

Synthesegas

Aus der Holzvergasung

Was ist Synthesegas?

Synthesegas ist ein Gasgemisch, das hauptsächlich aus Kohlenmonoxid (CO) und Wasserstoff (H₂) besteht und für verschiedene chemische Synthesen verwendet werden kann. Als Synthesegas wird in diesem Zusammenhang das Produkt der Holzvergasung bezeichnet, bei der Holz unter Sauerstoffmangel in Synthesegas umgewandelt wird. Synthesegas kann jedoch aus verschiedenen kohlenstoff- und wasserstoffhaltigen Ausgangsstoffen wie Kohle, Erdgas oder ligninhaltiger Biomasse hergestellt werden. Es ist zu beachten, dass nur Synthesegas aus ligninhaltiger Biomasse als erneuerbar bzw. nachhaltig angesehen werden kann. Die genaue Zusammensetzung des Synthesegases hängt vor allem von den eingesetzten Ausgangsstoffen, den Prozessbedingungen und dem Vergasungsmittel ab.



Abbildung 1: Hackschnitzel als möglicher Einsatzstoff für die Biomassevergasung (adobe.stock.com/28333410)

Wie wird Synthesegas aus Holz hergestellt?

Ziel der Holzvergasung ist die Erzeugung eines Sekundärenergieträgers zur Diversifizierung der Anwendungsmöglichkeiten erneuerbarer Energie. Dazu wird das Holz in einer sauerstoffarmen Umgebung auf Temperaturen von 500 bis 1000 °C erhitzt. Zusätzlich wird dem Prozess ein Vergasungsmittel zugesetzt, das die Reaktionen bei der

Synthesegasbildung und damit die Bestandteile des Synthesegases stark beeinflusst. Mögliche Vergasungsmittel sind, Wasserdampf (H₂O), Sauerstoff (O₂), Umgebungsluft oder Kohlendioxid (CO₂).

Einfluss des Vergasungsmittels auf das Synthesegas

Bei **autothermer** Prozessführung wird entweder Umgebungsluft, Sauerstoff oder Wasserdampf als Vergasungsmittel verwendet.

Luft: Hoher N₂ und CO Gehalt im Synthesegas; geringerer H₂ Gehalt als mit anderen Vergasungsmitteln → Heizwert ist gering (4-5 MJ/m³)

Sauerstoff: Hoher CO Gehalt und fast kein N₂ → mittel bis hoher Heizwert (10-12 MJ/m³).

Bei **allothermer** Prozessführung wird entweder Wasserdampf oder Kohlenstoffdioxid eingesetzt.

Wasserdampf: Hoher H₂ und CO Gehalt sowie kein N₂ → mittel bis hoher Heizwert.

Kohlenstoffdioxid: Hoher CO und mittlerer H₂ Gehalt → mittelhoher Heizwert.

Die Vergasung ist ein endothermer Prozess und benötigt daher Energie. Diese kann entweder durch die teilweise Oxidation (Verbrennung) des Holzes (autotherm), oder durch eine externe Wärmequelle (allotherm) bereitgestellt werden. Dementsprechend wird der Sauerstoffanteil im Reaktor so eingestellt, dass nur 30-50% des chemisch für eine vollständige Oxidation des Holzes benötigten Sauerstoffs vorhanden sind ($\lambda=0,3-0,5$). Je nach Ziel und vor allem Größe des Reaktors werden unterschiedliche Reaktortypen eingesetzt. Man unterscheidet, wie in Abbildung 4 dargestellt, die Festbettvergasung, die Schwebebettvergasung, die Wirbelschichtvergasung und die Flugstromvergasung.

1. Festbettvergasung (für kleinere Reaktoren mit 200-8000 kW thermisch)

Es gibt drei Typen von Festbettvergasern:

