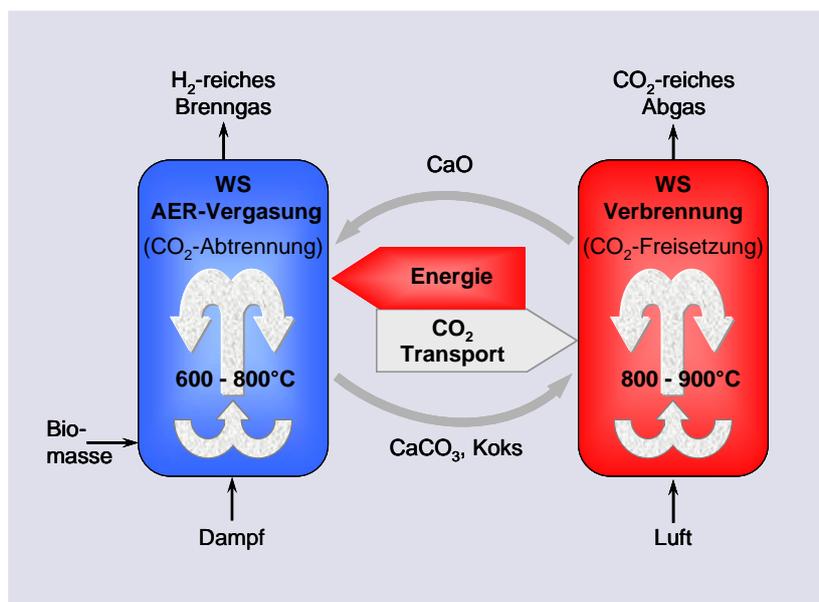


Thermochemische Biomassekonversion

Das AER-Verfahren

Für die Erzeugung eines möglichst inertgasarmen (wenig N_2 , CO_2), heizwertreichen Gases eignet sich z.B. die so genannte allotherme Wasserdampfvergasung in zwei gekoppelten Wirbelschichtreaktoren. In einem Reaktor wird die Biomasse unter Dampfzugabe vergast. Die benötigte Energie wird über einen Wärmeträger - ein inertes, zirkulierendes Bettmaterial wie z.B. Quarzsand - zugeführt, der in einem zweiten Reaktor durch die Verbrennung von Vergasungsrückständen erhitzt wird.

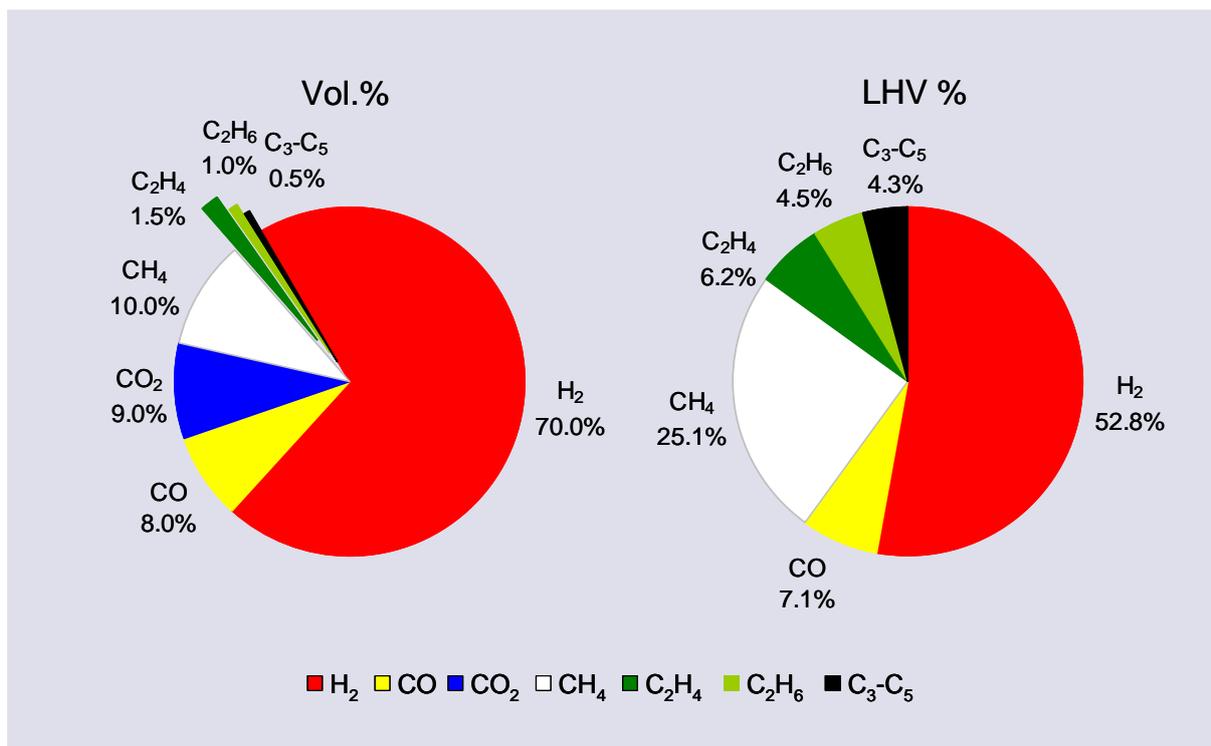
Beim AER-Verfahren wird der inerte Wärmeträger durch ein reaktives Bettmaterial ausgetauscht. Dieses CO_2 -Absorptionsmittel, z.B. auf der Basis von CaO , trennt das während der Biomassevergasung entstehende CO_2 *in situ* ab und ermöglicht hierdurch - ohne zusätzliche Gasaufbereitungsschritte - die Erzeugung eines teerarmen, wasserstoffreichen Gases. Durch die CO_2 -Absorption wird zum einen das thermodynamische Gleichgewicht der Konversionsreaktionen in Richtung der gewünschten Produkte (i. W. Wasserstoff) verschoben und zum anderen die Wärme für die Vergasung bei Temperaturen von $600 - 800^\circ C$ innerhalb des Reaktors bereitgestellt. Beladenes Absorptionsmaterial ($CaCO_3$) wird in einem separaten Reaktor bei Temperaturen $> 800^\circ C$ regeneriert und wieder dem Vergasungsreaktor zugeführt. Die erforderliche Wärme wird durch Verbrennen von Vergasungsrückständen (Biomasserestkoks) bereitgestellt. Folglich fallen zwei separate Gasströme an: ein H_2 -reiches Produktgas sowie ein CO_2 -angereichertes Abgas. Die folgende Abbildung zeigt die technische Realisierung des AER-Verfahrens durch die Adaption existierender Verfahren mit zwei gekoppelten Wirbelschichten nach dem BATTELLE- bzw. DFB-Prozess (Dual Fluidised Bed).



