

100% Erneuerbare Energie und Materialkreisläufe

SFV Seminar
Aachen 23.-27.10.2017
Peter Kämmerling

Energie und Material

- „Material“ in diesem Vortrag ist alles Materielle: z.B. Rohstoff über Agrarprodukte, Betriebsstoffe, Maschinen, Gebäude, Pkw, PV-Anlage, Frühstücks-Ei ...
- „Energie“ in diesem Vortrag ist jede Form technisch nutzbarer Energie oder Energieträger, d.h. Stoffe, die Energie durch physikalische oder chemische Wandlung freigeben bzw aufnehmen.

Natur als Vorbild

- “Die” Natur wird von Naturwissenschaftlern erforscht, um zu Erkenntnissen zu gelangen.
- Techniker schauen sich gerne natürliche Vorgänge, Methoden und Konstruktionsprinzipien an, um sie teilweise nachzuahmen.
- Pflanzen und indirekt auch Tiere leben (fast immer) nachhaltig von 100% Erneuerbarer Energie und in 100% geschlossenen Stoffkreisläufen.
- Können wir dies auch? Schauen wir uns “die Natur” an !
- Nicht vergessen oder romantisieren! Auch in der Natur gab und gibt es “selbst” herbeigeführte ökologische Katastrophen (dies ist eine menschliche Bewertung).

Pflanzen als Vorbild

- Für Pflanzen gilt i.d.R.: $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{wenige Mineralien}$
=> Pflanzen, Pflanzenwachstum + O_2 + Biomasse
- Was benötigt die Natur noch, um dies zu schaffen?
 - Bau- und Lebens-Plan = Information: DNA
 - Intakte Umwelt
 - Licht, Temperatur = Energie: blaues und rotes Lichtspektrum treibt die Synthese im Chlorophyll mit einem Wirkungsgrad ca 2% an. Letztendlich werden Kohlenhydrate (Zucker, Stärke, Cellulose, Chitin, Lignin), Lipide (Öle, Fette) und Proteine (Eiweiß) erzeugt.
- Leben und Lebenserhaltung, Fortpflanzung, biochemische Energiespeicher, funktionale Strukturen werden “just in time” mit den in einem Zeitraum dargebotenen Licht und Wärme (Energie) aufgebaut. Wirkungsgrad ist zweitrangig, Leben und Kreislauf sind oberste Ziele.
- Biochemische Energie: an Material gebundene nutzbare Energie wie z.B. Zucker und Stärke (Kohlehydrate), dies ist als biochemische Energie nutzbar
- Biologische funktionale Strukturen: aus Material mit Hilfe von Energie gewachsen, diese sind “biologisch funktional” nutzbar.

Anreicherung von CO₂

- Wir betrachten die zusätzliche Anreicherung des CO₂-Kreislauf durch den Menschen. Diese soll soweit reduziert werden, daß die Erderwärmung nicht mehr als 1,5 .. 2°C betragen wird.
- Frage: welche Prozentanteile stammen aus
 - Energieverbrauch
 - Material- bzw Rohstoff-Verbrauch
- Frage: Reicht die Umstellung auf 100% EE, um den CO₂-Verbrauch ausreichend zu senken oder müssen wir auch den Materialverbrauch senken?

CO₂ Emissionsquellen

- CO₂ -Emissionsquellen 2010
 - Kohle 25%
 - Erdöl 21%
 - Erdgas 19%
 - Emissionen aus Landwirtschaft und Landnutzung 34,6%
 - Müll 0,4%
- Aber “Kohle, Erdöl und Erdgas” dienen nicht nur der Energiegewinnung:
 - Kohle, Erdöl und Erdgas sind wichtige Rohstoffe in der chemischen Industrie; Kohle z.B. Energie und Reduktionsmittel im Hochofen, Rohstoff für Elektroden, Filter ...
 - Erdöl wird zu 11% als Rohstoff genutzt
 - alleine die Zementproduktion- und verwendung verursacht ca 9% der CO₂-Emission; Zementpreis ist stark vom Rohölpreis abhängig => Vermutung: Erdöl dient als Energieträger der Zementherstellung
- Vermutung: mindestens 10% der klassischen fossilen Energieträger werden als Rohstoffe genutzt => Die Umstellung auf 100% EE reduziert dann “nur” geschätzt 80..93% (?) der CO₂-Emissionen => wir müssen auch den CO₂-Aussoß des Materialverbrauch senken

Materialverbrauch durch EE

- für 100% EE werden sehr viele Windräder, PV-Anlagen, Batterien und chemische Langzeitspeicher benötigt
- => je nach Rohstoff 15..90fach höherer Verbrauch zum Bau von EE-Anlagen im Vergleich zu fossilen Kraftwerken
- Provokativ: Tauschen wir mit der Umstellung auf 100% EE den Verbrauch fossiler Energieträgern durch den Verbrauch geologischer Rohstoffen ?

