

Energie

im Landkreis
Amberg-Weizsach

eine Handreichung für Lehrer

Inhalt

	Seite
Einleitung	4
Grunddaten	5
Stromverbrauch	6
Erläuterungen zum Stromverbrauch	7
Wärmeverbrauch	8
Erläuterungen zum Wärmeverbrauch	9
Mobilität	10
Erläuterungen zum Treibstoffverbrauch	11
Energiezahlen und -vergleiche	11
Konsum	12
CO ₂ -Bilanz	13
Regenerative Energien	14
Erläuterungen zu den regenerativen Energien	15
Diagramme zur Energiewende	16
Wie können wir die Energiewende schaffen?	17
Quellen	18
Anhang: Tabellen	
Zahlen zur Mobilität	19
Betriebsgrößen im Landkreis	19
Vergleich Kraftwerke	20
Zahlenangaben zu Energie	20

2017 im Auftrag des Arbeitskreises Energieschulen zusammengestellt und 2020 teilweise aktualisiert von Dr. H.M. Thieringer.

Einleitung

Kaum Schnee mehr im Flachland, dafür umso mehr extreme Wetterphänomene: Klimaproblematik und Energiewende sind zu wichtigen öffentlichen Themen geworden. Deshalb sollte den Kindern schon früh in den Schulen die Grundlagen für einen verantwortungsvollen Umgang mit Energie vermittelt werden.

Doch die Pläne und Zahlen von Bundes- und Landesregierung sind oft viel zu abstrakt, um sich ein Bild zu machen. Hier setzt diese Broschüre an: Sie enthält neben den Grunddaten auch viele Kennzahlen über Energieverbrauch und -bereitstellung im Landkreis Amberg-Weizsach.

In kleinteiliger Detailarbeit wurden die Daten zusammengetragen*; sie beziehen sich auf das Jahr 2015.

Wie viele Autos fahren zwischen Auerbach und Schmidmühlen? Woher kommt unser Strom? Wie hoch ist der Anteil erneuerbarer Energien bei uns? Welchen Wärmebedarf haben die 325 öffentlichen Gebäude? Wie hoch ist der CO₂-Ausstoß pro Einwohner? Diese Handreichung liefert Antworten für die energetisch wichtigsten Fragen in den Bereichen Heizung, Strom, Mobilität und Konsum.

Die Politik hat für die Zeiträume bis 2020, 2035 und 2050 Vorgaben bezüglich des CO₂-Ausstoßes gemacht. Dass wir alle sparen müssen, dürfte mittlerweile allen klar sein. Doch können die Einwohner von Amberg-Weizsach die angestrebte Energiewende überhaupt mittragen? Diese Broschüre soll Ihnen, verehrte Lehrerinnen und Lehrer, eine Grundlage bieten für spannende Unterrichtsstunden und Diskussionen mit ihren Klassen.

* siehe Quellenangaben auf Seite 14

Grunddaten des Landkreise Amberg-Sulzbach

Stand Ende 2016

Fläche	1.255,83 km ²
Einwohner (31.12.2017)	102.836
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	112.000 ha
davon:	
Ackerland	34.000 ha
Dauergrünland	13.500 ha
Wald:	60.000 ha
Siedlungs- und Verkehrsfläche	12.000 ha

Wohngebäude	30.600
Wohnungen	48.000
durchschnittliche Fläche je Wohnung	110 qm

Energieverbrauch:	
Heizwärme	1.360 Mio kWh
Strom	780 Mio kWh
Mobilität	1.400 Mio kWh
Summe	3.540 Mio kWh

Energiebereitstellung:	
Strom konventionell (Atom, Gas)	480 Mio kWh
regenerativ (Wasser, Wind, Solar)	400 Mio kWh
Wärme konventionell* (Öl, Gas)	1.100 Mio kWh
regenerativ* (Holz, Erdwärme)	250 Mio kWh
Treibstoffe (Benzin, Diesel)	1.300 Mio kWh
Strom für E-Mobilität	< 5 Mio kWh

davon regenerativ: 650 Mio kWh = 18 %

Abgeleitete Werte

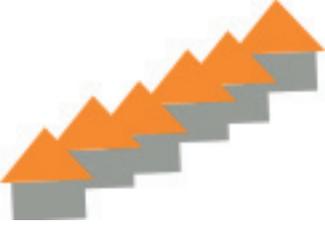
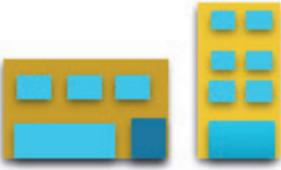
Heizwärmeverbrauch je Wohnung/Person 18.000 /9.000 kWh
das entspricht ca. 1800 bzw. 900 Liter Heizöl pro Jahr

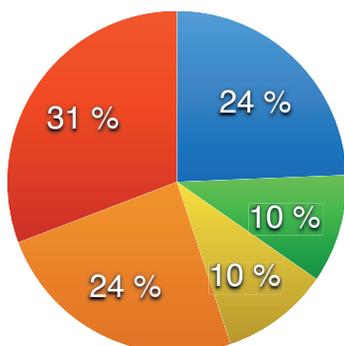
Stromverbrauch einer Familie mit 3 Pers. ca.3600 kWh pro Jahr

Treibstoff eines Pkw ca. 850 Liter pro Jahr

*) geschätzt.

Strom

		Verbrauch Mio kWh	CO2 Mio t
	47.000 Wohnungen	190	53
	325 öffentliche Gebäude:	80	22
	1800 landwirtschaftliche Betriebe	80	22
	Handel und Gewerbe	190	53
	Industriebetriebe	240	67
	Summe	780	218



- Privatwohnungen
- öffentliche Gebäude
- Landwirtschaft
- Handel und Gewerbe
- Industrie

Erläuterungen zum elektrischen Strom

Elektrischer Strom ist die hochwertigste Energieform. Strom kann sehr universell eingesetzt werden: für Beleuchtung, zur Wärmeerzeugung und zur Leistung mechanischer Arbeit.

