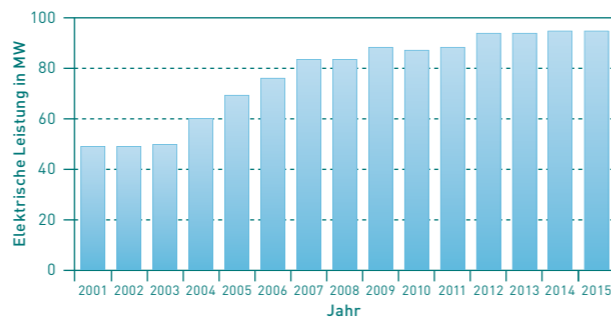


Abb. 7: Elektrische Leistung Wasserkraft in Sachsen

Was ist ein sogenanntes Gezeitenkraftwerk?

- a) ein Kraftwerk, das Ebbe und Flut auslöst
- b) ein Kraftwerk, das von 6 bis 20 Uhr Energie liefert
- c) ein Kraftwerk, das Energie aus den Meeresströmungen gewinnt
- d) ein Kraftwerk, das immer ans Netz geht, wenn der Strom knapp wird

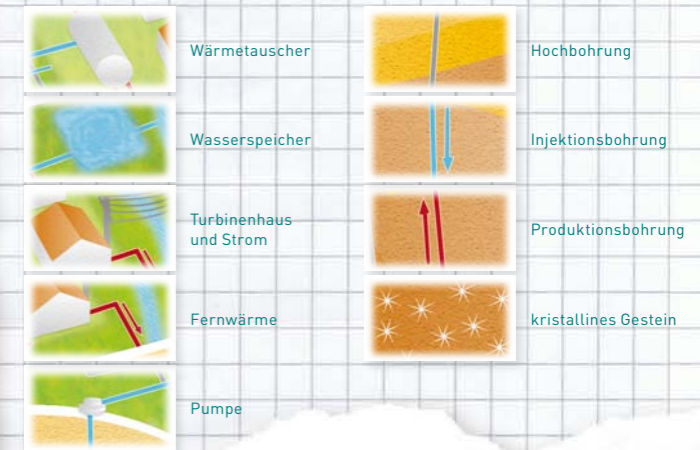
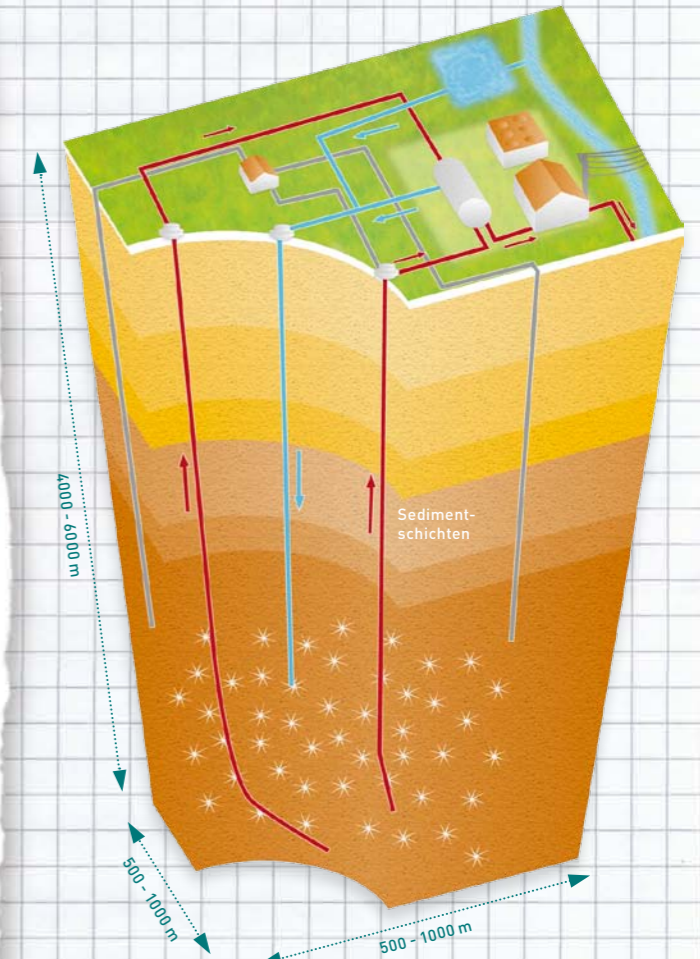
ERDWÄRME (GEOTHERMIE)

Das Erdinnere ist auch nach Jahrmilliarden noch glühend heiß: etwa 5.000 °C. Die Temperatur entsteht zum Teil aus der Restwärme, der Gravitationsenergie, die bei der Entstehung der Erde frei wurde und zum anderen aus dem radioaktiven Zerfall bestimmter Elemente im Erdinneren.

Und Vulkane und heiße Quellen kennt überhaupt jeder – zumindest aus dem Fernsehen. Die Erdwärme aber dringt überall von Innen als permanenter Wärmestrom an die Oberfläche – bis vor kurzem in Deutschland noch ungenutzt. Heute gibt die Erdwärme oder auch Geothermie eine sehr gute erneuerbare Energiequelle ab. Und dies nicht nur zum Heizen: Geothermiekraftwerke wandeln Erdwärme in Strom um. Erstaunlicherweise ist das keine neue Erfindung. Schon 1913, also vor über einem Jahrhundert, entstand in Larderello in der Toskana das erste derartige Kraftwerk. Eine geothermisch angetriebene Wasserdampfturbine erzeugt dort bis heute Strom, der ins italienische Netz eingespeist wird. Das ergab sich, weil ein unterirdisches, glühend heißes Magmabecken in geringer Tiefe auf natürliche Weise genügend heißen Wasserdampf aus dem Grundwasser liefert.