- **Gleichstromvergaser:** Das Holz wird auf einer Seite zugeführt, und das entstehende Gas verlässt den Reaktor auf der gegenüberliegenden Seite. Das Vergasungsmittel wird in der Mitte zugeführt, wodurch Teerpartikel abgebaut werden. Ein Nachteil ist, dass nicht der gesamte Kohlenstoff effizient genutzt wird, und ein Teil in der Asche verbleibt.
- **Gegenstromvergaser:** Hier wird das Holz auf der einen Seite und das Vergasungsmittel auf der anderen Seite zugeführt. Das Gas verlässt den Reaktor auf der Holzeingabeseite, enthält aber oft mehr Teer.
- **Doppelfeuervergaser:** Eine Kombination der beiden Typen, wobei das Vergasungsmittel an zwei Stellen zugeführt wird und das Gas den Reaktor zwischen diesen beiden Punkten verlässt.
- **Schwebebettvergaser:** Es handelt sich um einen gestuften Gleichstrom-Festbettvergaser, der entgegen der Schwerkraft betrieben wird. Dem Vergaser ist ein Pyrolysereaktor vorgeschaltet und die verkohlte Biomasse wird durch einen Luftstrom in Schwebelage gehalten und bei Temperaturen von ca. 850°C vergast. Diese Anordnung erleichtert außerdem den Abzug von Fremdkörpern und Verschlackungen.

3. Wirbelschichtvergasung (für mittlere/große Reaktoren mit 3-100 MW thermisch)

- **Blasenbildende Wirbelschicht:** Hier wird Vergasungsmittel eingeblasen, um eine Sandschicht in der Schwebelage zu halten, die den Brennstoff erhitzt.
- **Zirkulierende Wirbelschicht:** Das Vergasungsmittel wird mit höherer Geschwindigkeit eingeblasen, wodurch der Sand oben aus dem Reaktor austritt, dann aber wieder zurückgeführt wird. Das verbessert die Wärmeverteilung in größeren Reaktoren.
- **Duale Wirbelschicht:** Bei dieser Technik sind Vergasung und Verbrennung räumlich getrennt. Das Synthesegas entsteht auf der

einen Seite, das Abgas (CO_2 , H_2O) auf der anderen. Der Sand wird ebenfalls zurückgeführt. Dieser Reaktor ist in Abbildung 2 dargestellt.

4. Flugstromvergasung (für große Brennstoffleistungen über 10 MW thermisch)

Diese Art der Vergasung wird vor allem kommerziell für die Kohlevergasung genutzt.

- Der Brennstoff muss fein zerkleinert und getrocknet werden. Dann wird er in den Reaktor eingeblasen und dort bei sehr hohen Temperaturen (bis zu 1200 °C) und Drücken (bis zu 80 bar) schnell in Synthesegas umgewandelt.

Nach jeder Reaktorart, wird das Produktgas in einem Zyklon von Feststoffen wie Asche und Staub getrennt und je nach Anwendung entweder in einem Gasmotor bzw. Gasturbine verstromt oder zu Sekundärenergieträgern weiterverarbeitet [1].

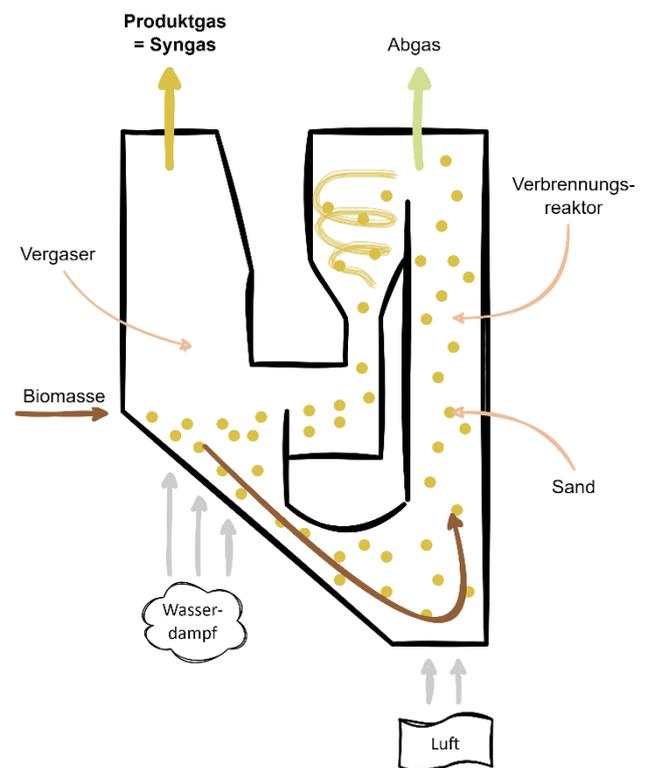


Abbildung 2: Beispielprozess einer dualen Wirbelschichtvergasung mit Wasserdampf als Reaktionsmittel eigene Darstellung.

