

KAPITEL: BIOMASSE

ENERGETISCHE NUTZUNG VON BIOMASSE – BIOGENE BRENNSTOFFE

PROF. MARIO ADAM



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz. Ausgenommen von der Lizenz sind die verwendeten Logos sowie alle anders gekennzeichneten Elemente. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>
Weitere Lizenz- und Quellenhinweise siehe Ende des Foliensatzes

Ein Kooperationsvorhaben empfohlen durch die:



INNOVATION DURCH KOOPERATION

Gefördert durch:

Ministerium für
Kultur und Wissenschaft
des Landes Nordrhein-Westfalen



a d a m



Erneuerbare Energien und Effizienztechnologien

Prof. Dr.-Ing. Mario Adam

E² - Erneuerbare Energien und Energieeffizienz
ZIES - Zentrum für Innovative Energiesysteme

Hochschule Düsseldorf
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Kapitel „Biomasse“

Überblick: Energetische Nutzung von Biomasse - Biogene Brennstoffe

Biogene Brennstoffe - Überblick

Energiepflanzen



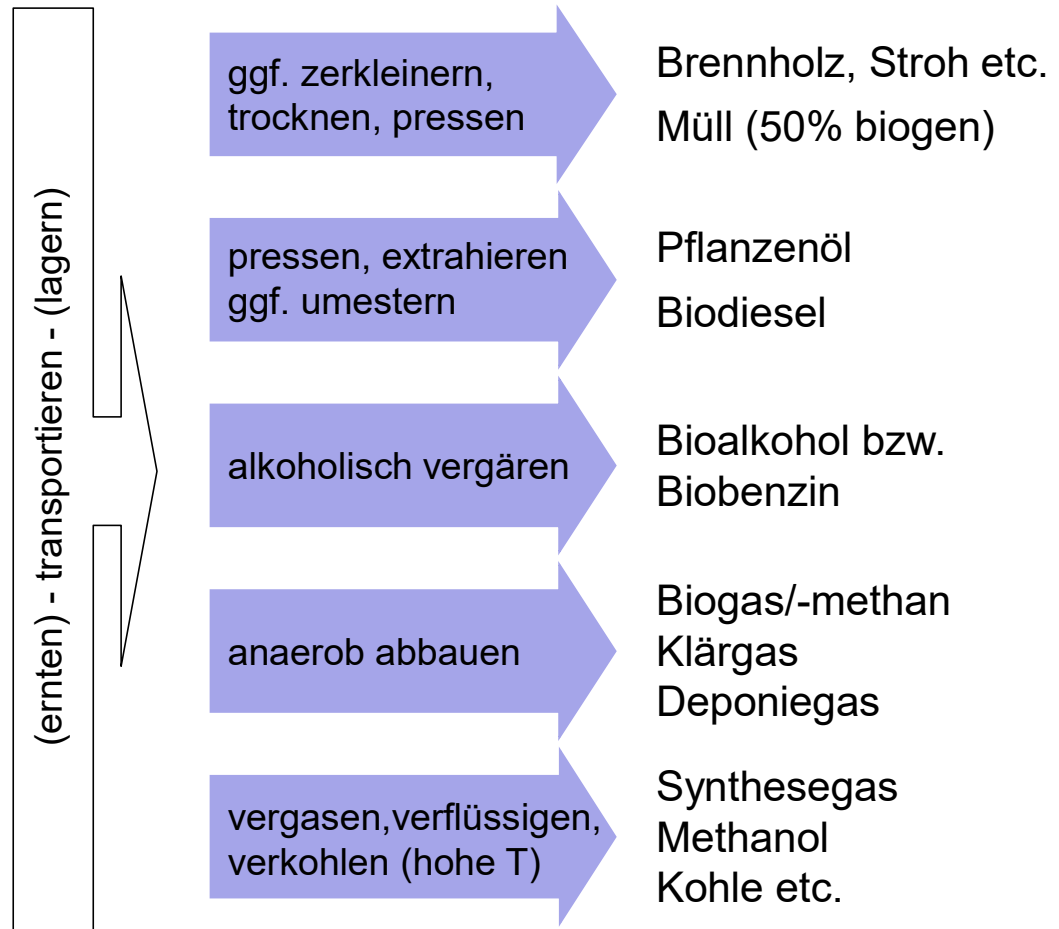
Erntereste



Organische Abfälle



Alle Abbildungen pixabay-Lizenz



Biogene Brennstoffe - Einsatzbereiche

alle Werte in GWh/Jahr

		<u>Gesamt</u>	<u>Wärme</u>	<u>Strom</u>	<u>Verkehr</u>
zerkleinern, ggf. trocknen, pressen	Brennholz (Stroh)	127.816	116.684	11.132	-
	Müll (50% biogen)	20.486	14.739	5.729	-
pressen, extrahieren ggf. umestern	Pflanzenöl	41.292			10
	Biodiesel				29.772
alkoholisch vergären	Bioalkohol bzw. Biobenzin	51.672			8.085
anaerob abbauen	Biogas/-methan (Klär-/Deponiegas)	51.672	19.216	31.572	884
vergasen, verflüssigen, verkohlen (hohe T)	Synthesegas	-	-	-	-
	Methanol				
	Kohle etc.				

Quelle: BmWi „Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland“, 2020

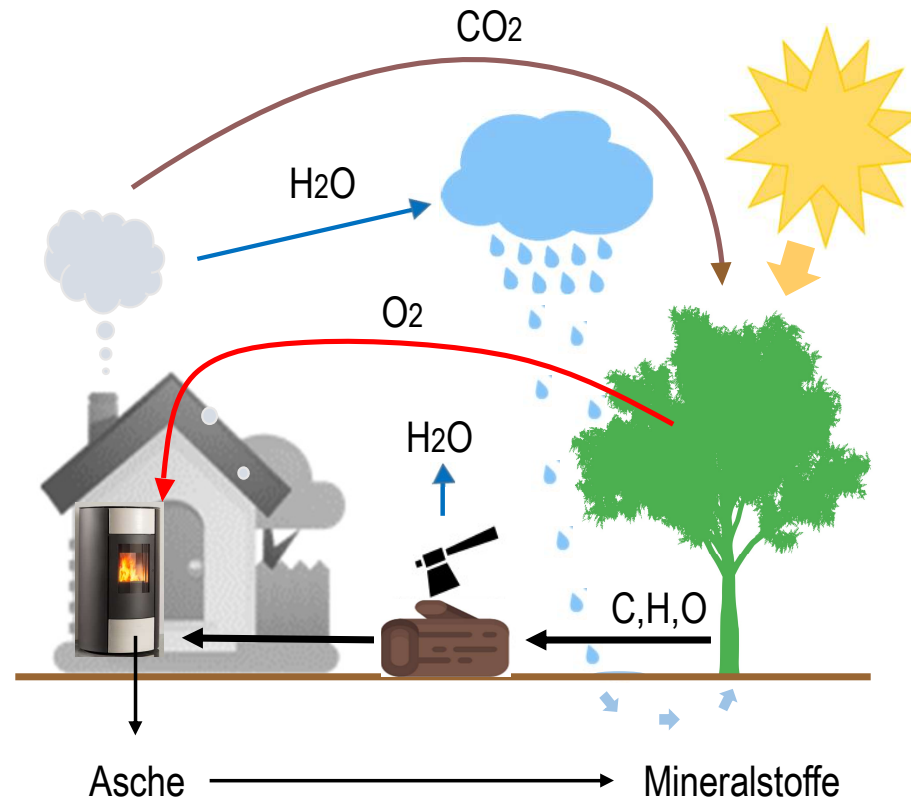
Biogene Brennstoffe - CO₂-Bilanz

CO₂-Neutral?

