

Klimawandel und Energiegleichgewicht auf der Erde

Dies ist keine Studie, eher ein Denkanstoß.
Ich habe versucht, die verfügbaren Informationen
unter einem neuen Aspekt zu betrachten.

László Miklós Biró
laszlo.biro@samunet.hu

Inhalt

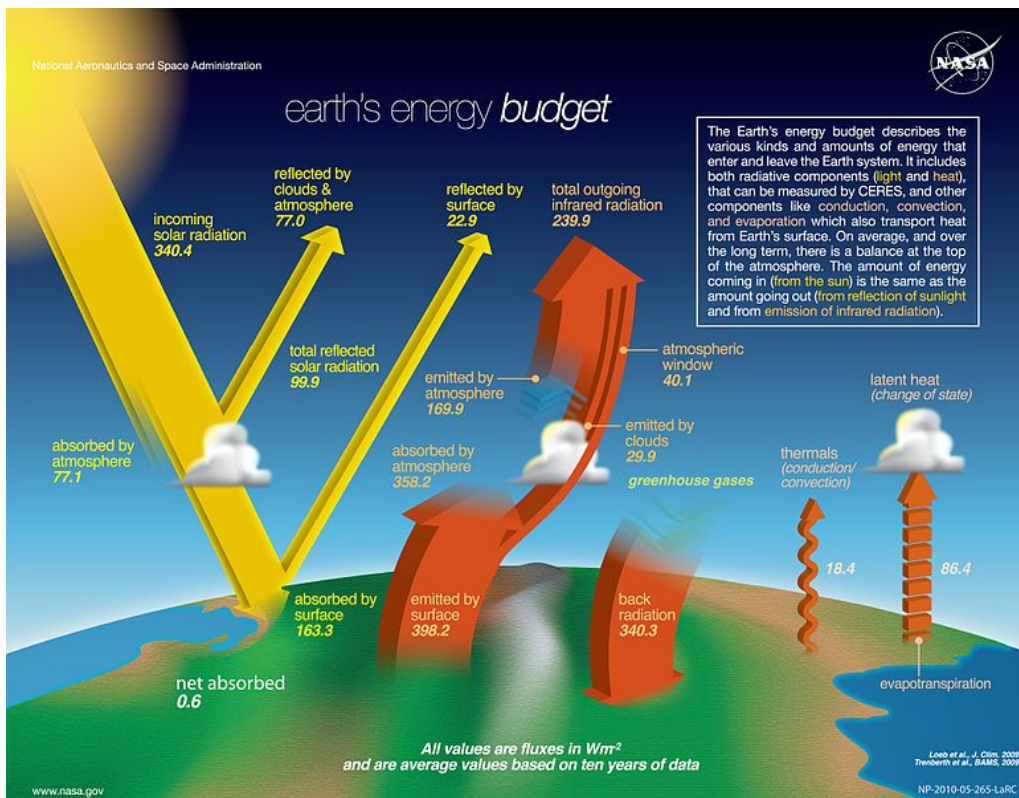
Klimawandel und Energiegleichgewicht.....	1
auf der Erde.....	1
Der Klimawandel als Folge des auf der Erde zerstörten Energiegleichgewichtes	3
Die aktuelle Situation.....	3
Die Energiebilanz.....	4
Die Industrielle Revolution	5
Effizienz.....	6
Nukleare Energie.....	7
Die Abdeckung des Energiebedarfes	7
Erneuerbare Energiequellen	8
Gezeiten- und Wellenkraftwerke	8
Geothermische Kraftwerke	8
Wasserkraftwerke.....	8
Biomassekraftwerke	9
Windkraftwerke	9
Sonnenkraftwerke (fotoelektrische Systeme).....	9
Die Speicherung der Elektroenergie.....	9
Energie sparen.....	10
Industrielle Nutzung und Produktion	10
Transport.....	11
Zivile Nutzung	12
Zusammenfassung.....	14

Der Klimawandel als Folge des auf der Erde zerstörten Energiegleichgewichtes

Die aktuelle Situation

Heute ist der Klimawandel eines unserer größten Probleme. Er beeinflusst unser Leben, und die Erforschung seiner Ursachen ist für unsere Zukunft deshalb zwingend notwendig. Zahlreiche mathematische Modelle wurden zur Beschreibung der Situation entwickelt, aber diese Modelle beschreiben den Klimawandel nur bezüglich der meteorologischen Prozesse in der Atmosphäre.

Die Veränderungen scheinen viel schneller zu erfolgen, als in den Modellen prognostiziert. Nach den aktuellen Modellen sind die wachsenden Emissionen von Treibhausgas die Hauptursachen der globalen Erwärmung. Seit Beginn der Industriellen Revolution sind die Emissionen von Kohlendioxid gestiegen und durch die Massentierhaltung wird immer mehr Methan produziert. Diese Gase halten die Wärmemenge zurück, die die Erde zuvor in den Weltraum abstrahlen konnte.



