Inhaltsangabe der SolarTeaching Unit

1.	**Das Sonnensystem**	**6**
	Direkte und indirekte Sonnenenergie	6
	Der ökologische Kreislauf des Lebens	7
	Rückfragen 1	**7**
2.	**Fossile Sonnenenergien: Kohle, Öl, Gas**	**8**
	Entwicklung durch Fossile Energien	8
	Begrenzungen der Fossilen Energien	8
	Gefahren durch fossile Energien	9
	Treibhauseffekt, Industrialisierung und Klimawandel	9
	Erderwärmung und die Folgen	11
	Rückfragen 2	**11**
3.	**Atomkraft - ein Irrweg**	**12**
4.	**Zukunftsfähige Energieversorgung durch Solare Energien**	**12**
	Rückfragen 3 & 4	**13**
5.	**Erneuerbare Energien**	**14**
5.1	**Bioenergie**	**14**
	Holzverbrennung	15
	Biokraftstoffe	16
	Biogas	16
	Rückfragen 5.1	**17**
5.2	**Solarenergie**	**19**
	Solarthermie durch Kollektoren	20
	Solarthermie durch Konzentratoren	20
	Solarkocher	20
	Konzentratoren zur Stromerzeugung	20
	Photovoltaik (PV)	21
	Anwendungen der Photovoltaik	21
	Kleinsttechnologien und LED Lampen	21
	Inselsysteme	21
	Netzgebundene Solarsysteme	23
	Rückfragen 5.2	**23**
5.3	**Windenergie**	**24**
	Onshore – Offshore und Kleinstanwendungen	24
5.4	**Wasserenergie**	**25**
	Stromgewinnung durch Staudämme und Flüsse	25
	Gezeiten- und Wellenenkraftwerke	25
5.5	**Geothermie – Erdwärme**	**26**
	Heizung und Kühlung in Gebäuden	26
	Erdwärme für die Stromerzeugung	26
	Rückfragen 5.3., 5.4 & 5.5	**27**
6.	**Hybridsysteme, kommunale Stromversorgung und Smart Grid**	**27**
	Review Exercise 6	**28**
7.	**Die Bedeutung von Energieeffizienz**	**28**
	Energieeffizienz "Faktor 5"	28
	Review Exercise 7	**29**
8.	**Politische Klimaschutzmaßnahmen**	**30**
	Intergovernmental Panel for Climate Protection (IPCC)	30
	Kyoto Protokoll	30
	Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)	31
	Rückfragen 8	**31**
9.	**Ermutigung**	**32**
	Rückfragen 9	**33**
10.	**Abbildungen (Abb.)**	**34**
11.	**Literatur (Lit.)**	**37**
12.	**Die English-Suaheli-Version enthält einen Vokabelteil, der hier fehlt.**	
13-	**Autoren**	**38**

SOLAR TEACHING UNIT

DEUTSCH – ENGLISCH - KISUAHELI

Ein Projekt der Deutsch-Tansanischen Partnerschaft e.V. (DTP) im Rahmen des weltwärts-Dienstes für Völkerverständigung und Klimaschutz in Tansania, Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ).

Gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)
Zeitraum: August 2009 – November 2011

Von fossil/nuklearer Energieversorgung

zu den Erneuerbarer Energien

Für Hermann Scheer † 2010

Die Solar Teaching Unit heißt in der
Englischen Version „Renewable Energies“ und in der
Swahili-Version „Nishati Rafiki“.
„NISHATI RAFIKI“ - dieser Begriff wurde von unseren tansanischen Einsatzstellenleitern 2009 während eines Seminars geprägt und heißt soviel wie „Energie von der Sonne – der Freund an deiner Seite“.

KURZBESCHREIBUNG

Die heutige Jugend steht vor der Aufgabe, die weltweite Energieversorgung neu gestalten zu müssen, um den drohenden Klimawandel abzuwenden. Dies erfordert Kenntnisse und Strategien, auf die man gar nicht früh genug vorbereitet werden kann.

Während die Energiequellen für Industrialisierung und Mobilität Kohle, Öl und Gas durch die CO2 Emissionen ihrer Verbrennung die CO2-Balance des Weltklimas zerstören, mahnen Hitze- und Dürreperioden, schmelzende Gletscher und Überschwemmungen ungeheuren Ausmaßes zur Eile, alternative Energiequellen verfügbar zu machen.

Die viel versprechende Energiequelle Atomkraft des zwanzigsten Jahrhunderts hat sich als gefährliche Sackgasse erwiesen, da die nuklearen Spaltprodukte unverantwortliche Risiken für das Leben auf der Erde bergen.

Wie soll der wachsende Energiehunger einer wachsenden Weltbevölkerung unter diesen Umständen gestillt werden?

Die Lösung steht bereit. Unübersehbar sind die modernen Technologien zur Nutzung der solaren Energien Sonne, Wind, Wasser und Biomasse auf die Agenda des 21. Jahrhunderts gerückt. Alle Chancen einer Reintegration der globalen Energieversorgung in die natürlichen Kreisläufe der Erneuerbaren Energien können und müssen jetzt genutzt werden, um die Energieversorgung dauerhaft zu sichern.

Technisch hoch entwickelte Industrieländer des Nordens versuchen die negativen Folgen ihrer Energie intensiven Lebenshaltung durch Effizienzsteigerungen und Nutzung Erneuerbarer Energiequellen zu begrenzen. Für sonnenreiche Agrarländer des Südens öffnen sich große Entwicklungschancen und ökonomische Potentiale, wenn der frühe Einstieg in eine solare, erneuerbare Energiezukunft gelingt. Sie können durch den Aufbau einer dezentralen Energieversorgung neue, mobile Kommunikationsstrukturen für ländliche Regionen schaffen und fehlende Infrastrukturen überspringen. Und sie können ihre durch hohe Importkosten fossiler Energien belasteten Haushalte entlasten.
Tansania, ein großes Land mit geringer Einwohnerdichte, mit 2800 – 3500 Stunden Sonne pro Jahr und einer Einstrahlung von 1.460 -2.555 Watt/Quadratmeter ist prädestiniert für eine dezentrale solare Energieversorgung.

Die Aufklärung von Schülerinnen und Schülern über die Zusammenhänge zwischen fossil/atomarer Energieversorgung und Klimawandel, die Information über Bio- und CO2-Kreisläufe sowie die unbegrenzten Möglichkeiten einer Vielzahl moderner Technologien zur Nutzung der Erneuerbaren Energien sind Ziel dieser Solar Teaching Unit in drei Sprachen: Deutsch, Englisch und Kisuaheli.

Autoren: Andrea Karsten unter Mitarbeit von Thomas Plaz und Mussa Abdi Khamis
Übersetzung: Mohammed Khelef Mohammed, Saidi Hamadi Ramadhan, Lena Karsten

DANKSAGUNG

Die Deutsch-Tansanische Partnerschaft e.V. (DTP) arbeitet seit 2000 mit jung erwachsenen Freiwilligen aus Deutschland in tansanischen Schulen, Berufsschulen und NGOs. Es geht um den Aufbau von Wissen über die Nutzung solarer Energien. In der Begegnung und im Austausch nutzen die Jugendlichen die Chance des voneinander Lernens, indem sie sich mit ihren unterschiedlichen kulturellen Prägungen und Erfahrungen aufeinander einlassen und Wege einer Energieversorgung mit Erneuerbaren Energien suchen und erproben.
Das Erlernen der Landessprache Kisuaheli durch die deutschen Freiwilligen spielt eine große Rolle für Austausch und Zusammenarbeit.

2008 wurde der DTP-Freiwilligendienst für Völkerverständigung und Klimaschutz als Weltwärts-Freiwilligendienst des Bundesministeriums für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) anerkannt.

Mit dem Gemeinschaftsprojekt „weltwärts“ des BMZ und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) rückte für die DTP eine seit langen Jahren ins Auge gefasste Idee in erreichbare Nähe: eine Solar Teaching Unit für die Jugend.

Durch die Förderzusage für die Erprobung eines Modell-Schulprogrammes für tansanische Schülerinnen und Schüler kam es dazu, dass zum einen diese Texte entstanden und zum anderen unterschiedliche Unterrichtsverläufe für erste Informationen zur Solarenergie--nutzung in Tansania eingeführt werden konnten. Das „Solar-Schulprogramm“ wurde von den jeweiligen deutschen Freiwilligen zusammen mit den ZASEA Mitgliedern entwickelt und erprobt.

Für die finanzielle Förderung durch die DBU, Herrn Dr. Urich Witte und die administrative Begleitung durch ARA, Herrn Wolfgang Kuhlmann, danken wir sehr. Herzlicher Dank geht nach Sansibar an die Zanzibar Solar Energie Association (ZASEA) und ihre aktiven Mitglieder Ramadhan Said Omar, Mussa Abdi Khamis, Mohammed Saleh und Mohammed Salum und an die bei ZASEA mitarbeitenden weltwärts-Freiwilligen Sophie Kloss, Tanja Maaß, Maike Fröhner und Maresa Bussa. Ihr aktives Mitdenken und Handeln hat ein Schulprogramm entstehen lassen, das auch in den anderen DTP Einsatzstellen in Tansania erprobt werden soll.

Andrea Karsten, Thomas Plaz, Mussa Abdi Khamis, Mohammed Khelef Mohammed

1.	**Das Sonnensystem**	**6**
	Direkte und indirekte Sonnenenergie	6
	Der ökologische Kreislauf des Lebens	7
	Rückfragen 1	**7**
2.	**Fossile Sonnenenergien: Kohle, Öl, Gas**	**8**
	Entwicklung durch Fossile Energien	8
	Begrenzungen der Fossilen Energien	8
	Gefahren durch fossile Energien	9
	Treibhauseffekt, Industrialisierung und Klimawandel	9
	Erderwärmung und die Folgen	11
	Rückfragen 2	**11**
3.	**Atomkraft - ein Irrweg**	**12**
4.	**Zukunftsfähige Energieversorgung durch Solare Energien**	**12**
	Rückfragen 3 & 4	**13**
5.	**Erneuerbare Energien**	**14**
5.1	**Bioenergie**	**14**
	Holzverbrennung	15
	Biokraftstoffe	16
	Biogas	16
	Rückfragen 5.1	**17**
5.2	**Solarenergie**	**19**
	Solarthermie durch Kollektoren	20
	Solarthermie durch Konzentratoren	20
	Solarkocher	20
	Konzentratoren zur Stromerzeugung	20
	Photovoltaik (PV)	21
	Anwendungen der Photovoltaik	21
	Kleinsttechnologien und LED Lampen	21
	Inselsysteme	21
	Netzgebundene Solarsysteme	23
	Rückfragen 5.2	**23**
5.3	**Windenergie**	**24**
	Onshore – Offshore und Kleinstanwendungen	24
5.4	**Wasserenergie**	**25**
	Stromgewinnung durch Staudämme und Flüsse	25
	Gezeiten- und Wellenenkraftwerke	25
5.5	**Geothermie – Erdwärme**	**26**
	Heizung und Kühlung in Gebäuden	26
	Erdwärme für die Stromerzeugung	26
	Rückfragen 5.3., 5.4 & 5.5	**27**
6.	**Hybridsysteme, kommunale Stromversorgung und Smart Grid**	**27**
	Review Exercise 6	**28**
7.	**Die Bedeutung von Energieeffizienz**	**28**
	Energieeffizienz "Faktor 5"	28
	Review Exercise 7	**29**
8.	**Politische Klimaschutzmaßnahmen**	**30**
	Intergovernmental Panel for Climate Protection (IPCC)	30
	Kyoto Protokoll	30
	Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)	31
	Rückfragen 8	**31**
9.	**Ermutigung**	**32**
	Rückfragen 9	**33**
10.	**Abbildungen (Abb.)**	**34**
11.	**Literatur (Lit.)**	**37**
12.	**Die English-Suaheli-Version enthält einen Vokabelteil, der hier fehlt.**	
13-	**Autoren**	**38**

1. Das Sonnensystem

Seit Milliarden Jahren kreist die Erde um die Sonne. Sie ist Teil des Sonnensystems, ebenso wie die Planeten Mars, Pluto, Merkur, Jupiter, Neptun, Uran, Saturn und Venus.
Die Planeten umkreisen die Sonne in einer Ellipse wobei sich die Erde alle 24 Stunden einmal um ihre eigene Achse dreht.

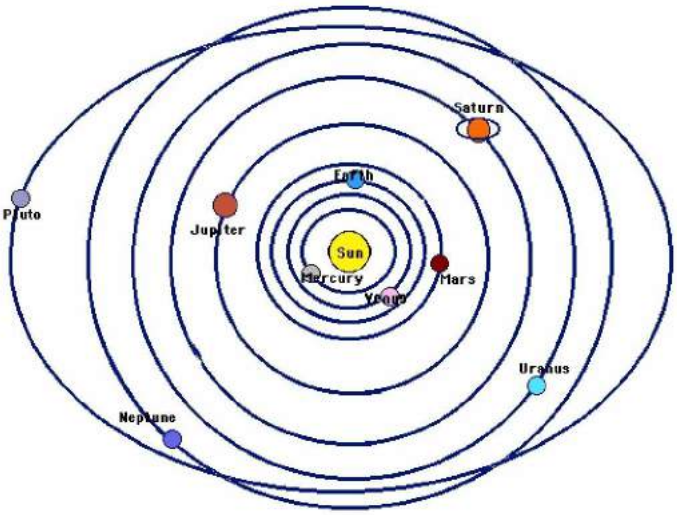


Abb. 1

Die Entfernung zwischen Sonne und Erde und der Einstrahlungswinkel, mit dem die Sonnenstrahlen auf der Erdoberfläche auftreffen, sind entscheidend für die unterschiedlichen Temperaturen und Jahreszeiten der Erde. Je flacher der Einstrahlungswinkel der Sonnenstrahlen, desto weniger Sonnenenergie steht pro qm zur Verfügung. Je größer der Winkel, desto höher ist die Energieeinstrahlung.
Am wärmsten ist die Äquatorregion der Erde, am kältesten sind die Nord- und Südpolregionen.

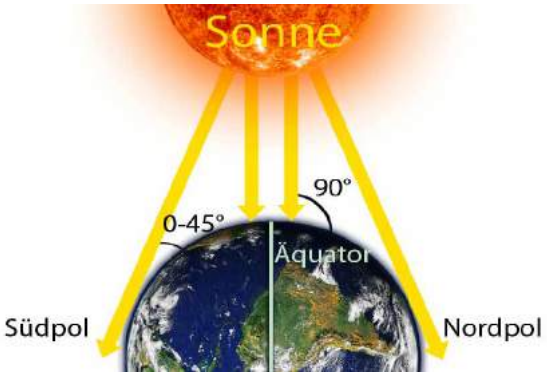


Abb. 2

Direkte und indirekte Sonnenenergie

Die Sonne ist die einzige Energiequelle, die der Erde zusätzliche Energie zur Verfügung stellt. Diese Energiezufuhr erfolgt in DIREKTER und INDIREKTER Form.