- Ja - auf den ersten Blick!
 - CO₂-Entzug aus Atmosphäre bei Biomassebildung
 - entspricht CO₂-Freisetzung bei Verbrennung („C-Erhaltung“)
- Nein - bei ganzheitlicher Sicht!

Wegen Aufwand für

 - Aussähen
 - Aufziehen
 - Düngen
 - Ernten
 - Weiterverarbeiten zum verwendbaren Energieträger
- Aber - meist kleiner CO₂-Footprint
 - z.B. Holz-Pellets: ca. 40 g CO₂ und 0,2 kWh fossile Primärenergie pro kWh Endenergie (momentan)
 - Heizöl: 320 g CO₂, 1,1 kWh/kWh



Lizenz- und Quellenhinweise

Folie 2: Alles Pixabay-Lizenz: <https://pixabay.com/service/terms/>

Bild 1 Pixabay ; Raps von pasja1000; <https://pixabay.com/de/photos/gelb-feld-raps-ferienhaus-orke-5084544/>

Bild 2 Pixabay; Maiskolben von Couleur; <https://pixabay.com/de/photos/maiskolben-mais-zea-mays-maisk%C3%B6rner-3664569/>

Bild 3 Pixabay ; Zuckerrübe von pixabay ulleo; <https://pixabay.com/de/photos/zuckerr%C3%BCbe-r%C3%BCbe-landwirtschaft-3662944/>

Bild 4 Pixabay; Pappeln von AnnaER; <https://pixabay.com/de/photos/allee-pappelallee-weg-baum-b%C3%A4ume-204163/>

Bild 5 Pixabay; Stroh von pixel2013; <https://pixabay.com/de/photos/stoppelfeld-ernte-stroh-1611003/>

Bild 6 Restholz von vhope; <https://pixabay.com/de/photos/s%C3%A4gemehl-closeup-restholz-1834168/>

Bild 7 Pixabay; Holz von matthiasboeckel; <https://pixabay.com/de/photos/ahorn-weinw%C3%A4lder-belastung-wald-5928633/>

Bild 8 Pixabay; Sägespäne von analogicus; <https://pixabay.com/de/photos/natur-holz-holzsp%C3%A4ne-s%C3%A4gesp%C3%A4ne-3583051/>

Bild 9 Pixabay; Schubkarre vor Mist Manfred Atrianias Zimmer; <https://pixabay.com/de/photos/arbeit-transport-schiebkarre-1201543/>

Bild 10 Pixabay; Müllberg von pixabay Darkmoon_Art; <https://pixabay.com/de/photos/m%C3%BCll-paradies-sonne-flugzeug-4277613/>

Folie 4: Folgende Grafiken stammen von den Webseiten Svgsilh.com und Iconfinder.com und stehen unter Creative Common CC0 Lizenz.
<https://creativecommons.org/publicdomain/zero1.0/legalcode>

Baum <https://svgsilh.com/4caf50/image/1787660.html>

Wolke <https://svgsilh.com/86c5f9/image/2017532.html>

Haus https://www.iconfinder.com/icons/15214/home_house_icon

Axt https://www.iconfinder.com/icons/4783149/ax_log_timber_wood_icon

Baumstamm https://www.iconfinder.com/icons/2828154/wood_trunk_icon

KAPITEL: BIOMASSE

BRENNSTOFF HOLZ

PROF. MARIO ADAM



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz. Ausgenommen von der Lizenz sind die verwendeten Logos sowie alle anders gekennzeichneten Elemente. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>
Weitere Lizenz- und Quellenhinweise siehe Ende des Foliensatzes

Ein Kooperationsvorhaben empfohlen durch die:



INNOVATION DURCH KOOPERATION

Gefördert durch:

Ministerium für
Kultur und Wissenschaft
des Landes Nordrhein-Westfalen



a d a m



Erneuerbare Energien und Effizienztechnologien

Prof. Dr.-Ing. Mario Adam

E² - Erneuerbare Energien und Energieeffizienz
ZIES - Zentrum für Innovative Energiesysteme

Hochschule Düsseldorf
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Kapitel „Biomasse“

Brennstoff Holz

Brennstoff Holz - Überblick

Herkunft

- direkt aus dem Wald
- Produktionsabfälle z. B. aus Sägewerken
- Altholz z.B. Bauholz



Aufbereitung

- Stück-/Scheitholz, Hackschnitzel, Pellets



Fotos: Pixabay

Ökobilanz

- nahezu CO₂-neutral, vor allem bei regionaler Nutzung mit kurzen Wegen
- Pellets: 40 g CO₂, 0,2 kWh_{Prim} pro kWh_{End}

Verwendung

- verbreitet: Verbrennung in Kamin-Öfen, Heizkesseln, Heiz(kraft)werken etc.
- Nischen: KWK mit Stirlingmotor (stationäre Verbrennung) und Hubkolben-BHKW (mit vorheriger Vergasung zu Holzgas)



Foto: Wodtke



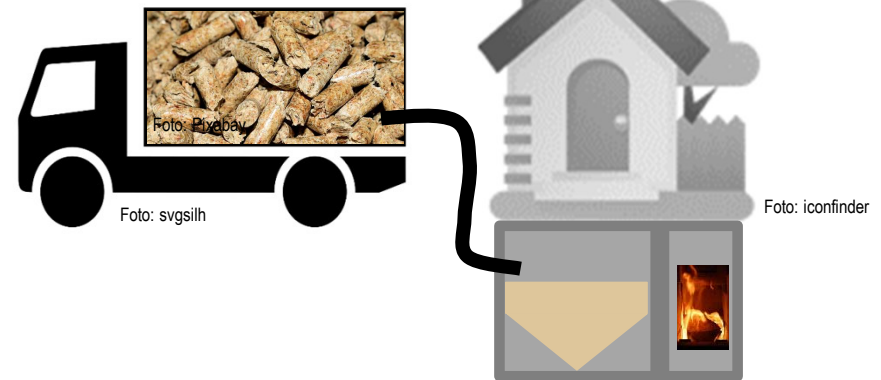
Foto: ÖkoFEN

Brennstoff Holz - Charakteristische Daten

Holzpellets

- ca. 4,8 kWh H_i/kg (zum Vergleich Heizöl: 10 kWh/l)
- ca. 250 €/t (lose Ware), d.h. ca. 5 ct/kWh
(Sackware in 15 kg Säcken ca. 100 €/t teurer)
- normierte Eigenschaften (Enplus-A1-Zertifizierung)
z.B. Wassergehalt ≤ 10 %, Aschegehalt ≤ 0,7 %,
Schüttdichte 600...750 kg/Sm³

Anlieferung von „losen“ **Holzpellets**
per „Tanklaster“
Einblasen ins Lager über Schlauch
mit leichtem Überdruck



Holzhackschnitzel

- preiswerter als Holzpellets
- ca. 2 kWh/kg bei 55% Feuchte (waldfrisch) bis
ca. 4 kWh/kg bei 20% Feuchte (lufttrocken)

Scheitholz

- Raummaße: 1 Festmeter (FM)
= 1,43 Raummeter (RM)
= 2,43 Schüttraummeter (SRM)
- ca. 4 kWh/kg bei 20 % Restfeuchte
(nach 2 Jahren Lufttrocknung)

