Prozessketten

zur Herstellung von erneuerbarem Methan

Erneuerbar produziertes Methan rückt aufgrund der Notwendigkeit zur Substitution von fossilem Methan stärker in den Fokus von Politik und Industrie. Dies lässt sich einerseits auf das hohe Treibhauspotential von fossilem Methan, andererseits auf die volatilen globalen Erdgasmärkte zurückführen. Laut RED III sollen bis 2030 42,5 % des Gesamtenergiebedarfs aus erneuerbaren Quellen stammen. 2024 lag der Erdgasverbrauch Österreichs bei rund 74 TWh. Dieser setzte sich zu 58 TWh aus Importen und zu 6 TWh aus der inländischen Produktion zusammen. Die Differenz wurde durch Entnahme aus den österreichischen Erdgasspeichern gedeckt.

Zertifizierung von erneuerbarem Methan

Damit erneuerbares Methan auf die EU-Klimaziele anrechenbar ist, muss es von der EU klar definierte Richtlinien erfüllen. Um die Konformität mit diesen Richtlinien zu gewährleisten, müssen in der EU nationale sowie EU-weite Nachweise zur Herkunft des produzierten erneuerbaren Methans erbracht werden. Weitere Information dazu sind im FactSheet Zertifizierungen für erneuerbare Gase zu finden.

Zertifiziert erneuerbares Methan kann innerhalb der EU gehandelt werden und wird zur Erreichung der Klimaziele des endverbrauchenden Mitgliedsstaates angerechnet.

Betrachtete Technologien zur Produktion und Veredelung von erneuerbarem Methan

Um erneuerbares Methan zu produzieren und zu veredeln, stehen unterschiedliche Technologien zur Verfügung. Nach Recherche aller verfügbaren Technologien wurde eine Vorauswahl an Prozessen zur Produktion und Veredelung getroffen. Diese sind in Abbildung 1 dargestellt. Bei der Herstellung von erneuerbarem Methan kommt Biomasse zum Einsatz. Dazu stehen, je nach gewählter Technologie, hauptsächlich lignocellulosehaltige Biomasse oder Reststoffe aus der Landwirtschaft, kommunale Abfälle und wasserhaltige Pflanzen und Algen zur Verfügung. Das einzige Produkt der Prozessketten nach der Aufreinigung der Zwischenprodukte ist erneuerbares Methan. Dieses Methan kann genau wie fossiles Methan ohne Modifikationsbedarf im vorhandenen Erdgasnetz transportiert und anschließend verwertet werden.

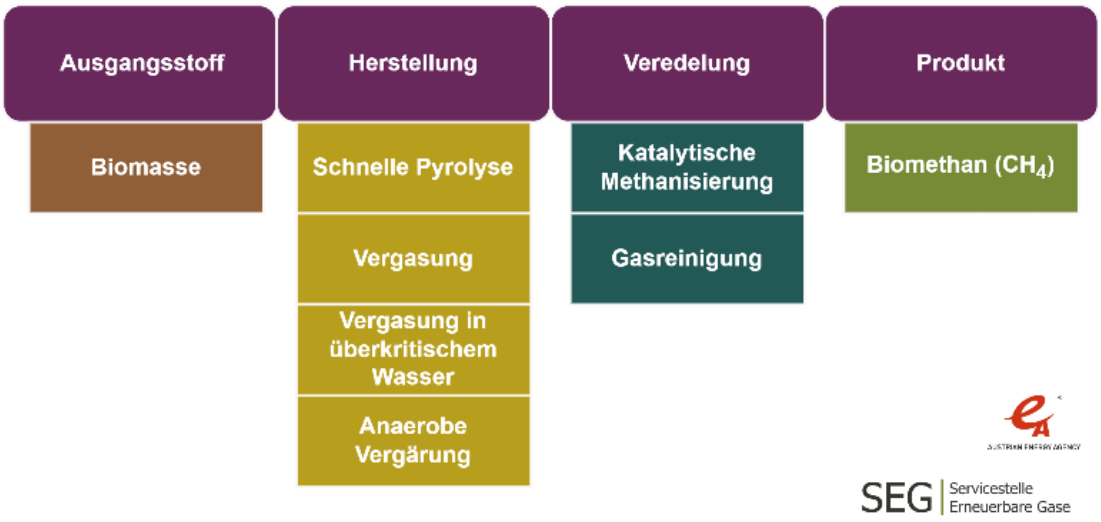


Abbildung 1: Betrachtete Prozesse, Ausgangsstoffe und Produkte zur Herstellung von erneuerbarem Methan, eigene Darstellung

Zur Herstellung von erneuerbarem Methan lassen sich, je nach Eigenschaften des Ausgangsstoffes verschiedene Technologien nutzen. Während die Biomassevergasung unter Einsatz von getrockneter lignocellulosehaltiger Biomasse als Ausgangsstoff effizient arbeitet, eignet sich holzartige Biomasse ohne Vorbehandlung nicht zur Herstellung von Biogas unter Einsatz anaerober Vergärung.