Der elektrische Strom ist sehr eng mit dem Magnetismus verknüpft. Es ist erst rund 180 Jahre her, dass der englische Physiker Faraday (1791 – 1867) diesen Zusammenhang erkannte.

Die Fortschritte in der Anwendung von elektrischem Strom sind eng mit den Namen Siemens (elektrodynamisches Prinzip), Bell (Telegraphie) und Helmholtz (elektromagnetische Wellen) verbunden. Die heutige Digitaltechnik beruht im Wesentlichen auf den rasanten Fortschritten der Halbleitertechnologie seit der Mitte des letzten Jahrhunderts.

Die Erzeugung von Strom geschieht in Deutschland hauptsächlich noch (68%) in thermischen Kraftwerken. In diesen erfolgt die Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische Energie und weiter in elektrischen Strom durch Turbinen mit angeschlossenem Stromgenerator. Moderne Gaskraftwerke (GUD) haben einen Wirkungsgrad von maximal 45%. Der durchschnittliche Wirkungsgrad beträgt, einschließlich des Eigenverbrauch der Kraftwerke und der Leitungsverluste, knapp 35%. Die neun noch in Betrieb befindlichen Atomkraftwerke sind ebenfalls Dampfkraftwerke mit einem thermisch und mechanisch hochbelasteten und schwierig zu regelnden Reaktorkern als Dampferzeuger. Dieser muss in einem Druckbehälter aus Stahl und wegen der Strahlung in einem Betonmantel, dem sog. Containment, eingeschlossen werden.

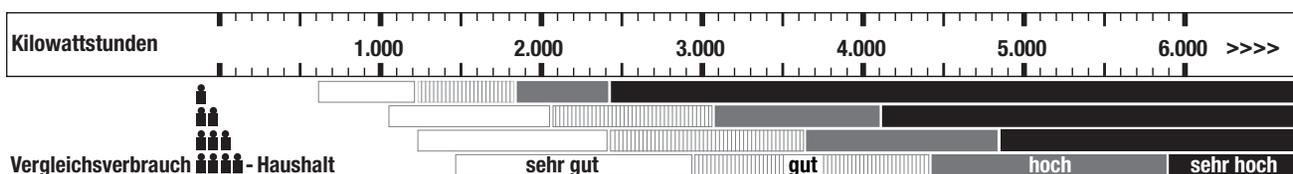
Vor allem wegen des schlechten Wirkungsgrades η der Umwandlung von thermischer in mechanische Energie in älteren Braunkohlekraftwerken ($\eta \approx 30\%$) ist die Erzeugung von Strom zur Zeit noch mit einem hohen Ausstoß von CO_2 verbunden (0,56 kg CO_2 je Kilowattstunde). Deshalb kann durch Stromsparen der CO_2 -Ausstoß besonders effektiv vermindert werden.

Die regenerative Stromerzeugung beträgt in Deutschland bereits 32 Prozent. Sie wird angeführt von den Windkraftanlagen Offshore (4%) und Onshore (9%). An zweiter Stelle folgen Biomasse-Kraftwerke (BHKW 8%). Ihr Gesamtwirkungsgrad erreicht 80%, wenn die aus physikalischen Gründen entstehende Wärme sinnvoll genutzt wird. Wasserkraftwerke tragen 3% und Solaranlagen knapp 7% zur Stromproduktion bei. Die Solarmodule nutzen den photovoltaischen Effekt von Halbleitern und erreichen heute bereits Wirkungsgrade von bis zu 20 Prozent.

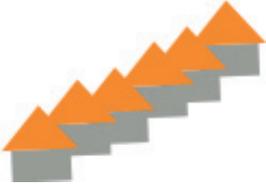
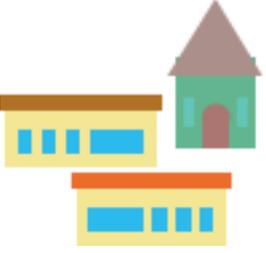
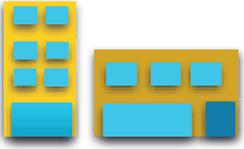
Die Tabelle auf der vorhergehenden Seite zeigt die Aufteilung des **Stromverbrauchs** im Landkreis auf die verschiedenen Verbraucher.

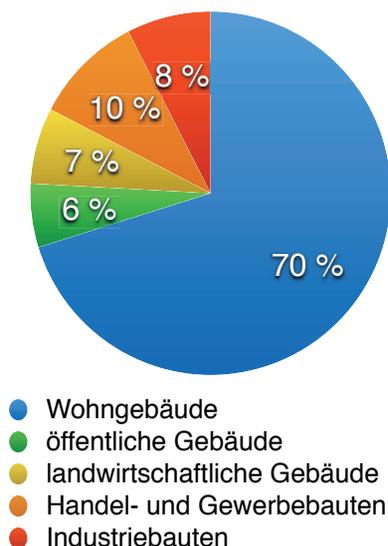
Die folgende Tabelle zeigt die Bandbreite des Verbrauchs in Haushalten mit einer bis vier Personen. Zum Beispiel ist der Verbrauch von 3200 kWh pro Jahr in einem Drei-Personen-Haushalt „gut“, 5600 kWh pro Jahr sind dagegen „hoch“. Wir haben einen mittleren Verbrauch von 3600 kWh pro Jahr angenommen.

Vergleich Stromverbrauch von Privathaushalten (Quelle: Energiewerke Schönau)



Wärmebedarf in Amberg-Sulzbach

		Verbrauch Mio kWh	CO ₂ Mio t
	30.000 Wohngebäude mit insgesamt 47.000 Wohnungen, durchschnittliche Wohnfläche 110 qm, mittlerer Verbrauch ca. 18.000 kWh, entsprechend 1800 Liter Heizöl oder 1800 cbm Erdgas	930	221
	325 öffentliche Gebäude (Rathaus, Schule, Turnhalle, Kindergarten, Feuerwehr) durchschnittliche Fläche: 1500 qm, Verbrauch je Einheit ca. 180.000 kWh	75	17
	1800 landwirtschaftliche Gebäude mit durchschnittlich 250 qm, Verbrauch je Einheit ca. 40.000 kWh	90	19
	Handel- und Gewerbebauten	130	36
	600.000 qm Industriebauten Verbrauch je Quadratmeter 160 kWh	100	24
	Summe	1325	316



Holzkenntzahlen

1 Festmeter fm = 1 Holzwürfel mit 1x1x1 m³
 1 Festmeter = 1,4 Raummeter rm ungespaltenes Rundholz
 = 2,1 Schüttraummeter srm Scheitholz
 = 2,5 Schüttraummeter srm Hackschnitzel

1kg Pressholz (8% Feuchte) hat einen Heizwert von ≈ 5 kWh

In einem Hektar (ha) Wald wachsen jährlich durchschnittlich 6 fm Holz nach.