Brennstoff Holz - Energiebilanz

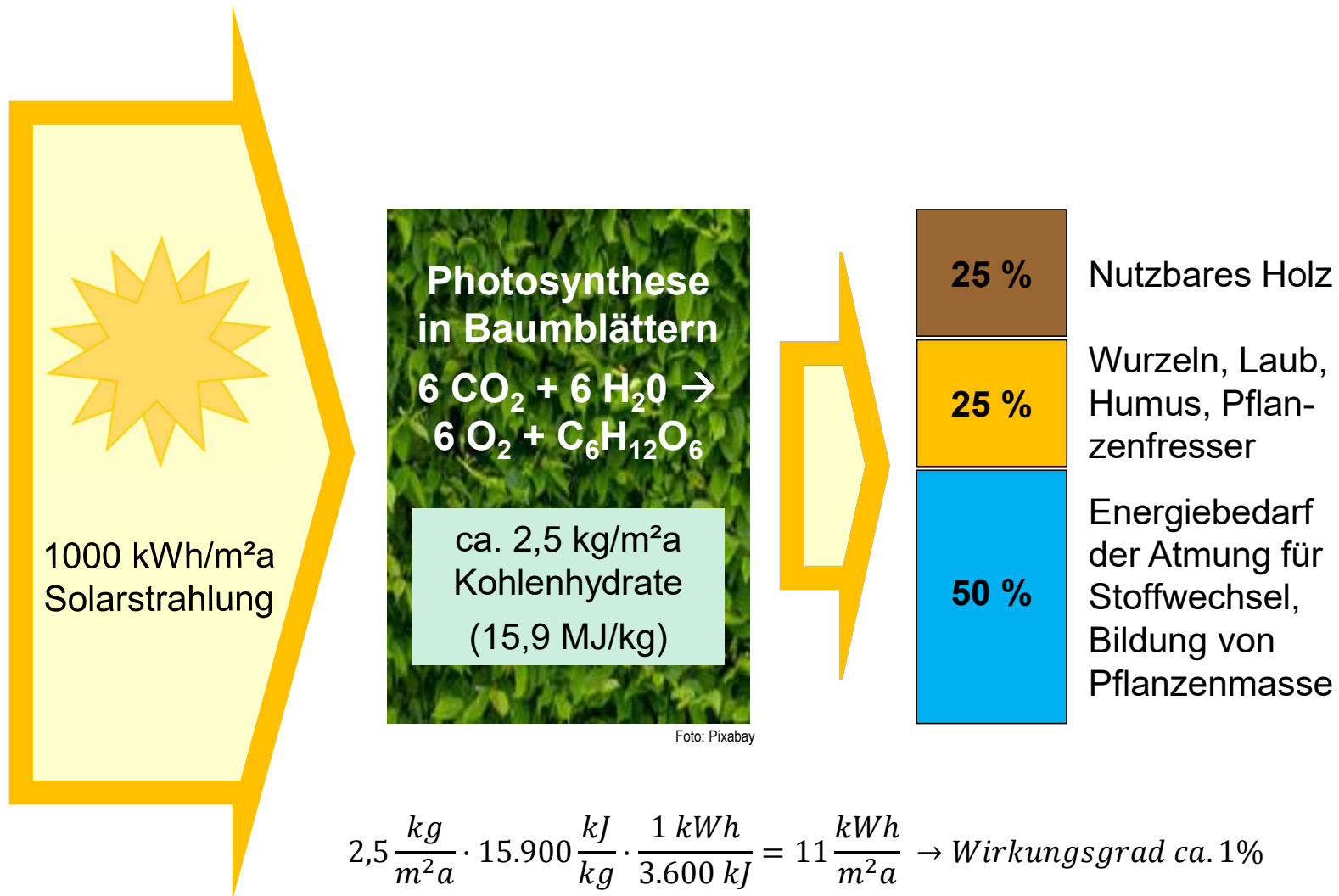


Foto: Pixabay

$$2,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2\text{a}} \cdot 15.900 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{1 \text{ kWh}}{3.600 \text{ kJ}} = 11 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2\text{a}} \rightarrow \text{Wirkungsgrad ca. 1\%}$$

adam

Lizenz- und Quellenhinweise

Folie 2: Alles unter Pixabay-Lizenz, <https://pixabay.com/service/terms/>

Bild 1 Pixabay; Bäume von schwaoze; <https://pixabay.com/de/photos/natur-wald-b%C3%A4ume-baumst%C3%A4mme-holz-3582615/>

Bild 2 Pixabay; Säge von annawaldi; <https://pixabay.com/de/photos/kreiss%C3%A4ge-holz-schneiden-s%C3%A4geblatt-4538951/>

Bild 3 Pixabay; Tür von pixel2013; <https://pixabay.com/de/photos/haus-wohnhaus-altes-wohnhaus-1805113/>

Bild 4 Pixabay; Scheitholz von aixklusiv; <https://pixabay.com/de/photos/holz-haufen-brennholz-kaminholz-3334433/>

Bild 5 Pixabay; geralt Holzspäne; <https://pixabay.com/de/photos/holz-sp%C3%A4ne-holzsp%C3%A4ne-geh%C3%A4cksel-567573/>

Bild 6 Pixabay; Pellets von mrdidg; <https://pixabay.com/de/photos/pellets-holz-brennstoff-heizung-4844847/>

Folie 3: Pellets Pixabay; Pellets von mrdidg; <https://pixabay.com/de/photos/pellets-holz-brennstoff-heizung-4844847/>

Haus; https://www.iconfinder.com/icons/15214/home_house_icon

LKW <https://svgsilh.com/image/39102.html>

Common CC0 Lizenz. <https://creativecommons.org/publicdomain/zero1.0/legalcode>

Folie 4: Pixabay-Lizenz, <https://pixabay.com/service/terms/>

Blätter Pixabay; Blätter von PhotoMIX-Company; <https://pixabay.com/de/photos/intensiv-gr%C3%bcne-hainbuchentapete-1407727>

LKW Pixabay; <https://svgsilh.com/image/39102.html>; <https://pixabay.com/vectors/truck-vehicle-semi-freight-cargo-39102/>

KAPITEL: BIOMASSE

HEIZEN MIT HOLZ (GERÄTE- / BRENNERTYPEN, HOLZPELLET-LAGERUNG)

PROF. MARIO ADAM



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz. Ausgenommen von der Lizenz sind die verwendeten Logos sowie alle anders gekennzeichneten Elemente. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>
Weitere Lizenz- und Quellenhinweise siehe Ende des Foliensatzes

Ein Kooperationsvorhaben empfohlen durch die:



INNOVATION DURCH KOOPERATION

Gefördert durch:

Ministerium für
Kultur und Wissenschaft
des Landes Nordrhein-Westfalen



a d a m



Erneuerbare Energien und Effizienztechnologien

Prof. Dr.-Ing. Mario Adam

E² - Erneuerbare Energien und Energieeffizienz
ZIES - Zentrum für Innovative Energiesysteme

Hochschule Düsseldorf
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Kapitel „Biomasse“

Heizen mit Holz (Geräte-/Brennertypen, Holzpellet-Lagerung)

Heizen mit Holz - Überblick

Holzpellet-Geräte

- Brennerleistung gut regelbar („modulationsfähig“), inkl. Regelung des Verbrennungsluftverhältnisses
- Heizungskessel
 - selbstständiger Betrieb: Brennstoffzufuhr aus dem Lagerraum, Zündung, Reinigung der Abgaszüge etc.
 - Entaschung: manuell, nur wenige Male pro Jahr
- Kaminöfen: auch mit „Wassertasche“ (= Wärmeübertrager zum Anschluss an die Heizung)

Scheitholz-Geräte

- Heizungskessel: viel Handarbeit
- offene Kamine: < 20 % Wirkungsgrad
- geschlossene Kamine, Kaminöfen, Kachelöfen
 - hohe Schadstoffemissionen, besonders bei zu feuchtem Holz oder gedrosselter Leistung / Luftzufuhr
 - kleinste Geräte (4 kW) sind selbst für große Räume viel zu groß (Abhilfe: Wassertasche, Speichermasse ...)