DIREKTE SONNENENERGIE meint die Sonnenstrahlen, die die Oberfläche der Erde erreichen. Das sichtbare Sonnenlicht weckt das schlafende Leben von Menschen, Tieren und Pflanzen. Sie sehen, werden gewärmt, erhalten Nahrung und wachsen mit Hilfe des Sonnenlichtes. Neben diesen natürlichen Lebenskreisläufen kann die direkte Sonneneinstrahlung auch technisch zum Wohle der Menschen genutzt werden, indem ihre Energie zur Erzeugung von Wärme und Elektrizität dient.

INDIREKTE SONNENENERGIE meint die Sonne als Quelle für Wind- und Wasserenergie und alle Formen der Bioenergien die durch das Wachstum von Pflanzen, Bäumen und Algen entstehen. Diese Energie wird als indirekte Sonnenenergie bezeichnet, denn es gäbe sie nicht ohne die Sonne.

WINDENERGIE wird zum Beispiel durch den ständigen Wechsel der Temperaturen auf der Erde im Zusammenspiel mit der Erdrotation erzeugt. Wenn Sonnenstrahlen auf der Erdoberfläche ankommen, werden sie entsprechend der Oberflächenstruktur und der Farbe der Fläche, auf die sie treffen, unterschiedlich stark in Wärme umgewandelt. Je heller die Farbe der Flächen ist, desto höher die Reflektion der Sonnenstrahlen zurück in die Atmosphäre. Gletscher, Eis- und Schneeflächen reflektieren bis zu 90% der Strahlen. Sie erwärmen sich kaum. Dunkle Flächen können hingegen bis zu 90% der Sonneneinstrahlung als Wärme speichern. So entstehen vielfältige Temperaturunterschiede auf den Land- und Wasserflä-

chen der Erde, die entsprechend ihrer Dichte einem schnellen oder langsamen Wärme-Kältetausch unterliegen.
Wärme hat die Eigenschaft, nach oben zu steigen, Kälte fällt herab. Steigen und Fallen der warmen und kalten Luftmassen und die Rotation der Erde schaffen permanente Bewegung und führen zur Entstehung von Wind, Stürmen und Orkanen.

WASSERENERGIE wird verursacht durch die Bewegung, die bei Erhitzung und Abkühlung von Wasseroberflächen entsteht. Von der Sonne erwärmtes Wasser verdunstet. Aus den aufsteigenden Wasserdünsten bilden sich die Wolken. Sie geben das in ihnen gespeicherte Wasser bei Abkühlung in den oberen Luftschichten als Regen, Schnee oder Hagel auf die Erde zurück. So bestimmt ein ständiger von der Sonne erzeugter Kreislauf von Verdunstung und Niederschlägen die Wasserläufe der Erde.

Der BIOMASSE Kreislauf beginnt mit dem Wachstum von grünen Blättern und Pflanzen. Alle grünen Pflanzen bilden ihre Nahrung KOHLENHYDRAT aus dem Gas Kohlendioxyd (CO_2), wie es in der Atmosphäre vorkommt im Zusammenwirken mit Wasser (H_2O) und Sonnenlicht. Dabei wird Sauerstoff (O_2) freigesetzt. Diesen Vorgang bezeichnet man als PHOTOSYNTHESE. Wenn Pflanzen wachsen, entsteht Biomasse. Biomasse ist die sich ständig erneuernde Energiequelle Nummer Eins der Menschheitsgeschichte.

Der ökologische Kreislauf des Lebens

Wachsende Pflanzen setzen Sauerstoff frei. Dieser Sauerstoff ist für Menschen und Tiere lebensnotwendig. Sie atmen Sauerstoff ein, den ihr Körper für die Bildung von Zellen und Wachstum benötigt. Menschen und Tiere auf der Erde und im Wasser leben in enger Symbiose mit Pflanzen, Bäumen, Algen und Plankton. Sie leben voneinander in einem ständigen Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxyd und beziehen ihre Nahrung voneinander.
Direkte und indirekte Sonnenenergien Licht, Wärme, Wind und Wasser bilden die Grundlage für das Leben auf der Erde.

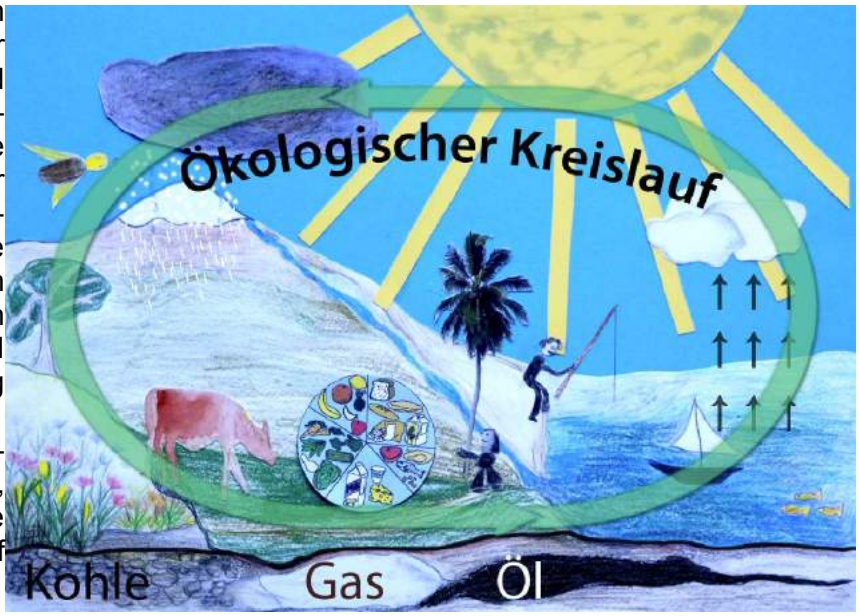


Abb. 3

Menschen, Tiere und Pflanzen, Wind und Wasser sind Teil des von der Sonne verursachten ökologischen Kreislaufs des Lebens auf der Erde.

Rückfragen 1:

1. **Warum sind die Temperaturen am Äquator am höchsten?**
2. **Wie entstehen die Differenzen globaler Temperaturen und Jahreszeiten?**
3. **Worin liegt der Unterschied zwischen DIREKTER und INDIREKTER Sonnenenergie?**
4. **Welche indirekten Sonnenenergien kennst du?**
5. **_____,_____und _____ benötigen Pflanzen, um Kohlenhydrate durch _____ zu bilden?**
6. **Was atmen alle Lebewesen ein? Was atmen sie aus?**
7. **Zeichne ein einfaches Bild, das den Ökologischen Kreislauf des Lebens darstellt.**
8. **Wolken entstehen aus_____?**

2. FOSSILE Sonnenenergien: Kohle, Öl und Gas.

Seit Millionen von Jahren bewirkt die Sonne das Wachstum der Pflanzen, längst bevor es Menschen gab. Nicht nur an Land sondern auch in den Ozeanen wuchsen große Mengen von Pflanzen. Pflanzen wachsen und vergehen. Pflanzen, die vor Millionen von Jahren wuchsen und im Vergehen auf den Boden sanken und sich ablagerten, wurden durch Erdbewegungen eingeschlossen und gepresst. So entstand „gespeicherte Sonnenenergie“ in Form von Kohle, Öl und Gas. Kohle, Öl und Gas kommen aus einer fernen Vergangenheit und heißen deshalb FOSSILE Energien.

Kohle, Öl und Gas sind fossile Energiequellen, die vor Millionen von Jahren gespeichert wurden.

Entwicklung durch Fossile Energien

Ende des18.Jahrhunderts begann das Industriezeitalter. Im 19. und 20. Jahrhundert nahm die Entwicklung und Nutzung von Maschinen, die mit Kohle, Öl und Gas betrieben wurden, immer mehr zu. Die in der Erde lagernden fossilen Ressourcen wurden zu Tage gefördert, um sie als Energiequelle für den Antrieb der Maschinen zu nutzen. Maschinen ersetzen die menschliche Arbeitskraft in vielen Wirtschaftssektoren; sie erleichtern und beschleunigen Arbeitsabläufe und erhöhen die Produktivität.

Mit dem Start der Stromproduktion aus fossilen Energieträgern kamen Maschinen auch in die Haushalte. Sie erleichterten das tägliche Leben durch Licht, Waschmaschinen, Heizungen, Herde, Kühlgeräte, Radios, Fernsehen, Musikanlagen, Computer und eine Vielzahl immer neuer Technologien. Elektrizität machte das Leben in den industrialisierten Ländern ständig komfortabler.
Seit Beginn des 20. Jahrhunderts kam die Mobilität durch Autos, Schiffe und Flugzeuge hinzu.

Je mehr Maschinen der Mensch einsetzt und je mobiler er wird, desto mehr fossile Energien werden verbraucht.

Begrenzungen der Fossilen Energien

Menschen in den heute noch technisch wenig entwickelten und bevölkerungsreichen Ländern der Erde folgen dem Vorbild der Menschen in den Industrieländern. Auch sie fahren Auto, sehen fern, hören Radio und benutzen Computer und modernen Technologien, wenn sie ökonomisch dazu in der Lage sind. Dies beschleunigt den Verbrauch der fossilen Energien täglich.
Rund 80 % des Weltenergiebedarfs werden durch Kohle, Öl und Gas gedeckt, rund 20% durch Atomkraft und Erneuerbare Energien.
Die fossilen Energiequellen sind jedoch begrenzt. Zur Zeit liegen die Prognosen für die Verfügbarkeit von Kohle bei 192 Jahren, von Öl

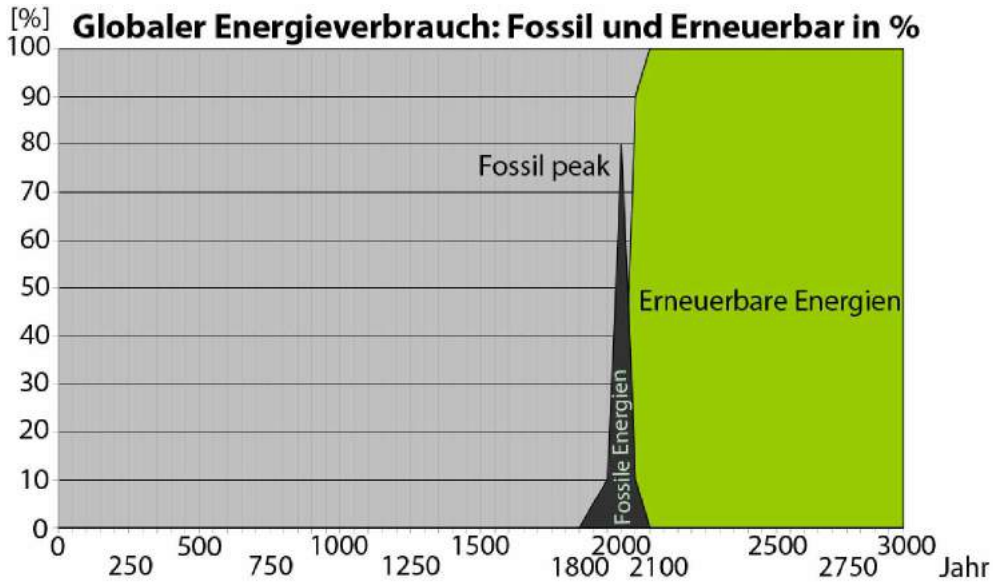


Abb. 4

bei 43 Jahren und von Gas bei 68 Jahren. Der „Fossil Peak“ in Abb. 4 bezeichnet den Punkt, an dem zunehmender Verbrauch und abnehmende Ressourcen die Grenzen der Verfügbarkeit von Öl und Gas deutlich in das 21. Jahrhundert rücken.

Die bis in das kommende Jahrhundert hinein reichenden Kohleressourcen täuschen nicht darüber hinweg, dass alternative Energiequellen noch in diesem Jahrhundert den größten Teil der Energieversorgung übernehmen müssen.

Gefahren durch Fossile Energien

Es sind jedoch nicht nur Knappheit und steigende Preise der Energieträger Kohle, Öl und Gas, die die globalen Volkswirtschaften deutlich unter Druck setzen. Es geht eine noch sehr viel größere Gefahr für die Menschheit von der Verbrennung fossiler Energieträger aus.

Mit der Beobachtung einer zunehmenden Erderwärmung, deren Beginn und Anstieg parallel zur globalen Industrialisierung verläuft, wurde insbesondere das Treibhausgas CO2 als Ursache für zunehmende Veränderungen des Klimas erkannt. CO2, das über Millionen von Jahren durch das Wachstum der Pflanzen aus der Atmosphäre absorbiert und in tiefen Erdschichten eingelagert wurde, wird seit Beginn der Industrialisierung in Form von Kohle, Öl und Gas zu Tage gefördert, verbrannt und innerhalb kurzer Zeit an die Atmosphäre zurück gegeben. Die schnelle Anreicherung von CO2-Emissionen in der Atmosphäre gefährdet das globale Klima und den natürlichen Wärmehaushalt der Erde.

Treibhauseffekt, Industrialisierung und Klimawandel

Sonnenenergie durchquert in Form von ultraviolettem und sichtbarem Licht die Atmosphäre und erreicht die Erdoberfläche. Ein Teil der Strahlung wird als Wärme gespeichert, ein Teil wird in die Atmosphäre zurück reflektiert und muss erneut den Schirm aus Treibhausgasen, passieren, der die Erde umgibt. Dabei wird ein Teil der Wärme durch die Treibhausgase aufgehalten und zurück auf die Erde geschickt. Dieser „Treibhauseffekt“ ist ein Schutz vor Überwärmung und Unterkühlung und reguliert das „Treibhaus-Klima“ der Erde.

Als „TREIBHAUSGASE“ bezeichnet man Gase wie zum Beispiel Kohlendioxyd (CO2), Methan (CH4), Chlorfluor Kohlenwasserstoffe (CFC), Stickoxid (N20) und Ozon (O3). Alle Gase haben ein unterschiedliches Erderwärmungspotential, weil ihre Durchlässigkeit für die Sonneneinstrahlung und für die Wärmerückstrahlung unterschiedlich ist.

Den größten Anteil an der Erderwärmung durch Emissionen hat CO2 mit 61%. CO2 entsteht bei der Verbrennung der fossilen Energieträger Kohle, Öl und Gas. Mit 15 % folgt CH4, das bei der Rinderzucht und in der Landwirtschaft freigesetzt wird. CFC gelangt durch fahrlässige Entsorgung von Kühlschränken in die Atmosphäre (11%), N20 durch das Abbrennen von Wäldern und durch Einsatz von Stickstoffdünger in der Landwirtschaft.