Darstellung der Prozessketten

Auf Basis von Abbildung 1 wurden Prozessketten der betrachteten Technologien gebildet und in Abbildung 2 übersichtlich dargestellt.

Neben den Prozessketten enthält Abbildung 2 auch einheitenlose Effizienzparameter für die genannten Technologien. Es wird explizit keine Aussage über die Marktreife einer Technologie, die Eignung betreffend geografische Lage oder Rohstoffverfügbarkeit getroffen. Auch politische Überlegungen oder Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Anlagen wurden im Rahmen der Recherche nicht quantitativ erhoben.

Eigenschaften und Grenzen der Effizienzparameter

Im Zuge der Recherche der 16 untersuchten Prozesse wurden technische Effizienzparameter erhoben. Die in Abbildung 2 beschriebenen Effizienzen sind das Ergebnis umfassender Literaturrecherche der aktuellen wissenschaftlichen Forschungslandschaft. **Besonderer Fokus lag auf der Erhebung der derzeit maximal erreichbaren Effizienzen nach starker Optimierung, meist ohne Rücksicht auf Skalierbarkeit oder Wirtschaftlichkeit der betrachteten Technologien.**

Da die Prozesse oft unterschiedlich aufgebaut sind oder unterschiedliche Ausgangsstoffe haben, war es nicht möglich einen vergleichbaren Effizienzparameter für alle Prozesse zu identifizieren. Zudem war es aufgrund der Homogenität der untersuchten Prozesse nicht möglich einheitliche Prozessgrenzen zu definieren auf die sich die erhobenen Effizienzen beziehen. Die in Abbildung 2 angegebenen Effizienzen sind aufgrund dieser Annahmen somit als **ungefähre Einordnung** zu betrachten. Sie **bilden nur begrenzt die derzeit in industriellen Anlagen erreichten Effizienzen ab.**