Verwendung der Holzvergasung in Österreich

In Österreich gibt es verschiedene Arten und Größen von Vergasungsanlagen. Aufgrund der vielen Anlagen im sehr kleinen Leistungsbereich ist die genaue Anzahl der Anlagen schwer zu ermitteln. Die größten Anlagen bewegen sich bezüglich der el. Leistung im dreistelligen

kW-Bereich. Größere Anlagen im MW-Bereich, wie die dualen Wirbelschichtvergaser in Güssing oder in Oberwart sind nicht mehr in Betrieb. Der weitaus größte Teil der schätzungsweise 30 bis 50 Vergasungsanlagen in Österreich wird zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt. Dabei wird das Synthesegas entweder in einem Gasmotor oder in einer Gasturbine verbrannt. An alternative Verwendungsmöglichkeiten des Synthesegases wird laufend geforscht. In der Vergasungsanlage in Güssing wurde 2008 erstmals großtechnisch synthetisches Methan aus Synthesegas erzeugt [2]. Im Projekt Waste2Value wird in Wien-Simmering an weiteren Anwendungsmöglichkeiten von Synthesegas geforscht. In dieser Pilotanlage sollen aus Abfallbrennstoffen wie Klärschlamm und Rückständen aus der Zellstoff- und Papierindustrie flüssige Treibstoffe wie Fischer-Tropsch-Diesel und Kerosin hergestellt werden [3].

In Abbildung 4 sind weitere mögliche Synthesewege und Produkte aus Synthesegas dargestellt.



Abbildung 3: Synthetischer Kraftstoff als mögliches Endprodukt aus Synthesegas (adobe.stock.com/H_Ko)

Herausforderungen für die Holzvergasung

In einer Analyse für den Fachverband der Holzindustrie hat die AEA positive und negative Treiber für den Holzmarkt analysiert und eine Abschätzung des möglichen Mehrbedarfs an Holz quantifiziert [4]. Dabei wurde ein mittelfristiger Mehrbedarf von ca. 6 Mio. fm abgeschätzt, wenn absehbar wirksame Treiber wie die Dekarbonisierung der Fernwärme oder die Umstellung von Öl- auf Holzheizungen wie geplant umgesetzt werden. Bei begrenzten Mengen und steigender Nachfrage ist von einer zunehmenden Konkurrenz um den Rohstoff Holz auszugehen.

Große Vergasungsanlagen sind zudem noch relativ teuer in der Anschaffung und im Betrieb. Die Wirtschaftlichkeit hängt stark von den

Rahmenbedingungen wie dem Strompreis, den Förderungen und den Umweltauflagen ab.

Die Holzvergasung ist eine vielseitig einsetzbare Technologie mit einem großen Potenzial für eine breite Produktpalette. Durch weitere Forschung und Entwicklung der Umwandlungsverfahren von Synthesegas kann das Potenzial der Holzvergasung in Zukunft ausgeschöpft werden. Damit werden sich weitere attraktive Optionen für die Nutzung erneuerbarer Energie aus Holz entwickeln.

Synthesegas ist nicht gleich Synthetisches Erdgas/Biomethan Unter **Synthesegas** versteht man das bei der Holzvergasung entstehende Gasgemisch, das hauptsächlich aus CO und H₂ besteht.

Synthetisches Erdgas oder Biomethan besteht aus CH₄ und wird durch den Prozess der Methanisierung aus Synthesegas hergestellt.

Quellen:

1: Kaltschmitt, M.; Hartmann, H.; Hofbauer, H.(2016): Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken und Verfahren; 3. Auflage, Springer Vieweg.

2: [Österreichischer Biomasse-Verband Holzgas für Strom, Kraftstoffe und Erdgasersatz](#)

3: [BEST Bioenergy and Sustainable Technologies](#)

4: **Österreichische Energieagentur, 2021:** Holzbedarf der Zukunft. Eine quantitative Abschätzung. Auftragsarbeit für den Fachverband Holzindustrie. Wien, 2021.

Die Servicestelle Erneuerbare Gase (SEG) ist eine Einrichtung im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK).