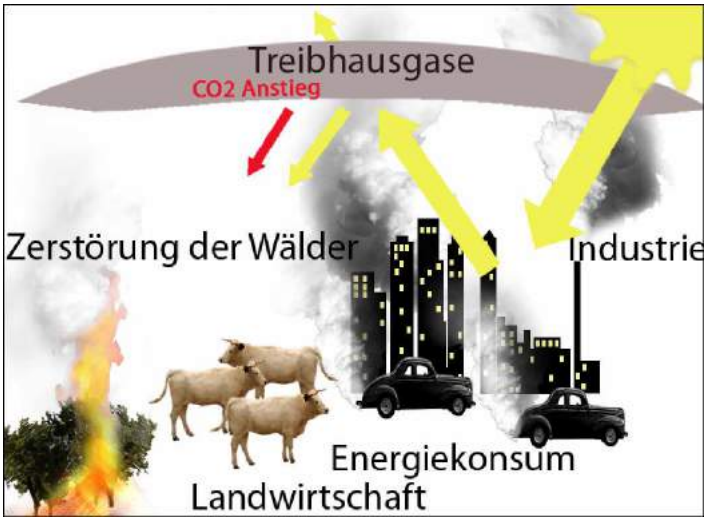


Abb. 5

Rasch ansteigende Emissionen durch fortschreitende Industrialisierung bewirken eine zunehmende Verdichtung des Schirmes aus Treibhausgasen in der Atmosphäre. Ein Teil der natürlichen Wärmerückstrahlung der Erde kann nicht mehr entweichen sondern wird auf die Erde zurück reflektiert (roter Pfeil). Die Erwärmung der Erde nimmt zu.

Gleichzeitig mit den steigenden CO2 Emissionen durch die Industrialisierung verursachten die Menschen durch großflächige Zerstörung von Wäldern einen Rückgang der Absorption von CO2 aus der Atmosphäre durch Photosynthese. Industrialisierung und die Vernichtung von Waldflächen wurden als Ursache bedrohlicher Wetter- und Klimaänderungen erkannt.
Die 10 heißesten Jahre der Menschheitsgeschichte wurden seit 1997 beobachtet.

Seit Beginn des Industriezeitalters werden CO2 Gase durch die Verbrennung von Kohle, Öl und Gas freigesetzt. Sie reichern sich in der Atmosphäre an und reflektieren mehr Wärme zur Erde zurück. Das Erdklima wandelt sich.

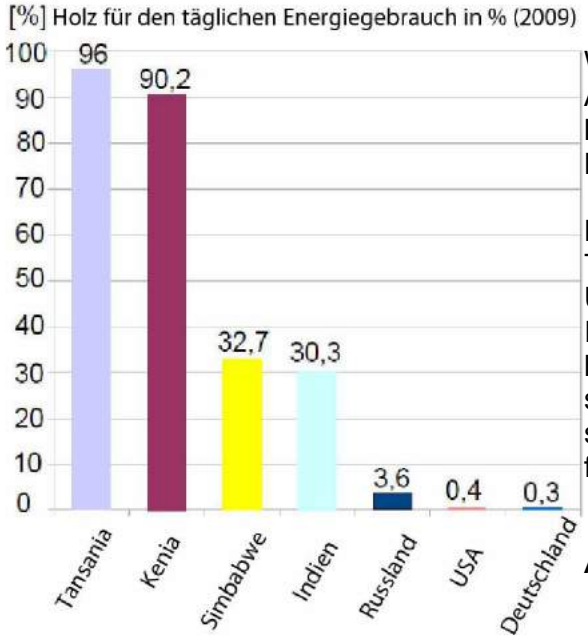


Abb. 6

Weltweit vollzieht sich der Wechsel von Agrarländern zu Industrieländern immer schneller. Damit beschleunigt sich auch der weitweite Bedarf an Elektrizität.

Der hier aufgezeigte Vergleich von Ländern wie Tansania, Kenia, Simbabwe, Indien, Russland, USA und Deutschland lässt erkennen, dass Industrialisierung mit abnehmendem Holzverbrauch einhergeht (Abb.6) und steigender Konsum von Elektrizität pro Kopf (Abb. 7) zu steigende CO2-Emissionen pro Kopf (Abb. 8) führt.

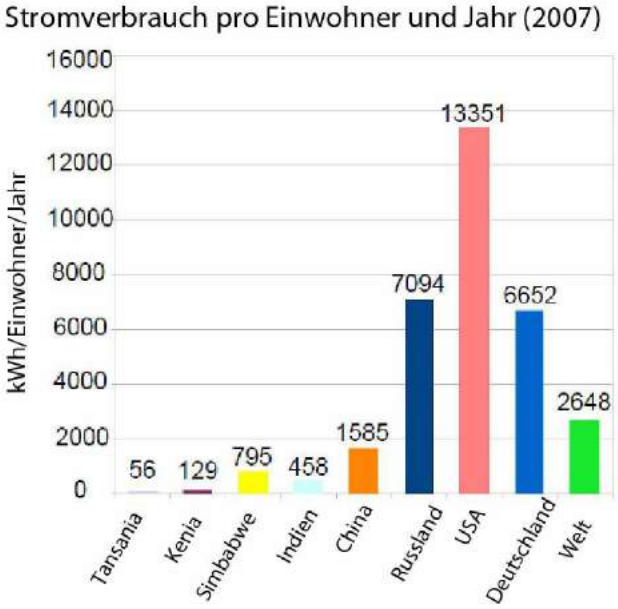


Abb. 7

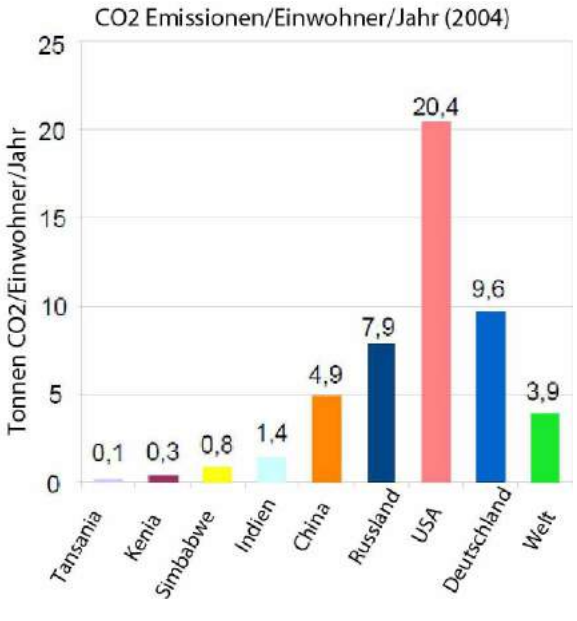


Abb. 8

Der vergleichsweise geringe Stromverbrauch pro Kopf in Deutschland gegenüber den USA ist den Bemühungen eines hoch entwickelten Industrielandes zuzurechnen, durch effizienten und sparsamen Stromverbrauch die CO2-Emissionen pro Einwohner zurück zu fahren.

Durchschnittlich verursachte ein Weltbürger im Jahr 2004 3,9 Tonnen CO2 pro Jahr. Um den Klimawandel zu verlangsamen, ist es notwendig, die Emissionen auf 2 Tonnen CO2 pro Jahr zu begrenzen.

Während die CO2-Emissionen pro Kopf in Ländern wie Tansania, Kenia, Simbabwe und Indien unterhalb dieser Grenze liegen, haben Länder wie die USA, Deutschland, Russland und China große CO2-Reduktionsleistungen pro Kopf vor sich.

Erderwärmung und die Folgen

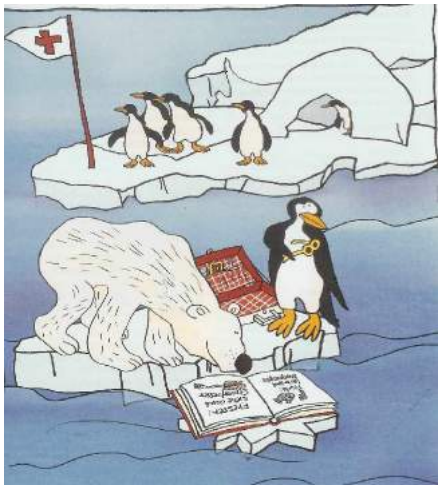


Abb. 9

Wenn die Temperaturen auf der Erde steigen, schmelzen Eis und Gletscher und auch die Permafrost-Gebiete an den Polen beginnen sich aufzulösen. Eis wird zu Wasser, fließt in die Ozeane und lässt den Wasserspiegel steigen.
Zudem erwärmt das wärmere Klima auch die Ozeane. Höhere Wasser-Temperaturen führen zu einer Ausdehnung des Wassers – wie die Flüssigkeit in einem Thermometer. Steigende Meeresspiegel bedrohen das Leben auf kleinen Inseln und in Ländern mit flachen Küstengebieten durch Überschwemmungen.

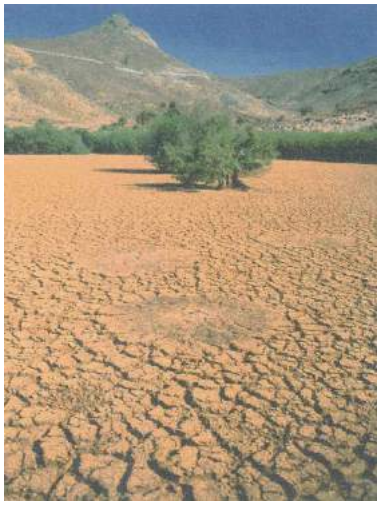


Abb. 10

Weltweit verändern sich die Temperaturen und lösen zunehmend Wetterkatastrophen aus. Regenzeiten bleiben aus. Es kommt zu Dürreperioden und Hungersnöten insbesondere in den Ländern nahe dem Äquator.
Seit Jahren verringert sich die Eiskappe des Kilimanjaro wegen mangelnder Niederschläge.

Am meisten leiden die Menschen in wirtschaftlich armen Ländern nahe dem Äquator, obwohl sie nicht die Verursacher des Klimawandels sind.

Schmelzen von Eis und Gletschern, wachsende Wüsten, Überflutungen kleiner Inseln und tief liegender Küsten sind das Ergebnis steigenden Temperaturen auf der Erde, hervorgerufen durch Zunahme von Treibhausgasen insbesondere von CO2.

Rückfragen 2: A) Beantworte die folgenden Fragen:

1. **Wie heißen die fossilen Energiequellen?**
2. **Wie und wann entstanden sie?**
3. **Warum gehen fossile Energiequellen zu Ende?**
4. **Was weißt du über den Treibhauseffekt?**
5. **Wie heißen die wichtigsten Treibhausgase?**
6. **Warum wird das Klima durch die Produktion großer Mengen CO2 verändert?**

B) Schreibe Richtig, wenn der Satz korrekt ist und Falsch, wenn er nicht korrekt ist.

1. **Es gibt Pflanzen auf der Erde und im Meer.**
2. **Die Entwicklung von Maschinen hilft, die Produktivität zu erhöhen und die verringert die Luftbelastung.**
3. **Kohlendioxyd ist das gefährlichste Treibhausgas.**
4. **Ein negativer Effekt des Treibhausgas-Schirmes ist, dass ausreichend Sonnenlicht auf die Erde kommt.**
5. **Mehr und mehr Gletscher schmelzen durch den Klimawandel.**

3. Atomkraft - ein Irrweg

Auf der Suche nach Möglichkeiten zur Vermeidung von CO2-Emissionen versuchen Regierungen weltweit auf neue Atomkraftwerke zur Erzeugung von Elektrizität auszuweichen, um den Energiehunger der Menschen zu befriedigen.

Atomkraftwerke werden jedoch mit Uran betrieben. Uran ist ein Element mit hochradioaktiver und risikoreicher Strahlung.

Diese Gefahren der Atomkraft beginnen mit dem Abbau von Uran. Die Lebensumfelder von Menschen werden zerstört. Gefährliche Strahlung, die die Krankheit Krebs erzeugt, wird freigesetzt. Und sie enden mit der bis heute nicht gelösten Ablagerung hoch radioaktiver Abfallprodukte, die für viele hunderttausend Jahre radioaktive Strahlung abgeben und die nachfolgenden Generationen gefährden.

Bei der Gewinnung des atomaren Brennstoffs und bei der Stromproduktion in den Atomkraftwerken werden riesige Wassermengen für Reinigung und Kühlung verbraucht. Atomkraft und die Herstellung von Material für Atombomben, die die Menschheit mit neuen Kriegen bedrohen, gehen Hand in Hand.

Aber auch die Uranreserven der Erde sind begrenzt und ebenso wenig dauerhaft nutzbar wie Kohle, Öl und Gas.

Atomenergie ist eine risikoreiche Technologie mit großen Gefahren für alle Lebewesen. Dies haben die Reaktorkatastrophen von Tschernobyl /Russland (1986) und Fukushima/Japan (2011) eindringlich vor Augen geführt.

4. Zukunftsfähige Energieversorgung durch Solare Energien

Die Welt befindet sich im Hinblick auf die künftige Energieversorgung in einem großen Konflikt. Endlichkeit der fossilen Ressourcen, steigende Preise, immer deutlicher werdende Gefahren durch steigende CO2-Emissionen und Klimawandel; dazu die Gefahren der Atomkraft.

Menschen in technisch hoch entwickelten Ländern nahmen dies zum Anlass, nach alternativen Wegen der Energieversorgung zu suchen. Sie entwickelten Technologien, um die Energie der Sonne zu nutzen, denn jeden Tag empfängt die Erde von der Sonne die 6000-fache Energiemenge des heutigen Weltenergieverbrauchs.

Die Lösung aller Energieprobleme, die mit der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas und mit der Atomkraft verbunden sind, liegt in der Nutzung der DIREKTEN und der INDIREKTEN Sonnenenergie, auch ERNEUERBARE ENERGIEN genannt.