Holzpellet-Kessel



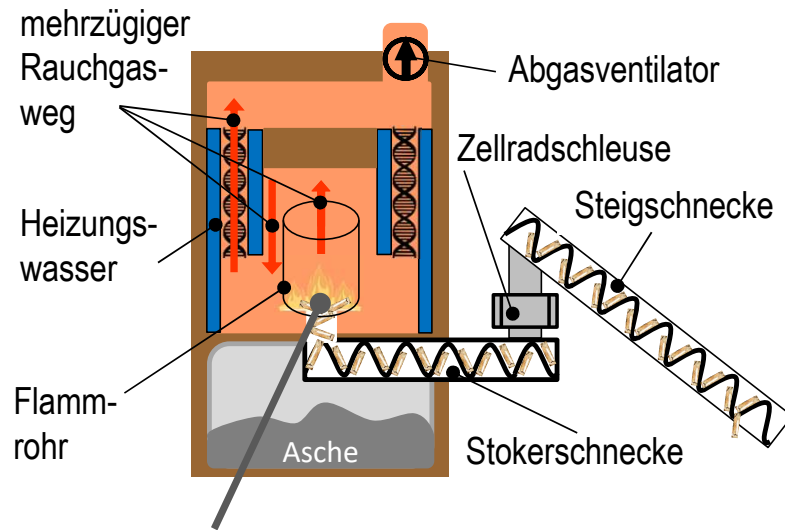
Foto: ÖkoFEN

Holzpellet-Kaminofen

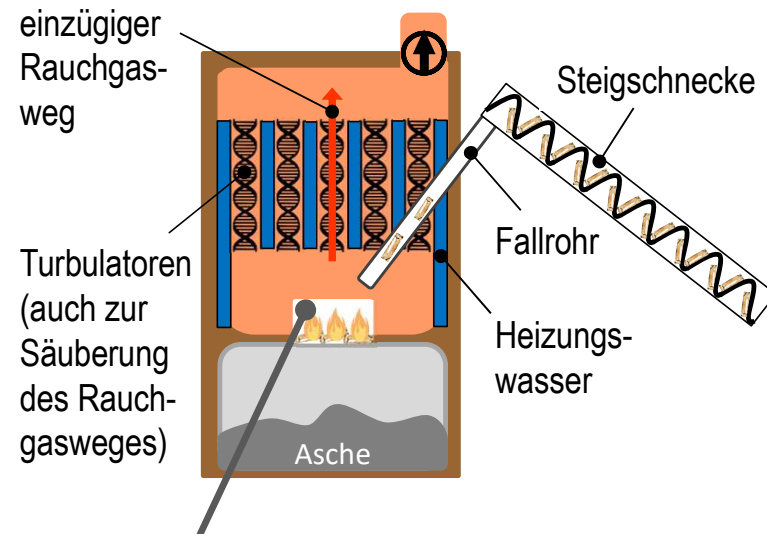


Foto: Wodtke GmbH

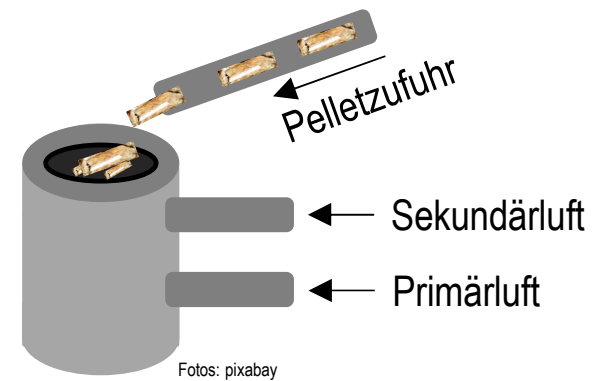
Holzpellets - Kessel- und Brennertypen



Unterdruckbrenner (auch für Hackschnitzel geeignet)



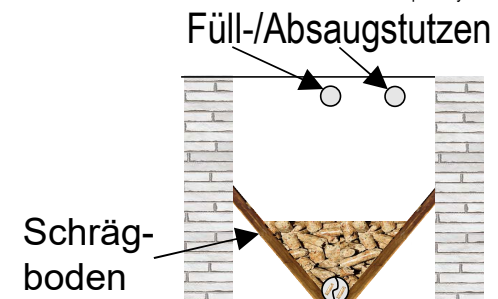
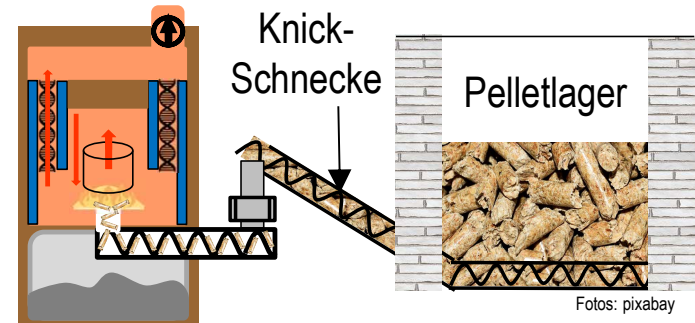
Topfbrenner (speziell für Pellets)



Holzpellets - Lagerung

Vorratsraum

- häufige Bauformen
 - rechteckiger, meist mit Holzplatten ausgekleideter Raum mit Schrägboden und Förderschnecke in der Mitte (Bild oben); alternativ: „Rührwerk“ statt Schrägboden
 - Sacksilo (Bild Mitte links)
- trocken, staubdicht, ohne Elektrik
- Größe: Pelletvolumen + ca. 30% Leerraum wegen Schrägboden und Schüttkegel



Förderung

- Knick-Schnecke, wenn Kessel und Lager direkt nebeneinander (Bild oben)
- Saug-Förderung über max. ca. 20 m + kleiner Vorratsbehälter am Kessel (Bild unten rechts)