1 fm Holz (20% Feuchte) hat einen Brennwert entsprechend 180 Liter Heizöl oder 1800 kWh Heizenergie.

Erläuterungen zur Heizwärme

Die Angaben zum Energieverbrauch beim Heizen von Gebäuden und Wohnungen beruhen zum Teil auf Schätzungen. Das liegt daran, dass im Gegensatz zum Stromverbrauch Heizenergie nur indirekt aus der Menge der verbrauchten Energieträger (Kohle, Heizöl, Gas, Holz) bestimmt werden kann.

Im Jahr 2007 wurde für den durchschnittlichen Heizwärmebedarf von Wohnungen ein Wert von 210 kWh je Quadratmeter angegeben, entsprechend 21 Litern Heizöl. In der unten stehenden Exel-Tabelle haben wir wegen der inzwischen erfolgten Erneuerung vieler Heizanlagen und Fortschritten bei der Gebäudedämmung 180 kWh/qm eingesetzt. Optimistischere Schätzungen gehen von nur noch 145 kWh/qm aus. Bei der Berechnung des CO₂-Ausstoßes sind in der Tabelle, je nach Verbraucher, 10 bis 25 Prozent Holzwärme abgezogen. Dies ergibt insgesamt einen Heizwärmeinsatz von ca. 1325 Mio kWh, wovon noch ca. 1130 Mio kWh entsprechend 85 Prozent durch fossile Energieträger gedeckt werden.

Den höchsten Heizwärmebedarf und einen entsprechend hohen CO₂-Ausstoß haben die immer noch mehrheitlich mit Mineralöl befeuerten Heizanlagen von Privatwohnungen. Der Anteil von alternativen, CO₂-armen Heizungen (Holz, Gas, Wärmepumpe) ist noch relativ gering. Für die Berechnung des CO₂-Ausstoßes wurde ein mittlerer Emissionsfaktor** von 0,28 kg CO₂ je kWh Heizwärme eingesetzt. Die Tabelle zeigt das Ergebnis im Detail. (In der Übersicht auf der vorhergehenden Seite sind diese Werte wegen der erwähnten unsicheren Datenbasis zu glatten Zahlen gerundet).

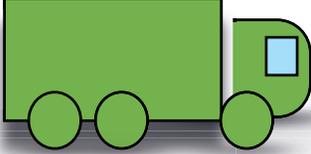
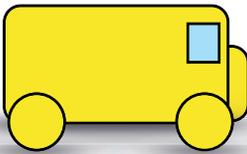
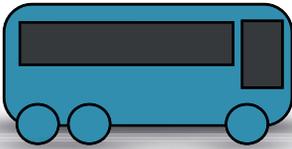
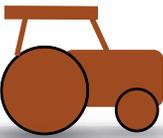
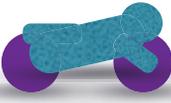
Bei Stromheizungen entsteht zur Zeit mit 0,56 kg CO₂ je kWh die doppelte Menge CO₂ wie bei der direkten Verbrennung von Heizöl. Erst wenn der Emissionsfaktor durch überwiegende regenerative Stromerzeugung, bei der kaum CO₂ entsteht, unter 0,1 kg/kWh gefallen ist, werden Stromheizungen klimaverträglich.

Heizwärme (Exel-Tabelle)

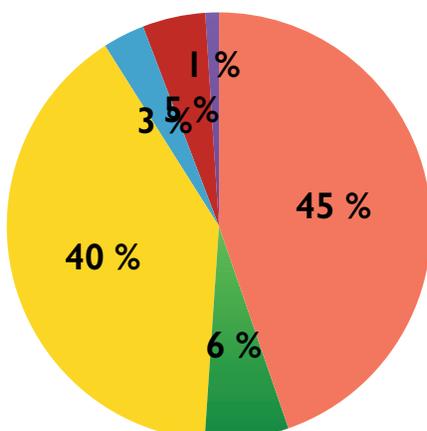
Objekt	Zahl	Fläche qm	Verbrauch kWh/qm a	Heizwärme Mio kWh	abzüglich Holz und Erdwärme %	Heizwärme fossil Mio kWh	CO ₂ -Ausstoß Mio kg
Wohnungen	48000	110	180	931	0,15	791	221
öffentliche Gebäude	325	1500	150	73	0,15	62	17
landwirtschaftl. Gebäude	1800	250	200	90	0,25	68	19
Handel und Gewerbe	2500	300	180	135	0,10	122	34
Industrie		600000	160	96	0,10	86	24
Summe				1325		1129	316

** Der Emissionsfaktor gibt die Menge des entstehenden Kohlendioxids in Kilogramm je erzeugte Kilowattstunde Strom bzw. Wärme an.