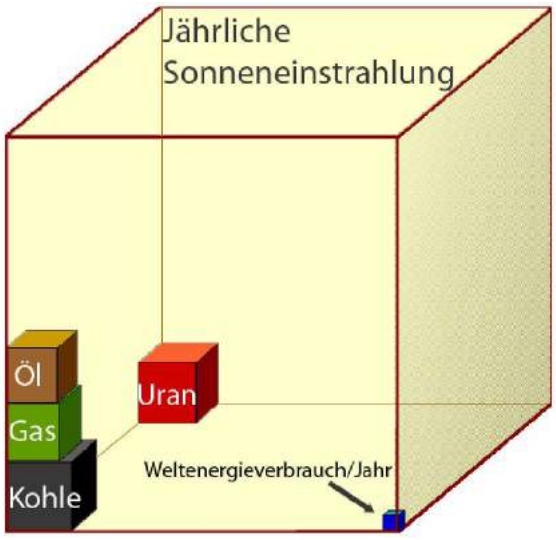


Abb.11

Technisch wenig entwickelte Länder im Sonnengürtel der Erde – wie auch Tansania – haben die Chance zu den Energie reichen Ländern der Zukunft zu werden, wenn sie die Chancen der Nutzung erneuerbarer, solarer Energien schnellstmöglich ergreifen.

In der Nutzung der Sonnenenergie liegt die Lösung aller Energieprobleme, die die Menschen sich mit der Verbrennung von Kohle, Öl, Gas und Uran aufgeladen haben.

Rückfragen 3 & 4:

1. **Wasserkraft wird durch fließendes Wasser erzeugt, Atomkraft durch_____**
2. **Beschreibe die Gefahren der Atomkraft**
3. **Nenne Beispiele von Atomkraft-Unfällen, die sich weltweit ereigneten.**
4. **Wie können wir eine nachhaltige, gefahrlose Energieversorgung sicherstellen?**
5. **Welche Energiequelle ist nachhaltig? a) Kohle b) Gas c) Atomkraft d) Sonne e) Öl**
6. **Warum?**

5. Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien werden Energiequellen genannt, deren Nutzung zur Energieversorgung der Menschheit bei Produktion und Gebrauch keine vergleichsweise negativen Auswirkungen haben, wie sie bei den fossilen und nuklearen Energien unvermeidbar sind. Erneuerbare Energien sind Teil des ökologischen Kreislaufs der Erde und heißen „nachhaltige“ oder auch „zukunftsfähige“ Energien, weil sie nie enden. Sie dienen der Energieversorgung jetziger und kommender Generationen ohne Begrenzungen und Gefahren. Erneuerbare Energien kommen aus den Quellen Wind, Wasser, Biomasse und Sonne; sie alle sind solare Energien, direkt oder indirekt. Nur die geothermische Energie kommt aus Quellen, die tief im Erdinneren verschlossen sind.

Nachfolgend werden die solaren Energiequellen einschließlich der natürlichen Wärmequellen aus dem Erdinneren mit ihren derzeit technisch nutzbaren Potentialen vorgestellt:

1. Bioenergie
2. Solarenergie
3. Windenergie
4. Wasserenergie
5. Gezeiten – und Wellenenergie
6. Geothermische Energie

5.1 Bioenergie

Bioenergie wird aus der Biomasse von Pflanzen, Bäumen und Algen gewonnen, die unter dem Einfluss von Sonnenlicht, CO2 und Wasser (Photosyntese) wachsen. Biomasse wächst und stirbt im Einklang mit einer sich ständig erneuernden Natur. Sie ist Bestandteil des CO2-Kreislaufes, der unser Klima stabil hält, denn wachsende Biomasse absorbiert CO2 aus der Atmosphäre während die Verbrennung von Biomasse das CO2 in die Atmosphäre zurückschickt. Ein CO2-neutraler Biomasse-Kreislauf kann in Monaten oder Jahren durch geerntete und nachwachsende Biomasse erzeugt werden.

Ein CO2-neutraler Kreislauf entsteht, wenn das bei der Biomasse-Verbrennung erzeugte CO2 durch nachwachsende Biomasse der Atmosphäre wieder entzogen wird.

Bei steigender Energienachfrage kann durch zusätzliche Pflanzungen von „Energiewäldern“ und Energiepflanzen zusätzlicher Brennstoff gewonnen werden.

Auch tierische Abfallprodukte und organische Abfälle gelten als Biomasse, die für die Energiegewinnung herangezogen werden, indem sie in Gärungsprozessen zu Brennstoffen aufbereitet werden.

Folgende Formen von Biomassenutzung werden hier vorgestellt:

- Holzverbrennung
- Brennstoffe aus Pflanzen
- Biogas

Holzverbrennung

Menschen nutzen das Holz als Energiequelle, seit sie das Feuer entdeckten. In den Agrarländern des Südens ist Holz heute noch die wichtigste Energiequelle für Kochen, Heizen und für Licht.
In der Regel ist Holz in den ländlichen Gegenden frei verfügbar. Die Menschen schlagen das Holz für den eigenen Gebrauch oder stellen Holzkohle für den Verkauf her, um Einkommen zu erzielen. Oft wird dabei vergessen, die Bäume nachzupflanzen.

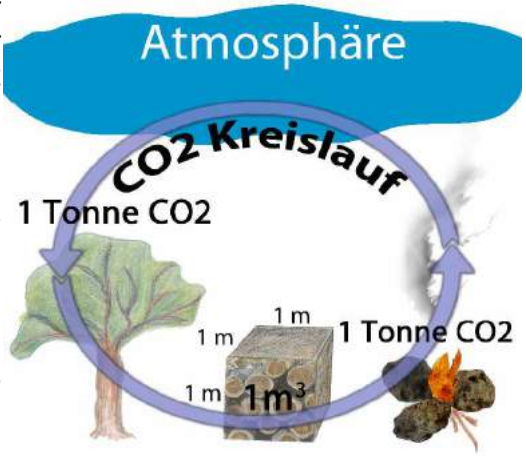


Abb. 12

Der CO2 Kreislauf von Holz kann sich nur dann schließen, wenn ebenso viel Holz nachgepflanzt wird, wie verbrannt wurde. Innerhalb eines solchen Kreislaufes gilt Holz als erneuerbare Energiequelle. Eine Ausnahme bildet Brennholz aus niedrigen Buschgehölzen, die von selbst aus ihren Wurzelstöcken nachwachsen, so dass sich der CO2-Kreislauf von allein schließt.

Durch das Wachstum von 1m^3 Holz wird der Atmosphäre 1 Tonne CO2 entzogen. Bei der Verbrennung von 1 m^3 Holz wird 1 Tonne CO2 in die Atmosphäre emittiert. Wachsen und Verbrennen der gleichen Menge Holz erhält das CO2 Gleichgewicht.

Zur Zeit tragen die Emissionen durch die Verbrennung von Holz ohne Nachpflanzungen mit 15% zur globaler Erwärmung und Klimawandel bei.

Ursächlich hierfür ist das Verbrennen riesiger Waldflächen, um Flächen für die Landwirtschaft zu gewinnen sowie umfangreiche Abholzungen in waldreichen Ländern des Südens für Holzexporte.
Mit dem Bekanntwerden der negativen ökologischen Auswirkungen großflächiger Waldvernichtung, wurde damit begonnen, Maßnahmen einzuleiten, um die noch erhaltenen Waldbestände zu schützen und die Aufmerksamkeit der Menschen auf die Notwendigkeit von Neupflanzungen zu lenken.
„Cut a tree – plant trees“ oder „Kata mti – panda miti“ heißt eine Kampagnen in Tansania, mit der man zu Neupflanzungen nach dem Fällen der Bäume aufforderte.

Der tägliche Holzverbrauch kann bis zu 50% reduziert werden, wenn das Holz vor dem Verbrennen getrocknet wird oder wenn energiesparende Öfen in den Haushalten verwendet werden. So kann mehr Wärme aus der gleichen Holzmenge gewonnen oder aber mit weniger Holz die gleich Wärme erzeugt werden.

Abb. 13

Es gibt viele Arten Energie sparender Öfen. Hier ist eine besonders effiziente Kochstelle abgebildet, wie sie in Bangladesh gebaut wird. Dieser Ofen ist nicht nur effizient sondern auch sauber, denn ein Schornstein transportiert den Rauch nach außen.

Abb. 14

Trocknen von Holz und Energie sparende Öfen reduzieren den Holzverbrauch um bis zu 50 %

Die Industrieländer nutzen seit einigen Jahren zunehmend Holz in Form von gepressten Pellets, um den Verbrauch von Kohle, Öl und Gas zu vermeiden. Die Heizleistung von 1 qm getrocknetem Holz entspricht je nach Baumart der Heizleistung von 2000 kWh oder 200 Litern Öl.
Öl durch Holz zu ersetzen ist nur dann sinnvoll, wenn Holz nachgepflanzt wird und sich der CO2-Kreislauf wieder schließen kann.

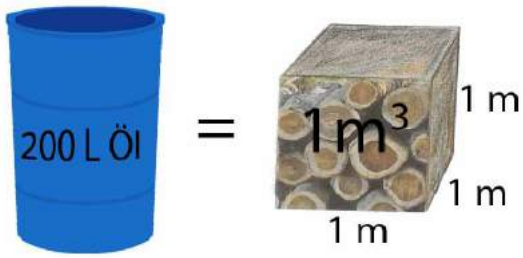


Abb. 15

Biokraftstoffe

Biokraftstoffe auch als „Agro-fuels“ bekannt, werden aus Biomasse oder Abfällen, wie sie zumeist in der Landwirtschaft erzeugt werden, hergestellt. Genutzt werden sie hauptsächlich im Transportsektor, da Motoren auch mit Biokraftstoffen funktionieren.

Die Produktion von Biokraftstoffen erfolgt aus schnell wachsenden Pflanzen vor allem in Asien, Europa und Amerika. Bevorzugte Pflanzen sind Mais, Zuckerrohr, Getreide, Palmen, Soja, Raps und Jatropha. Brasilien ist weltweit die Nr. 1 bei der Herstellung von Biokraftstoff aus Zuckerrohr. In Brasilien dürfen dem Benzin bis zu 25 % Biokraftstoff beigemischt werden. Es gibt inzwischen auch Motoren, die mit reinem Pflanzenöl funktionieren.

Abb. 16 zeigt Treibstoffmengen auf, die pro Hektar erzeugt werden können.

Abb. 16

Pflanze/Baum	Liter Brennstoff/Hektar
Chinaschilf	**11700**
Rutenhirse	**9360**
Zuckerrohr	**6080**
Ölpalmen	**4210**
Mais	**3740**
Kokosnüsse	**2682**
Jatropha	**1350**
Rapssamen	**1141**
Erdnüsse	**1020**
Sonnenblumen	**917**
Sojabohnen	**430**

Große Probleme entstehen, wenn sehr viel Land für den Anbau von Biokraftstoffen genutzt wird. Es tritt eine Konkurrenz zum Anbau von Nahrungsmittel ein. Nahrungsmittel werden knapper und teurer.

Die globale Diskussion „Nahrung oder Biokraftstoff“ macht die Brisanz der Flächenkonkurrenzen zwischen Energiepflanzen und Nahrungsmitteln sichtbar.

Biogas

Die kleinste Biogasanlage der Welt ist die Kuh. In ihren 7 Mägen entsteht durch Widerkäuen und Fermentierung unter Luftabschluss das Gas Methan.

Die Produktion von Biogas zur Nutzung durch die Menschen erfolgt in einer Biogasanlage.

Aus Exkrementen von Tieren oder Menschen oder aus Pflanzenabfällen entsteht unter Zugabe von

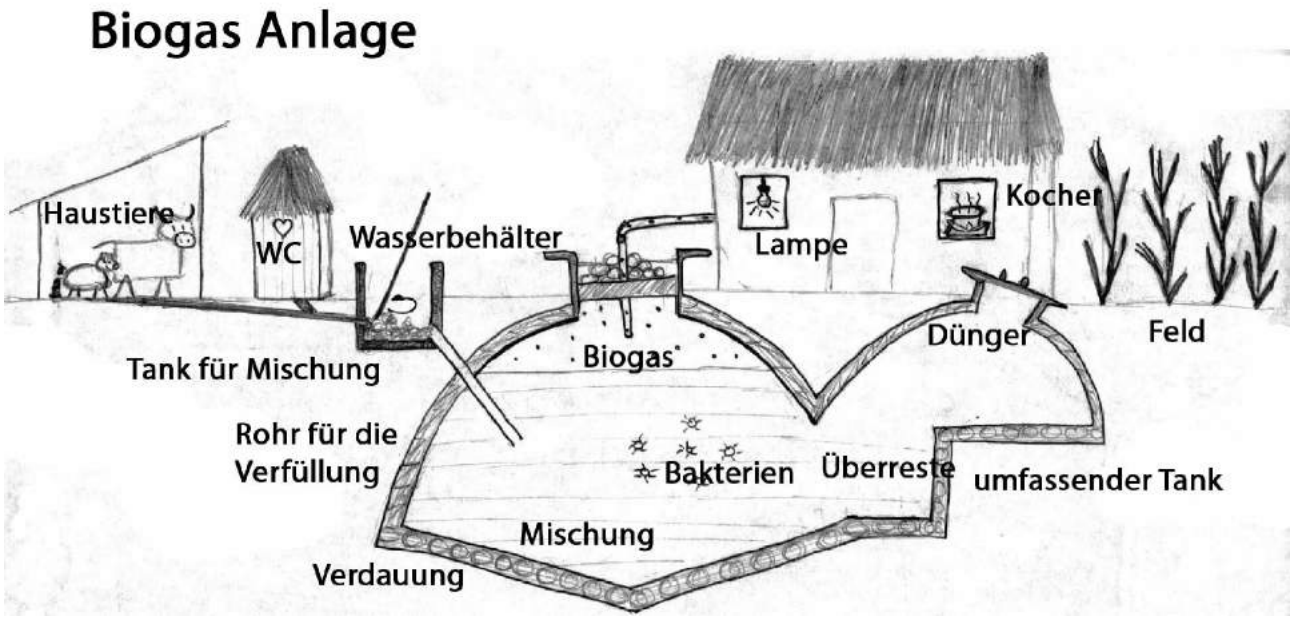


Abb. 17

Abb.18

Wasser das Biogas Methan, wenn die Bakterien das organische Material zersetzen.

Das Gas aus kleinen Biogasanlagen wird in Haushalten zum Wärmen, Kochen und für Licht verwendet.
Es dient der dezentralen Energieversorgung, weil die Energie dort erzeugt wird, wo sie gebraucht wird.

In Form industrieller Produktion dienen Biogasanlagen zur Stromerzeugung. Das gewonnene Biogas treibt Turbinen und Generatoren an. Der so erzeugte Strom wird in ein bereits verfügbares Stromversorgungsnetz eingespeist.