Neben der Tiefengeothermie zur Erzielung hoher Temperatur für Heizzwecke oder zur Stromerzeugung, gibt es noch die Möglichkeit, oberflächennahe geothermische Wärme zu nutzen. Damit sind Tiefen zwischen 1 m und 200 m gemeint, die sich auch für kleinere Systeme, wie z. B. für Haushalte finanzieren lassen. Die dabei erzielbaren Temperaturen sind deutlich geringer und liegen ganzjährig im Bereich von ca. 8 bis 12 °C. Dieses Temperaturniveau lässt sich, außer zu Kühlzwecken im Sommer, selten sinnvoll einsetzen. Um die Temperatur soweit erhöhen zu können, damit sie für Heizzwecke oder zur Bereitung von Warmwasser geeignet ist, werden technische Systeme verwendet: die Wärmepumpen. Diese funktionieren wie ein „umgekehrter“ Kühlschrank, bei dem nicht die Kühl-funktion im Innern genutzt wird, sondern die als Abfallprodukt in den Raum entweichende Wärme.

Tiefe der Bohrungen im geothermischen Kraftwerk





DIE NEUE MOBILITÄT

Umweltfreundliche Treibstoffe und Antriebe

Die Treibstoffverbrennung der Kraftfahrzeuge trägt derzeit etwa ein Fünftel zur CO₂-Emission in Deutschland bei. Es liegt also auf der Hand, auch dem Verkehr besondere Beachtung zu schenken. Nur Strom und Wärme auf „erneuerbar“ umzustellen, reicht nicht.

Die Tendenz der derzeitigen Bemühungen bei den Treibstoffen kann wie folgt beschrieben werden: „Weg vom Öl“. Das hört sich defensiver an, als die Ziele bei Strom und Wärme, und irgendwie stimmt es auch. Das Damoklesschwert schwebt besonders drohend über der Fahrzeugindustrie auf Grund der endlichen Erdölvorräte. Es müssen Alternativen zum klassischen Benzin (einschließlich Flugbenzin) und Diesel her.

Die Entwicklungen, die aktuell von der EU gefördert und damit auch in Sachsen vorangetrieben werden, zielen deshalb nur zum Teil auf ausschließlich erneuerbare Energiequellen für Treibstoffe ab. Zumeist sind es Mischformen aus klassischen und erneuerbaren Quellen.

Biotreibstoffe

Seit Januar 2011 wird Ethanol nun auch den Benzinkraftstoffen mit einem Anteil von 10 Prozent beigemischt. Bioethanol wird aus Mais oder Zuckerrüben gewonnen. Auch Diesel lässt sich ersetzen: Biodiesel entsteht durch Veresterung von Pflanzenölen, gewonnen aus Raps, Sonnenblumen oder Soja. Biodiesel macht dabei den größten Marktanteil an Biokraftstoff in Deutschland aus. Es wird unterschieden in den Dieselmotorkraftstoff B7, bei dem herkömmlichen Diesel bis zu 7 Prozent Biodiesel beigemischt wird und dem B100, welcher ein Reinkraftstoff ist und in landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen zum Einsatz kommt. Die so gewonnenen Treibstoffe werden Biotreibstoffe der ersten Generation genannt. Sie sind seit etwa einem Jahrzehnt auf dem Markt und ihre Verfügbarkeit ist begrenzt.

Erdgas

Erdgas ist keine erneuerbare Energieart. Hinsichtlich der Energiebilanz und der Reduzierung des Treibhauseffektes steht es derzeit allerdings besser da als viele Biotreibstoffe. Zudem kann die Nutzung von Erdgas in PKW und LKW eine Brückentechnologie dafür sein, solche Fahrzeuge künftig mit Methan aus erneuerbaren Quellen zu betreiben. Deswegen wird die Entwicklung des Einsatzes von Erdgas als Treibstoff vorangetrieben.

Wer mit Erdgas (oder künftig mit einer Mischung aus Erdgas und Biosynthesegas) fährt, schont nicht nur die Umwelt, sondern auch den Geldbeutel. Die höhere Anfangsinvestition für den Erwerb eines mit Erdgastank ausgerüsteten Autos oder die Umrüstung ist schnell wieder reingeholt. Noch allerdings können Erdgasautos in ihrer Reichweite nicht mit Benzin- und Dieselfahrzeugen mithalten. Die meisten derzeitigen Modelle haben daher zumindest einen extra Tank für die klassischen Treibstoffe.

Wasserstoffantrieb

Wasserstoff ist ein weiterer, zur Diskussion stehender Treibstoff der Zukunft. Für die breite Anwendung sind noch viele Entwicklungsschritte notwendig. Insbesondere müsste viel Geld in die Infrastruktur zur flächendeckenden Versorgung mit Wasserstoff investiert werden. Wasserstoff wird künftig unter Energieverbrauch gewonnen, denn auf natürliche Weise kommt das Gas auf der Erde kaum vor. Dies ist beispielsweise durch Elektrolyse von Wasser möglich. Das Verfahren ist ausgereift. Stammt der dazu benötigte Strom aus rein erneuerbaren Quellen, dann ist der Ökobilanz auf den ersten Blick Genüge getan. In der Umwandlungskette treten aber nicht unerhebliche Verluste auf. Wasserstoff als Kraftstoff muss gasförmig unter hohem Druck oder flüssig bei Temperaturen von -253 °C gespeichert werden. Dazu sind spezielle Speicher und Betankungstechniken notwendig. Die Sicherheit dieser Speicher wurde bereits umfangreich getestet und als unbedenklich eingestuft. Problematisch ist die geringere Reichweite der Fahrzeuge mit diesen Tanks. Bei der Technologie des Antriebs werden derzeit zwei Alternativen verfolgt: Der Wasserstoffverbrennungsmotor und die Brennstoffzelle. In einigen Städten wird heute der Einsatz



von Wasserstoff in Linienbussen erprobt. Für diesen Einsatzfall muss keine flächendeckende Tankinfrastruktur aufgebaut werden.

Power-to-X (synthetische Kraftstoffe)

Eine weitere Möglichkeit ist die Synthese künstlicher Treibstoffe aus Elektrizität. Das Problem bei Wasserstofffahrzeugen ist die fehlende Tankinfrastruktur sowie die geringen Reichweiten beim Betanken mit flüssigem Wasserstoff. Eine elegante Lösung kann daher sein, diesen aus erneuerbarem Strom über Elektrolyse produzierten Wasserstoff zusammen mit CO₂ zu einem Kohlenwasserstoff umzuwandeln. So kann derart produziertes Methan, das bisher verwendete Erdgas direkt ersetzen und in denselben Pipelines und Fahrzeugen transportiert und genutzt werden. Auch flüssige Kraftstoffe lassen sich so über weitere Prozessschritte erzeugen, eine entsprechende Versuchsanlage steht in Dresden.