Holzpellets - Kaminöfen

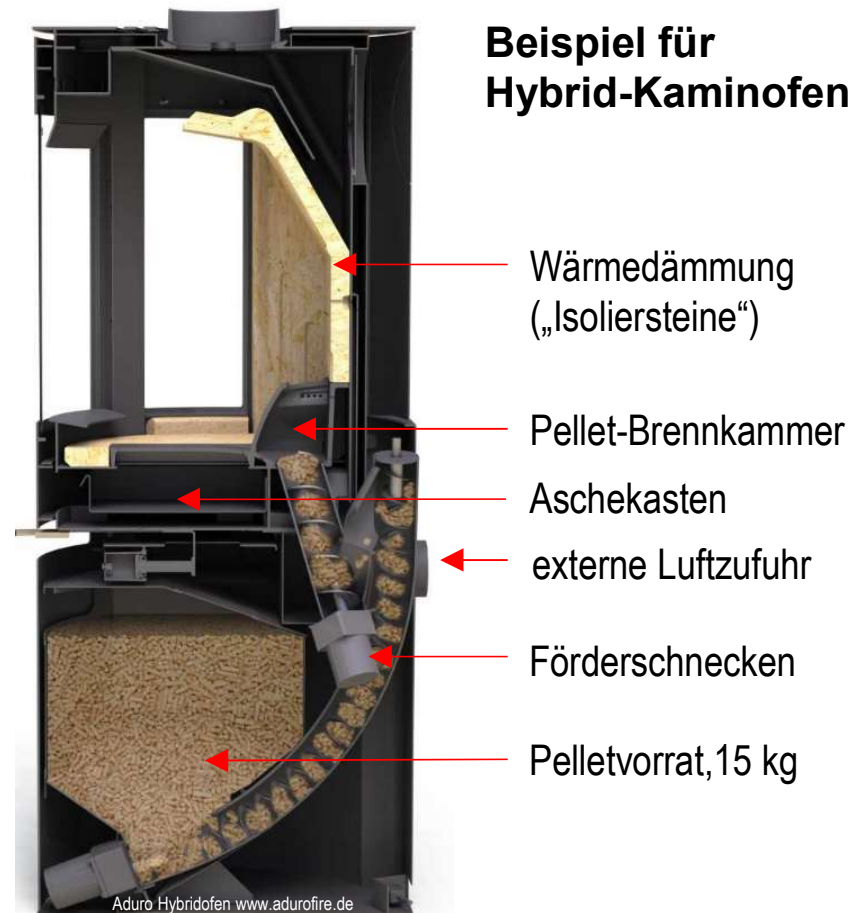
Pellet-Kaminofen

- ca. 2 - 10 kW Nennleistung
- bei Wassertasche noch ca. 20 % Wärmeabgabe an den Raum
- integrierter Pelletbehälter für ein bis mehrere Tage

Hybrid-Kaminofen

- wahlweise mit Scheitholz oder mit Pellets zu befeuern
- in der Regel etwas geringerer Wirkungsgrad als die auf einen Brennstoff spezialisierten Kaminöfen

Beispiel für Hybrid-Kaminofen



Scheitholz- und große Holz-Feuerungen

Durchbrand-Kessel

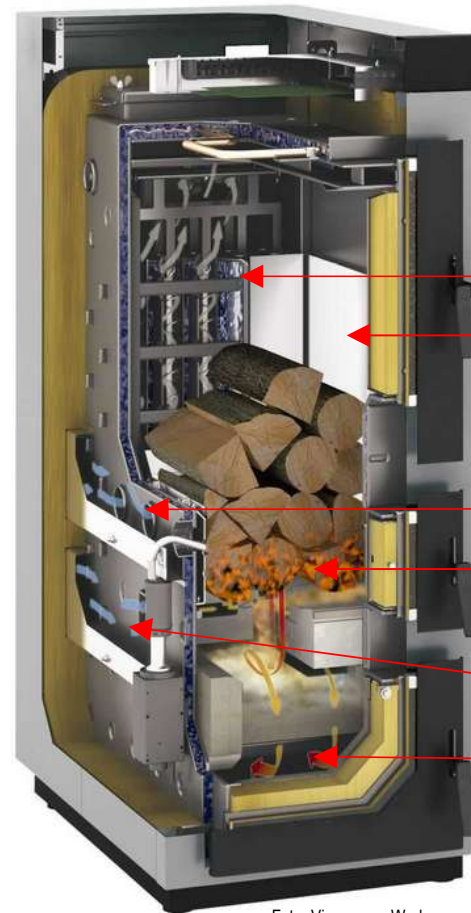
- Klassische Form
- Flamme brennt nach oben und erfasst das ganze aufgelegte (Scheit)Holz

Sturzbrand-Vergaser-Kessel

- Flamme brennt nach unten (Bild), durch den Zug eines Ventilators
- Vorteile
 - viel längere Nachfüllintervalle
 - niedrigere Emissionen durch gleichmäßige Feuerungs-Bedingungen
- für Scheitholz, bis ca. 100 kW

Vorschub-Rostfeuerung

- für große Leistungen bis in den MW-Bereich



Beispiel für Scheitholz- Vergaserkessel

Wärmeübertrager

Füllschacht

Primärluftzufuhr

Glutbett mit
Vergasungszone

Sekundärluftzufuhr

Nachbrennkammer

Foto: Viessmann Werke

Lizenz- und Quellenhinweise

Folie 3/4: Wodtke,
Pellets von mrdidg
<https://pixabay.com/de/photos/pellets-holz-brennstoff-heizung-4844847/>

Ökofen,
Pellets von mrdidg
<https://pixabay.com/de/photos/pellets-holz-brennstoff-heizung-4844847/>

KAPITEL: BIOMASSE

KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG MIT HOLZ

PROF. MARIO ADAM



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz. Ausgenommen von der Lizenz sind die verwendeten Logos sowie alle anders gekennzeichneten Elemente. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>

Ein Kooperationsvorhaben empfohlen durch die:



INNOVATION DURCH KOOPERATION

Gefördert durch:

Ministerium für
Kultur und Wissenschaft
des Landes Nordrhein-Westfalen



a d a m



Erneuerbare Energien und Effizienztechnologien

Prof. Dr.-Ing. Mario Adam

E² - Erneuerbare Energien und Energieeffizienz
ZIES - Zentrum für Innovative Energiesysteme