Prinzip des AER-Prozesses:
Für die kontinuierliche Herstellung eines H_2 -reichen Produktgases werden zwei Wirbelschichtreaktoren miteinander gekoppelt, zwischen denen ein CO_2 sorptives Bettmaterial zirkuliert. Dieses transportiert Wärme in den Vergaser und trennt dort bei Temperaturen kleiner $800^\circ C$ zusätzlich CO_2 ab. Im zweiten Reaktor wird Biomassekoks verbrannt, um das Bettmaterial zu erwärmen und zu regenerieren (CO_2 Freisetzung).

Ergebnisse: Biomassevergasung nach dem AER-Verfahren

Im Rahmen mehrerer Forschungsprojekte wurde die AER-Biomassevergasung experimentell untersucht. Im kontinuierlichen Vergasungsbetrieb resultierte bei hoher Zyklenfestigkeit des sorptiven Bettmaterials ein heizwertreiches Produktgas mit hohem Wasserstoffanteil (s. Abbildung unten). Der H₂-Gehalt im Rohgas ist so hoch wie bei keinem anderen Biomassevergasungsverfahren weltweit. Trotz niedriger Vergasungstemperatur < 800°C ist der Teergehalt mit ca. 1 g/m_{NTP}³ vergleichsweise gering und die Hauptteerbestandteile Phenol und Toluol sind unproblematisch mit Blick auf die anschließende Gasnutzung, insbesondere bei Verwendung in Gasmotoren.