Mobilität in Amberg-Sulzbach

	Fahrzeugart	Verbrauch Mio Liter	CO2 t
	65.685 Personenkraftwagen (1/3 Benziner, 2/3 Diesel) Verbrauch: 7,8 bzw. 6,9 l/100 km Fahrstrecke: 9000 bzw. 15.000 km/Jahr	60	178
	1018 Zugmaschinen Verbrauch: 35 l/100 km Fahrstrecke: 80.000 km	10	25
	4071 LKW Verbrauch: 32 l/100 km Fahrstrecke: 40.000	60	173
	204 Busse Verbrauch: 28 l/100 km Fahrstrecke: 60.000	4	13
	1018 landwirtsch. Fahrzeuge Verbrauch berechnet nach der bearbeiteten Fläche	6	19
	9260 Motorräder Verbrauch: 3,5 l/100 km Fahrstrecke: 4.000	1	2
	Summe	141	410

1 Liter Kraftstoff enthält ca. 10 kWh Energie und verursacht die Emission von 3kg CO₂



- PKW
- Zugmaschinen
- LKW
- Busse
- landwirtschaftliche Fahrzeuge
- Motorräder

Erläuterungen zur Mobilität

Der hohe Verbrauchsanteil des privaten Personenkraftverkehrs kommt trotz der geringen jährlichen Fahrstrecken durch die große Zahl der Fahrzeuge zustande. Fast dieselbe Größenordnung hat der gewerbliche Lkw-Verkehr mit großen Zugmaschinen und kleineren Werkverkehrs-Lkw. Die genannten drei Fahrzeugarten zusammen verbrauchen mehr als 90 Prozent des gesamten Treibstoffs. Busverkehr, öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) und Fernreisebusse verbrauchen dagegen relativ wenig. Hier macht sich bemerkbar, dass der durchschnittliche spezifische Verbrauch eines Reisebusses in den letzten Jahren von ca. 32 l/100 km auf ca. 28 l/100 km, d.h. um 12% gesunken ist.

Grundsätzlich gilt für alle Verbrauchsangaben im Bereich Mobilität: Wegen der nur näherungsweise bekannten jährlichen Fahrstrecken sind die Angaben relativ unsicher.

Zum Gelingen der „Energiewende“ (siehe auch Seite 16 und 17) ist im Bereich Mobilität eine deutliche Reduzierung sowohl des spezifischen Verbrauchs der Fahrzeuge, als auch der gefahrenen Strecken notwendig. Dies könnte gelingen durch die Verbesserung und vermehrte Nutzung des ÖPNV und eine größere Zahl elektrisch angetriebener Fahrzeuge.

Die von der Bundesregierung bis 2020 angestrebten eine Million Elektro-Pkw – das sind rund zwei Prozent des Pkw-Bestandes – können nur ein erster Schritt sein. Der in den letzten Jahren immer größer werdende Anteil schwerer und viel Sprit schluckender SUVs (Sport-Utility-Vehicles) steht dem Ziel, auch im Verkehrsbereich CO₂ einzusparen, entgegen.

Im Landkreis sind trotz der von der Bundesregierung eingeführten Kaufprämie bis **Januar 2020** lediglich **235** reine Elektro-Pkw und **507** Hybrid-Pkw*) zugelassen worden.

*) Hybridfahrzeuge besitzen sowohl einen Elektroantrieb, als auch einen normalen Benzin- oder Dieselmotor. PlugIn-Hybrid-Fahrzeuge können wie die „reinen“ Elektro-Pkw an einer externen Stromquelle aufgeladen werden.

Energiezahlen und -vergleiche

1 Liter Heizöl \approx 10 kWh verursacht bei der Verbrennung \approx 3 kg CO₂

Die Erzeugung von 10 kWh Strom verursachen \approx 5,6 kg CO₂

1 Ster (sr) Holz hat einen Energieinhalt von \approx 1800 kWh und verursacht $<$ 0,2 kg CO₂

mit 1 kWh Strom ...

brennt eine 60 Watt Glühbirne 16 Stunden

eine gleich helle LED-Lampe 250 Stunden

kann man mit einem E-Bike \approx 250 Kilometer fahren

mit einem PKW (10 l/100 km) 1 Kilometer

Ein gut gebautes Haus (2010) mit 150 qm Wohnfläche benötigt \approx 10.000 kWh Heizwärme;

ein in den siebziger Jahren gebautes Haus gleicher Größe \approx 40.000 kWh pro Jahr

Konsum und CO₂-Ausstoß

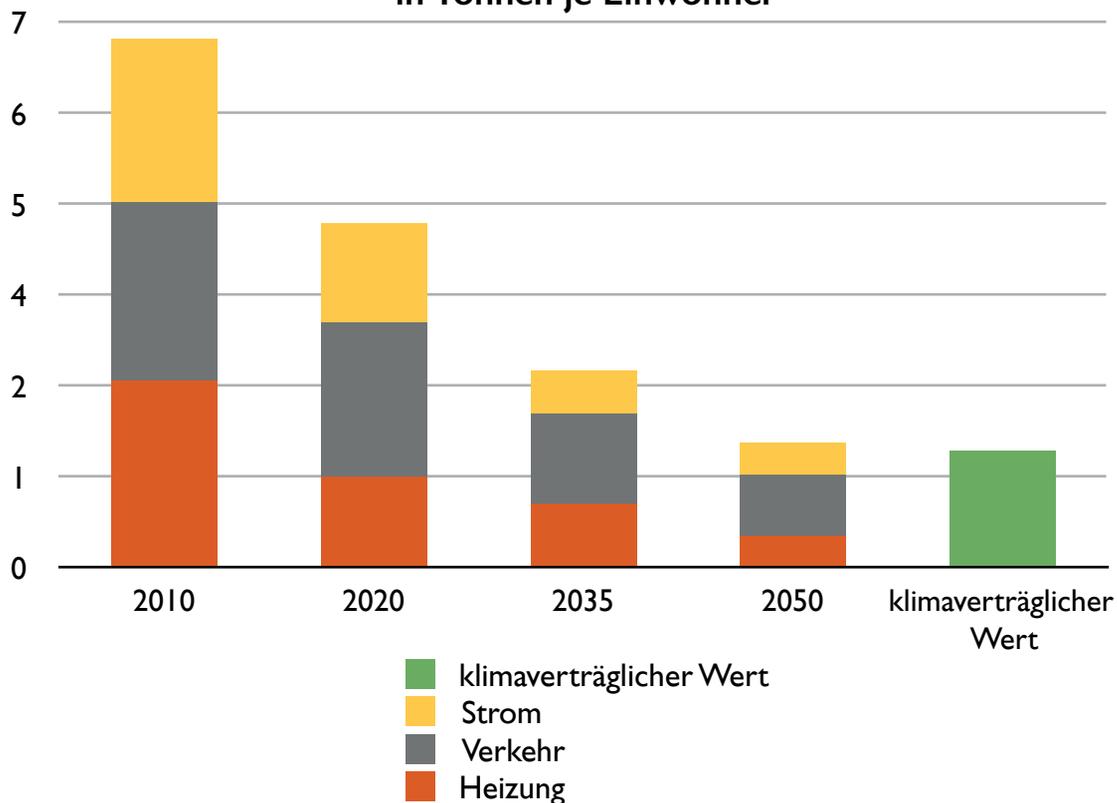
	je Einwohner in t	Anteil in %
Grundbedürfnisse		
Heizung	2,1	18,2
Strom	0,8	6,9
Mobilität (Pkw, ÖPNV, Flugreisen)	2,7	23,2
Summe 1	5,6	48,3
Staatsaufgaben (Infrastruktur, Verwaltung, Bildung, Polizei, Bundeswehr)	1,3	11,4
Konsum		
Ernährung	1,7	15,1
Kleidung, Körperpflege, Kultur	2,9	25,3
Summe 2	4,7	40,4
Gesamt	11,5	100