nachhaltiger Materialverbrauch

- wir suchen einen nachhaltigen Ersatz für fossile Rohstoffe = Kohlenwasserstoffe
- => biogene Rohstoffe und elektrisch synthetisierte Kohlenwasserstoffe, dabei Vermeidung der Herstellung giftiger, umwelt-schädlicher oder schwer abbaubarer Stoffe wie z.B. PVC
- => biogenes Recycling: Verwertung, Vergärung, Kompostierung
- wir suchen einen Weg, den mineralischen Rohstoffverbrauch (der durch 100%EE gesteigert wird) nachhaltig umzugestalten
- => Wiedergewinnung der Rohstoffe
- => 100% geschlossene Material- (Roh- Stoff-) Kreisläufe

Material-Nachhaltigkeit

- Es gibt nachhaltigere Methoden, Recycling sollte erst als letzte Option genutzt werden, in dieser Reihenfolge:
 - das Günstigste ist der geringere Verbrauch
 - Langlebigkeit der Produkte,
z.B. Feststoff- statt Elektrolytkondensatoren
 - Reparierbarkeit der Produkte,
z.B. verschraubte statt verschweißte Gehäuse
 - Re- statt Down-Cycling durch biogene und technische Zersetzung und Trennung zur Wiedergewinnung der Rohstoffe

Recycling & 100% EE

- technische Recycling-Prozesse sind Energie-intensiv
- die Energie für das Recycling sollte günstig sein, damit es die Ausbeutung geologischer Rohstoff- und fossil-Energie-Depots preislich unterbietet
- unter einem 100%EE-Regime werden wir nach heutigem Stand der Technik überwiegend WKA und PVA haben
 - => große Überschüsse und Peak-Einspeisungen sowie wochenlange Flauten
 - => sehr billiger Strom in Überschußzeiten
 - => energieintensive Anlagen für das Recycling müssen wochenweise an- und abfahrbar sein
- => die rückgewonnenen Rohstoffe und daraus gefertigte Halbzeuge “speichern” zeitlich und örtlich billige Überschuß-Energie, denn sie können nach ihrer Rückgewinnung und Weiterverarbeitung gelagert und transportiert werden, bis sie benötigt werden
- Insgesamt werden sich sehr viele energieintensive Fertigungsanlagen wie Aluminium-Elektrolyse, Stahlwerke, Walzwerke, chemische Industrie, Synthese von Kohlenwasserstoffen etc in Zukunft aus ökonomischen Gründen nach dem stark schwankenden Energieangebot richten. Dies könnte auch auf den Verkehr zutreffen.
- Die Frage im Einzelfall bei der Investition (Fixkosten): Kann und soll die Anlage so konstruiert werden, daß An- und Abfahren werden kann, soll zusätzlich in einen Energiespeicher und/oder ein Lager investiert werden?
- Die Frage im Einzelfall beim Betrieb (variable Kosten): ist Ein- und Aus-Speicherung und/oder An- und Abfahren der Anlage günstiger und sinnvoll?

Dualität Material & Energie

- technisch
- bei der Gewinnung und Wertgebung
- makroökonomisch
- physikalisch
- Arbeit, Boden, Kapital, KI

technisch

- Alle Energie- und Materialflüsse und -wandlungen sind technisch untrennbar miteinander verbunden, sie ermöglichen und bedingen sich gegenseitig.
- Beispiel:
 - Halbzeug wie Aluminiumprofile werden durch Aufbereitung von Bauxit, Aluminium-Elektrolyse sowie Stranggießen hergestellt, dazu ist sehr viel Energie notwendig.
 - Dienstleistungen werden oft durch menschliche Arbeit erbracht, diese benötigen Löhne, die sie für z.B. Kleidung und Treibstoff ausgeben.
 - Strom wird über Kupferleitungen übertragen.
 - Akku-Fertigung benötigt viel Energie, Rohstoffe und Chemie.
- Jedes weiterverarbeitete „Material“ „speichert“ im übertragenen Sinn Energie, die aber i.d.R. nicht als solche zurück gewonnen werden kann.
- Jede „Energie“, d.h. Sekundärenergie wurde mit Hilfe von Material gewonnen, es steckt also im übertragenen Sinne auch Material in jeder Sekundärenergie.

Gewinnung und Wertgebung

- Mineralische Rohstoffe und fossile Energieträger sind im geologischen Depot naturgegeben zunächst “kostenlos”.
- Erst der Erlangen der Schürfrechte, das Explorieren bzw. Excavieren, die Umweltzerstörung, die Klimabelastung, der Krieg und die menschliche Ausbeutung geben mineralischen Rohstoffen und fossilen Energieträgern einen menschlichen, einen ökologischen und einen Marktpreis.

