

Energiewandlungsketten – Definitionen Energy Conversion Chains - Definitions

von/by Carl-Jochen Winter, Obere St.-Leonhardstr. 9 88662 Überlingen

Allgemeines

Energiewandlungsketten bestehen aus Kettengliedern aufeinanderfolgender Energiewandlungsschritte. In der Regel beginnen Energiewandlungsketten mit dem Primärenergierohstoff, der umgewandelt wird in Primärenergie, diese in Sekundärenergie(n), diese in Endenergie, Nutzenergie, schließlich in die Energiedienstleistungen.

Es gibt einen ausschließlichen Grund für den Durchlauf durch Energiewandlungsketten: Die zeit-, orts-, umwelt- und mengengerechte Bereitstellung der vier Energiedienstleistungen (1) warme oder kühle Räume, (2) Kraftunterstützung in Produktion und Transport, (3) Beleuchtung von Straßen, Wohnräumen und Arbeitsplätzen, schließlich (4) alle Arten von Kommunikationsdiensten – es gibt keinen anderen Grund.

Es gibt lange und kurze Energiewandlungsketten mit mehr oder weniger Wandlungsschritten = Kettengliedern. Jeder Schritt geht mit Energieverlusten einher. Die typische Energiewandlungskette beginnt mit der Produktion, führt über die Speicherung, den Transport, zur Verteilung und Nutzung, schließlich zur Abfuhr von Abwärme. – Energiewandlungsketten gehen in der Regel mit Stoffumwandlungsketten zusammen. Die Stoffintensität ist sehr unterschiedlich: sie geht von den investiv und betrieblich stoffintensiven Primärenergierohstoff abhängigen fossilen und nuklearen Energien zu den betrieblich primärenergierohstofflosen erneuerbaren Energien gegen Null.

Basic Concepts

Energy conversion chains consist of chain links representing consecutive energy conversion steps. Regularly, energy conversion chains start with a primary energy raw material which is converted into secondary energies, these into end energy, useful energy, and finally into energy services.

There is only one exclusive reason for the run through energy conversion chains: the supply in terms of time, location, amount, and ecology of the four classical energy services (1) warmed or cooled living and working places, (2) support of production and transport, (3) lighting of streets, living and working places, and (4) all sorts of communication means – there is no other reason.

There are longer or shorter energy conversion chains with more or fewer conversion steps = chain links. Each step is accompanied by energy losses. The typical energy conversion chain starts with the production of energy raw materials, goes over to storage, transport, and dissemination of energy and matter, and ends finally with utilization, followed by exhaust of remaining heat and environmentally and climatically responsible final treatment of pollutions. In general, energy conversion chains and material conversion chains goes in parallel. The material intensity of chains can be quite different: they range from highly materially intensive fossil and nuclear energies to renewable energies which, on principle, are without operational energy raw materials; their material intensity tends to zero.

<u>Begriffe:</u>		<u>Definitions:</u>	
1. Energie	<ul style="list-style-type: none"> • die Summe aus gerichteter Energie (Exergie) und nicht zu richtender Energie (Anergie) • die Summe aus technischer Arbeitsfähigkeit (Exergie) sowie ihrer im Zuge konsekutiver Umwandlung und Bereitstellung entstehender Exergievernichung (exergy destruction) und Exergieverlusten (exergy losses), sowie Anergie 	1. Energy	<ul style="list-style-type: none"> • the sum of exergy and anergy • the sum of technical work plus exergy destruction, exergy losses, and anergy
2. Exergie	<ul style="list-style-type: none"> • gerichtete Energie • technische Arbeitsfähigkeit • mechanische, chemische, thermische, magnetische und elektrische nutzbare Nutzenergie 	2. Exergy	<ul style="list-style-type: none"> • ---- • available technical work • mechanical, chemical, thermal, magnetic, and electrical useful energy
3. Anergie	<ul style="list-style-type: none"> • nicht zu richtende Energie • Irreversibilitäten, etwa der Verbrennung, des Wärmeübergangs auf die Rohrregister, des Wärmestroms durch die Anlage • Wärme bei Umgebungstemperatur • die Summe aus allen Umwandlungs-, Transport-, Verteilungs- und Speicher- verlusten sowie aus <i>genutzter</i> Nutzenergie 	3. Anergy	<ul style="list-style-type: none"> • ---- • irreversibilities, as for instance in combustion processes, in heat transfer, in heat flow through an energy converter • ambient heat • the sum of conversion, transport, dissemination, and storage losses plus the <i>utilized</i> useful energy