Impressum

Servicestelle
Erneuerbare Gase (SEG)
Österreichische Energieagentur
Mariahilferstraße 136
1150 Wien

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

service@erneuerbaresgas.at
+43 1 285 02 34

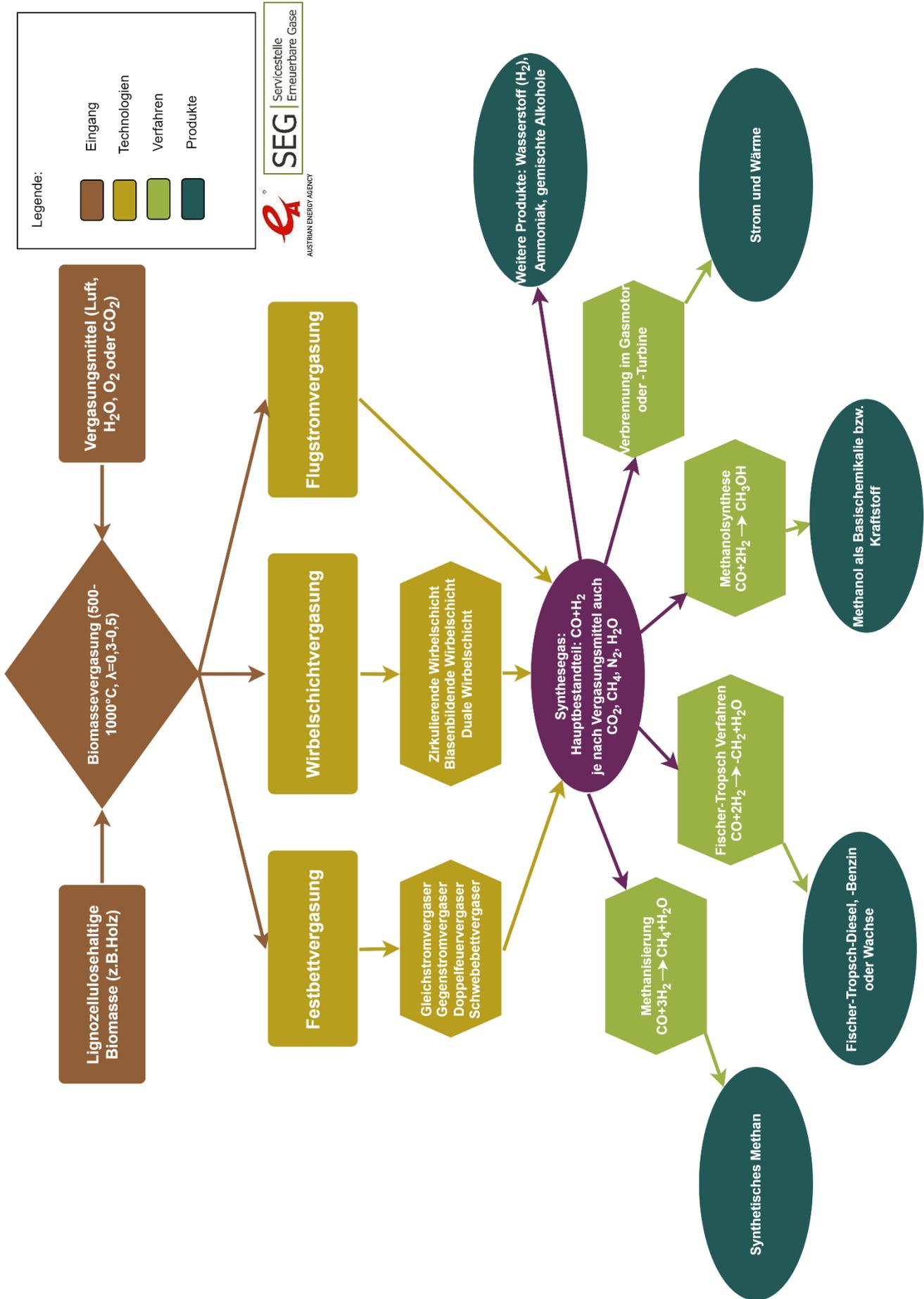


Abbildung 4: Übersichtsgrafik über die verschiedenen Vergasungstechnologien und deren Endprodukte