Quelle: The-NASA-Earth's-Energy-Budget-Poster-Radiant-Energy-System-satellite-infrared-radiation-fluxes

Die Energiebilanz

Die obige Abbildung gibt eine gute Darstellung über die Energiebilanz, es fehlt jedoch eine kleine, scheinbar unbedeutende Komponente. Dies ist der winzige Bruchteil der eintreffenden Sonnenenergie, welcher in chemische Energie konvertiert wird. Das Ergebnis dieses Prozesses ist die Bildung von Kohle, Öl und Erdgas. Die auf diese Weise konvertierte Energiemenge scheint nicht signifikant zu sein, jedoch dieser Prozess läuft seit Milliarden von Jahren. Die dadurch angesammelte Energiemenge wird durch die Menschheit erst seit einigen hundert Jahren mit einer zur Entstehung sechsfachen Intensität freigesetzt. Dies bedeutet die Wirkung der frei gesetzten Energie ist sechsfach im Verhältnis zur Absorption!

Eine NASA Studie enthält darüber:

Earth's Energy Budget

Note: Determining exact values for energy flows in the Earth system is an area of ongoing climate research. Different estimates exist, and all estimates have some uncertainty. Estimates come from satellite observations, ground-based observations, and numerical weather models. The numbers in this article rely most heavily on direct satellite observations of reflected sunlight and thermal infrared energy radiated by the atmosphere and the surface.

Earth's heat engine does more than simply move heat from one part of the surface to another; it also moves heat from the Earth's surface and lower atmosphere back to space. This flow of incoming and outgoing energy is Earth's energy budget. For Earth's temperature to be stable over long periods of time, incoming energy and outgoing energy have to be equal. In other words, the energy budget at the top of the atmosphere must balance. This state of balance is called radiative equilibrium.

About 29 percent of the solar energy that arrives at the top of the atmosphere is reflected back to space by clouds, atmospheric particles, or bright ground surfaces like sea ice and snow. This energy plays no role in Earth's climate system. About 23 percent of incoming solar energy is absorbed in the atmosphere by water vapor, dust, and ozone, and 48 percent passes through the atmosphere and is absorbed by the surface. Thus, about 71 percent of the total incoming solar energy is absorbed by the Earth system.

Quelle: earthobservatory.nasa.gov/features/EnergyBalance

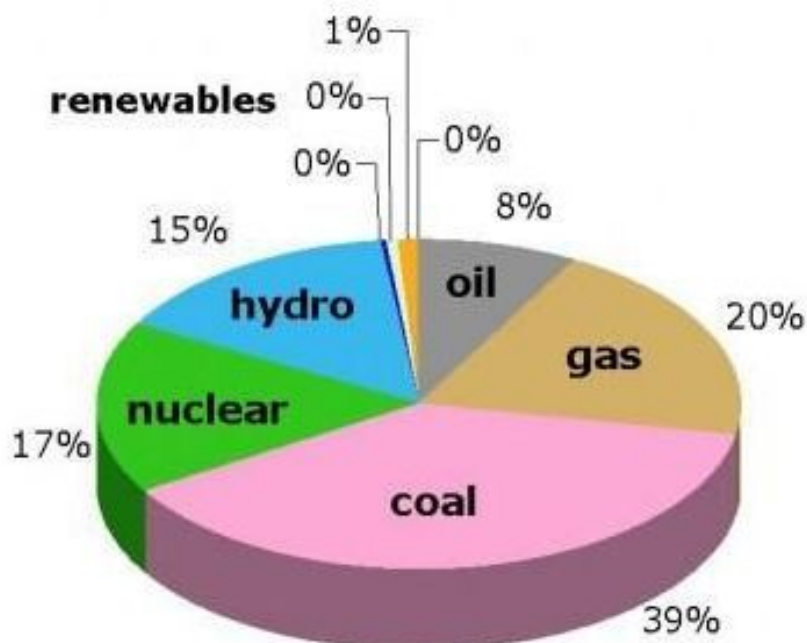
Wir müssen deshalb neben den meteorologischen Aspekten auch das thermische Gleichgewicht der Erde mit untersuchen. Die einfallende Sonnenenergie sollte deshalb mit dem durch die Bevölkerung erzeugten Energieüberschuss ergänzt werden. Eine Temperaturerhöhung von 1,2 – 2 % auf der Kelvin-Skala erscheint nicht sehr wesentlich, wenn man jedoch diese Temperaturerhöhung auf den „lebensfähigen“ Temperaturbereich projiziert, kann dieser Wert auch auf über 5 % ansteigen.