4. Negentropie

- kein oder geringer Entropiezuwachs der Energieumwandlung
- durch Information, Innovation und Einsatz niedrig verzinslichen finanziellen Kapitals gewonnene Exergie (technische Arbeitsfähigkeit)
- durch rationelle Energiewandlung und rationelle Energieanwendung vermehrt gewonnene Nutzenergie (Exergie)
- durch den nach menschlichen Maßstäben unerschöpflichen Zustrom solarer Strahlungsenergie garantierte Erneuerbarkeit solar erneuerbarer Energien auf der Erde
- durch den nach menschlichen Maßstäben unerschöpflichen Zustrom von Zerfallswärme im Erdinnern garantierte Erneuerbarkeit des nutzbaren Abstroms geothermischer Energie an die Erdoberfläche
- durch die nach menschlichen Maßstäben nicht endende relative Massenanziehung von Sonne, Erde und Mond bewirkte beständige Erneuerung der nutzbaren Gezeitenenergie auf der Erde
- wirkt der mit Energienutzung verbundenen Entropievermehrung = Energieentwertung entgegen.

4. Negentropy

- no or little entropy increase
- exergy (technical work) gained via information, innovation and low interest rate financial capital
- useful energy (=exergy) gained through highly efficient energy conversion and energy utilization
- through the continuous renewable solar energy offer to Earth
- through the continuous flow of geothermal heat to the earth's surface
- through the continuously renewed offer of tidal energy
- it counteracts unavoidable entropy increases

Die vier Energiedienstleistungen

- Warme und kühle Räume sowie wärmegeführte Prozesse
- Beleuchtete Straßen, Arbeitsplätze und Wohnräume
- Kraftunterstützung in Produktion und Transport
- Kommunikation und Information

The four energy services

- Warmed and cooled rooms, and heat-governed industrial processes
- Lighted streets, workplaces and living space
- Support in production and transport
- All sorts of communication means

Die vier Nutzenergien zur Gewährleistung von Energiedienstleistungen

- Wärme
- Licht
- Kraft¹⁾
- Elektromagnetische Energie für Kommunikations- und Informationsdienste

The four useful energies which provide energy services

- Heat
- Light
- Power¹⁾
- Electromagnetic energy

Die drei Endenergien zur Bereitstellung der Nutzenergien

- Thermische Energie²⁾: Wärme aus solaren oder nichtsolaren Nah- oder Fernwärmesystemen an der Übergabestelle sowie Prozesswärme aus industrieller Umwärme
- Chemische Energie: Erdgas oder Heizöl vor der Wärmezentrale oder vor dem Blockheizkraftwerk; Benzin, Dieselöl oder Wasserstoff im Automobiltank; Kerosin oder Flüssigwasserstoff im Flugzeugtank
- Elektrische Energie: Elektrischer Strom an der Steckdose von Haushalten oder Kleinverbrauchern sowie von Produktionsstätten; elektrischer Strom in der Oberleitung von elektrischen Verkehrssystemen.

The three end energies which supply useful energy

- Thermal energy²⁾: heat from solar or nonsolar district heating systems, process heat in industrial processes
- Chemical energy: natural gas or mineral oil for combined heat and power; gasoline, Diesel or hydrogen in the fuel tank of a motor vehicle; kerosene or liquefied hydrogen in the tank of an airplane
- Electrical energy: Electricity at the socket in households or industry; electricity in the overhead lines of rail systems

Die drei Sekundärenergiearten³⁾

- Thermische Energie: Wärme am Ausgang des Sonnenkollektors; ausgekoppelte Wärme aus einem Kraftwerksprozess
- Chemische Energie: Benzin, Heizöl am Ausgang der Raffinerie
- Elektrische Energie: Strom aus den Klemmen des Kraftwerksgenerators

Die drei Primärenergiearten

- Solare⁴⁾ und nichtsolare erneuerbare: Die Strahlungsenergie der Sonne, die potentielle Energie von Wasser in geodätischer Höhe, die kinetische Energie des Windes, die Umgebungswärme, die chemische Energie der Biomasse, die thermische und kinetische Energie des Meeres sowie die Gezeitenenergie und die Geothermie
- Fossile: Kohlenstaub vor dem Kraftwerk oder vor der Vergasungsanlage; Mineralöl vor der Raffinerie; entfeuchtetes Erdgas
- Nukleare: Die Brennelemente im Reaktorkern