Abb. 19

Rückfragen 5 & 5.1:

A) Beantworte die folgenden Fragen:

1. **Bitte benenne sechs erneuerbare Energiequellen.**
2. **Was geschieht mit dem CO2-Gleichgewicht in der Atmosphäre, wenn wir Bäume fällen?**
3. **Wie können wir das CO2-Gleichgewicht wieder herstellen?**
4. **Aus welchen Pflanzen können Biokraftstoffe hergestellt werden?**

5. **Welche Probleme entstehen, wenn sehr viel Land für den Anbau von Biokraftstoffen verbraucht wird?**

6. **Woraus entsteht Biogas?**

B) Wähle die richtige Antwort aus den gegebenen Möglichkeiten:

1. Welche der folgenden ist keine indirekte Solar Energie?

(a) Atomkraft
(b) Kohle
(c) Wind Energie

2. Bioenergien sind:

(a) Windenergie, Feuerholz und Wasserenergie
(b) Geothermische Energie
(c) Feuerholz, Brennstoffe aus Pflanzen und Biogas

3. Abholzungen der Wälder führen zu:

(a) Abnahme des CO2-Gehaltes in der Luft
(b) Zunahme des CO“- Gehaltes der Luft
(c) Abnahme des Sauerstoffgehaltes der Luft

4. Der Gärprozess der Biomasse wird herbeigeführt durch:

(a) Elektrizität
(b) Bakterien
(c) Wasser

5.2 Solarenergie

Sonnenstrahlen, die die Erdoberfläche erreichen, bestehen aus einer Kombination von direkter Sonneneinstrahlung und diffuser Strahlung. Letzteres sind Sonnenstrahlen, die von Wolken oder Verunreinigungen der Luft reflektiert werden und als diffuse Strahlung auf der Erde ankommen. DIREKTE und DIFFUSE Strahlung zusammen werden als „GLOBAL-STRAHLUNG“ bezeichnet. Tansania, nahe am Äquator, ist eines der sonnenreichen Länder des Südens mit einer Sonneneinstrahlung von 1460 – 2555 kWh pro Quadratmeter und Jahr. In Deutschland liegt die Sonneneinstrahlung z.B. zwischen 600 und 1400 kWh pro Quadratmeter und Jahr.

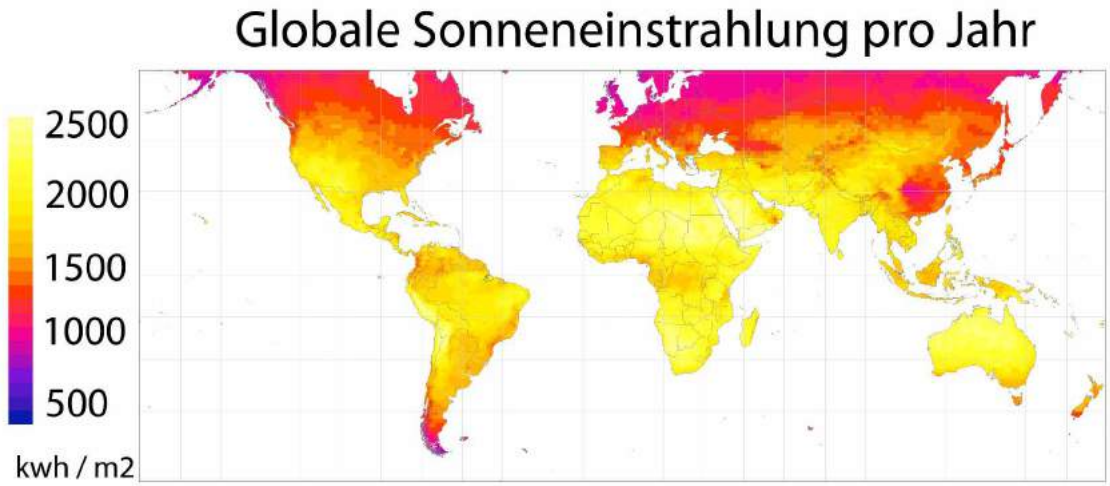


Abb. 20

Direkte Sonnenenergie kann technisch auf zwei verschiedenen Wegen als Energiequelle genutzt werden. Als:

a) SOLARTHERMIE: durch Kollektoren oder Konzentratoren
b) Solar erzeugte Elektrizität durch PHOTOVOLTAIK

Solarthermie durch Kollektoren

Solare Wassererhitzer nutzen die physikalische Eigenschaft schwarzer Farbe als Energiewandler. Sonnenstrahlen, die auf eine schwarze Oberfläche treffen, werden zu 100% in Wärme umgewandelt (Albedo 100%). Die Wärmegewinnung mittels schwarzer/dunkler Farbe in dafür ausgelegten Kollektoren dient der Warmwasserbereitung für Haushalte, Betriebe und öffentliche Einrichtungen.

In Solarkollektoren wird das kalte Wasser in Rohrwindungen mit möglichst großer Oberfläche über einen schwarzen Untergrund geleitet. Die schwarzen Bleche geben die Hitze an die darüber liegenden Rohre ab. Das so erwärmte Wasser steigt auf, während unten kaltes Wasser nachfließt. Am oberen Ende der Rohrschlangen kann das heiße Wasser direkt entnommen oder auch gespeichert werden.

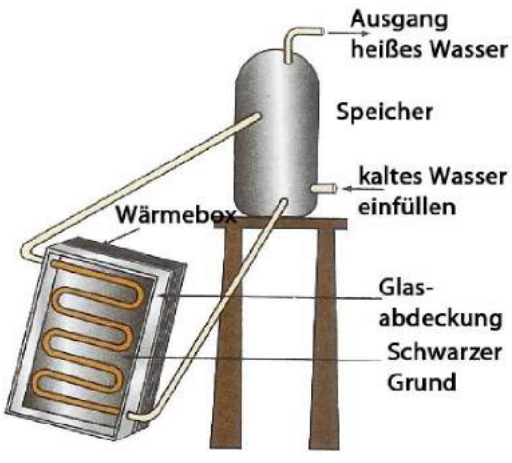


Abb. 21

Solarthermie durch Konzentratoren

Es gibt verschiedene Arten, die Konzentration von Sonnenstrahlen für die Wärmeerzeugung zu nutzen:

- Kleine Konzentratoren für Kochen und Heizen
- Große Konzentratoranlagen zur Stromerzeugung

Solarkocher

Die einfachste Art, die Bündelung von Sonnenstrahlen zu nutzen, sind die Solarkocher. In Boxen oder mit Hilfe von parabolförmigen spiegelnden Flächen werden die Sonnenstrahlen auf schwarze Töpfe fokussiert. Diese erhitzen sich so stark, dass ihr Inhalt bis zum Kochen erhitzt werden kann. Bewölkte Tage und Stunden sind ungeeignet für den Einsatz von Solarkochern. Jeder Einsatz von Solarkochern während der Sonnenscheinstunden hilft Holz oder fossilen Brennstoff sparen.

Abb .22

Konzentratoren zur Stromerzeugung

Stromerzeugung durch Konzentratoren beruht auf der Bündelung (Konzentration) von Sonnenstrahlen durch parabolförmige Spiegel und ihrer Fokussierung auf sehr kleine Flächen. Durch diese Konzentration werden Temperaturen von bis zu 1000 Grad Celsius erreicht. Dabei wird Öl in Rohrleitungen erhitzt, die Hitze auf Wasser übertragen und Wasserdampf mit hohem Druck erzeugt. Der Wasserdampf treibt Turbinen an, die über Stromgeneratoren Elektrizität erzeugen

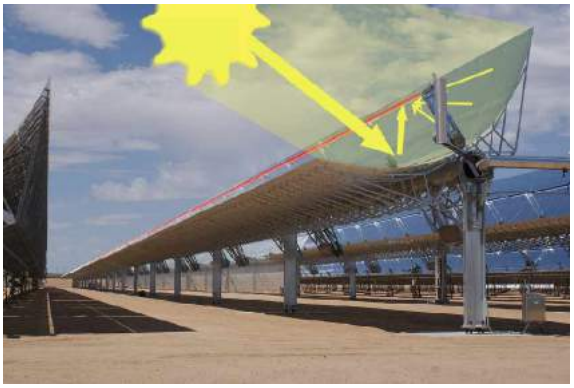


Abb. 23

Solarthermische Großkraftwerke, in denen mit Hilfe der Sonneneinstrahlung elektrischer Strom erzeugt wird, gibt es seit 1990 die in der Mojave Wüste in Kalifornien (Company Cramer Junction). Die Leistung der Anlage beträgt 354 Megawatt.

Solarthermische Großkraftwerke sind im Rahmen der Klimadiskussion verstärkt in den Fokus solarer Energieversorgung in sonnenreichen Ländern geraten. Spanien baut die solarthermischen Großkraftwerke Andasol I, II und III. Andasol I ist auf einer Fläche von 512.000 qm errichtet und seit 2008 im Testbetrieb. Für 2010 plant Kalifornien eine 1000 MW Anlage.

Abb. 24

Photovoltatik (PV)

Das Wort „Photovoltaik“ setzt sich zusammen aus dem griechischen Wort Photo (Licht) und dem Nachname des Physikers Alexander Volta, der die elektrische Spannung (Volt) entdeckte. Die Umwandlung von Lichtstrahlen der Sonne in Strom durch den photovoltaischen Effekt fand der französische Physiker Becquerel bereits 1839 heraus.
Erst 1954 kam es zur Entwicklung der ersten Solarzellen in den USA. Solarzellen wurden zu Solarmodulen zusammengesetzt und bei der Satellitentechnik im Weltraum genutzt. Seither wird das Potential der Photovoltaik durch Forschung und Entwicklung ständig ausgebaut.

Basismaterial für eine Solarzelle ist SILIZIUM, das als zweithäufigstes Element in der Erdkruste vorkommt. Silizium wird in einem aufwändigen Prozess hoch gereinigt, bevor es für die Stromerzeugung eingesetzt werden kann. .

Man unterscheidet 3 Arten von Silizium Solarzellen: monokristalline, polykristalline und amorphe Solarzellen. Ihre Farben sind in der Regel blau bis schwarz.

Abb. 25

Solarzellen werden zu Solarmodulen zusammengefügt. Dabei werden amorphe Module auch Dünnschichtmodule genannt, da bei ihrer Herstellung nur eine sehr dünne Schicht des hoch gereinigten Siliziums verwendet wird. Deshalb sind amorphe Solarmodule billiger. Sie erzeugen weniger Strom pro Quadratmeter, nutzen jedoch diffuse Sonneneinstrahlung besser als multi- oder monokristaline Module. .

Anwendungen der Photovoltaik

Strom aus Solarzellen wird für folgende Arten der Anwendungen eingesetzt:

- Kleinsttechnologien und LED Lampen
- Solarsysteme für netzferne Anwendungen (INSELSYSTEME)
- Solarsysteme, die den Strom ins Leitungsnetz einspeisen (NETZGEBUNDENE SYSTEM).

Kleinsttechnologien und LED Lampen

Neben der Anwendung des solaren Stromes für Taschenrechner, Uhren und viele andere Kleinsttechnologien gibt es heute solare LED Lampen in allen Größen und Formen. Die abgebildete Lampe ersetzt rußende Kerosinlampen in netzfernen Gegenden durch helles, sauberes Licht. Aber auch dauerhafte technische Anlagen wie Parkuhren und Signale im öffentlichen Raum werden heute zunehmend solar betrieben.

Abb. 26

Inselsysteme

Ein Solarsystem, das nicht in Verbindung mit dem Stromnetz steht, wird INSELSYSTEM genannt. Es ist ein netzfernes System, das tagsüber den Strom in einer Batterie speichert und ihn dann zur Verfügung stellt, wenn er gebraucht wird.

Zu einer Insel-Solaranlage gehören folgende Komponenten:

Komponenten eines Solar Home Systems (SHS)	Lebenszeit in Jahren abhängig von der Pflege
Solarmodul auch Generator genannt	10 – 25
Batterie Speicher für Strom	2 – 10
Laderegler verhindert Über- oder Tiefentladungen der Batterie	5 – 10
Wechselrichter verwandelt DC in AC	3 – 5

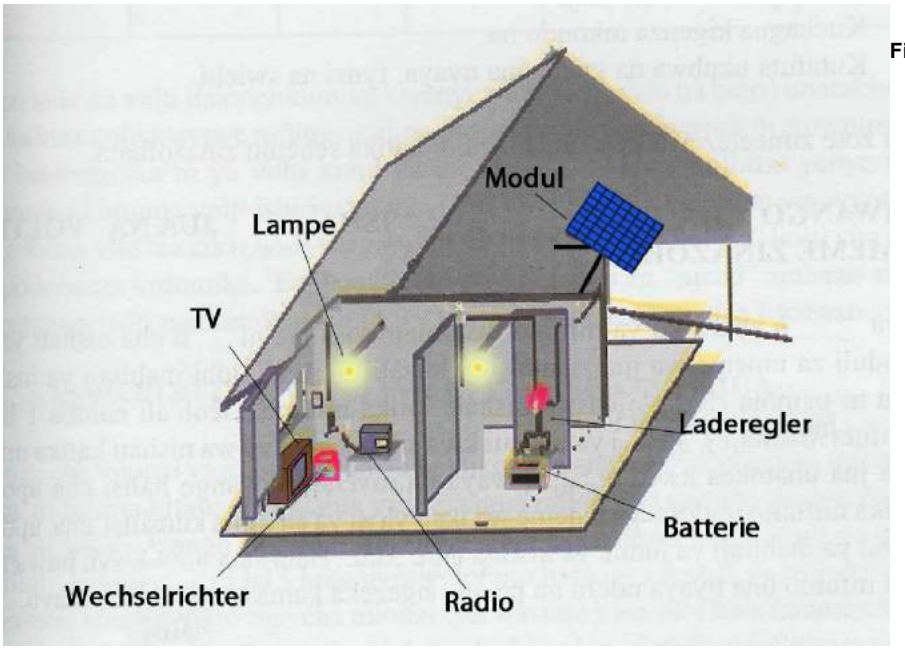
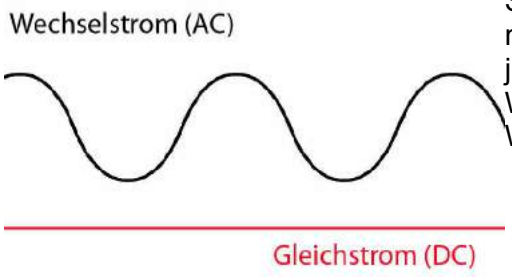


Fig. 27

Inselsysteme sind für die Stromversorgung netzferner Haushalte in sonnenreichen Ländern die einfachste Lösung.



Solarmodule produzieren nur Gleichstrom (DC). Die meisten mit Strom betriebenen Geräte benötigen jedoch Wechselstrom (AC). Um Gleichstrom in Wechselstrom (AC) umzuwandeln, muss ein Wechselrichter eingesetzt werden.

Abb. 28

Die nachfolgende Tabelle zeigt verschiedene Verbraucher, die mit DC und AC Strom betrieben werden können.