Hochschule Düsseldorf
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik

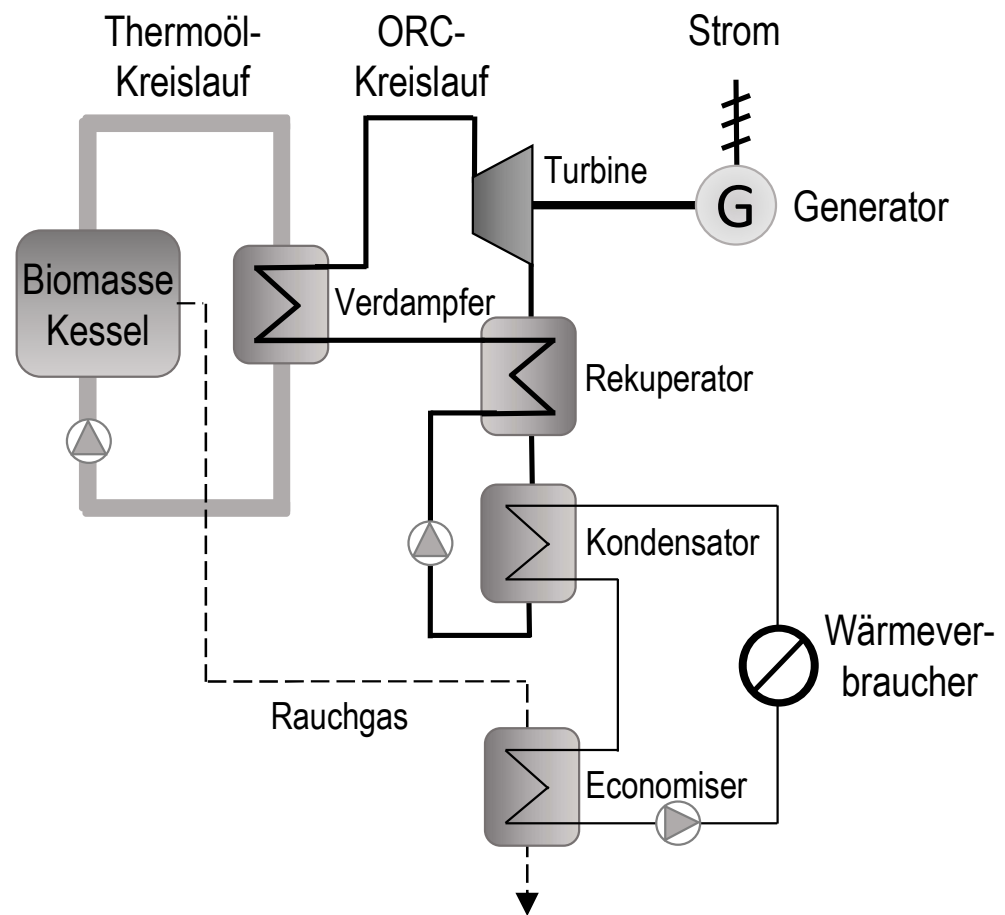
Kapitel „Biomasse“

Kraft-Wärme-Kopplung mit Holz

KWK mit Holz - Dampfkraft-Prozess

Dampfkraft-Prozess + Holzkessel

- klassisch, mit Arbeitsmedium Wasser: v.a. bei großen Leistungen
- Organic-Rankine-Cycle (ORC) mit organischem Arbeitsmedium wie Iso-Pentan, Toluol, Silikonöl
 - Vorteile: Siedepunkt anpassbar an gewünschte niedrige Prozess-Temperaturen (max. ca. 350 °C) und Drücke z.B. bei Thermoöl-Zwischenkreislauf (→ preiswertere Anlagentechnik, Betriebsüberwachung)
 - Nachteile: geringes $\eta_{\text{elektrisch}}$ von 10 - 30 % wegen niedriger Dampf-Temperatur, Arbeitsmedium ggf. giftig/brennbar/klimaschädlich
 - Anbieter z.B. Fa. turboden



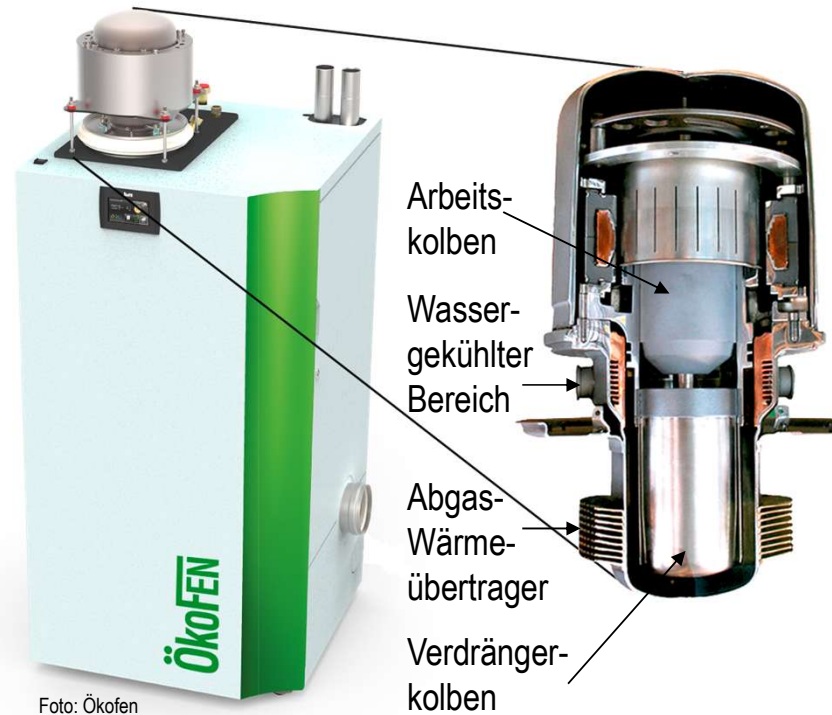
KWK mit Holz - Stirling-Motor

Stirling-Motor + Holzkessel

- Damit ein Stirling-Motor läuft, muss er an einer Stelle des geschlossenen Kreisprozesses beheizt und an einer anderen Stelle gekühlt werden. (über Wärmeübertrager)
- Beheizung: durch Abgas einer (stationären) Holzverbrennung
- Kühlung: durch Abfuhr von Wärme z.B. an Heizungswasser (Wärmeauskopplung)
- aber: $\eta_{\text{elektrisch}}$ nur 10 - 20 %

Motor der Microgen Engine Corporation

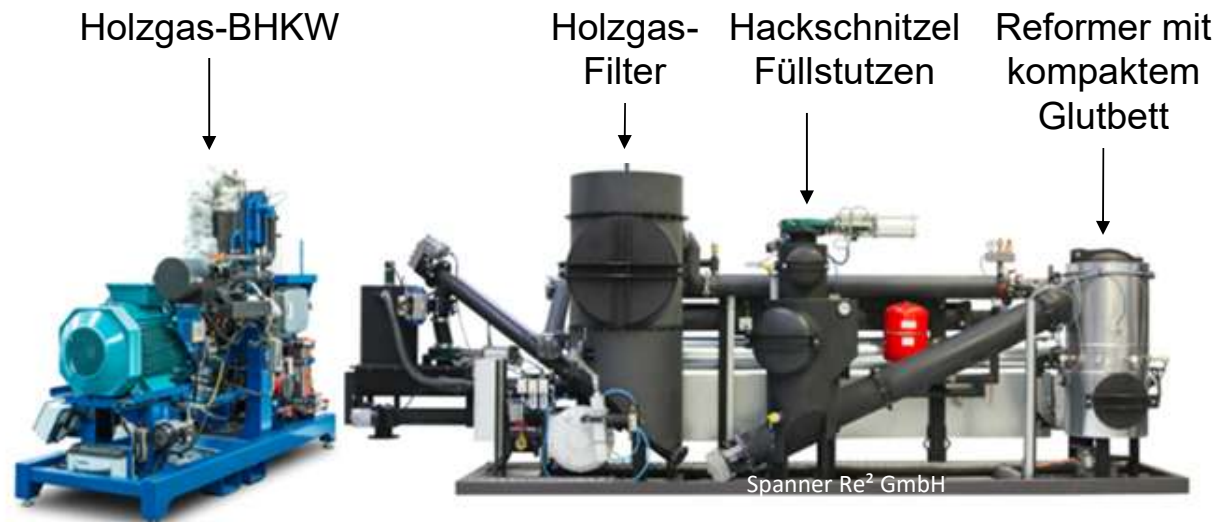
- Gemeinschaftsentwicklung für mehrere Hersteller (nur 1 funktionierender Motor am Markt)
- ca. 0,5 ... 1 kW_{el} ($\eta_{\text{el}} = 15 \%$), ca. 3 ... 6 kW_{th}
- Verwendung in „stromerzeugenden Heizungen“, u.a. bei Fa. Ökofen mit Holzpellet-Brenner



KWK mit Holz - Hubkolben-Motor

Hubkolben-Motor + Holzvergasung

- Holzvergasung = Thermische Umwandlung von Holz in Holzgas mit niedrigem Heizwert
- Problematisch können teerhaltige Substanzen im Holzgas sein
→ notwendig sind geringe Holzfeuchten und funktionierende robuste Technik
- Produkte
 - Fa. Spanner: für Hackschnitzel, mit 30 kW_{el} oder 45 kW_{el} ($\eta_{el} = 23,3 \%$, $\eta_{th} = 56,6 \%$)
 - Fa. Burkhardt: für Pellets, mit 180 kW_{el} ($\eta_{el} = 30 \%$, $\eta_{th} = 47 \%$)



KAPITEL: BIOMASSE

GASFÖRMIGE BRENNSTOFFE AUS BIOMASSE

PROF. MARIO ADAM



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz. Ausgenommen von der Lizenz sind die verwendeten Logos sowie alle anders gekennzeichneten Elemente. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>
Weitere Lizenz- und Quellenhinweise siehe Ende des Foliensatzes

Ein Kooperationsvorhaben empfohlen durch die:



INNOVATION DURCH KOOPERATION

Gefördert durch:

Ministerium für
Kultur und Wissenschaft
des Landes Nordrhein-Westfalen



a d a m



Erneuerbare Energien und Effizienztechnologien

Prof. Dr.-Ing. Mario Adam

E² - Erneuerbare Energien und Energieeffizienz
ZIES - Zentrum für Innovative Energiesysteme

Hochschule Düsseldorf
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik

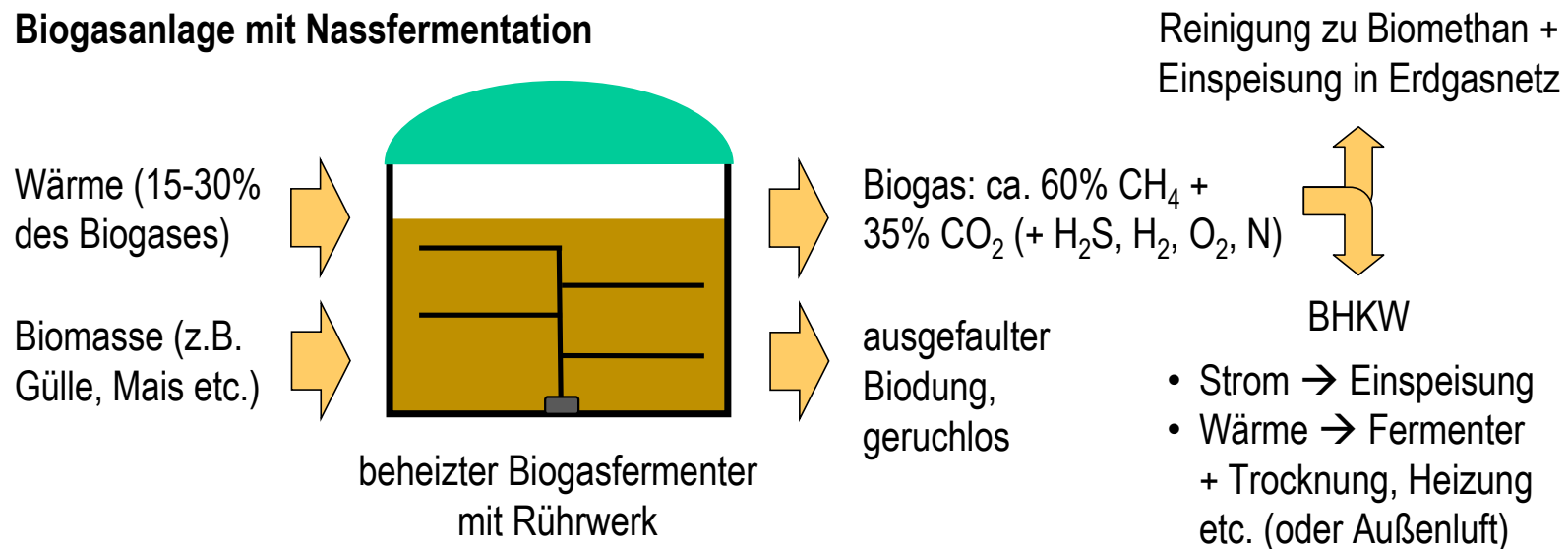
Kapitel „Biomasse“

Gasförmige Brennstoffe aus Biomasse

Biogas

- Erzeugung: aus meist landwirtschaftlicher Biomasse durch Fermentation mittels mesophilen (35°C) oder thermophilen (55°C) methanbildenden Bakterien
 - Nassfermentation: kontinuierlicher Prozess, Basissubstrat meist Gülle, plus Kofermente wie Mais, Pflanzen-/Speisereste zur Erhöhung der organ. TS bzw. Biogasproduktion
 - Trockenfermentation: Batchbetrieb mit zirkulierendem Perkolat, z.B. für Mist
- Nutzung: Verbrennung in BHKW (Problem: Wärmenutzung) oder Reinigung und Einspeisung in Erdgasnetz als „Biomethan“ (Problem: große „industrielle“ Biogasanlagen)

Biogasanlage mit Nassfermentation



Biomethan

- Biomethan = auf Erdgasqualität gereinigtes Biogas → Einspeisung in Erdgasnetze
- seit 2006 erste Anlagen in Deutschland z.B. Pliening (Bayern), Straelen (NRW)
- teurer als Erdgas (ca. 10 ct/kWh für Privatkunden für 100% Biomethan), Nutzungsanreize z.B. durch erhöhte EEG-Einspeisevergütung für mit Biomethan erzeugten Strom in BHKW

Nutzung an anderem Ort für

- Erdgas-BHKW
- Erdgas-Heizgeräte
- CNG-KFZ (nicht LPG)
- etc.

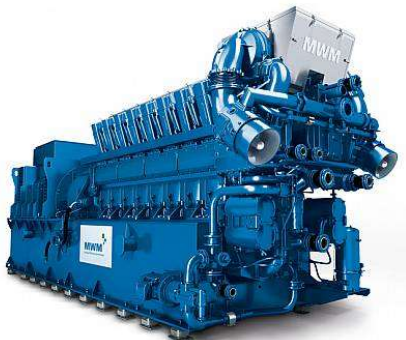


Foto: Caterpillar Energy Solutions, CC BYNC-ND 2.0

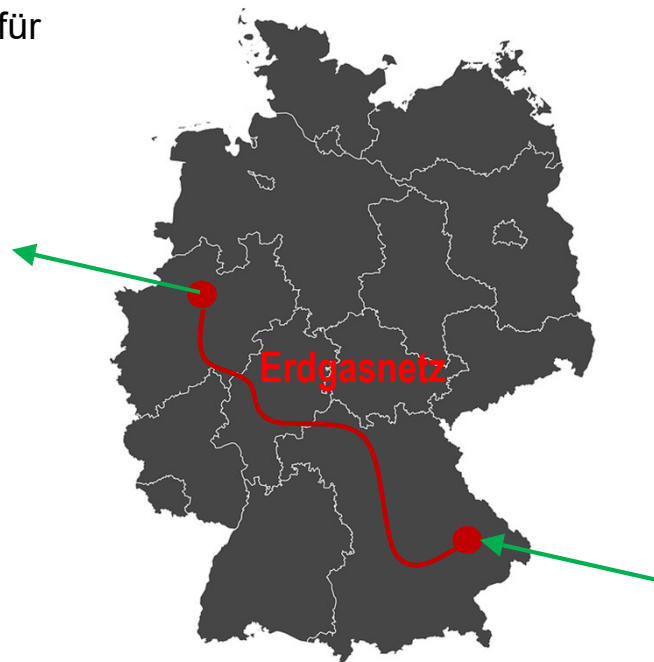


Foto: pixabay



Foto: pixabay

Einspeisung am Standort der Biomethan-Produktion

Klärgas, Deponiegas

- Erzeugungsprozess wie bei Biogas, nur andere Ausgangssubstrate
- Klärgas: aus organischen Klärschlamm-Bestandteilen
- Deponiegas: aus organischen Anteilen von Abfällen, die auf Deponien gelagert wurden (Absaugung über Drainagerohre, die in der Deponie verlegt sind)

Klärgasanlage im Klärwerk Hamburg, am Hafen



Foto: pixabay

Lizenz- und Quellenhinweise

Folie 3: Pixabay-Lizenz, <https://pixabay.com/service/terms>

Deutschlandkarte Pixabay von Mapcanyon; <https://pixabay.com/de/illustrations/deutschland-silhouette-bundesland-1423911/>
Biogasanlage Pixabay von 1815691; <https://pixabay.com/de/photos/biogas-beh%C3%A4lter-faulen-erdgas-2919235/>