Die Tabelle zeigt die Auswirkungen des durchschnittliche **Verbraucherverhaltens** in Deutschland auf den **CO₂-Ausstoß**. (Zahlen für den Landkreis sind nicht verfügbar). Die im oberen Teil der Tabelle aufgeführten **immateriellen Grundbedürfnisse** machen ungefähr die Hälfte des **CO₂-Ausstoßes** aus.

Der **CO₂-Ausstoß** durch die **allgemeinen Staatsaufgaben** ist fast so groß wie der **klimaverträgliche Wert (1,5 t)**.

Der **Konsum** hat ebenfalls Folgen für die Umwelt. Wie weitreichend diese sind, hängt u.a. vom **individuellen Verhalten** ab. So kann schon ein reduzierter Fleischkonsum zu mehr Umwelt- und Klimaschutz beitragen. **Produkte aus ökologischem Anbau**, regional und saisonal hergestellt, verbessern die **individuelle Ökobilanz**. Unterstützung beim Einkauf finden umweltbewusste Verbraucher durch **Prüfsiegel** und **Umweltzeichen**. Eine **persönliche CO₂-Bilanz** kann mit Hilfe sogenannter **CO₂-Rechner** aufgestellt werden. Diese werden im Internet von verschiedenen Institutionen angeboten (siehe Quellenangaben).

CO₂-Bilanz in Tonnen je Einwohner



CO₂-Ausstoß je Einwohner der Bundesrepublik in t pro Jahr

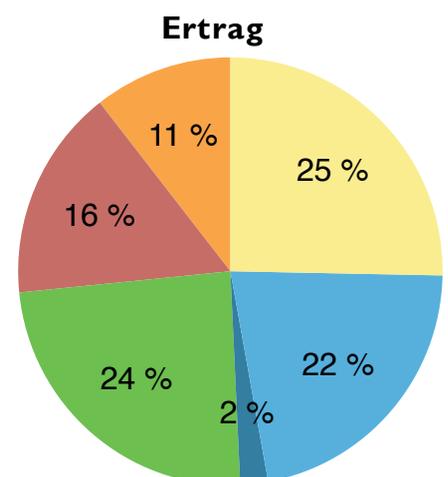
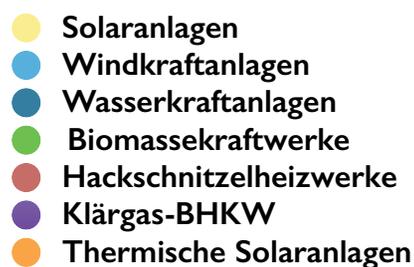
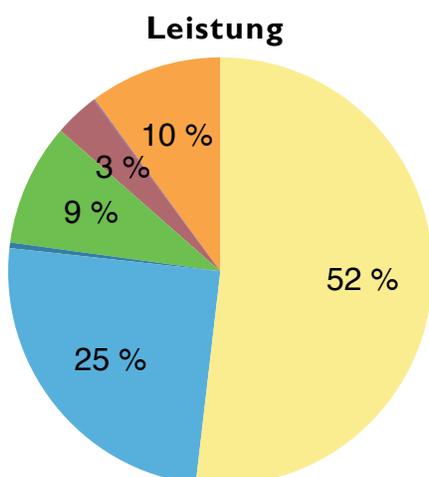
	2010	2020	2035	2050	klima- verträglicher Wert
Heizung	2,4	1,1	0,8	0,4	
Verkehr	2,3	2,0	1,2	0,8	
Strom	2,1	1,3	0,6	0,4	
klimaverträglicher Wert					1,5

Die CO₂-Werte für die Jahre 2020 bis 2050 sind Prognosen auf Grund der Entwicklung sowohl des Energieverbrauchs, wie der Entwicklung der regenerativen Energien. Zu diesen Werten muss noch der CO₂-Ausstoß für Konsum, Fernreisen und die allgemeinen Staatsaufgaben hinzugerechnet werden. Das sind 5 bis 6 t. (Siehe Blatt „Konsum“).