DC	AC	AC hoher Verbrauch
LED Lampen	Rasierer	Farbfernseher
Fluorescent Lampen	Haarschneider	Kühlschrank
Handys	Lautsprecher	Maschinen
Schwarz/weiß Fernseher	Ventilator	Klimaanlagen

Jedes Gerät, das an die Solaranlage angeschlossen werden soll, heißt „Verbraucher“, weil es Strom verbraucht. Je höher der Verbrauch, desto größer und teurer wird die Solar Anlage.

Netzgebundene Systeme

In Ländern, die über ein flächendeckendes Stromnetz verfügen, wird der photovoltaisch erzeugte Strom in das Leitungsnetz „eingespeist“. Die Solarsysteme benötigen keine Batterien als Speicher, weil das allgemeine Leitungsnetz den Strom aufnimmt.

Die Stromversorgungsunternehmen kaufen den privat solar zeugten Strom. Sie bezahlen ihn entsprechend gesetzlich festgelegter Stromeinspeisetarife pro kWh und verkaufen ihn dann zusammen mit dem Strom aus anderen Energiequellen an die Stromkunden weiter.
Netzgebundene Solarsysteme gibt es in Größenordnungen von 1 kWp auf Hausdächern bis zu vielen Megawatt/peak (Mw/p) in großen Solarparks, wie sie in Abb. 29 gezeigt wird. **Abb. 29**

Wird solar erzeugter Strom auf Hausdächern oder großen Flächen in ein bereits vorhandenes Leitungsnetz eingespeist, so spricht man von einem netzgebundenen Solarsystem.

Die Solartechnik gilt als die erfolgreichste Stromquelle der Zukunft. Der komparative Vorteil der bevölkerungsreichen Länder des Südens gegenüber den Ländern des Nordens liegt in der hohen Sonneneinstrahlung pro Jahr.

Äquator nahe Länder haben wegen ihrer hohen Sonneneinstrahlung den komparativen Vorteil natürlicher Ressourcen gegenüber den Ländern des Nordens.

Rückfragen 5.2: A: Beantworte die folgenden Fragen:

1. **Welche Länder haben eine hohe/niedrige Sonneneinstrahlung? Warum?**
2. **Wie kann die direkte Sonnenenergie genutzt werden? Nenne beide Formen.**
3. **Wer entdeckte den Photovoltaik Effekt?**
4. **Wie heißt das Basismaterial für Solarzellen?**
5. **Welche 3 Typen von Solarzellen kennst du?**
6. **Benenne die Komponenten eines Solarsystem**
7. **Welche Spannung erzeugt ein Solarsystem? a) Wechselstrom (AC) b) Gleichstrom (DC)**

B: Schreibe Richtig, wenn der Satz korrekt ist und Falsch, wenn er nicht korrekt ist

1. **Ein Solarkocher ist ein Konzentrator.**
2. **Solarkonzentratoren können keinen Strom produzieren.**
3. **Ein Beispiel für Solaranwendungen ist eine LED Lampe.**
4. **Inselsysteme sind an das Stromnetz angeschlossen.**
5. **An das Stromnetz angeschlossene Solarsysteme speisen Strom ins Netz.**
6. **Wechselrichter machen DC zu AC.**

5.3 Windenergie

Die Windenergie ist eine INDIREKTE Sonnenenergie. Sie wurde bereits vor 4000 Jahren von Menschen genutzt. Vom Wind angetriebene Räder pumpten das Wasser für die Feldbewässerung aus der Tiefe und wurden eingesetzt, um Getreide zu Mehl zu mahlen.
Heute erzeugen moderne Windräder Strom, indem die vom Wind gedrehten Flügel (Windräder) ihre Bewegung auf Turbinen und Generatoren übertragen.
Windenergie zur Stromerzeugung wird durch immer größere, technisch hoch entwickelte Windräder genutzt. Der Wind dreht die Flügel. Sie treiben Turbinen an, die über Generatoren Strom produzieren. Man unterscheidet zwischen

- ONSHORE, Windrädern an Land und
- OFFSHORE, Windrädern im Meer.

Onshore – Offshore und Kleinanwendungen

Viele Windräder zusammen werden als „WINDPARK“ bezeichnet. Die Zahl der Windräder, die in einem modernen Windpark aufgestellt werden, richtet sich nach der Größe der verfügbaren Fläche an Land oder im Meer.
Ein ON SHORE 2 MW Windrad kann bis zu 4 Mio. Kilowattstunden pro Jahr erzeugen. Forschung und Entwicklung streben immer leistungsfähigere Windräder an. An Land gibt es 2010 bereits Windräder mit einer Leistung von 7,0 Megawatt oder 22.5 Mio. kWh pro Jahr.

Zudem versucht man durch immer höhere Windradtürme in gleichmäßigere Luftschichten oberhalb von 100 Metern vorzudringen, um Betriebsstörungen zu verringern. Der Betrieb von Windrädern an Land ist dem Einsatz im Meer weit voraus.
OFF SHORE Windräder werden in Küstennähe im Meer aufgestellt. Sie können höhere Windgeschwindigkeiten nutzen, weil die Technik darauf ausgerichtet ist. Zudem ist der Wind auf dem Meer konstanter als an Land.

„Onshore“ Abb. 30

„Offshore“ Abb. 31

Der Strom aus Windkraftanlagen wird in das Stromnetz eingespeist und von den Stromversorgungsunternehmen abgenommen und entsprechend dem gesetzlich festgelegten Stromeinspeisetarif bezahlt.
Vor Errichtung von Windanlagen müssen Langzeitmessungen von Windstärke und Windhäufigkeit durchgeführt werden.
Kleine Windräder erleben zur Zeit eine Renaissance. Sie eignen sich für die Versorgung netzferner Kommunen und Betriebe. Es müssen in der Regel Windstärken von mindestens 4 Metern pro Sekunde gemessen werden, um ein Kleinwindrad betreiben zu können.
Windräder liefern 2010 nach der Wasserkraft den größten Beitrag zur erneuerbaren Energieversorgung.

Abb. 32

5.4 Wasserenergie

Stromerzeugung durch Wasserenergie nimmt auch 2010 noch den ersten Platz weltweit unter den erneuerbaren Energien ein. 18% des globalen Stromverbrauchs werden durch Wasserkraft erzeugt. Dabei unterscheidet sich die Art der Stromerzeugung aus Wasserkraft durch:

- fallende, gelenkte Wasser aus Staudämmen und Flüssen, die Turbinen und Generatoren antreiben und
- Gezeiten- oder Wellenkraftwerke.

Stromgewinnung durch Staudämme und Flüsse

In den vergangenen Jahrzehnten wurden riesige Staudämme gebaut, um das Wasser großer Flüsse zu stauen. Das gestaute Wasser wird über Turbinen abgelassen (fallende Wasser), in denen Generatoren Strom produzieren.

Abb. 33

Die größten Staudämme der Welt findet man z.B. im Grenzgebiet zwischen Brasilien und Paraguay im Itaipu-Kraftwerk mit 14 GigaWatt (GW) oder in Janktsekiang in China (Drei-Schluchten Damm 18200 GW). Heute jedoch wird der Bau von großen Staudämmen nicht weiter gefördert, da die künstliche Überflutung von Land durch die Stau-dämme die dort wohnenden Menschen vertreibt und die natürliche Umwelt zerstört.
Zudem vernichten große Staudämme gewachsene, landwirtschaftliche Strukturen, wenn das notwendige Wasser der Flüsse die Felder nicht mehr bewässern kann, weil es zuvor aufgestaut wurde.

Abb.34 a/b

In Tanzania gibt es Fluss-Wasserkraftwerke an den Standorten Ruvuma River, Kidatu, Ruhudji River, Mtera, Hale, Lower Kihansi, Pangania Falls und Panagni Falls.
Während der Trockenzeiten führen diese Flüsse jedoch weniger Wasser und erzeugen weniger als 50% der installierten Leistung. Dadurch entstehen Versorgungsengpässe und Stromausfälle.
Auch bei der Wasserkraft gibt es eine Renaissance der Kleinst- und Kleinwasserkrafträder zur dezentralen Versorgung von Kommunen und netzfernen Einrichtungen.

Gezeiten- und Wellenkraftwerke

Die Anziehungskraft des Mondes verursacht eine tägliche Veränderung der Fließrichtung des Wassers in den Ozeanen. Hohe Wasserstände (Hochflut) und tiefe Wasserstände (Ebbe) wechseln.
Zusätzlich beschleunigen Wind und Stürme die Bewegungen des Meerwassers. So entstehen mehr oder weniger starke Strömungen, die für die Erzeugung von Strom über Turbinen und Generatoren genutzt werden können.

Abb.35

Abb. 36

Unabhängig von den Gezeiten reichen die ständigen Bewegungen der Wellen, um auch küstennahe Wellenkraftwerke zu betreiben. Seit 2004 sind verschiedene Modelle in Großbritannien, Portugal, Spanien, Norwegen und Irland in der Erprobung. Sie erzeugen mit bewegungsgetriebenen Turbinen und Generatoren Strom.
Das Potential der Wellenkraftwerke als Beitrag erneuerbarer Energieversorgung wird heute sehr hoch eingeschätzt.

5.5 Geothermie - Erdwärme

Das Wort Geothermie setzt sich aus dem Griechischen “geo” (Erde) und „thermisch“ (Hitze) zusammen. Heiße Quellen und vulkanische Feuerausbrüche weisen auf die hohen Temperaturen im Innern der Erde hin und werden dort, wo sie vorkommen, für die Wärmebedürfnisse der Menschen genutzt. Generell laufen die geothermischen Prozesse tief im Erdinneren ab und sind unsichtbar. Ihr Wärmepotential kann jedoch als Energiequelle für folgende Anwendungen genutzt werden:

- Heizung oder Kühlung von Gebäuden oder
- Stromerzeugung durch Turbinen und Generatoren

Heizung und Kühlung in Gebäuden

Mit Tiefbohrungen von bis zu 100 Metern erreicht man KONSTANTE Temperaturen von ca. 15 Grad Celsius. Eine elektrisch betriebene Wärmetauscherpumpe sorgt dafür, dass diese Temperatur von 15 Grad Celsius in die Gebäude transportiert wird. Auf der Basis von 15 Grad werden im Sommer höhere Temperaturen heruntergekühlt. Im Winter kann durch Hinzuheizen von 5 Grad eine angenehme Raumtemperatur von 20 Grad erzeugt werden.

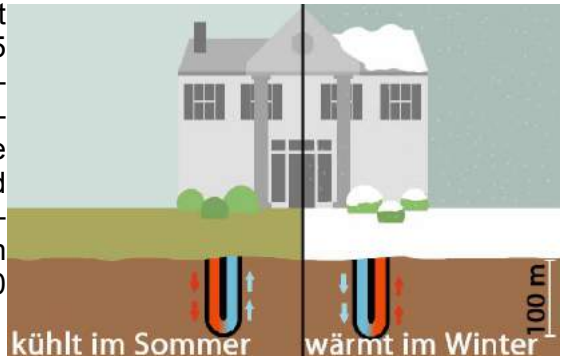


Abb. 37

Erdwärme für die Stromerzeugung

Erdwärme kann auch für die Stromerzeugung genutzt werden, wenn man in sehr viel tiefere Regionen vordringt.
In tiefen Erdschichten von 3000 – 6000 Metern steigen die Temperaturen bis über 182 Grad Celsius an. Mit der großen Hitze aus der Tiefe kann Wasser verdampft werden. Wasserdampf treibt Turbinen an, die über Generatoren Strom erzeugen.

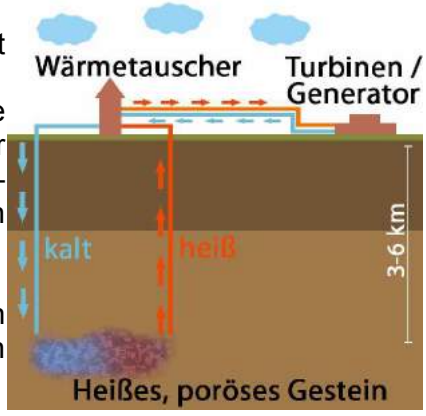


Abb. 38

Das erste hydrothermische Kraftwerk entstand 1904 in Italien. Die Technik zur Nutzung von Erdwärme hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht.
Regionen in Tanzania wie zum Beispiel die Kilimajaro- oder Olduvai Region oder das Rift Valley in Kenia sind geologisch prädestinierte Gegenden für die Nutzung geothermischer Stromerzeugung.

Trotz vieler Vorteile ist die Technik der Stromerzeugung durch Hitze aus tiefen Erdregionen sehr umstritten, denn Tiefbohrungen können zur Verletzung von Erdschichten führen, die gefährliche Wassereinbrüche auslösen.

Rückfragen 5.3, 5.4 & 5.5:

1. **Was verstehst du unter „Onshore“ und „Offshore“- Windkraft?**
2. **Windkraft treibt Turbinen, die Turbinen treiben_____**
3. **Ein Windkraftpark ist_____**
4. **Eine 2 Megawatt-Anlage kann _____kWh/Jahr erzeugen**
5. **Offshore Windkraftanlagen müssen stärker sein als Onshore-Windkraftanlagen, weil_____?**
6. **Probleme, die bei der Stromgewinnung aus großen Staudämmen auftreten, sind_____**
7. **Der größte Staudamm der Welt ist der_____ in_____**
8. **Probleme bei Wasserkraftwerken in Flüssen treten auf, wenn_____**
9. **Gezeitenkraftwerke werden angetrieben durch_____**
10. **Das Wort „Geothermie“ meint_____**
11. **Geothermische Energie kann für Heizung und Kühlung in Gebäuden eingesetzt werden und für Erzeugung von_____**

6. Hybridsysteme, kommunale Stromversorgung und Smart Grid

Von Hybridsystemen spricht man, wenn verschiedene Arten der Energieversorgung kombiniert werden, um eine 24-Std. Versorgung sicher zu stellen. Da die Natur die Erneuerbaren Energien zu unterschiedlichen Zeiten in unterschiedlicher Stärke zur Verfügung stellt, ist ein Mix aus Erneuerbaren Energien nötig, um eine konstante Energieversorgung zu gewährleisten und große Speicherkapazitäten zu vermeiden.

Ein Beispiel: Für einen konstanten Energiefluss können Windenergie, Photovoltaik, Biomasse sowie Biokraftstoffe kombiniert werden. Solche Kombinationen von erneuerbaren Energiequellen können entsprechend dem jeweiligen lokalen Angebot zu einem ERNEUERBAREN ENERGIEMIX zusammengestellt werden, um Tages- und Nachtbedarf einschließlich ihrer Nachfrage-„peaks“ zu decken.