Aus Effizienz- und Kostengründen verwendet man dazu heute in den Pilotanlagen CO₂ in konzentrierter Form aus Kraftwerken oder aus Biogasanlagen. Da diese Fahrzeuge beim Verbrennen weiterhin Kohlendioxid ausstoßen, muss allerdings langfristig für eine neutrale Treibhausgasbilanz das CO₂ aus der Luft entnommen werden.

Der Vorteil ist, dass existierende Technologie und Infrastruktur genutzt werden kann. Interessant ist außerdem, dass man gewissermaßen einen Speicher für den erzeugten Strom aus Solar- und Windkraftanlagen hat, der ja nicht gleichmäßig anfällt.

Nachteilig sind die deutlich geringere Gesamteffizienz im Vergleich zum Elektroauto sowie die heute noch deutlich höheren Kosten im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen.

Neben batteriebetriebenen Automobilen gibt es nach ersten Abschätzungen auch bereits rund 1 Millionen Fahrräder mit teilelektrischem Antrieb. Wie heißen diese Räder?

- a) Elec-Bikes
- b) Pedelecs
- c) Elektrocycles



DIE NEUE MOBILITÄT

Elektromobilität

Die Elektromobilität ist definitiv umweltfreundlicher als Benzin und Diesel. Wird die Autobatterie dann auch noch mit Strom aus erneuerbaren Quellen geladen, ist der Umweltgewinn umso größer. Nicht nur durch die hohen Schadstoffemissionen, insbesondere auch die wachsende Nachfrage und Abhängigkeit vom knapper werdenden Rohstoff Öl mit den einhergehenden Preissteigerungen an den Zapfsäulen, werden Kundenwünsche nach umweltverträglicher Mobilität immer lauter.

Konkret: Moderne Elektroautos verbrauchen für eine Strecke von 100 Kilometern durchschnittlich etwa 12 bis 25 Kilowattstunden Strom. Das entspricht dem Energiegehalt von ca. 2 Litern Benzin. Ein Elektroauto, das rund 15 Kilowattstunden Strom pro 100 km verbraucht, stößt somit ca. 80 Gramm CO₂ pro Kilometer aus, wenn dem durchschnittlichen deutschen Strommix 532 Gramm CO₂/kWh (überwiegend Kohle-, Erdgas und Atomstrom, 20 Prozent erneuerbare Energien) zugrunde gelegt wird.

Damit würde der von der EU für 2012 vorgegebene Grenzwert von 130 g CO₂ pro Kilometer schon deutlich unterschritten werden. Wird dasselbe Elektroauto statt mit konventionellem Strommix mit Strom aus Windkraftanlagen „betankt“, verringern sich die CO₂-Emissionen (inkl. Vorkette) auf nur noch 3 bis 4 Gramm CO₂ je Kilometer.

Die nächste Generation von elektrischen PKW wird Reichweiten über 300 km ermöglichen und sich an speziellen Schnelladesäulen in weniger als einer Stunde aufladen lassen.

Neben batteriebetriebenen Automobilen gibt es in Deutschland bereits mehr als 2 Millionen Fahrräder mit elektrischem Antrieb.



DER NEUE UMGANG MIT ENERGIE

Die billigste Energie ist die, die nicht verbraucht wird. Dieser Leitsatz ist auch oft von Sachsens Politik zu hören. Bei allem technischen Fortschritt zur Herstellung von Energie ist ein sehr viel gewichtigerer Punkt, wo und wie Energie eingespart werden kann. Egal ob in den Städten und Gemeinden, in der Industrie oder im privaten Haushalt, es liegen überall Potenziale zu mehr Energieeffizienz. Wir können Ressourcen schonen und dem Klimaschutz kommt es auch zu Gute. Damit das Thema nicht abstrakt daher kommt, betrachten wir euer direktes Umfeld, euer zu Hause.

Die rund 40 Millionen privaten Haushalte in Deutschland auf einer Fläche von insgesamt 3,4 Millionen Quadratmetern stehen für etwa 28,5 Prozent des **Endenergieverbrauchs** und spielen deshalb für die Energie- und Klimapolitik eine wichtige Rolle. Die Wohnungen werden überwiegend mit Gas und Öl beheizt. Drei Viertel des Wohnungsbestandes sind über 25 Jahre alt. Sie verbrauchen rund 90 Prozent der Heizenergie und mehr als doppelt so viel Energie, wie der Gesetzgeber bei Neubauten erlaubt. Wird wie bisher rund ein Prozent des Gebäudebestandes saniert, so würden 26 Prozent der Energie und 27 Prozent der Treibhausgase bis 2030 eingespart, heißt es in einer Studie des Hamburgischen Weltwirtschaftsinstituts HWWI aus dem Jahr 2010.

