

Energieträger aus Biomasse

Übung 1: Motivation und Potentiale

1. Nennen Sie 4 Gründe, die für den Einsatz von erneuerbaren Energien sprechen.
2. Welche „Endenergien“ können aus Biomasse hergestellt werden? Welche Rohstoffe können eingesetzt werden?
3. Wind- und Sonnenenergie fallen unregelmäßig an. Daher muss ein Teil der dadurch erzeugten elektrischen Energie gespeichert werden.
Berechnen Sie ohne Berücksichtigung von Wirkungsgraden die volumetrische Speicherdichte für

a) Pumpspeicherkraftwerke

Höhendifferenz zwischen Ober- und Unterwasser: $\Delta h = 100 \text{ m}$

b) Druckluftspeicher

Fall 1: bei 50 bar (kein Kissengas)

Fall 2: bei 70 bar (Kissengas: 30 bar)

Reversibel polytrope Kompression (Polytropenexponent $N = 1,3$):

$$E = \int_1^2 V \cdot dp = \frac{N}{(N-1)} \cdot n \cdot R \cdot T_1 \cdot \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{(N-1)}{N}} - 1 \right]$$

Frage: Wenn das Potential an Sonnen- und Windenergie ausgeschöpft würde und 20 % dieser elektrischen Energie zwischengespeichert werden müssten, welches Volumen würde dann für Druckluftspeicher benötigt, wenn diese die einzigen Speicher wären (Fall 1).

Potential:

Wind: 350 TWh/a

PV: 110 TWh/a

c) Chemische Speicher

Wasserstoff bei 200/800 bar, Methan bei 200 bar

4. Laut BDEW fehlen durch das Abschalten von 7 AKW nach dem Moratorium der Bundesregierung täglich 120 GWh an elektrischer Energie. Welcher Anteil der Fläche Karlsruhes wäre nötig, um diese Energie durch PV-Energie zu ersetzen? Nehmen Sie einen sinnvollen Wirkungsgrad der PV-Anlage an.

Mittlere Einstrahlleistung: 1200 kWh/(a·m²)

Annahmen: Standort Karlsruhe; 30° Dachneigung, Südausrichtung

Verluste durch Speicherung: 25 %

Fläche Karlsruhe: 173 km²

5. Deutschland soll so weit wie möglich von energiebedingten Importen unabhängig werden und dabei auf regenerative Energien setzen. Das Potential zur regenerativen Energieerzeugung soll dabei vollständig ausgenutzt werden. Als Berater des Bundesumweltministeriums sollen Sie dazu einen Leitplan aufstellen. Achten Sie auch auf eine möglichst hohe CO₂-Verminderung und auf Nachhaltigkeit Ihrer Maßnahmen. Die benötigten Zahlen sind im Anhang gegeben. Fernwärmenetze, Effizienzsteigerung und Energieeinsparpotentiale müssen nicht berücksichtigt werden.

Datenblatt für Aufgabe 5:

Tabelle 1: Bedarfsstruktur

Energieform	Jährlicher Bedarf TWh
Strom	640
Wärme	1310
Kraftstoffe	680

Tabelle 2: Festgelegte Potentiale

Erzeugung/Rohstoff	Jährliches Potential in TWh	Energieform/Produkt	Verluste durch Speicherung in %
Photovoltaik	110	Strom	25
Wind	350	Strom	10
Fermentierbare Rückstände, Nebenprodukte, Abfälle (z. B. Gülle, biolog. Abfälle)	40 (bezogen auf Brennwert des Biogases)	Biogas Siehe Abbildung 1	-
Holzartige Rückstände	160 (bezogen auf Brennwert des Feststoffes)	Siehe Abbildung 2	-

Tabelle 3: Freie Potentiale

Art	Wert
Halmgutartige Rückstände	Zu Biogas: 9 TWh/a oder fester Brennstoff: 54 TWh/a
Verfügbare Flächen zum Anbau von Energiepflanzen (Tabelle 4)	3 Mio. ha (1 ha = 10.000 m ²)

Tabelle 4: Nutzungsmöglichkeiten für landwirtschaftliche Flächen

Art	Nutzung	Jährlicher Ertrag kWh/ha	Nutzungspfade siehe
Energiepflanzen für Biogas (Maissilage)	Biogas	45.000 (bezogen auf Brennwert des Biogases)	Abbildung 1
Pflanzen für thermochemische Nutzung	Verbrennung SNG-Synthese FT-Synthese (BTL)	65.000 (bezogen auf Brennwert des Feststoffes)	Abbildung 2
Raps	Rapsöl Biodiesel (RME)	14.200 (bez. auf Brennwert des Öls) 15.200 (bez. auf Brennwert des RME)	-
Getreide für Fermentation zu Ethanol	Bioethanol („Bio-Benzin“) (ETBE)	15.000 (bez. auf Brennwert des EtOH) -	-