Der klimaverträgliche CO₂-Ausstoß wird in der Wissenschaft mit 1,5 t je Erdbewohner angenommen. In Europa liegt der Durchschnittswert bei 6 t, in Afrika und vielen Entwicklungsländern bei < 2 t, allerdings mit steigender Tendenz. Die USA sind mit 16 t Spitzenreiter, China mit z.Z. 6 t holte in den letzten Jahren stark auf.

regenerative Energien

		Leistung MW	Ertrag Mio kWh
	7023 Solaranlagen Leistung L: 2 kW<L<4,5 MW	132	122
	27 Windkraftanlagen Leistung L: 0,2<L<3,5 MW Höhe H: 20m<H<200m	67	153
	43 Wasserkraftwerke Leistung L: 30<L<280 kW	1,4	5,4
	69 Biomasse- Kraftwerke Leistung L: 6<L<350 kW	22	120
	16 Hackschnitzel-Heizwerke Leistung L: 100<L<1500 kW	10	100
	1 Klärgas- BHKW	1	0,04
	Thermische Solaranlagen und Erdwärme- Kraftwerke	24	50
	Summe	257	450



Erläuterungen zu den regenerativen Energien

Photovoltaik, Wind und Biomasse sind im Ertrag mit je rund einem Drittel fast gleich groß, sie unterscheiden sich jedoch in der für diesen Ertrag aufzuwendenden Leistung und in den Investitionskosten (siehe Tabelle im Anhang). Der gesamte Anteil der regenerativen Stromerzeugung im Landkreis beträgt z.Z. 38 Prozent. Die Zuwachsrate hat sich in letzter Zeit wegen verschiedener Änderungen im Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG) und der „10-H-Regel“ deutlich verringert. (Siehe Blatt 14 und 16).

Wasserkraftwerke tragen im Landkreis nominell nur rund ein Prozent zur regenerativen Stromerzeugung bei. Allerdings speisen einige von ihnen in eigene Netze ein; ihr Ertrag wird deshalb in der offiziellen Auflistung der Netzagentur nicht vollständig erfasst.

Photovoltaik-Anlagen. Die meisten Anlagen besitzen eine Leistung <10 kWp und sind auf Dächern von Wohnhäusern und Scheunen montiert. Es gibt aber auch große Freiflächen-Anlagen, z.B. beim Schweighof mit einer Leistung von 4,5 MW. Die erste größere Anlage mit 1,5 MW wurde bereits im Jahr 2006 in Hohenburg installiert.

Biomassekraftwerke (BHKW) werden meist mit Gärgas (Methan) aus Gülle, Mais und seltener Lebensmittelresten, einige auch mit Pflanzenölen „gefüttert“. Sie produzieren aus physikalischen Gründen neben Strom mindestens die gleiche Menge Wärme. Diese wird leider nur selten zur Heizung von Wohngebäuden verwendet. Die Möglichkeit, das erzeugte Gas in ein öffentliches Netz einzuspeisen, ist mit hohen Investitionskosten verbunden und wird deshalb im Landkreis nicht genutzt.

Unter die relativ große Zahl an Biomasse-Kraftwerken fallen in der offiziellen Statistik (EON) neben den größeren Anlagen, wie z.B. in Hirschau, Theuern und Sulzbach-Rosenberg und einigen von fortschrittlichen Landwirten betriebenen auch die in Privathäusern installierten „Dachse“. Diese werden meist mit Erdgas betrieben.

Windenergie besitzt im Landkreis noch großes Potenzial. Voraussetzung für einen angemessenen Ertrag sind >1800 Volllaststunden*) pro Jahr, was eine Standorthöhe von mindestens 500 Meter über NN voraussetzt. (Im „Integrierten Klimaschutzbericht“ von 2013 wurden für den Landkreis 60 Windkraftanlagen bis zum Jahr 2050 vorgeschlagen).

Thermische Solaranlagen werden schon seit den achtziger Jahren zur Erwärmung von Brauchwasser und – seltener – zur Heizungsunterstützung verwendet. Ihre Installation ist aufwendiger, da sie Leitungen für die Wärmeträgerflüssigkeit benötigen. Ein anderes System, das im Landkreis hergestellt wird, arbeitet mit durch Sonnenstrahlung erwärmter Luft. Diese besonders wartungsarmen Anlagen sind vor allem für nicht ständig benutzte Wohnungen (Wochenendhäuser) geeignet.

Erdwärme zur Gebäudeheizung benötigt strom- oder gasbetriebene Wärmepumpen. Zahlen sind nicht verfügbar. Diese Art der Gebäudeheizung könnte in den kommenden Jahren bei zunehmender regenerativer Stromerzeugung ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll werden.

*) Der Ertrag A einer Windkraftanlage ergibt sich aus deren maximalen Leistung L multipliziert mit der **rechnerischen Zeit** T den Volllaststunden: $A=L \times T$.