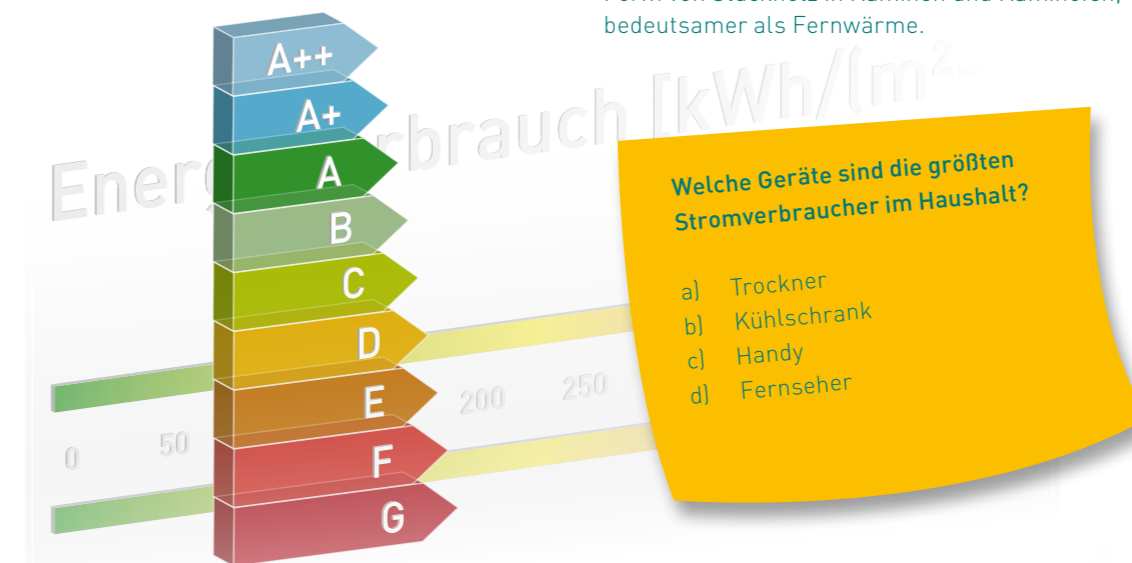
Wie sieht der Energieverbrauch eines privaten Haushaltes aus? Welche Geräteausstattung gibt es entsprechend der Haushaltsgröße? Die nachfolgenden Statistiken geben einen interessanten Einblick in unser Verbrauchsverhalten. Vielleicht prüft ihr den eigenen Lebensbereich und Alltag einmal, ob ihr die unten genannten Zahlen darin findet. Lässt sich für den Einzelnen etwas daraus ableiten? Liegt euer Energiebedarf sogar bereits unter dem Durchschnitt oder doch eher darüber?

Wie viel Strom verbraucht ein Haushalt?
Stromverbrauch je Haushalt nach Haushaltsgrößen (ohne Heizstromverbrauch in Kilowattstunden (kWh))

Haushalte mit	Durchschnittlicher Jahresstromverbrauch je Haushalt	Durchschnittlicher Jahresstromverbrauch je Haushaltsmitglied
1 Person	2050	2050
2 Person	3440	1720
3 Person	4050	1350
4 Person	4940	1235 (und weniger)

(Quelle 4)

Etwa 80 Prozent der bewohnten Wohneinheiten in Deutschland werden mit Erdgas oder Heizöl beheizt. Entsprechend bestimmen diese beiden Energieträger auch den **Endenergieverbrauch** für Raumwärmeerzeugung. Mit mehr als 228 PJ (Petajoule) ist Holz, vorwiegend verfeuert in Form von Stückholz in Kaminen und Kaminöfen, bedeutsamer als Fernwärme.



Wird der Energieverbrauch in privaten Haushalten in den nächsten Jahren steigen oder fallen? Was meint ihr?



Wie viele Geräte stehen bei euch zu Hause? Rechnet den Verbrauch in kWh aufs Jahr.

NOTIZEN ZUM PROJEKTTAG

Ausstattung mit Elektrogeräten je 100 Haushalte					
Personen im Haushalt	1	2	3	4	>4
Kühlschränke, Kühl-Gefrier-Kombinationen	110	141	135	147	192
Gefrierschrank/-truhe	30	67	70	75	87
Spülmaschine	58	83	88	96	98
Waschmaschine	88	95	100	98	100
Wäschetrockner	27	48	61	79	79
Fernseher	129	170	197	210	223
DVD-Spieler	132	126	168	168	174
Computer	141	166	208	255	286

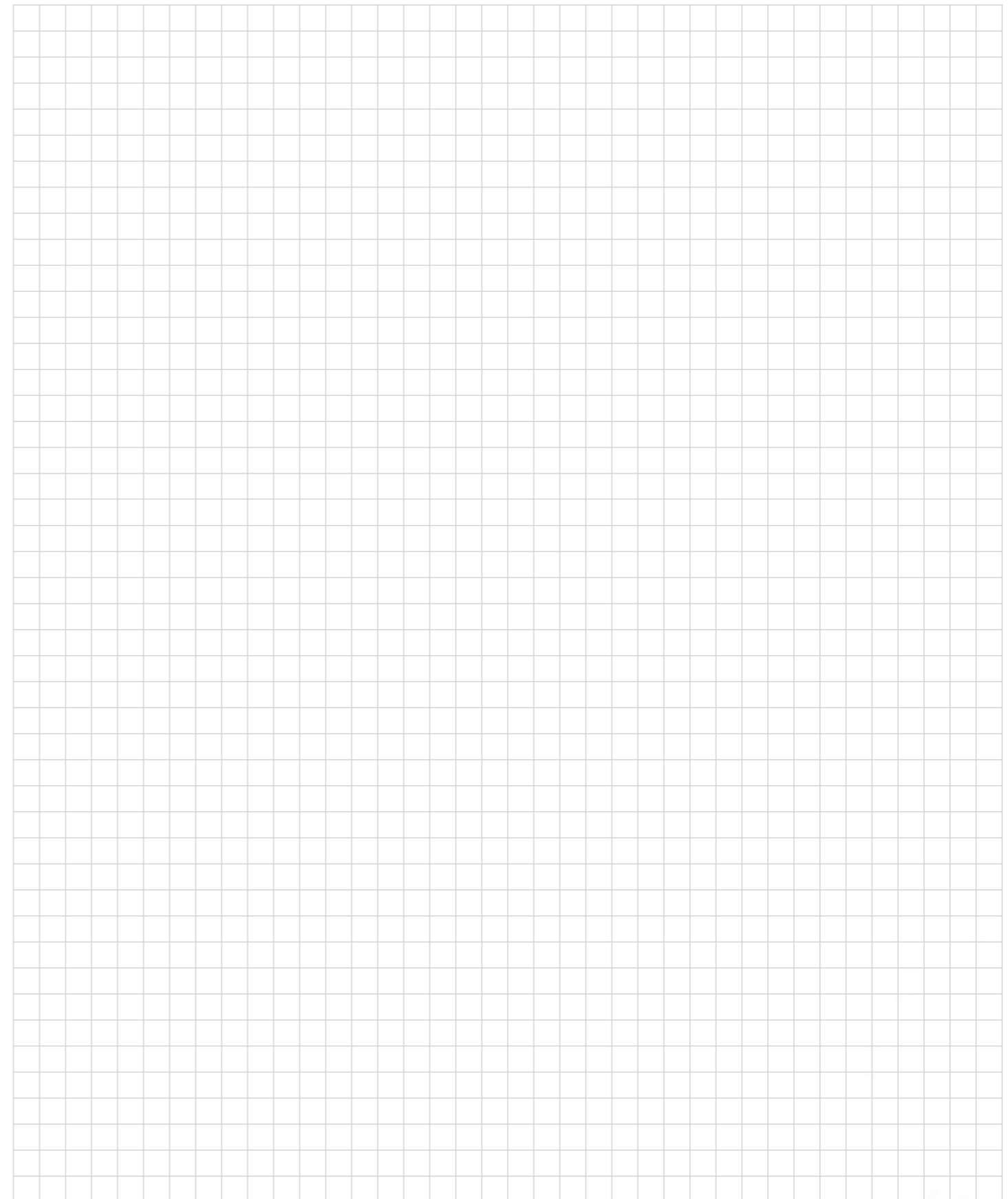
(Quelle 5)