Die Industrielle Revolution

Vor der industriellen Revolution führten die eintreffende Sonnen/Wärmeenergie und die abgegebene ausgestrahlte Energie bei bestimmten Temperaturen der Erdoberfläche zu einem thermischen Energiegleichgewicht. Die steigende Industrieproduktion und andere menschliche Aktivitäten führten nicht nur zu Erhöhungen der Treibhausgasemissionen, sondern es wird auch extra Wärme produziert. Durch die Nutzung der fossilen Energieträger wird die in Milliarden Jahren als chemische Energie konservierte Sonnenenergie innerhalb einiger hundert Jahre millionenfach schneller frei gesetzt. So kann man feststellen, dass der Energiegehalt aller zur Kraftstoffherstellung benutzten fossilen Energieträger zur eintreffenden Sonnenenergie hinzu gefügt werden muss.

Die heutige Energieaufteilung hat nach Forbes folgende Struktur:

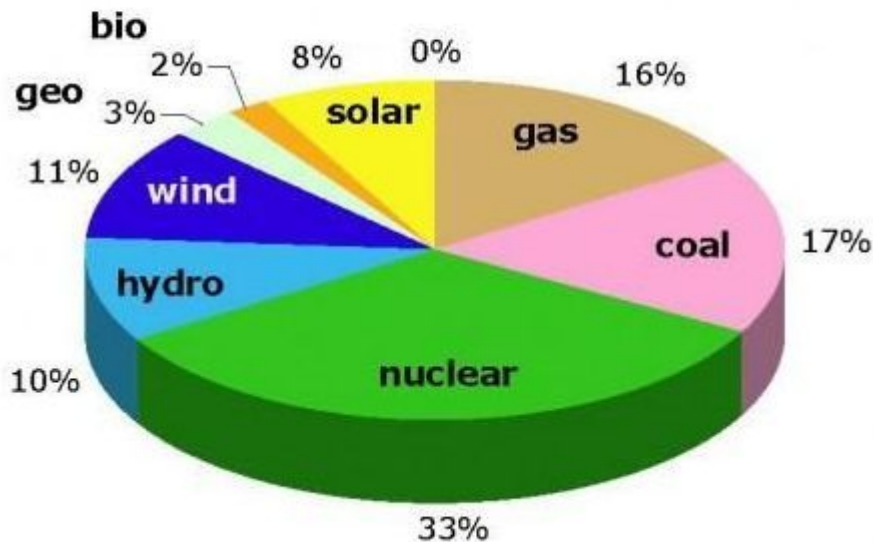
World (2011) 15 tkWhrs/yr Present Energy Distribution (Power)



Quelle: Earth_energy_mix_Forbes

Die aktuellen mathematischen Modelle rechnen nur mit den Treibhausgasemissionen, der an der Erdoberfläche generierte Wärmeüberschuss wird jedoch nicht berücksichtigt. Auch in dieser Hinsicht sind die mittelfristigen Prognosen nicht sehr positiv.

World (2040)
30 tkWhrs/yr
A Target Sustainable Energy Distribution
by 2040 (Power)



Quelle: Earth_energy_mix_Forbes

Das neue Gleichgewicht, welches neben der eintreffenden Sonnenenergie auch die „vor Ort“ generierte Energie enthält, stellt sich auf der Erdoberfläche bei einer höheren Durchschnittstemperatur ein. Dies ist Hauptursache der globalen Erwärmung. .

Die CO2-Neutralität ist deshalb nicht ausreichend;
die Energie-Neutralität muss erreicht werden.

Wenn wir die globale Erwärmung wirklich stoppen wollen, muss die Anwendung der fossilen und nuklearen Energieträger eingestellt werden, die Sonnenenergie konvertiert, gespeichert und neu verteilt werden. .

Effizienz

Es ist allgemein bekannt das bei der Verbrennung von Erdgas, Öl oder Kohle oder bei deren Verwendung als Kraftstoff Treibhausgase emittiert werden, jedoch muss man auch die entstehende frei werdende Energie berücksichtigen. Nach den Gesetzen der Thermodynamik bildet sich jede frei werdende Energie früher oder später in Wärme um. Erschwerend kommt hinzu, dass der Wirkungsgrad von Wärmekraftwerken 40 % oder noch geringer ist. Dies bedeutet, dass bei der Produktion von 1 kWh „nützlicher“ Energie 1,5 kWh Wärme frei gesetzt wird; und damit die gesamte Wärmebelastung 2,5 kWh beträgt! Wenn wir den genauen Wert ermitteln wollen, müssen wir den Gesamtenergiegehalt der zur Energiegewinnung benutzten fossilen Brennstoffe berücksichtigen!