Im Jahr 2010 gab es in Deutschland bereits mehr als 100 Kommunen, die ihre Stromversorgung durch Kombination eines lokal angepassten, erneuerbaren Energiemix unabhängig vom nationalen Stromnetz gestalten oder planen.

Mit der regionalen „Energie-Selbstversorgung“ kommen Einkommen und Arbeitsplätze in die Kommunen. Die Menschen engagieren sich für die Entwicklung angepasster Energieerzeugung und Nutzung. Regionale Energieversorgung hilft dabei, den Ausbau großer „Stromautobahnen“ zu reduzieren.

Seit Mitte 2008 gibt es den „Solarplan Mittelmeer“, der riesige Solarkraftwerke in der Wüste Sahara vorsieht. 15 Staaten Europas, Nordafrikas und des nahen Ostens haben sich mit Großunternehmen und Energieversorgern zusammengeschlossen, um um das mit 400 Mrd. Euro veranschlagte Projekt „DESERTEC“ zu realisieren. Desertec soll die Stromversorgung der lokalen Regionen und einen Teil Mitteleuropas übernehmen. Der „Solarplan Mittelmeer“ bezieht Wind-, Wasser-, Bioenergie und Geothermie ein.

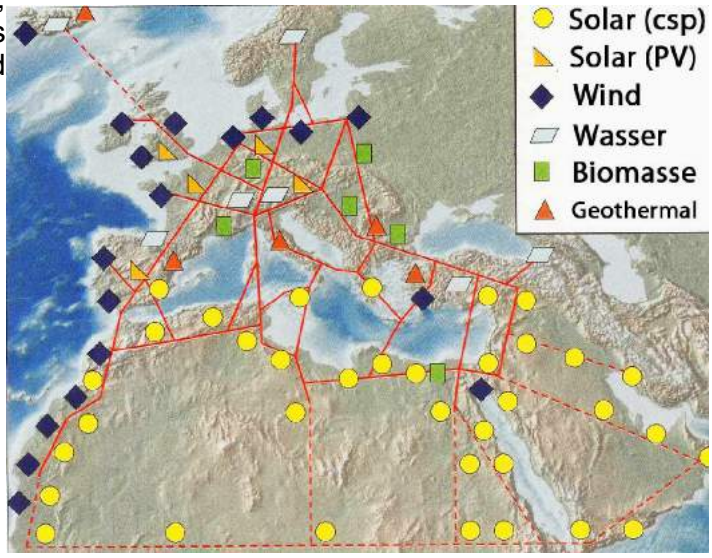


Abb. 39

Für eine 100%ige Versorgung mit erneuerbaren Energien ist nicht nur ein neues Energie-Lastmanagement nötig sondern auch ein „intelligentes“ Computer gesteuertes Stromleitungsnetz „SMART GRID“, um das Strom-Angebot an die Strom-Nachfrage aufeinander abstimmen zu zu können.

Rückfragen 6:

1. **Warum ist es ein Vorteil, wenn man verschiedene erneuerbare Energieformen einsetzt?**

2. **(a) Was verstehst du unter DESERTEC?**

   (b) Wie viele Länder sind beteiligt?

3. **Wie heißt ein „intelligentes“ Stromleitungsnetz?**

7. Die Bedeutung von Energieeffizienz

Die wirtschaftliche Entwicklung aller Länder bedingt eine ständig steigende Nachfrage nach Energie. Mehr Technik, mehr Mobilität und damit verbunden steigender Verbrauch von Kohle, Öl und Gas bewirken in Folge dieser Entwicklungen einen ständigen Anstieg der CO2-Emissionen.
In den 1990er Jahre begann man, diesen „natürlichen“ Prozess in einigen hoch industrialisierten Ländern zu begrenzen. Man entwickelte neue, effizientere Technologien, um ineffiziente, veraltete Technologien zu ersetzen. Trotz Wirtschaftswachstum geht der Energieverbrauch zurück.

Energieeffizienz und „Faktor 5“

Visionäre zeigten auf, dass es möglich sei, moderne Technologien mit nur einem Fünftel der bisherigen Energie zu betreiben. „Faktor 5“ als Ziel, um den Stromverbrauch auf ein Fünftel des Niveaus vor den 1990er Jahren zu reduzieren.

Energieeffizienz heißt „weniger Energieverbrauch bei gleicher Leistung“ oder „mehr Leistung bei gleichem Energieverbrauch“. Dies reduziert die Risiken des Klimawandels und erleichtert den Übergang von fossil/atomaren Energien zu den erneuerbaren Energien.

EFFIZIENZ ist die Brücke, um ein 100prozentige erneuerbare Energieversorgung im 21. Jahrhundert erreichen zu können.

Ein Beispiel: Japan fördert mit seinem „Top Runner Gesetz“ ganz gezielt die ständige Fortentwicklung energieeffizienter Technik. Jedes Jahr wird der Energieverbrauch neuer Geräte gemessen. Die sparsamste Technik wird „Top Runner“. Alle Technologien mit gleichen Dienstleistungen müssen den Verbrauchswert des Top Runners innerhalb von 5 Jahren erreichen. Damit ist ein großer Anreiz gegeben, neue, effiziente Technologien zu entwickeln. Gleichzeitig steigen die Marktchancen im globalen Wettbewerb durch neue, effiziente Technologien.

Die Kosten effizienter neuer Technologien finanzieren sich vielfach über die eingesparten laufenden Energiekosten. Klimaschutz kann sich selbst finanzieren, wenn man darauf achtet, die effizientesten Geräte zu kaufen.

Ein neuer Kühlschrank, der nur noch halb so viel Strom braucht, wie der alte ist wie eine Spardose, in die jeden Tag eingezahlt wird. Klimaschutz kann sich selbst finanzieren.

Mit effizienten Technologien nach „Faktor 5“ ist es möglich, die fünffache Anzahl an technischen Geräten global einzusetzen, ohne den Klimawandel durch zusätzliche CO2 Emissionen zu beschleunigen.

Rückfragen 7:

1. **Wirtschaftswachstum muss nicht unbedingt zu einem höheren Energieverbrauch führen. Warum?**
2. **Was verstehst du unter Energieeffizienz?**
3. **Was verstehst du unter dem Begriff „TOP Runner“?**
4. **Warum schützen effiziente Technologien das Klima und verdienen ihre Mehrkosten selbst?**

8. Politische Klimaschutzmaßnahmen

Die Gefahr des Klimawandels durch steigenden Energieverbrauch steigt. Eine Rückführung der globalen Energieversorgung in die natürlichen Kreisläufe der Erde ist erforderlich, denn Hurricanes, Dürreperioden und steigende Meeresspiegel lassen immer deutlicher werden, dass die Erde auf eine von Menschen verursachten Klimakrise zusteuert, wenn keine politisch gewollte Umkehr erfolgt.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

Das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in Potsdam, Deutschland sammelt alle Daten über weltweite Veränderungen von Wetter, Klima und Treibhausgasen. Die Ergebnisse werden alljährlich veröffentlicht. Das IPCC warnt vor den Gefahren der konstant ansteigenden globalen Temperaturen, die durch steigende CO2- Emissionen und andere Treibhausgase in der Atmosphäre erzeugt wird.
Die Auswirkungen schwerer Klimaveränderungen durch die globale Erwärmung bringen die Politiker aller Länder zusammen. Sie alle wissen, dass es notwenig ist, eine Reduktion der Treibhausgase und insbesondere der CO2-Emissionen zu erreichen. Die Erderwärmung um mehr als 2 Grad Celsius - verglichen mit dem vorindustriellen Zeitalter – soll verhindert werden.

Kyoto Protokoll

Die Vereinten Nationen begannen 1997 in Kyoto/Japan damit, ein Netzwerk für die Vermeidung einer Klimakatastrophe zu bilden und fanden die ersten Vereinbarungen im Rahmen des „KYOTO Protokolls“. Die alljährlichen Zusammentreffen der Regierungsvertreterinnen und -Vertreter weltweit führen in mühsamen Schritten über ein allgemeines Verständnis der Situation zu ersten Vereinbarungen über Gegenmaßnahmen.
Ein wichtiges Instrument des Kyoto-Protokolls ist der Emissionshandel, der auch unter dem Namen „cap and trade“ (Begrenzung und Handel) geführt wird. Regierungen setzen Höchstgrenzen (caps) für Treibhausgas-Emissionen im produzierenden Gewerbe fest. Entsprechend dieser Höchstgrenzen bekommen die Verursacher „Treibhausgas-Zertifikate “ zugeteilt. Der Handel (trade) setzt ein, wenn die Emissionshöchstgrenze über- oder unterschritten wird. Die Unternehmen haben zwei Möglichkeiten des Ausgleichs. Sie können:

1. eine Reduktionen von Treibhausgasen im eigenen Betrieb durchführen, indem sie in emissionsarme, neue Technologien investieren.
2. von anderen Unternehmen, die ihr Limit unterschreiten, Emissionszertifikate kaufen

Der Länderübergreifende Emissionshandel kann innerhalb Europas geschehen oder aber im Rahmen des „CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM“ (CDM) zwischen Industrieländern und Entwicklungsländern. Emissionshandel ist ein flexibles Werkzeug, um Ländern und Unternehmen Anreize zu bieten, Emissionsreduzierende Maßnahmen oder Projekte durchzuführen.

Ziel des Emissionshandels ist die Kontrolle einer national planbaren Reduktion von Treibhausgasen.

1968 wurde das Konzept des Zertifikathandels von John Harkness Dales erfunden; 2005 startete die Europäische Union und für 2013 ist die zweite Periode geplant.
Vereinbarungen, wie das Verbot großflächiger Rodungen wie das Projekt **„Reducing Emissions form Deforestation and Degradation (REDD)** oder das Gebot flächendeckender Neupflanzungen von Bäumen sind ebenfalls Teil der Maßnahmen im Rahmen des Kyoto Protokolls, jedoch zusätzlich zur Reduktion der CO2-Emissionen im Energie-Sektor.

Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)

Als das wirkungsvollste Instrument zum Aufbau erneuerbarer Energieversorgung hat sich das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG), wie es im April 2000 von der deutschen Regierung verabschiedet wurde, erwiesen. Der geistige Vater dieses Gesetzes heißt Hermann Scheer. Er verstarb am 14. Oktober 2010.
Dieses Gesetz ermutigt Privatleute, durch technische Nutzung erneuerbarer Energien selbst zu Stromproduzenten zu werden. Sie bauen dezentrale Windkraft-, Solar-, Biomasse-, Wasserkraft oder Geothermie-Anlagen zur Erzeugung von Strom. Der privat erzeugte Strom wird in das bereits vorhandene Stromleitungsnetz eingespeist. Die Stromkonzerne sind verpflichtet, diesen Strom zu kaufen und dafür gesetzlich festgelegte STROMEINSPEISE-TARIFE pro kWh zu bezahlen.

Stromeinspeisetarife werden zumeist bezogen auf die Kosten der verwendeten Technologie berechnet. Sie können immer wieder angepasst werden, wenn wachsende Märkte und effiziente Technik zu Preissenkungen führen. So können Kredite für Erstinvestitionen in ca. 10 Jahren durch das Einkommen aus den Stromeinspeisezahlungen refinanziert werden.
Diese „Bürgerinitiative für die erneuerbaren Energien“ hat einen Boom bei der technischen und wirtschaftlichen Entwicklung im Bereich der solaren Energienutzung bewirkt und ließ in weniger als 10 Jahren einen hochgradig expandierenden Wirtschaftssektor „erneuerbare Energietechnik“ mit vielen neuen Arbeitsplätzen und Exportchancen auf den globalen Märkten entstehen.
Die Idee des EEG wurde von mehr als 50 Ländern in allen Teilen der Welt mit unterschiedlichen Konditionen übernommen. Auch Tansania gehört dazu.

Das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) fördert private Initiativen zur Stromerzeugung durch erneuerbare Energien, motiviert Forschung und Wirtschaft und schafft neue Marktchancen und Arbeitsplätze durch eine große Zahl dezentraler Akteure.

Rückfragen 8

1. **Wie arbeitet das Intergovernmental Panel of Climate Protection (IPCC)?**
2. **Welches Ziel hat der im Kyoto-Protokoll vorgesehene internationale Treibhausgas-Emissionshandel?**
3. **Was heißt „cap and trade“?**
4. **Wie heißt der „Vater“ des Erneuerbare Energiegesetzes?**
5. **Wie wirkt dieses Gesetz?**
6. **Schreibe die Langform von**

   (a) REA
   (b) FIT
   (c)REDD
   (d) CDM
   (e) IPCC

9. Ermutigung

Ökonomie und Ökologie sind in einer 100% erneuerbaren Energiezukunft vereint.

Die Umsteuerung vom fossil/atomaren Energiezeitalter zur Nutzung erneuerbarer Energien dient der Vermeidung von Risiken des Klimawandels und der Atomenergie. Sie ist der Ausweg, um moderne, energieintensive Lebensformen dauerhaft zu erhalten und den zunehmend steigenden Preisen von Öl und Gas zu entkommen.

Je mehr moderne Technologien zur Nutzung der erneuerbaren Energien eingesetzt werden, desto schneller fallen die Preise für die Technik. Große Zahl – kleiner Preis!

GRID PARITY wird inzwischen bei der Stromerzeugung durch Wasser, Wind und Solarthermie erreicht. Gemeint ist damit, dass die Produktionskosten erneuerbar erzeugten Stroms auf gleicher Höhe mit den Produktionskosten aus fossilen Energieträgern liegen.
Photovoltaik ist auf dem Weg, ebenfalls „grid parity“ zu erreichen.

Große Entwicklungen stehen im Hinblick auf die Produktion von elektrisch betriebenen Fahrzeugen bevor. E-MOBILITÄT mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen wird die Verbraucher und Verbraucherinnen in der Zukunft von ständig steigenden fossilen Kraftstoffpreisen befreien.

Nachfolgend sind zwei Grafiken aufgeführt. Zum einen die Energiequellen des weltweiten Energieverbrauches aus dem Jahr 2007. Zum anderen das Greenpeace Szenario für 2050 „energy (r)evolution aus 2010.