Stromverbrauch der Elektrogeräte nach Haushaltsgröße (in kWh pro Jahr und Gerät)					
Personen im Haushalt	1	2	3	4	>4
Kühlschränke, Kühl-Gefrier-Kombinationen	436	424	428	427	427
Gefrierschrank/-truhe	400	378	393	375	359
Spülmaschine	371	401	451	467	504
Waschmaschine	50	93	143	192	192
Wäschetrockner	296	294	441	362	523
Fernseher	271	267	261	253	256
DVD-Spieler	50	47	42	42	59
Computer	75	58	60	66	67

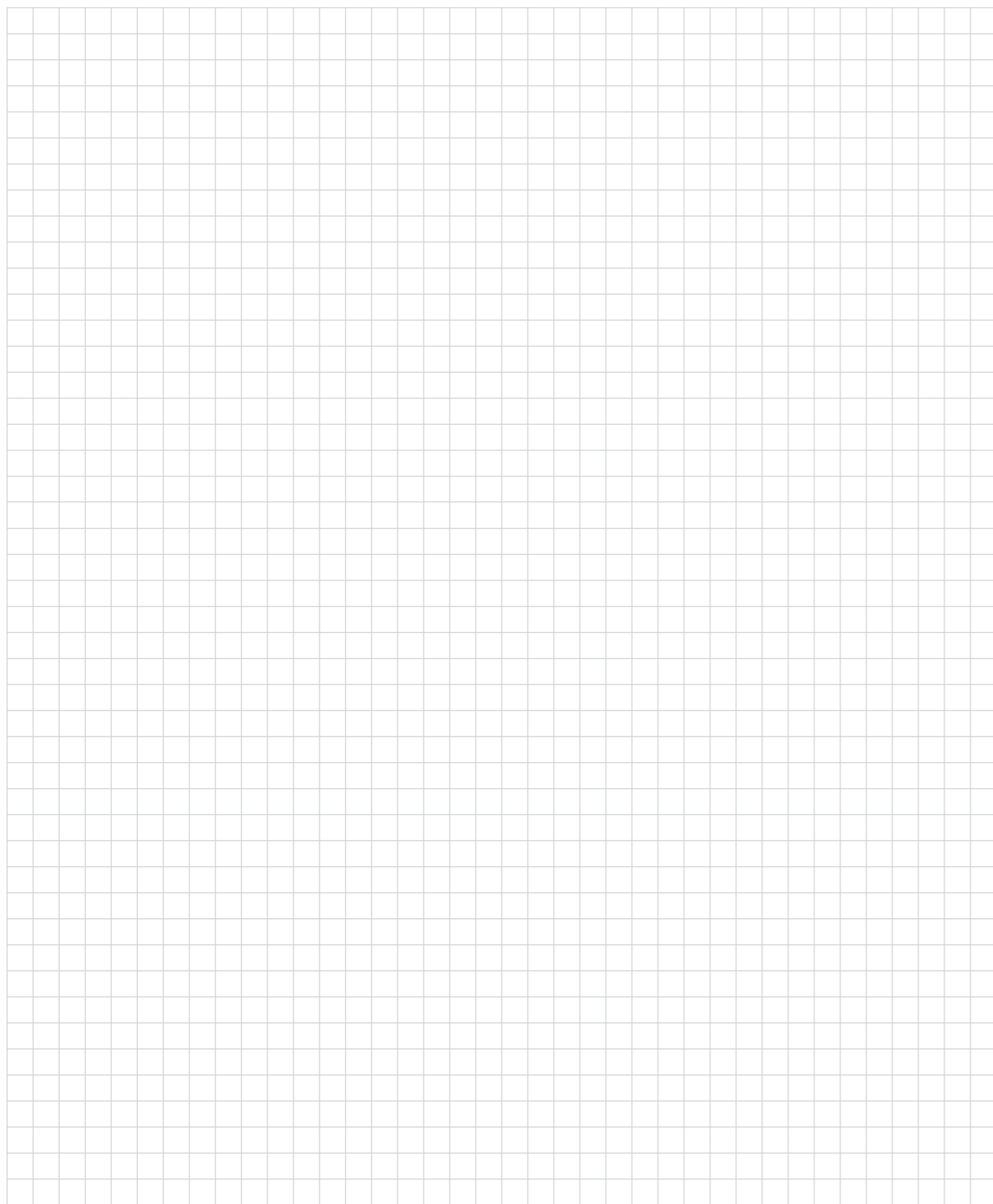
(Quelle 5)

Anwendungsbilanz 2011 für den Haushaltssektor (in PJ)								
	Raumwärme	Warmwasser	Prozesswärme	Prozesskälte	Mechanische Energie	Beleuchtung	Information und Kommunikation	Insgesamt
Strom	33,4	70,8	141,8	106,2	14,1	46,4	90,2	502,9
Erdgas	563,0	148,4	3,0					714,4
Heizöl	392,4	80,6						473,0
Fernwärme	130,9	16,7						147,6
Holz	228,2	14,7						242,9
Kohle	52,9	0						52,9
Solar	2,0	11,5						13,5
Wärmepumpe	29,7	1,8						31,5
Insgesamt	1.432,5	344,5	144,8	106,2	14,1	46,4	90,2	2.178,7