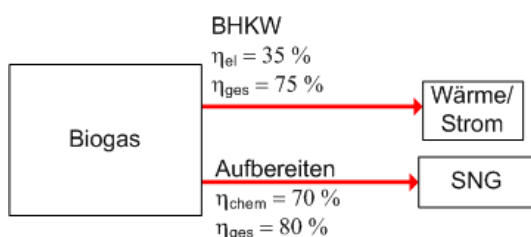


Abbildung 1: Nutzungspfade für Biogas

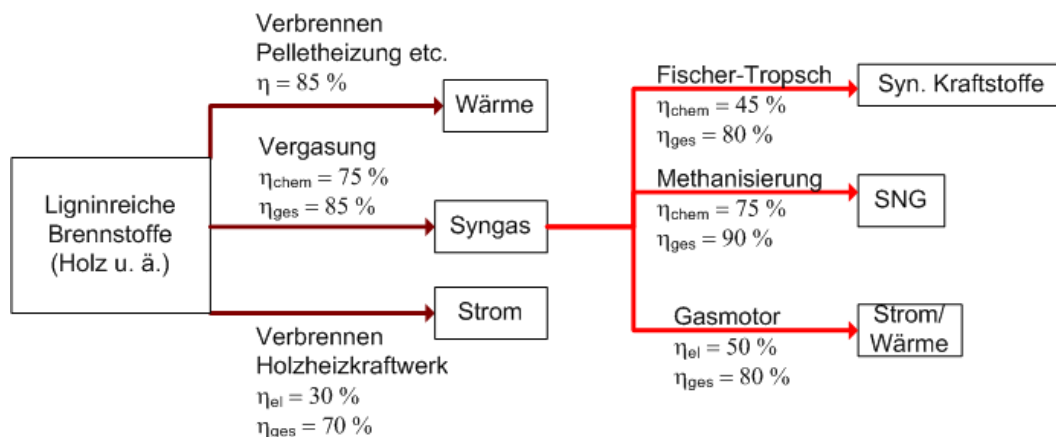


Abbildung 2: Nutzungspfade für Holz und vergleichbare Brennstoffe

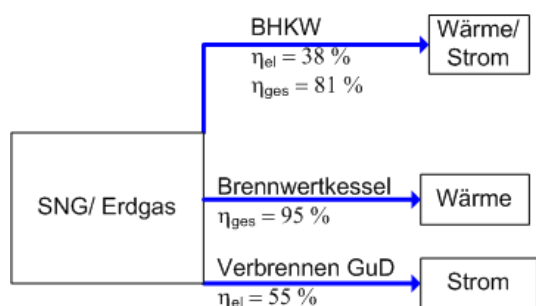


Abbildung 3: Nutzungspfade für SNG

Tabelle 5: Strommix Deutschland 2009

Art	Strom in TWh/a	Anteil Strom in %	CO ₂ -Em. in g _{CO2} /kWh
Braunkohle	157,4	24,6	1100
Steinkohle	117,1	18,3	950
Kernkraft	144,6	22,6	20
Erdgas	82,6	12,9	420
Sonstige (Müll/Öl etc.)	46,1	7,2	k. A.
Wasser	19,2	3	10
Wind	37,8	5,9	20
PV	6,4	1	100
Σ Biomasse	28,8	4,5	k. A.
<i>Fest</i>	17,3	2,7	k. A.
<i>Flüssig</i>	10,2	1,6	k. A.
<i>Gas</i>	1,3	0,2	k. A.

Anmerkungen:

- Biomasse fällt of weit verstreut an. Das bedeutet:
 - o Der Transport zu Großkraftwerken ist nicht immer möglich
 - o Die anfallende Abwärme kann bei örtlicher Verwendung nicht immer voll genutzt werden
- Monokulturen sollten vermieden werden:
 - o Ausbreitung von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen
 - o Verbrauch des natürlichen Mineralgehalts des Bodens
 - o Bodenerosion
 - o ...
- Der Bedarf, vor allem der Wärmebedarf, hängt ab von:
 - o Jahreszeit
 - o Tag/Nacht
 - o Wochentag/Weekenende
 - o ...