Nukleare Energie

Obwohl die nuklearen Energieträger keine Treibhausgase entwickeln, bleiben einige ihrer negative Auswirkungen fast unberücksichtigt. Gut bekannt sind die negativen Wirkungen der Strahlung und das Problem der Endlagerung des nuklearen Restmülls, aber ein grösseres Problem ist, daß das nukleare Kraftwerk ebenfalls ein Wärmekraftwerk ist, welches wir mit Atomenergie heizen. Die Kehrseite des Systemes ist, dass Kernkraftwerke – und auch die zukünftigen Fusionsanlagen - unbegrenzte Mengen Energie frei setzen können, wobei aber auch unbegrenzte Mengen Wärmeenergie entsteht. Der für 2040 prognostizierte Energiemix rechnet mit nur 32 % erneuerbare Energie, wobei aber die mit Atomenergie produzierte Energiemenge verdoppelt werden soll.

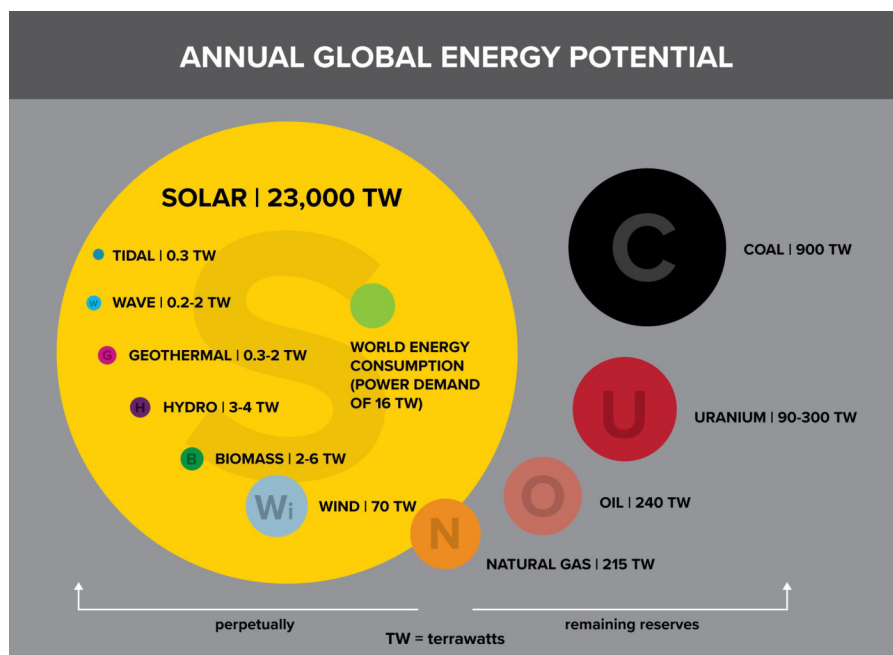
Betrachten wir ein Beispiel: bei einem Atomkraftwerk mit 2000 MW Leistung und einer Effizienz von 40 % (dies ist eine optimistische Annahme, der realistische Wert kann noch niedriger sein) werden diese 2000 MW beim Endnutzer als Wärme erzeugt, weitere 3000 MW werden durch das Kühlsystem direkt an die Umgebung abgegeben, wodurch eine spürbare Erhöhung der Umgebungstemperaturen erfolgt.

Die generierte Wärmebelastung durch das Kraftwerk beträgt somit 5000 MW!

Wenn wir dieses Kraftwerk durch eine 2400 MW-Anlage ersetzen, dann beträgt die Wärmeenergie vor Ort 3600 MW und die insgesamt generierte Wärmeenergie damit 6000 MW, somit eine Steigerung um 20 %.

Die Abdeckung des Energiebedarfes

Die auf die Erde übertragene Sonnenenergie kann den Energiebedarf der Menschheit ausreichend abdecken.



Quelle: solar-prevalence_UCDavis_edu

Nach dieser Darstellung beträgt der globale Energiebedarf 16 TW. Dies ist jedoch nur die nutzbare wirksame Energie. Berücksichtigt man auch die Verluste so muss ein Faktor 2,5 benutzt werden. Somit beträgt der aktuelle wirkliche Bedarf 40 TW. Die einfallende Sonnenenergie ist das 575-fache dieses Bedarfes. Bei einer angenommenen Effizienz von 20 % für die Umwandlung von Sonnenenergie in Elektrizität, ist die zur Verfügung stehende Sonnenenergie das 120-fache des globalen Energiebedarfes.

Konvertieren ist notwendig, und nicht produzieren.

Die Abdeckung des weltweiten Gesamtenergiebedarfes ist nur durch eine sehr enge internationale Kooperation erreichbar.

Erneuerbare Energiequellen

Aktuell werden folgende erneuerbare Energiequellen betrachtet:

- Gezeitenkraftwerke
- Wellenkraftwerke
- Geothermische Kraftwerke
- Wasserkraftwerke
- Biomassekraftwerke
- Windkraftwerke
- Photovoltaikanlagen.