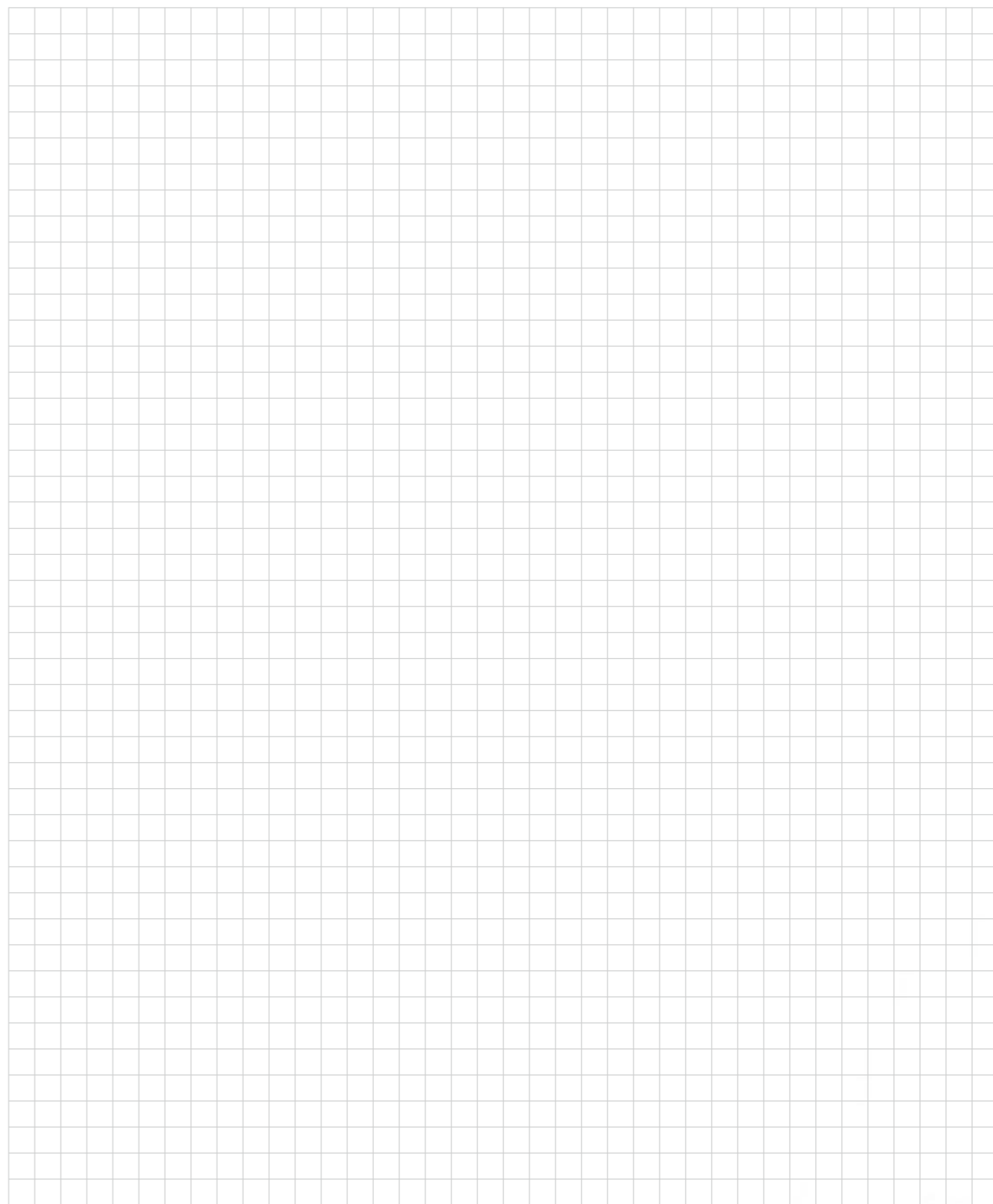
3,6 Petajoule (PJ) = 1 Terawattstunde (TWh) = 1 Mrd. Kilowattstunden (kWh); 1 Petajoule sind rund 277,778 Millionen Kilowattstunden(kWh) (Quelle 5)



NOTIZEN ZUM PROJEKTTAG



NOTIZEN ZUM PROJEKTTAG



NOTIZEN ZUM PROJEKTTAG

GLOSSAR

anthropogen – durch den Menschen verursacht

Bruttostromverbrauch – Darunter wird die in einem Staat oder einer Region erzeugte oder eingeführte Gesamtstrommenge abzüglich der ausgeführten Energiemenge bezeichnet. Hierbei werden alle Stromerzeugungsquellen berücksichtigt (also z. B. Wind, Wasser, Sonne, Kohle, Öl). Im Gegensatz zum Nettostromverbrauch fließen auch Verteilungsverluste und der Eigenverbrauch der Kraftwerke mit in den Wert ein.

Carsharing: „Autoteilen“, „Gemeinschaftsauto“ bzw. „Teilauto“; ist die organisierte gemeinschaftliche Nutzung eines oder mehrerer Autos. Beim eCarSharing stehen Elektrofahrzeuge zur Verfügung.

CO₂-Emissionen – Beim Verbrennen von kohlenstoffhaltigen Energieträgern entsteht Kohlendioxid (CO₂). Dieses ist in der Atmosphäre Hauptverursacher des zusätzlichen menschlichen Treibhausgaseffekts.

Endenergieverbrauch – Die bei dem Endverbraucher ankommende Energie wird als Endenergie bezeichnet.