Energiewende

Diagramm I

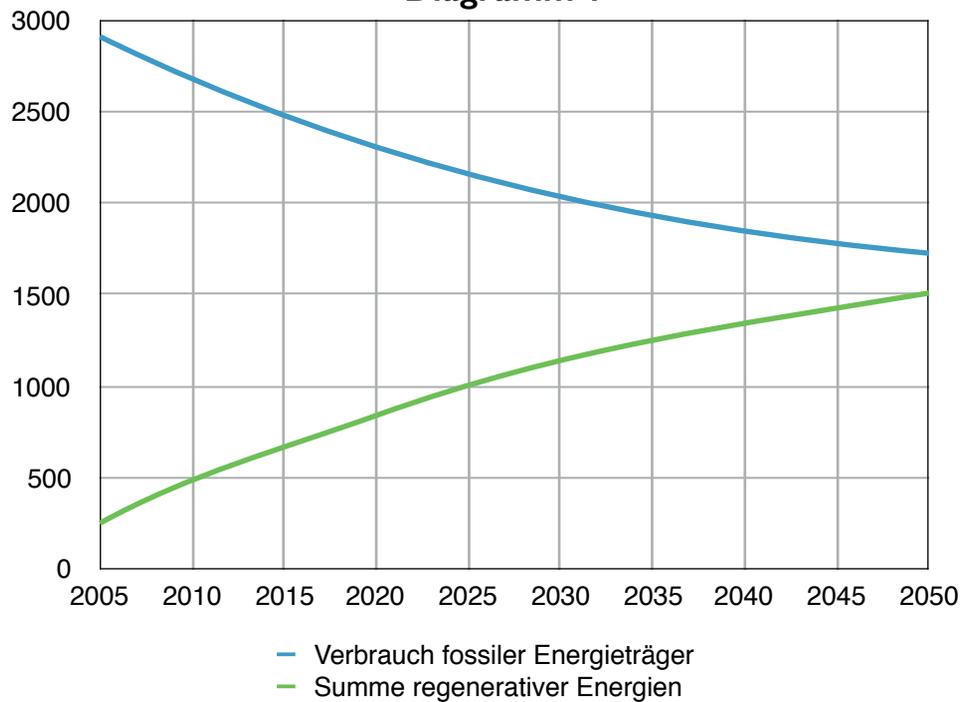
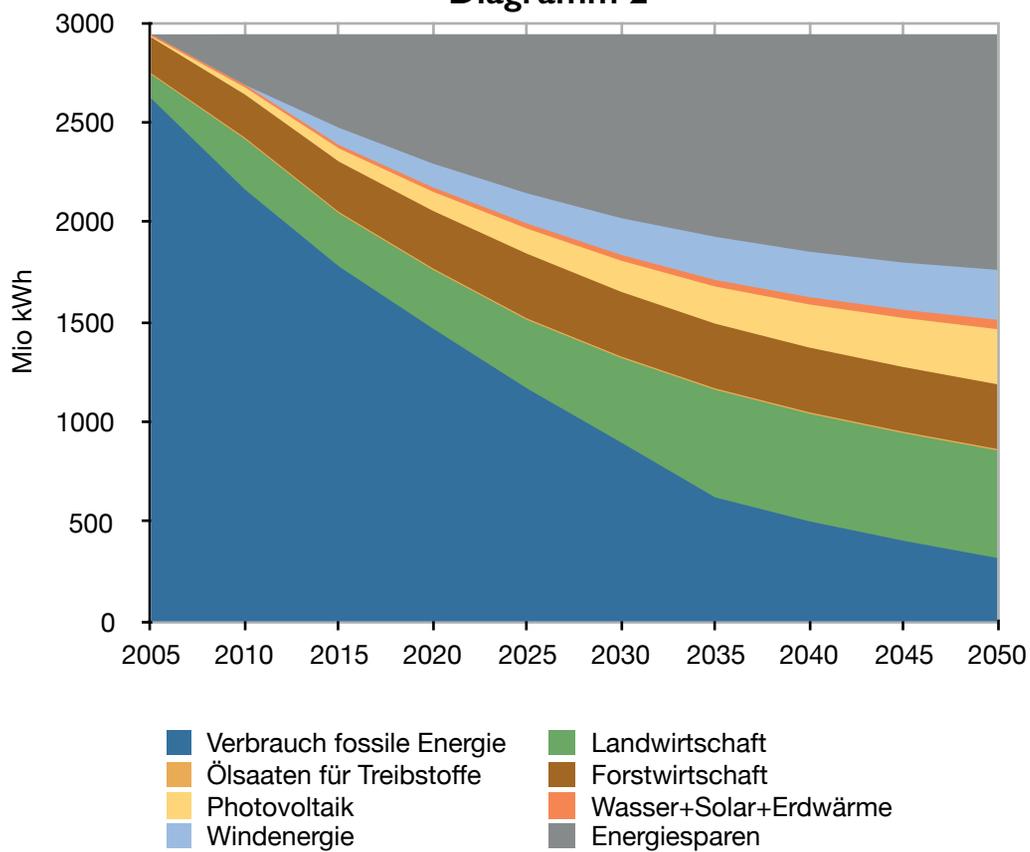


Diagramm 2



Wie kann die Energiewende gelingen?

Diese Frage soll anhand von zwei Diagrammen - siehe linke Seite - beantwortet werden*). Die zugrunde liegenden Zahlen sind zwar teilweise überholt, die Diagramme lassen jedoch erkennen, worauf es bei der Energiewende in den kommenden Jahren ankommt.

In **Diagramm 1** bedeutet die nach rechts abfallende blaue Kurve den vom Jahr 2005 an angenommenen allmählich abnehmenden Verbrauch (1,5% pro Jahr) an den fossilen Energieträgern: Kohle, Erdöl, Erdgas und Treibstoffen.

Die von links unten ansteigende grüne Kurve gibt für die Zeit von 2005 bis 2011 die reale Zunahme der regenerativen Energien im Landkreis wieder. Der weitere Verlauf beruht auf einer **Prognoserechnung** und einer Abschätzung des Gesamtpotenzials der regenerativen Energien im Landkreis. Die verbleibende Lücke zwischen der blauen und der grünen Kurve im Jahr 2050 ist der Rest an fossiler Energie (ca. 15 Prozent) der dann noch benötigt wird.

Folgerung: Die regenerativen Energien allein können den heutigen Verbrauch fossiler Energieträger nicht vollständig ersetzen. Es muss noch Energie gespart werden!

Diagramm 2 zeigt denselben Sachverhalt, zusätzlich mit einer Darstellung des zukünftigen Ausbaus der regenerativen Energien im Landkreis. Den größten Anteil muss die Biomasse liefern. Ihr Beitrag wird jedoch nach unserer Schätzung ab ungefähr 2035 stagnieren, da wegen der Konkurrenz zur Nahrungproduktion der Anbau von „Energiepflanzen“ (Mais) nicht weiter gesteigert werden kann. Auch die Holzwirtschaft wird nach aller Voraussicht wegen des einsetzenden Klimawandels und häufiger auftretenden Trockenperioden an Grenzen stoßen.

Keine Begrenzung besteht aus heutiger Sicht bei der Solarenergie. Es gibt im Landkreis noch viele geeignete Hausdächer und nutzbare Freiflächen. Außerdem wird der Modulwirkungsgrad noch weiter verbessert werden können. Bei der Windenergie hängt es vor allem von der Bevölkerung ab, ob sie über die zur Zeit betriebenen 25 Windkraftanlagen (WKA) hinaus weitere 25 bis 30 Anlagen akzeptiert. In den Diagrammen sind - wie im „Integrierten Klimaschutzbericht“ vorgeschlagen, bis zum Jahr 2050 insgesamt 55 bis 60 WKA angenommen.