Die Berücksichtigung dieser Typen muss mit Vorsicht erfolgen, da einige nicht wirkliche erneuerbare Quellen sind, oder aber Nachteile haben, die nur bei einer massenhaften Anwendung wahrnehmbar sind.

Gezeiten- und Wellenkraftwerke

Mechanische Energie wird in Elektroenergie umgewandelt. Sie beinhalten einen komplexen Aufbau und haben intensiven Betriebs- und Wartungsaufwand. Es ist fraglich, ob ihre langfristige Anwendung wirtschaftlich sein wird.

Geothermische Kraftwerke

Die geothermischen Kraftwerke benutzen nur scheinbar erneuerbare Energie. Wenn in einem bestimmten Gebiet mehrere geothermische Kraftwerke betrieben werden, wird die Effizienz der Systeme abnehmen. Diese Anlagen – wenn sie zur Produktion von Elektroenergie benutzt werden – ihre Effizienz ebenfalls im Bereich von 40 % ist, sind Wärmekraftwerke, sie leiten Wärme aus tieferen Regionen der Erde auf die Oberfläche und erhöhen damit die globale Erwärmung.

Wasserkraftwerke

Sie haben eine gut erprobte und realisierte Technologie mit langjährigen Erfahrungen. Zwischen allen Kraftwerkstypen können die Wasserkraftwerke am schnellsten auf Laständerungen reagieren. Die Auswirkungen auf die unmittelbare Umgebung und Bevölkerung sollten gründlich analysiert werden.

Biomassekraftwerke

Obwohl diese wirkliche erneuerbare Quellen sind, die Effizienz ungefähr 40 % ist, können in der unmittelbaren Umgebung neben dem Ausstoss von Kohlendioxid weitere unangenehme Nebenwirkungen auftreten. Jedoch sind sie dazu geeignet den Energiegehalt des sich aus der Biomasse bildenden Methans zu extrahieren.

Windkraftwerke

Eine weit verbreitete Nutzung kann kritische Wirkung auf das meteorologische System haben. . Der Wind transportiert Wärme und bewegt die Wolken. Wenn die kinetische Energie aus dem Wind entzogen wird um Elektroenergie zu gewinnen, führt dies zu langsamen langwierigen Änderungen im Klimasystem. Es ist nicht sicher, dass eine weit verbreitete Anwendung zweckentsprechend ist.

Sonnenkraftwerke (fotoelektrische Systeme)

Zur Zeit scheinen diese die umweltfreundlichste Lösung zu bieten. Wenn keine Solarzelle vorhanden ist, dann erwärmt die einfallende Sonnenenergie direkt die Erdoberfläche. Wenn Solarzellen installiert werden, dann wird ein Teil der Oberfläche abgedeckt und der entsprechende Anteil der eintreffende Energie wird in Elektroenergie konvertiert. Die lokale Erwärmung wird dadurch etwas reduziert, da Energie aus dem System entzogen wird und direkt zum Endverbraucher umgeleitet wird. Die gewonnene Energie kann sofort verwendet oder gespeichert werden.

Die Speicherung der Elektroenergie

Derzeit ist das grösste Problem, dass der Energieverbrauch kontinuierlich erfolgt, die Erzeugung der erneuerbaren Energien jedoch mit wenigen Ausnahmen zeitweilig und schwer steuerbar ist. Deshalb muss die erzeugte und nicht verwendete Elektroenergie gespeichert werden. Die heute eingesetzten Akkumulatoren sind groß schwer und ihre Speicherkapazität ist nicht ausreichend. Sie können nur in kleinerem Umfang netzunabhängige Leistung bieten.

Pumpspeicherkraftwerke können hierzu eine Lösung sein, sie benutzen eine bewährte Technologie und entsprechen den Anforderungen der Überwachungs- und Steuerungssystemen (SCADA, Supervisory control and data acquisition). Die Benutzung erfordert keine neuen Lernprozesse. Als Nachteile sind die hohen Investitionskosten und die speziellen Anforderungen bei der Standortfestlegung zu berücksichtigen.