Makroökonomie

- Der Wert (= Preis) volkswirtschaftlicher Güter kann unterschiedlich betrachtet werden
 - Marktpreis (inkl. Gewinn),
 - Arbeitswert = Löhne (+ Gewinn),
 - Preise der eingeflossenen Energie (+ Gewinn),
 - Preise des eingeflossenen Material (+ Gewinn),
 - Wert des (ökonomischen) Nutzen.
- Jedes Produktionsmittel, jedes Vorprodukt, jedes Betriebsmittel, jedes Material, jeder Energieträger usw. entstand selbst aus oder mit Hilfe von Vorprodukten und Vor-Vorprodukten, in die jeweils wieder Arbeit, Energie und Material einfließen, siehe „Input-Output-Tabellen“ nach Leontief.
- Sogar in noch nicht gewonnen geologischen Rohstoffen steckt schon Energie. Denn sie müssen zunächst gefunden werden, schon dies ist mit Dienstleistungen, Erlaubnis der Suche in einem Gebiet, Finanzmitteln, Maschinen, Energie, Gebäuden etc ... verbunden.
- Die Werte lassen sich langfristig und makroökonomisch betrachtet ineinander umwandeln, sie sind also tendenziell durchschnittlich “gleich”.
- Nur der Luxuswert oder “Fetisch” oder “Mode-Wert” ist nicht äquivalent, er beruht allein auf (ggf. induzierte) Subjektivität.

physikalisch

- Jede elektromagnetische Welle (= Energie) wie Wärme- und UV-Strahlung, Licht, Röntgen- und Gamma-Strahlung besitzt physikalisch einen Teilchen- und Wellencharakter, sog. Welle-Teilchen-Dualismus.
- $E = m * c^2$, dies gilt nicht nur bei der physikalischen Energieerzeugung wie Kern-Spaltung und -Fusion, sondern auch bei jeder chemischen Energieerzeugung, siehe sog. Massendefekt.
- Elektrische Leistung $P = U$ (Spannung) * I (Strom)
 - Strom ist die Anzahl der Elektronen pro Zeiteinheit; Spannung ist der “Druck” der Elektronen im Leiter, die “Druck”-Welle U pflanzt sich schnell fort, das einzelne Elektron ist sehr viel langsamer
 - elektrische Energie ist an Wellen von Elektronen in einem Leiter gebunden, d.h. an Materie
- Wir nutzen zumeist chemische Energie. Aber selbst physikalische Energie, z.B. Wärme, ist ohne materielle Träger nicht denkbar.
- Außenseitermeinung in der Physik: “Materie sei eine stehende Welle, eine kondensierte Welle, siehe verschränkte Teilchen.”

Arbeit, Boden, Kapital, KI

- Die klassischen Produktionsfaktoren sind Arbeit, Boden, Kapital. Im „Kapital“ sind Finanzmittel und Produktionsmittel wie Maschinen, Material, Energie(träger), Vorprodukte sowie anderes enthalten.
- Natur, Rohstoffe und Energieträger sind begrenzt = volkswirtschaftlich knapp = haben einen ökonomischen Wert => je knapper umso wertvoller
- Die klassische Volkswirtschaftslehre vernachlässigt die Begrenztheit insbesondere von Material, Energie und der Umwelt. Seit ca 1972 werden „Umwelt“ sowie auch „Information“ bzw. „technischer Fortschritt“ als weitere Produktionsfaktoren genannt.
- Nun möchte man der Zerstörung der natürlichen Lebensgrundlagen mit Künstlicher Intelligenz auf Grundlage von Quantencomputing und Big Data begegnen. Provokativ: “Für jedes menschliche oder politische Problem gibt es eine wissenschaftlich-technische Lösung.” “KI, Quantencomputing und Big Data werden als Lösung präsentiert, können aber als zentrale Instrumente der Beherrschung von Natur, Politik, Ökonomie ... genutzt werden.”

Energie und Material

- Wir müssen Material und Energie immer zusammen denken, sie bedingen sich gegenseitig.
- 100% Erneuerbare Energie und 100% Geschlossene Materialkreisläufe sind Zwillinge zur Erreichung der gleichen Ziele:
 - Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen = Nachhaltigkeit
 - Friede
 - gutes Leben für Alle auf unserer Erde.
- These: Wissenschaftlich-technische dezentrale Lösungen gibt es bzw. werden erarbeitet, natürliche Intelligenz reicht dazu aus. Es fehlt der gesellschaftliche, volkswirtschaftliche und politische Konsenz, dies anzupacken und konsequent sozial umzusetzen.
- Danke für Ihre Aufmerksamkeit