Die zwei Primärenergierohstoffarten (in den Lagerstätten der Erdkruste)

- Fossile: Steinkohle, Braunkohle, Rohöl, Teersand, Ölschiefer, Erdgas
- Nukleare: Uranverbindungen, Thoriumverbindungen, (Plutonium⁵⁾)
- Solare: keine

The three secondary energies³⁾

- Thermal energy: heat of the solar collector; heat from power stations
- Chemical energy: gasoline, Diesel, heating oil from refineries
- Electrical energy: electricity at the power station's electrical generator

The three primary energies

- Solar⁴⁾ and nonsolar renewable energies: Solar irradiance, hydraulic energy, wind energy, ambient heat, chemical energy from biomass, thermal and kinetic ocean energy, geothermal, and tidal energies.
- Fossil energies: Coal, mineral oil, natural gas
- Nuclear: Nuclear useful energy from the nuclear fuel cycle, and subsequently the energy content of nuclear fuel rods in the reactor core

The two sorts of primary energy raw materials (in the reservoirs of the earth's crust)

- Fossil: hard coal, lignite, mineral crude, oil shale, tar sands, natural gas
- Nuclear: uranium compounds, thorium compounds (plutonium⁵⁾)
- Solar: none

Fußnoten:

1. „Kraft“ ist Jargon und müsste physikalisch richtig Energie heißen: Mechanische Nutzenergie, elektrische, magnetische u.a. Nutzenergien zur Erbringung der Energiedienstleistung Kraftunterstützung in Produktion und Transport.
2. Die hier und im folgenden gebrachten Beispiele sind nicht vollständig; es gibt zahlreiche mehr.
3. Der Primär/Sekundärenergiewandlung können sich eine oder mehrere aufeinanderfolgende Sekundär-/Sekundärenergiewandlungen anschließen, bevor der Durchlauf durch die Wandlungskette mit der Sekundär-/Endenergiewandlung fortgesetzt wird. Beispiel: Primärenergie Mineralöl in die Sekundärenergie Leichtöl, diese in Wärme aus der Gasturbinenbrennkammer, diese in Rotationsenergie des Turbogenerators, schließlich in elektrische Energie an den Generatorklemmen; oder, Primärenergie Sonnenstrahlung in die Sekundärenergie elektrische Energie an den Klemmen eines Photovoltaikkraftwerks, diese in chemische Energie des Wasserstoffs hinter einem Elektrolyseur, schließlich in elektrische Energie an den Klemmen einer Brennstoffzelle.
4. Eigentlich ist die Strahlungsenergie der Sonne bereits eine Sekundärenergie, ohne Einfluss des Menschen hervorgegangen aus der Primär-/Sekundärenergiewandlung in der Sonne. Und eigentlich sind die Energien der Wasserkraft, des Windes, der Umgebungswärme und der Biomasse bereits Sekundärenergien, hervorgegangen aus der Sekundär-/Sekundärenergiewandlung der Strahlungsenergie/der Photonenenergie der Sonne; hier nimmt der Mensch Einfluss, in der Regel ungezielt und mittelbar, etwa durch Spurengasbeladung der Atmosphäre und die damit einhergehende Strahlungsbilanzänderung, aber auch gezielt, etwa beim Energiepflanzenanbau.
5. Plutonium für nukleare Brüter ist ein von Menschenhand gemachter Sekundärenergierohstoff.

Food notes:

1. „Power“ („Kraft“ in German) is jargon, physically correct it means energy: mechanical, electrical, magnetic, ... useful energies for the supply of energy services in production and transport.
2. The list of examples is not complete, there are many more.
3. The primary/secondary energy conversion may be followed by more than one secondary/secondary energy conversions before the run through the energy conversion chain continues. Example: primary energy of mineral oil into the secondary energy light oil, that into heat of the combustion chamber of a gas turbine, that into the rotational energy of the turbogenerator, finally into electricity at the electrical generator; or, primary energy solar irradiance into electricity at a photovoltaic panel, that into chemical energy of electrolytic hydrogen, finally into electricity at a fuel cell.
4. Physically correct, solar radiation is already secondary energy, originated without human influence through energy conversion in the sun. And, physically correct, the energies of hydropower, wind, ambient heat or biomass are already secondary energies originated in the secondary energy conversion of solar radiation or photon energy of the sun: here, humans influence the system indirectly, e.g., through polluting the atmosphere with trace gases or directly through energy plantations.
5. Plutonium is a human made secondary energy carrier.