FCKW – Abkürzung für Fluorchlorkohlenwasserstoffe. FCKW sind sehr beständig, unbrennbar, geruchlos, durchsichtig (farblos) und oft ungiftig. Sie haben wegen ihrer Reaktionsträgheit eine hohe Verweildauer in der Atmosphäre. Sie steigen deshalb bis in die Stratosphäre auf und werden dort von den UV-Strahlen zerlegt. Dabei werden Chlor- bzw. Fluor-Radikale freigesetzt, welche mit dem Ozon der Ozonschicht reagieren und diese schädigen.

fossile Energieträger – Fossile Energie wird aus fossilen Brennstoffen gewonnen, die wie Braunkohle, Steinkohle, Torf, Erdgas und Erdöl in geologischer Vorzeit aus Abbauprodukten von toten Pflanzen und Tieren entstanden sind. Diese fossilen Energieträger basieren auf dem Kohlenstoffkreislauf und ermöglichen damit gespeicherte (Sonne-)energie vergangener Zeiten heute zu verwerten.

Generator – Ein elektrischer Generator (lateinisch generare „hervorholen“, „erzeugen“) ist eine elektrische Maschine, die Bewegungsenergie oder mechanische Energie in elektrische Energie wandelt und damit technisch gesehen das Gegenstück zu einem Elektromotor ist, der umgekehrt elektrische Energie in Bewegungsenergie wandelt.

Magnetfeld – Ein Magnet (anziehen und abstoßen) ruft ein Magnetfeld hervor und wird von diesem durchströmt. Die Oberflächenbereiche, die vom überwiegenden Teil des Magnetfeldes durchflossen werden, heißen die Pole des Magneten.

Methan (CH₄) – ist eine chemische Verbindung aus der Gruppe der Kohlenwasserstoffe und das einfachste Alkan. Das farb- und geruchlose, brennbare Gas kommt in der Natur vor und ist als Hauptbestandteil von Erdgas und in der chemischen Industrie als Heizgas und Ausgangsprodukt für technische Synthesen von großer Bedeutung

Plug-In-Hybrid: Ein Hybridfahrzeug, das Verbrennungs- und Elektromotor kombiniert und über die Möglichkeit verfügt, die Batterie auch extern über eine Ladevorrichtung aufzuladen.

Primärenergie: Als Primärenergie wird in der Energiewirtschaft die Energie bezeichnet, die mit den natürlich vorkommenden Energieformen oder Energiequellen zur Verfügung steht, etwa Kohle, Gas oder Wind (also ohne Umwandlungsprozesse).

Verwendet wird der Wert beispielsweise bei der Ermittlung und Beurteilung des Heizenergiebedarfs bei Gebäuden. Die deutsche Energieeinsparverordnung (EnEV) etwa bestimmt für den Primärenergiebedarf Obergrenzen, die bei der Gebäudeerrichtung eingehalten werden müssen.

Radioaktiver Zerfall – oder Kernzerfall ist die Eigenschaft instabiler Atomkerne, sich spontan unter Energieabgabe umzuwandeln.

GLOSSAR

Treibhauseffekt – Durch den Treibhauseffekt von Treibhausgasen einschließlich Wasserdampf in der Atmosphäre ist die Oberflächentemperatur eines Planeten höher, als sie ohne diese strahlungsaktiven Gase wäre. Der Treibhauseffekt wurde bereits 1824 von Joseph Fourier entdeckt und Ende des 19. Jahrhunderts genauer erforscht. Der durch menschliche Eingriffe bewirkte zusätzliche Anteil am atmosphärischen Treibhauseffekt wird anthropogener Treibhauseffekt (globale Erwärmung) genannt.

Treibhausgase – sind strahlungsbeeinflussende gasförmige Stoffe in der Luft, die zum Treibhauseffekt beitragen und sowohl einen natürlichen als auch einen anthropogenen Ursprung haben können. Sie absorbieren einen Teil der vom Boden abgegebenen Infrarotstrahlung, die sonst in das Weltall entweichen würde. Die natürlichen Treibhausgase heben die durchschnittliche Temperatur an der Erdoberfläche um etwa 33 °C auf +15 °C an. Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt hätte die untere Atmosphäre im globalen Mittel nur –18 °C, was Leben auf der Erde kaum möglich machen würde.

Die Störung des natürlichen Gleichgewichts der Atmosphäre durch Eingriffe in den Naturhaushalt und durch anthropogene Emission von Treibhausgasen verstärkt den natürlichen Treibhauseffekt und führt zur globalen Erwärmung, die ihrerseits mit zahlreichen Folgen verbunden ist.

Die Zunahme bestimmter Treibhausgase in der Atmosphäre wird größtenteils auf menschliche Aktivitäten zurückgeführt.

Verbrennungsmotor – Ein Verbrennungsmotor ist eine Wärmekraftmaschine, die chemische Energie eines Kraftstoffs durch Verbrennung in mechanische Arbeit umwandelt. Die Verbrennung findet dabei im Verbrennungsraum statt, in dem ein Gemisch aus Kraftstoff und Umgebungsluft gezündet wird. Die Wärmeausdehnung des durch die Verbrennung heißen Gases wird genutzt, um einen Kolben zu bewegen. Geläufige Beispiele für Verbrennungsmotoren sind der Ottomotor und der Dieselmotor in Automobilen.

Wasserdampfturbine – Sie besteht aus einer schnell rotierenden Welle, bestückt mit vielen Turbinenschaufeln, die von Wasserdampf angedrückt werden. Sie ist die reine Kraftmaschine mit den rotierenden Bauteilen.

Wirkungsgrad – Der Begriff des Wirkungsgrads wird verwendet, um die Effizienz von Energieumwandlungen, aber auch von Energieübertragungen zu beschreiben. Neben der allgemeinen Definition haben sich auch weitere Begriffe, wie beispielsweise Nutzungsgrad oder Arbeitszahl etabliert, die je nach Fachbereich bestimmte Randbedingungen und Besonderheiten des Energieflusses in den betrachteten Systemen berücksichtigen.

Maßeinheiten

Barrel – (englisch Fass) angloamerikanisches Maßsystem, Raummaß für Flüssigkeiten

1 Barrel entspricht ca. 159 Liter. Es wird vor allem in Zusammenhang mit Erdöl benutzt.

Gigawatt [GW] – 1 Gigawatt sind eine Milliarde Watt (10^9 W).