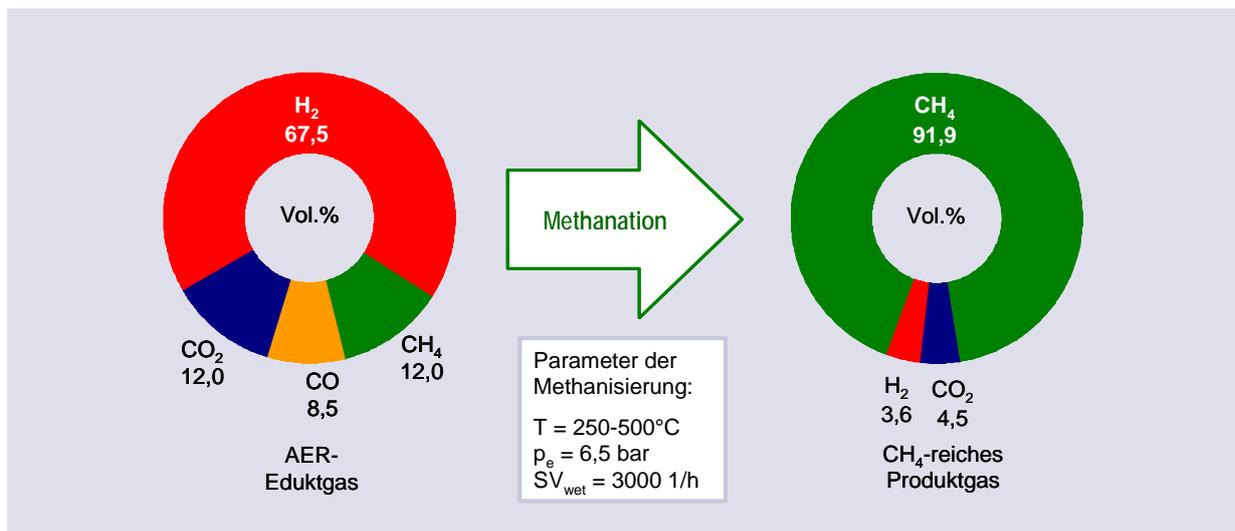


Typische Zusammensetzung des AER-Produktgases sowie dessen Heizwertes (LHV) bei der kontinuierlichen Vergasung von Holz in einer kombinierten 2-Bett-Wirbelschichtanlage, 100 kW.

Thermochemische Biomassekonversion

AER-Verfahren und SNG

Für die Erzeugung eines Erdgassubstitutes (Substitute Natural Gas, SNG) aus der Biomassevergasung bietet das AER-Verfahren sehr gute Voraussetzungen bzgl. der Produktgaszusammensetzung für die nachgeschaltete Methanisierung zur SNG-Herstellung. Das Produktgas eignet sich aufgrund seiner Bestandteile hervorragend zur Methanherzeugung. Für diese Gasaufbereitung zur Netzeinspeisung werden die geringen Anteile an Kohlenmonoxid und Kohlendioxid durch den im Gas vorhandenen Wasserstoff zu Methan konvertiert (siehe untenstehende Abbildung). Bei optimaler Prozessführung der Vergasungs- und Methanisierungsstufe kann ohne weitere Gastrennverfahren direkt SNG hergestellt werden.



Gaszusammensetzung nach der AER-Vergasung und anschließender Methanisierung als Gasaufbereitungsstufe zur SNG-Erzeugung.

Vorteile von SNG

- Erdgasnetz mit sehr guter Infrastruktur in Deutschland bereits vorhanden
- SNG herstellbar aus breitem Spektrum biogener Ressourcen
- Vielseitige Einsatzmöglichkeiten von SNG: z.B. zentral in GuD-Kraftwerk, dezentral im BHKW, mobil als Kraftstoff
- Lokale & zeitliche Trennung von Biomasse-Umwandlung und Energienutzung
- SNG ist ein (saisonales) Speichermedium für regenerative Energie
- Gute Primärenergieausnutzung / Gesamtwirkungsgrad (aufgrund weniger Prozessschritte)

Sekretariat Fachgebiet
Regenerative Energieträger und Verfahren
Tel: + 49 711 7870 252
Fax: + 49 711 7870 200

Zentrum für Sonnenenergie-
und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg



Thermochemische Biomassekonversion

Technische Daten zum AER-Verfahren

AER-Biomassevergasung	
Vergasungskonzept	Zweibett-Wirbelschicht (Vergasung, Verbrennung) Empfohlene Anlagengröße: 5 – 50 MW _{th}
Brennstoff	Waldrestholz, biogene Reststoffe
Vergasungsmittel	Wasserdampf
Bettmaterial	CaO-haltiges Hochtemperatur-CO ₂ -Sorbens (z.B. Calcit, Dolomit)
Bettmaterial-Austrag	< 100 kg Sorbens / t Biomasse
Vergasungstemperatur	600 - 800 °C
Verbrennungstemperatur	800 - 900 °C
Druck	atmosphärisch
Produktgas (trocken)	> 50 - 80 Vol.% H ₂ > 8 - 12 Vol.% CH ₄ < 1 Vol.% N ₂ < 5 - 15 Vol.% CO < 5 - 15 Vol.% CO ₂
Verunreinigungen	< 1 g/m ³ (Teere im Rohgas)
Heizwert Produktgas	> 13 MJ/m ³ _{NTP}
Kaltgaswirkungsgrad	> 70 % (LHV _{Produktgas} /LHV _{Brennstoff})
Strom und Wärmeerzeugung	
Elektrischer Wirkungsgrad	> 30% (Gasmotor und ORC-Prozess)
thermischer Wirkungsgrad	~ 45 %
Erzeugung regeneratives Erdgassubstitut	
Chemischer Wirkungsgrad	> 60 % (Methangehalt > 90 Vol.%)
thermischer Wirkungsgrad	~ 15 %