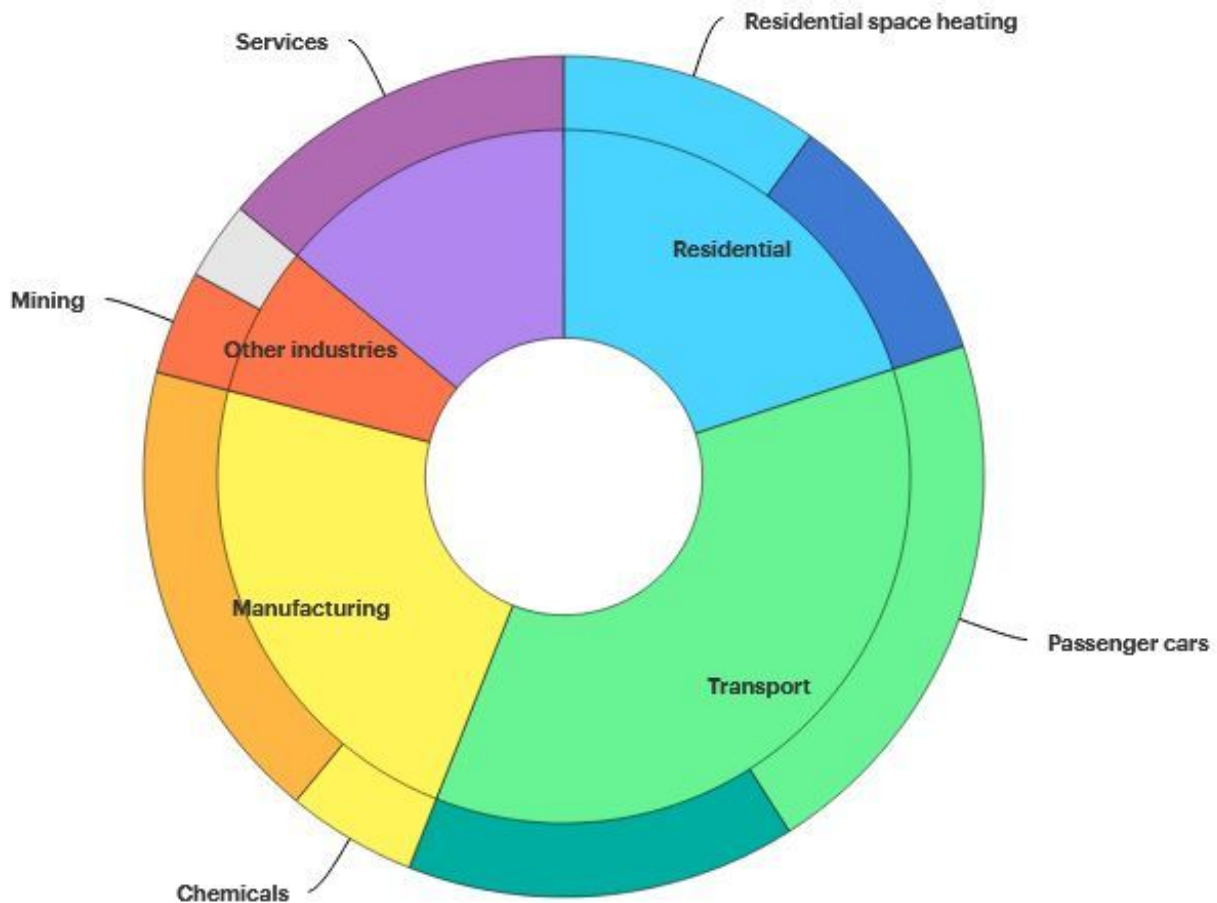
Der Überschuss an produzierter Elektroenergie kann zur Wasseraufspaltung benutzt werden. Der dabei gewonnene Sauerstoff kann sogar emittiert werden, oder in komprimierter Form transportiert und für andere Anwendungen benutzt werden. Der Wasserstoff kann ebenfalls komprimiert, verflüssigt, transportiert und gespeichert werden. Dies kann später in Brennstoffzellen, Gasturbinen und Hochöfen eingesetzt werden. Er ist leicht anwendbar im Zivil- und Industriebereich. Auch der Transport bedeutet keine Schwierigkeit. Das Transportsystem für Wasserstoff kann analog zu den jetzigen Systemen für Erdgas aufgebaut werden.

Die ankommende Sonnenenergie kann mit den jetzt zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten den Gesamtenergiebedarf der Erde abdecken. Vermutlich ist der Zyklus - mit Sonnenenergie angereichertes Wasser – Wasserstoff – Wasser - ausreichend, um den gesamten Energiebedarf abzudecken.

Der Staat oder die Organisation, welche zuerst in die industriemässige Verteilung und Benutzung von Wasserstoff investiert, wird für lange Zeit führend in der Weltwirtschaft sein.

Energie sparen

Die Energieeffizienz ist die entscheidende Frage:



Quelle: IEA, Largest end uses of energy by sector in selected IEA countries, 2018, IEA, Paris
<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/largest-end-uses-of-energy-by-sector-in-selected-iea-countries-2018-2>

Die wichtigsten Bereiche der Energieanwendung sind die folgenden:

- Produktion und industrielle Nutzung
- Transport
- Zivile Nutzung
- Dienstleistungen

Industrielle Nutzung und Produktion

Die Reduzierung des Energiebedarfes ist im Industriesektor eine gut bekannte und behandelte Zielstellung. Ein geringerer Energiebedarf führt zu kleineren Kosten und damit zu höheren Gewinnen, deshalb ist das Streben nach Energieeinsparungen ein Selbsterhaltungsprozess. Die

spanebhebenden Technologien werden durch Präzisionsgussverfahren und 3D Druckverfahren ersetzt, welche gleichzeitig auch zu Materialeinsparungen führen.