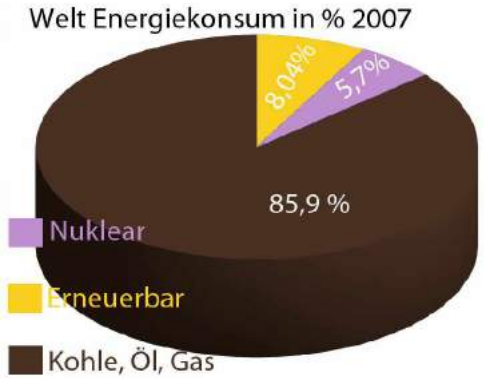


Abb. 40

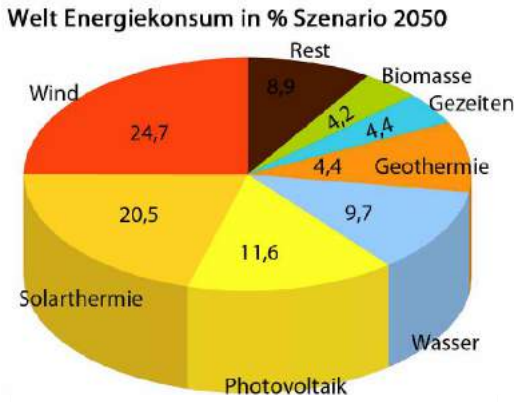


Abb. 41

Die Abb. 40 und 41 führen den Wechsel von fossil/atomar zur erneuerbaren Energieversorgung vor Augen. Der Anteil der erneuerbaren Energien aus 2007 wird durch die „Reste“ fossil/atomarer Energieversorgung in 2050 abgelöst.

Wenn die Politik das klare Ziel einer Energieversorgung aus erneuerbaren Energiequellen verfolgt und Hindernisse beseitigt, steigt auch die Motivation der Zivilgesellschaft, ihre Verantwortung für eine zukunftsfähige solare Energieversorgung zu übernehmen.

Die Entscheidung für den solaren Energiepfad fördert Wirtschaft, Entwicklung und Klimaschutz gleichermaßen. Sie fördert das globale WIR-Gefühl und verbindet die Regierungen aller Länder in der Aufgabe, den Klimawandel zu stoppen.
Sie eröffnet wie kein anderes politisches Wirkungsfeld die Möglichkeit, Ökonomie und Ökologie zu versöhnen und die gesellschaftlichen Kräfte für den Aufbruch in das Solarzeitalter einzusetzen.

Die Energie von der Sonne ist der Freund aller Menschen, Tiere und Pflanzen. Sie ist unbegrenzt verfügbar und endet nie.

Vor allem die heutige Jugend muss in die Lage versetzt werden, die Grundlagen der erneuerbaren Energietechnik zu erlernen. Sie wird das Solarzeitalter im 21. Jahrhundert gestalten und kann durch am besten durch Aufklärung dafür gewonnen und begeistert werden, den Weg in die Zukunft gemeinsam zu bauen.

Der Wechsel vom fossil/nuklearen Zeitalter zum solaren Zeitalter ist die attraktive und positive Chance für die Jugend des 21. Jahrhunderts.

Rückfragen 9

1. **Was können wir tun, um die CO“ Emissionen zu senken und die globale Erwärmung zu stoppen?**
2. **Was verstehst du unter E-Mobilität?**
3. **Wie wichtig ist es für dich, den Klimawandel aufzuhalten?**
4. **Warum ist die Nutzung der Energie von der Sonne so wichtig?**

10. Abbildungen (Abb.)

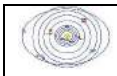
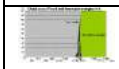
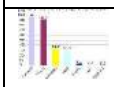
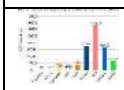
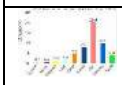
	**Abb. 1**	**Das Sonnensystem:** Khamis, Mussa, von Appen, Daniel 2011
	Abb. 2	**Einstrahlungswinkel :** Karsten, Andrea, von Appen, Daniel 2010
	Abb. 3	**Ökologischer Kreislauf:** Neumann, Gitesha; Karsten, Andrea; von Appen, Daniel 2010
	**Abb. 4**	**Globaler Energieverbrauch: Fossil und Erneuerbar:** Karsten, Andrea; von Appen, Daniel 2010
	Abb. 5	**Treibhauseffekt und Klimawandel:** Karsten, Andrea; von Appen, Daniel 2010
	**Abb. 6**	**Holz als Energiequelle:** Lit. (4)
	**Abb. 7**	**Stromkonsum/Einwohner/Jahr 2007:** Lit. (32)
	**Abb. 8**	**CO2 Emissionen pro Einwohner/Jahr 2004:** Lit. (32)
	Abb. 9	**Eisschmelze am Nord- und Südpol:** Lit. (16)
	Abb. 10	**Trockenheit:** Lit. (9)
	Abb. 11	**Jährliche Sonneneinstrahlung:** Lit. (19)
	Abb. 12	**CO2-Kreislauf:** Karsten, Andrea; von Appen, Daniel 2010
	Abb. 13	**3-Stein-Feuer:** Karsten, Andrea; von Appen, Daniel 2011
	Abb. 14	**Energiesparofen, Bangladesh:** Photo Karsten, Andrea 2008
	Abb. 15	**200 l Öl = 1 m^3 Holz:** Karsten, Andrea, von Appen, Daniel 2010
TABLE	**Abb. 16**	**Biokraftstoffe pro Hektar:** Lit. (23)
	Abb. 17	**Neue Energie:** Volpp, Sandra 2006
	Abb. 18	**Biogasanlage:** Mäckelburg, Lena 2006

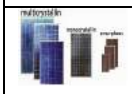
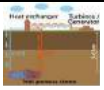
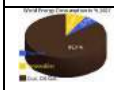
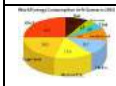
	Abb. 19	**Verstromung von Biogas:** Lit. (32)
	Abb. 20	**Globale Sonneneinstrahlung /Jahr:** Lit. (19)
	Abb. 21	**Solare Warmwasserbereitung:** Lit. (1)
	Abb. 22	**Solarkocher:** Photo Pfeiffer, Barbara
	Abb. 23	**Solarthermie durch Konzentratoren, Kalifornien: (c)** sbp sonne gmbh
	Abb. 24	**Barstow/Mojawe Wüste/Kalifornien:** © sbp sonne gmbh
	**Abb. 25**	**multikristallin, monokristallin, amorph:** von Appen, Daniel 2010
	Abb. 26	**LED Solar Lampe:** Photo D.light
	Abb. 27	**Inselanlage, Solarsystem:** Lit. (7)
	Abb. 28	**Alternating Current (AC) – Direct Current (DC):** von Appen, Daniel 2010
	Abb. 29	**Lieberose, 53 MW Solaranlage :** photo "juwi" solar
	Abb. 30	**On land "Onshore":** Photo Karsten, Andrea 2010
	Abb. 31	**Off land - "Offshore":** Lit. (33)
	Abb. 32	**Aufdachwindrad:** http://www.wind-mobil.de: Hacker, Günter 2011
	Abb. 33	**Three Gorges Dam:** Lit.
	Abb. 34a/b	**Phillippinen, Pico-Wasserkraft, Propeller Typ Turbine:** Meyer-Kahrs, Judith 2010
	Abb. 35	**Gezeitenkraftwerk:** Lit. (31)

	Abb. 36	**Wellenkraftwerk:** Lit. (19)
	Abb. 37	**Geothermie in Gebäuden:** Lit. (23), von Appen 2011
	**Abb. 38**	**Geothermische Stromerzeugung:** Lit. (23) von Appen 2011
	Abb. 39	**Desertec:** Lit. (34)
	**Fig. 40**	**Weltenergie-Konsum in % 2007:** Lit. (28)
	**Abb. 41**	**Greenpeace Scenario, Weltenergie-Konsum in % 2050:** Lit. (29)
	Abb. 0	**Nishati Rafiki – Die Sonne ist dein Freund:** Holzfuß, Timo 2009

11. Literatur (Lit.)

1 The United Republic of Tanzania Ministry of Education and Vocational Training 2007: Physics Syllabus for Ordinary Secondary Education Form I-IV
2 Physics for Zanzibar Secondary Schools Forms 1 & 2, 2008
3 Kiiza, Thadai 2008: Contemporary PHYSICS for Secondary Schools, Book Two
4 Norges Naturvernforbund, TaTEDO, CDI, 2009: Sustainable Energy Solutions in East Africa
5 Solar Energy Foundation 2009: Rural electrification with photovoltaic
6 Selected Indicators, Presentation 2008, gtz in Hamburg
7 Cuthbert Z.M. Kimambo, Richard Magembe, 2004: Umeme wa Jua na matumizi yake
8 Thomas Plaz, Samuel Glismann 2007/2008: Nishati jadidifu, Teaching unit about environment and renewable energies in Tanzania, DTP volunteers Kashasha Technical Vocational Training
9 Germanwatch 2008: Globaler Klimawandel, Ursachen, Folgen, Handlungsmöglichkeiten.
10 Christoph Bals, Dagmar Friedrichs u.a. 2008: Globaler Klimawandel, Diercke Spezial
11 Lernwerkstatt Wertenbroch, 2001: Lernwerkstatt Klimawandel, Die Menschheit am Scheideweg
12 Klima-Bündnis - Verkehrsclub Deutschland, Kinderwege in aller Welt
13 Weltsichten 5-2008: Dossier Klimawandel, Prinzipien der Gerechtigkeit
14 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2008: Länder im Vergleich
15 Solar Now, June 2008: Technical solar training manual, Basic design and installation training guide.
16 Reinhard Horn, Hans-Jürgen Netz, BUND: Eisbär, Dr. Ping und die Freunde der Erde
17 Eine Welt in der Schule, Grundschulverband, Heft 4/Dezember 2008
18 Wolfgang Wertenbroch, Die Menschheit am Scheideweg? Lernwerkstatt Klimawandel
19 Volker Quaschning 2006: Regenerative Energiesysteme
20 Dr.-Ing. Andreas Hiller, 2009: Umwelt Ringvorlesung TU Dresden, Nutzung von Biomasse Folie 13
21 In der Praxis gewonnene Erfahrungen mit Photovoltaikanlagen in Hamburger Privathaushalten, Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen, Andrea Karsten, Hamburg 1998
22 Newsletter for INFORSE No. 68, March-April 2010: Sustainable Energy News
23 Al Gore, 2010 München: Wir haben die Wahl
24 Sven Geitmann, 2010, Berlin: Erneuerbare Energien, Mit neuer Energie in die Zukunft
25 Stefan Rahmsdorf 2010: neue energie Nr.7, S.7: Uns bleiben noch wenige Jahre
26 Klima, Ein WAS IST WAS Buch, Band 125
27 Hermann Scheer, 2010: Der energethische Imperativ, 100% jetzt. Wie der vollständige Wechsel zu erneuerbaren Energien zu realisieren ist
28 BP Study 2008
29 Greenpeace 2010; energy ®evolution; a sustainable world energy outlook
30 gtz 2010; Solar (Tanzania); Overview of Solar energy resource in Tanzania; www.mem.go.tz; Kampala 11/12 OCT 2010; East African Regional Energy Resource Base
31 www.oceanpowermagazine.net; 2010; Tidal energy
32 www.stromgewinnung.com/wellenkraftwerk.shtml
33 www.we.t-auf-einen-blick.de/geographie/diverses.phv33k
34 Jochen Bettzieche, neue energie 01/2011, S. 89
35 Photon Juli 2009, S. 35
36 Rural electrification with photovoltaics, stiftung solarenergie – solar energy foundation
37 Charles Muchunku, Camco Advisory Services (K) Ltd. Installation Manual for PV systems; 3rd Version, March 2010
38 neue energie Nr. 05, Mai 2011
39 Faktor Fünf, Die Formel für nachhaltiges Wachstum, Ernst Ulrich von Weizsäcker, Karlson Hargrove, Micheal Smith, 11.03.2010
40 Working paper FNU 195; The sun rises in the East (of Africa): A Comparison of the Development and Status of the Solar Energy Markets in Kenya and Tanzania; Janosch Ondraczek 2010
41 Wikipedia.org/wiki/Emissionshandel; wikipedia.org/wiki/Clean Development Mechanism; wikipedia.org/wiki/Kyoto-Protokoll
42 Stromgestehungskosten erneuerbare Energien, Fraunhofer ISE-Studie 12/2010; Christoph Kost, Dr. Thomas Schlegl

12. Die English-Swahili-Version enthält einen Vokabelteil am Ende.

AUTOREN

Andrea Karsten 20.04.1943, Sozialökonomin, Hamburg, Germany. Gründerin der Deutsch-Tansanischen Partnerschaft e.V. (DTP) 1998. Mitbegründerin der Tanzania Renewable Energy Association (TAREA) 2001und der Zanzibar Solar Energy Association (ZASEA) 2003. Initiatorin des Freiwilligenprojektes für Völkerverständigung und Klimaschutz durch Erneuerbare Energien in Tansania (seit 2008 weltwärts) und des Programms „Tanzanian Renewable Energy Volunteers“. Solar Projekte und Workshops in Tansania und Deutschland, Auszeichnungen, Bundesverdienstkreuz 2009.

Mussa Abdi Khamis, 28.10.1963, Sansibar, Tansania.
1981 – 1984 Electrical Engineering im Karume Technical College, Physik- und Mathematiklehrer sowie stellvertretender Schulleiter an der Haile Selassie Secondary School in Sansibar, Stone Town/Tansania. Vorsitzender des Technischen Komitees der Zanzibar Solar Energy Association (ZASEA), Training von Local Solar Technicians; Initiator und Koautor der Solar Teaching Unit; Entwicklung des ZASEA Solar Schul-Programms.

Mohammed Khelef Mohammed, 05.02.1977, Pemba/Tansania.
Sprachenstudium Kisuaheli, Deutsch, Englisch und Pädagogik an der State University of Zanzibar, SUZA, Zanzibar/Tanzania.
Bachelor of Arts and Mass Communication, Tumaini University Dar es Salaam. Deutschlehrer an der SUZA. Analist/Kolumnist verschiedener Wochenzeitungen Dira, Rai, Hali Halisi, Fahamu Mwananchi etc. Seit 2011 Editorial Journalist der Deutschen Welle, DW-RADIO/DW-WORLD.DE, Bonn. Seit 2004 Kisuaheli-Lehrer für deutsche DTP-Freiwillige.

Thomas Plaz, 18.06.1986, Stuttgart, Germany.
Freiwilliges Ökologisches Jahr für Völkerverständigung und Klimaschutz durch Erneuerbare Energien mit der DTP in Tanzania in 2006/2007 (als Zivildienst anerkannt). Entwicklung einer Lerneinheit “Renewable Energy – Nishati Jadidifu” zusammen mit Samuel Glismann während seines Freiwilligenjahres in Kashasha, Lutheran Vocational Training Centre. Seit 2007 an der Universität Dresden, Studium Maschinenbau und Energietechnik; Mitglied im Pausenchor der ev. Studentengemeinde und bei der Freiwilligen Unterstützergruppe Ehemaliger FUgE der DTP.