Folie 4: Kläranlage Pixabay von falco; <https://pixabay.com/de/photos/hamburg-altona-hafen-ei-kl%C3%A4ranlage-889657/>

KAPITEL: BIOMASSE

FLÜSSIGE BRENNSTOFFE AUS BIOMASSE

PROF. MARIO ADAM



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz. Ausgenommen von der Lizenz sind die verwendeten Logos sowie alle anders gekennzeichneten Elemente. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>
Weitere Lizenz- und Quellenhinweise siehe Ende des Foliensatzes

Ein Kooperationsvorhaben empfohlen durch die:



INNOVATION DURCH KOOPERATION

Gefördert durch:

Ministerium für
Kultur und Wissenschaft
des Landes Nordrhein-Westfalen



a d a m



Erneuerbare Energien und Effizienztechnologien

Prof. Dr.-Ing. Mario Adam

E² - Erneuerbare Energien und Energieeffizienz
ZIES - Zentrum für Innovative Energiesysteme

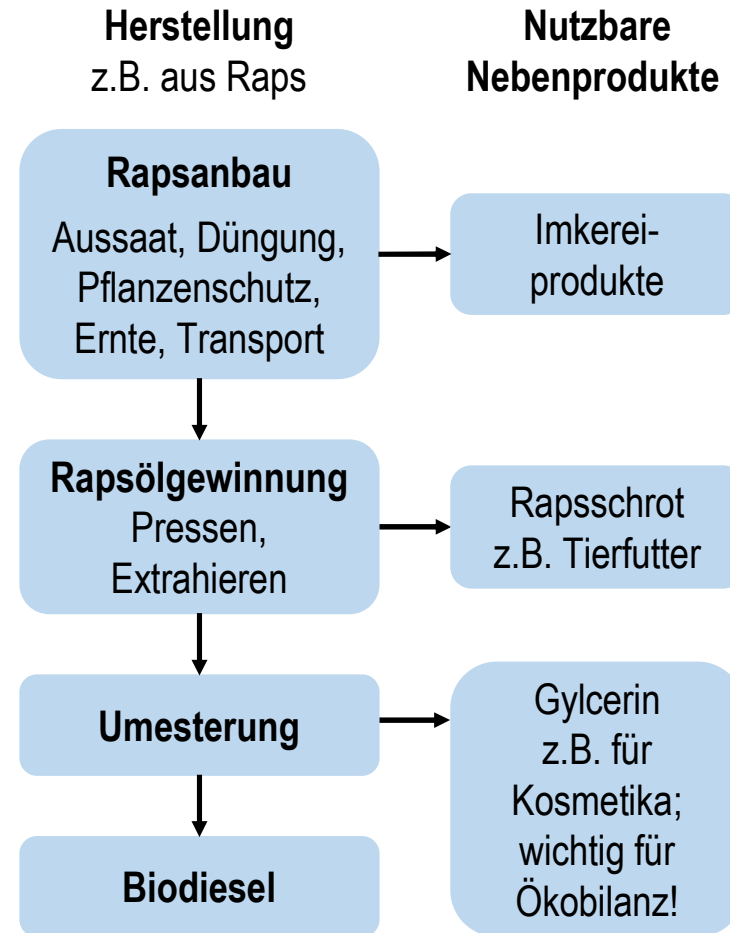
Hochschule Düsseldorf
Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Kapitel „Biomasse“

Flüssige Brennstoffe aus Biomasse

Biodiesel

- Biodiesel (und Pflanzenöl) = Kraftstoff für Dieselmotoren in KFZ, BHKW etc.
- Gewinnung aus ölhaltigen Pflanzen, z.B. Raps, Sojabohnen (oder "Frittenfett")
- Biodiesel
 - BRD: Beimisch-Verordnung
→ 5-10% Biodiesel an normalen Dieselpumpsäulen
 - dieser Anteil für alle normalen Dieselmotoren geeignet (100% Biodiesel bei geeigneten Dichtungen)
 - Energieinhalt
 - Diesel aus Erdöl: 9,8 kWh/l
 - Biodiesel: ca. 8,9 kWh/l
→ mehr Verbrauch in l/100 km
- Pflanzenöl
 - Motorumbau nötig, keine Tankstellen
 - wenig verbreitet (Landwirtschaft)



Biobenzin

- Biobenzin (= Bioethanol) = Kraftstoff für Ottomotoren in KFZ, BHKW etc.
- Gewinnung aus zucker-, zellulose- oder stärkehaltigen Pflanzen, je nach Erzeugungsland verschieden:
 - Zuckerrohr in Brasilien (= weltgrößter Produzent)
 - Mais in USA
 - Getreide, Zuckerrüben, Holz etc.
- Biobenzin
 - BRD: Beimisch-Verordnung
→ E10 mit 10% Bioethanol im Benzin (E85 z.B. in Brasilien, Schweden)
 - Energiegehalt:
 - Benzin aus Erdöl: 8,6 kWh/l
 - Biobenzin: ca. 6,2 kWh/l
→ mehr Verbrauch in l/100 km

Herstellung (z.B. aus Zuckerrohr)



BTL-Kraftstoffe

- BTL = Biomass to Liquid
- flüssiger Kraftstoff definierter Qualität, über chemische Verfahren zielgenau synthetisiert (Zerlegung und neuer Zusammenbau der Kohlenwasserstoff-Verbindungen)
- Vorteil: hohe Hektarerträge durch Nutzung der ganzen Pflanze, auch andere Kohlenwasserstoffe herstellbar z.B. Kunststoffe
- Nachteil: aufwändiger Herstellungsprozess, Konkurrenz zu Power to Liquid aus EE-Strom
- mögliche Produktionswege (gilt für komplexere Biomasse-Verarbeitungsprozesse allgemein)
 - dezentrale Verarbeitung in kleinen Anlagen (Vorteil: kurze Wege, gute Ökobilanz)
 - dezentrale Verarbeitung zu Vorprodukt mit hoher Energiedichte, Transport zu zentraler Endverarbeitung
 - zentrale Verarbeitung in großen Anlagen (Vorteil: spezifisch preiswertere Anlagen)



Fotos: Pixabay

Lizenz- und Quellenhinweise

Folie 4: Alles unter Pixabay-Lizenz <https://pixabay.com/service/terms/>

Strohballen groß von blende12; <https://pixabay.com/de/illustrations/stroh-strohballen-freigestellt-1659722/>

Strohballen klein von blende12; <https://pixabay.com/de/illustrations/stroh-strohballen-freigestellt-1674951/>

Tankstelle an offener Tür Pixabay Fritz_the_Cat; <https://pixabay.com/de/photos/zapfs%a4ule-tankstelle-benzin-tanken-3731379/>

Reagenzglas: pixabay stux; <https://pixabay.com/de/photos/gl%a4ser-bunt-fl%bcssigkeit-dekoration-653044/>

ORCA.nrw

Technology
Arts Sciences
TH Köln

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB



Hochschule
Bonn-Rhein-Sieg

Hochschule Düsseldorf
University of Applied Sciences
HSD

ISEA

Stromrichter-
technik und
Elektrische
Antriebe

RWTH AACHEN
UNIVERSITY

FH AACHEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ein Kooperationsvorhaben empfohlen durch die:



INNOVATION DURCH KOOPERATION

Gefördert durch:

Ministerium für
Kultur und Wissenschaft
des Landes Nordrhein-Westfalen



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz. Ausgenommen von der Lizenz sind die verwendeten Logos sowie alle anders gekennzeichneten Elemente. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>

a d a m