Transport

Hier ist die Situation ähnlich, wie bei der industriellen Nutzung, die Reduzierung der Kraftstoff-kosten ist eine grundlegende Forderung. Davis Chhoa Studie an der Stanford University :

Increasing Efficiency

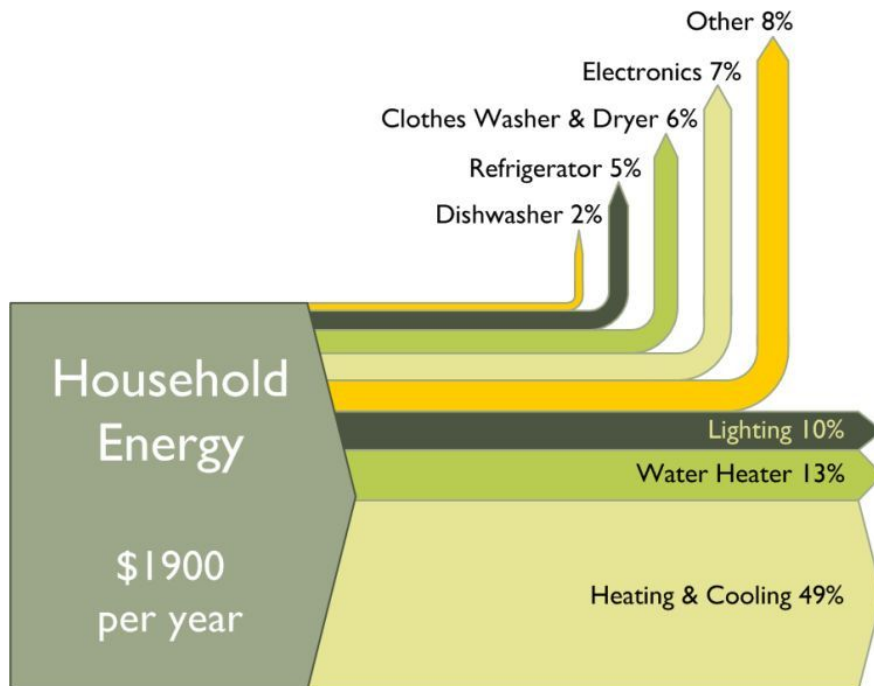
According to historic trends in measurements of aircraft fuel usage per seat, modern aircraft are approximately 80% more fuel efficient than aircraft of the 1960s through a combination of increased passenger capacity and technological improvements to improve fuel usage. [4] The rate of fuel efficiency improvement was quite variable throughout the past half century due to different developments in turbo engines, fuel consumption, and aircraft design. Between the 1960s and 1980s, the rate of fuel efficiency increased by an average of 3% annually, as determined by the International Civil Aviation Organization's calculated metrics, while there was essentially no increased fuel efficiency between the 1970s and 2000s. [3] However, as a result of recent fluctuations in fuel prices and the fact that fuel expenses comprise a significant amount of an aircraft's operating expenses, engineers have been working on improving aircraft fuel efficiency. [5] Furthermore, aircraft are incredibly energy efficient vehicles once they are up in the air. In fact, the faster the aircraft are able to travel, the more efficient they become. Since aircraft travel long distances and carry a limited quantity of fuel before needing to be replenished, engineers are working on improving the fuel efficiency of aircraft in order to fly longer distances with reduced amounts of fuel. The Airbus 320neo, shown in Fig. 1, is one of the most recent aircraft developed. It claims a reduction in fuel usage of approximately 15 percent compared to previous the previous Airbus 320 model. [6] The "neo" in the new aircraft's name refers to the use of a new, more fuel-efficient engine, demonstrating an example of the relationship between technology and efficiency improvements.

Quelle: <http://large.stanford.edu/courses/2017/ph240/chhoa1/>

Der öffentliche Verkehr lässt sich relativ einfach auf elektrische Fahrzeuge umstellen, und ähnlich ist die Situation im privaten Verkehr. Die Elektroautos werden immer bezahlbarer und die Benutzung immer komfortabler. Gute Übergangsmöglichkeiten bieten die hybriden Fahrzeuge (aber NICHT die „light“ hybriden Versionen.)