Megawatt [MW]: 1 Megawatt sind eine Million Watt (1.000.000 W)

Peta Joule [PJ]: „Peta“ [P] Abkürzung für 1 Billion = 1.000.000.000.000.000 = 10^{15} Joule;

„Joule“ [J] = international verbindliche physikalische Maßeinheit für die Energie. 1 Petajoule entspricht ca. 278 Milliarden kWh.

IMPRESSUM

Herausgeber

Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH
Pirnaische Str. 9
01069 Dresden

Telefon: 0351 4910-3179
Telefax: 0351 4910-3155

E-Mail: info@saena.de
Internet: www.saena.de

Redaktion

Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH

5. Auflage, Dezember 2016

Layout und Grafik

media project creative network GmbH
Glashütter Str. 101
01277 Dresden

Telefon: 0351 34060-33
Telefax: 0351 34060-31

E-Mail: agentur@mediaproject.de
Internet: www.agentur.mediaproject.de

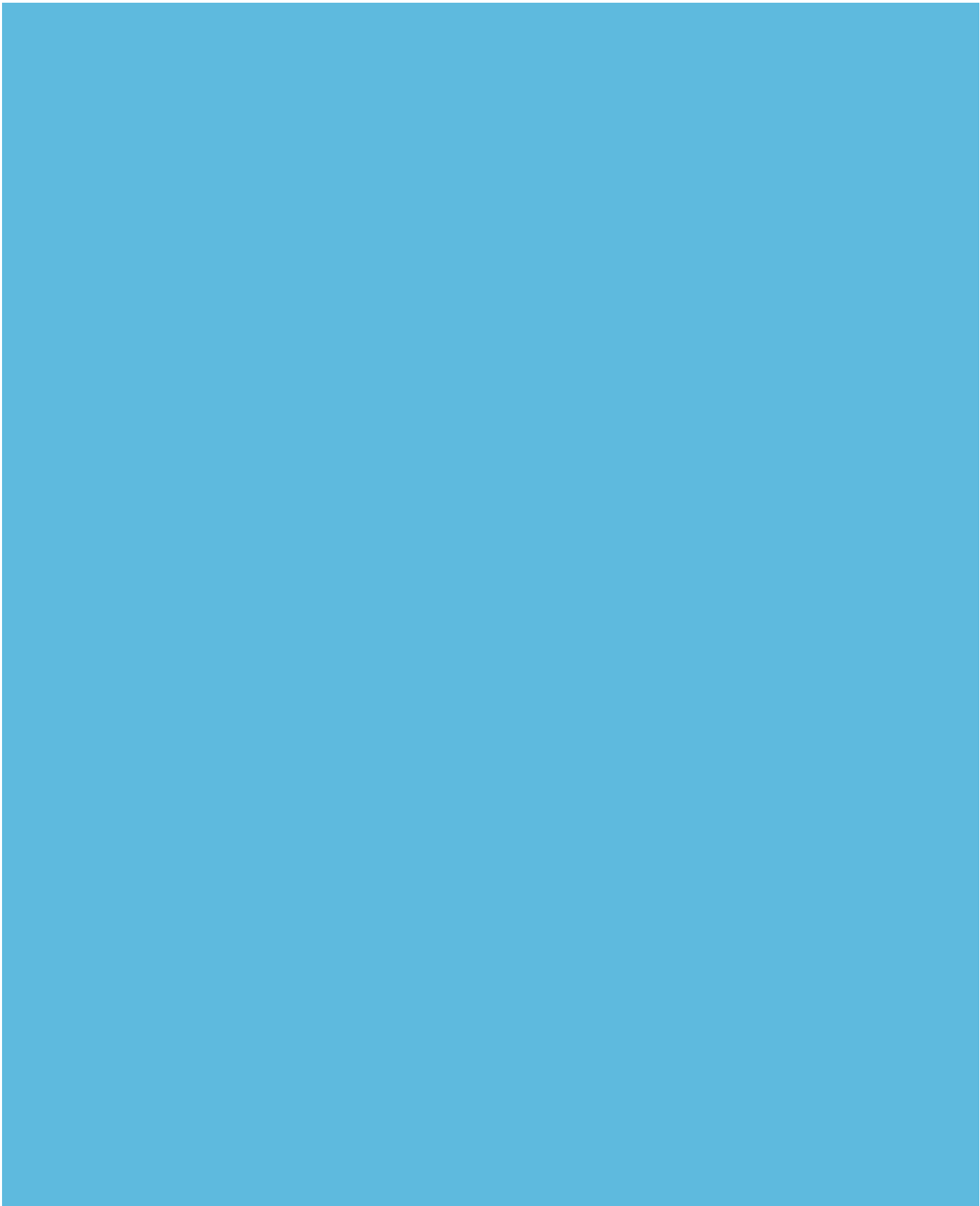
Bildnachweis

Titelseite: © @nt / fotolia.com, Seite 2 / 3: © rcfotostock / fotolia.com, Seite 4 / 5: © Maja Dumat / PIXELIO, Seite 5: © pia-pictures / fotolia.com, Seite 6: © digitalstock / fotolia.com, Seite 7: © elxeneize / fotolia.com, Seite 11: © Berca / fotolia.com, Seite 15: © Anthony Jay Villalon / fotolia.com, Seite 20: © Alexander Rath / fotolia.com, Alle nicht explizit aufgeführten Fotos: © SAENA Icons: www.fontawesome.io

Quellen

Quelle 1 (Seite 5): <http://www.unendlich-viel-energie.de/themen/wirtschaft>, Quelle 2 (Seite 7): www.photon.de/newsletter/document/80700.pdf, Quelle 3 (Seite 12): www.wind-energie.de/infocenter/statistiken/deutschland/installierte-windenergieleistung-deutschland, Quelle 4 (Seite 18): BDEW/HEA (2010), Quelle 5 (Seite 19): RWI/AGEB Anwendungsbilanz 2010 und 2011

Die Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH ist das unabhängige Kompetenz- und Beratungszentrum zu den Themen erneuerbare Energien, zukunftsfähige Energieversorgung und Energieeffizienz. Gesellschafter sind der Freistaat Sachsen und die Sächsische Aufbaubank – Förderbank –.



gedruckt auf 100 % Recyclingpapier