Da der Verbrauch fossiler Energieträger seit 2005 nicht, wie in den Diagrammen vorausgesetzt, um 1,5 Prozent pro Jahr abgenommen hat, müssen heute, zehn Jahre später, die Einsparungen bei Heizöl, Erdgas und Treibstoffen im Mittel mit 2 Prozent pro Jahr deutlich höher ausfallen als noch 2011 berechnet. Der Stromverbrauch wird allerdings in Zukunft weiter ansteigen, schon wegen der - hoffentlich - zunehmenden Zahl elektrisch angetriebener Fahrzeuge. Trotzdem muss Strom gespart werden, solange er noch zum großen Teil aus CO₂-ausstoßenden Kohlekraftwerken stammt.

Es besteht somit dringender Handlungsbedarf: beim weiteren Ausbau der regenerativen Energien, bei der Gebäudedämmung, beim Stromsparen und vor allem im Verkehrsbereich. Die vielen Spritschlucker-SUV, die von der Industrie angeboten und leider auch gekauft werden, konterkarieren alle SpARBemühungen bei der Mobilität!

Fazit : Nur mit großen Anstrengungen in allen Energiebereichen wird die „Energiewende“ im Landkreis Amberg-Sulzbach gelingen. Auf unsere ganze Erde bezogen, hätte ein Scheitern schlimme Folgen für unsere Kinder und KindeskindeR!

*) Diese Schaubilder stammen aus einer Präsentation des Agenda-Beirats im Kreistag im Jahr 2011.

Quellen

Thema	Quelle	URL
Allgemein	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie	bwmi.de > Energiedaten 3,4 MB
	Umweltbundesamt (UBA) „ Die Nutzung natürlicher Ressourcen“ 2016	umweltbundesamt.de < Klima/Energie
	Bayerisches. Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz	www.stmuv.bayern.de/
	Bayerisches Landesamt für Statistik	Statistik Komunal
	EnergyMap Bayern (einige Daten werden seit 2015 nicht mehr aktualisiert)	energymap.de >Amberg-Sulzbach
	Energieplan 2020 für den Landkreis AS (Agenda-Beirat)	
	Integrierter Klimaschutzplan AS (B.A.U.M)	
Wärme	BMWI, Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Amberg	persönliche Anfragen
Strom	EnergyMap,	s.o.
	EON	persönliche Anfrage
Mobilität	Shell Mobilitätszenarien für PKW bis 2040	prognos.com
	Landratsamt AS, Zulassungsstelle, Bestandszahlen	persönliche Anfrage
Konsum	Energierechner	siehe Umweltbundesamt
CO₂- Bilanz	Energierechner	s.o. und eigene Rechnung
regenerative Energien:		
Photovoltaik	EnergyMap	s.o.
Windkraft-Anlagen	LRA, EnergyMap	s.o.
Biogas-Anlagen (BHKW)	EnergyMap	s.o.
Wasserkraftwerke	EnergyMap	s.o.
Hackschnitzel-Heizungen	Landratsamt Amberg-Sulzbach	eigene Rechnungen
Beispiele fortschrittlicher Gemeinden		
Wildpoldsried (Allgäu)		www.wildpoldsried.de
Jühnde (Niedersachsen)		www.bioenergiesiedorf.de
Schlatt-Hilzingen (BW, Hegau-Bodensee)		www.bioenergiesiedorf-schlatt.de

Mobilität-1

	Zahl	Fahrstrecke km	spez.Verbrauch L/100 km	Verbrauch Mio L	Verbrauch Mio kWh	CO2 Mio t
PKW gesamt	65.685					
Diesel	44.009	16.000	6,9	48,6	486	147
Benzin	14.523	9.000	7,8	10,2	102	30
LKW	3.450	40.000	32	44,2	442	133
ZKW	960	80.000	12	9,2	92	28
Busse	196	80.000	26	4,1	41	12
Traktoren						
Krafträder	8.950	4.000	2,5	0,9	9	3
				117,1	1171	353

Betriebsgrößen im Landkreis-1

Betriebe Mitarbeiter	Zahl	Aufteilung	Anteile in %
>1000	3	verarbeitendes Gewerbe	32
500 - 1000	3	Baugewerbe	9,4
300 - 500	5	Handel und Reparatur	13,6
100 - 300	8	Gesundheit	13,8
50 - 100	12	sonstige Dienstleister	34,3
20 - 50	61	Landwirtschaft	0,7
10 - 20	45		
4 - 10	70		
1 - 3	85		
Umsatz gesamt €	2,1E+09		
Beschäftigte gesamt	26.000		
Umsatz je Beschäftigten €	80769		

Kraftwerke im Vergleich

	Investitionskosten €/W	Brennstoffkosten €/kWh	Ertrag kWh/kW Jahr*)
Solaranlage	1,8	-	900 - 1200
Windkraftanlage Onshore	1,5	-	1500 - 2200
Windkraftanlage Offshore	4	-	4000 - 6000
Wasserkraftwerk	40	-	4000 - 8000
Biomassekraftwerk	0,8	0,12	6000 - 8000
Hackschnitzelheizkraftwerk	12	0,08	800 - 1000
Braunkohlekraftwerk	6	0,02	8000
Gaskraftwerk GUD	6	0,04	6000 - 8000
Atomkraftwerk KKW	10	0,06	8000

*) entspricht der sog. „Volllastzeit“, d.h. die Zeit in Stunden, die das Kraftwerk pro Jahr nominell mit voller Leistung Strom produziert.
Alle Zahlenwerte sind grobe Mittelwerte.

Größenangaben

Exa
Peta ≙ Milliarden
Tera ≙ Billionen
Giga ≙ Milliarden
Mega ≙ Millionen
Kilo ≙ Tausend
Hekto = Hundert
Deka = Zehn

Dezi = Zehntel
Zenti = Hundertstel
Milli = Tausendstel
Mikro = Millionstel
Nano = Milliardstel
Piko = Billionstel
Femto
Atto

Wissenschaftlich:

Exa = exp18
Peta = exp15
Tera = exp12
Giga = exp 9
Mega = exp 6
Kilo = exp 3
Hekto = exp 2
Deka = exp 1

Dezi = exp-1
Zenti = exp-2
Milli = exp-3
Mikro = exp-6
Nano = exp-9
Piko = exp-12
Femto = exp-15
Atto = exp-18