Zivile Nutzung

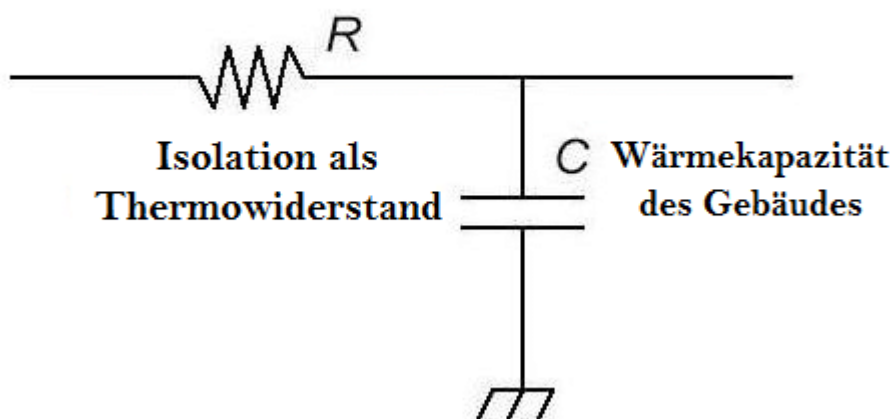
Dies scheint einer der schwierigsten Bereiche zu sein.



Quelle: https://www.sankey-diagrams.com/wp-content/gallery/x_sankey_004/cache/home-energy-use-sankey-diagram.png-nggid03368-ngg0dyn-500x0x100-00f0w010c010r110f110r010t010.png

Heizung und Kühlung benötigen fast die Hälfte der zur Verfügung stehenden Energie. Dabei führt die Kühlung in der Außenumgebung zur sofortigen Temperaturerhöhung. Die Wärme-isolation der Aussenwände an den Gebäuden reduziert den Energiebedarf beim Heizen und Kühlen, jedoch müssen auch die weiteren Faktoren des Energieverbrauches im Haushalt betrachtet werden. So kann zum Beispiel die Wärmekapazität der Gebäude erhöht werden, wodurch sich eine Art „thermischer Puffer“ bildet.

Thermische Pufferbildung

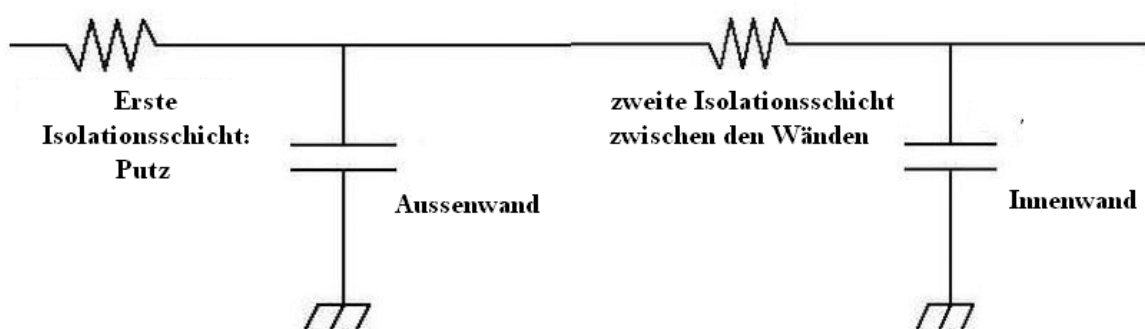


Durch diese Lösungen werden die Temperaturspitzen – sowohl die heißen als die kalten - abgeschwächt. Alte Ziegel- oder Steingebäude bleiben im Sommer viel kühler, da die Wärmekapazität des Gebäudes relativ groß ist. Die Hitze des Tages reicht nicht aus, um die Wände zu überhitzen, jedoch nachts strahlen die Außenwände einen wesentlichen Teil der aufgenommenen Wärme wieder ab und kühlen sich dabei ab.

Moderne Leichtbau-gebäude haben für eine derartige Wirkungsweise nicht ausreichend Wärmekapazität. Deshalb sollte man zur Verwendung der alten schweren Mauerwerkmaterialien zurück kehren, zumindest für die Aussenwände. Eine interessante Methode wird in Belgien benutzt: in Doppelwänden wird eine Wärmeisolationsschicht eingefügt und auf die Aussenschicht wird ein wärmedämmender Putz aufgetragen.



Dadurch wird ein „Doppelter thermischer Puffer“ Effekt erreicht.



Zusammenfassung

Die CO2-Neutralität ist nicht ausreichend; wir müssen energieneutral werden.

Wir dürfen auf der Erde keine überschüssige Energie produzieren; wir müssen die vorhandene Sonnenenergie umwandeln und nutzen.

Durch eine Rückkehr zu traditionellen schweren Baumaterialien in der Architektur können wir den Energieverbrauch beim Heizen und Kühlen von Gebäuden reduzieren.