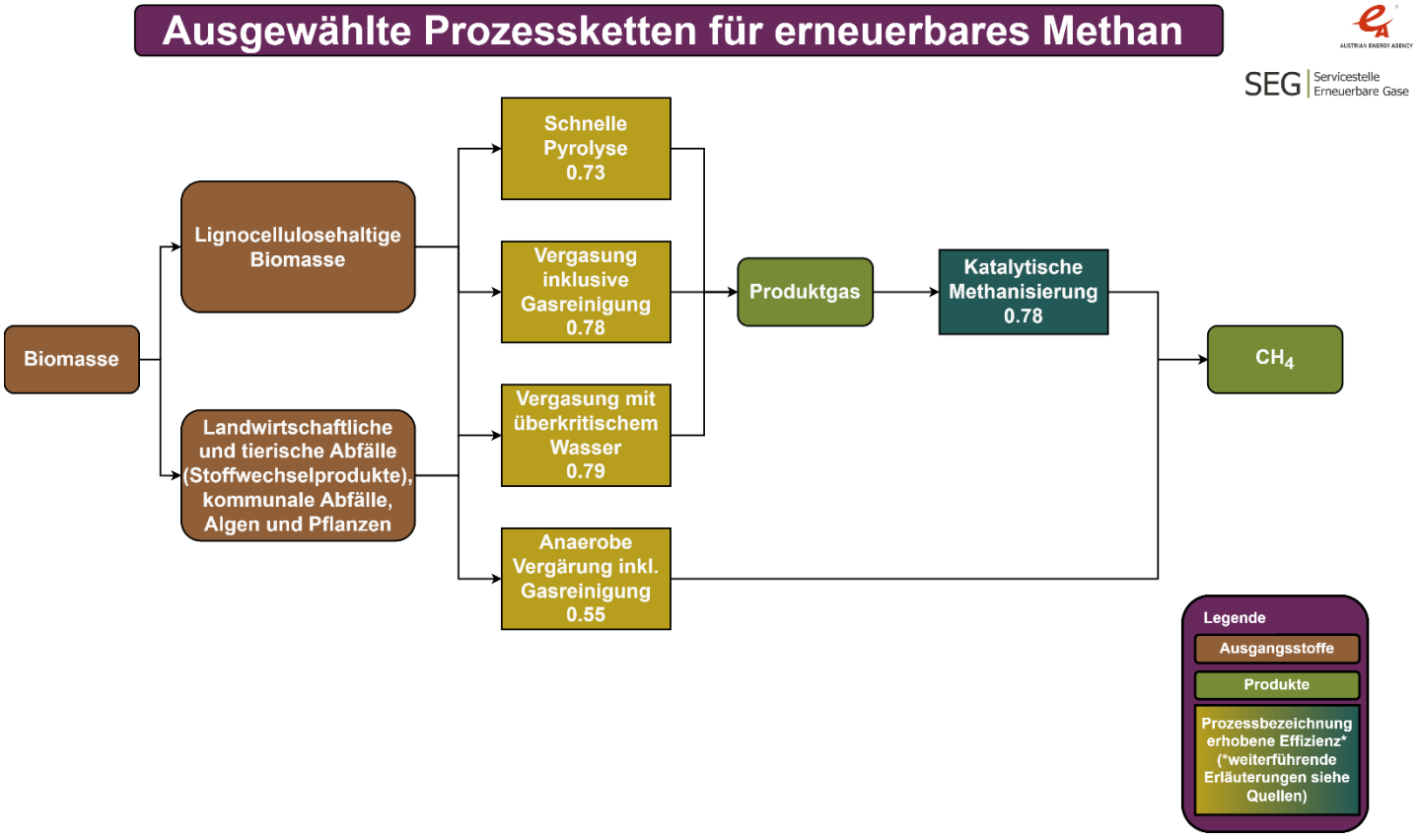


Abbildung 2: Prozessketten zur Herstellung von erneuerbarem Methan inkl. erhobener Effizienzparameter der jeweiligen Technologie, eigene Darstellung

Berechnung und Interpretation der Ketteneffizienz

Auf Basis der Informationen in Abbildung 2, wurden die Ketteneffizienzen der jeweiligen Prozessketten berechnet. Dazu wurden die einzelnen Prozesseffizienzen der jeweiligen Prozesskette multipliziert, um die Ketteneffizienz zu bilden, wie in Formel 1 beschrieben.

$$\eta_{PC} = \prod_{i=1}^{n} \eta_i$$

Formel 1: Berechnung der Ketteneffizienz

Ausgewählte Ergebnisse aus den Berechnungen der Effizienzketten sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Ergebnisse der Berechnung der H_2-Prozessketten auf Basis von CH_4 aus der Biomassevergasung

Technologie	Katalytische Methanisierung
Schnelle Pyrolyse	0,57
Biomassevergasung	0,61
Vergasung mit überkritischem Wasser	0,62

Die Ergebnisse der Berechnung der Ketteneffizienzen zeigen, dass die Nutzung von wasserhaltigen Pflanzen als Substrat in der Vergasung mit überkritischem Wasser geringfügig höhere Prozesseffizienzen aufweist als die Vergasung von lignocellulosehaltiger Biomasse. Diese Technologie ist jedoch aktuell nur im Labormaßstab verfügbar und nicht kommerziell nutzbar. Zudem ist geeignetes Substrat in Österreich nicht in ausreichenden Mengen verfügbar. Obwohl die Nutzung schneller Pyrolyse für Spezialanwendungen wie der Herstellung von Bio-Oil sinnvoll sein kann, ist sie zur Herstellung von Syngas und in weiterer Folge Methan nicht geeignet, da die Gasausbeuten vergleichsweise gering sind.

Die Nutzung **lignocellulosehaltiger Biomasse zur Biomassevergasung** ist aufgrund ihrer hohen Prozesseffizienz bei gleichzeitiger Verfügbarkeit der Ausgangsstoffe eine geeignete und bereits im industriellen Maßstab verfügbare Möglichkeit zur Produktion von CH_4-haltigem Syngas. Durch die Optimierung der Prozessbedingungen wie Katalysatoreinsatz oder Wahl des Prozessgases lässt sich zudem die Ausbeute an CH_4 im Syngas erhöhen. Die anschließende Umwandlung mittels **katalytischer Methanisierung** gewährleistet die Produktion von erneuerbarem Methan das sich problemlos im vorhandene Erdgasnetz transportieren und anschließend verwerten lässt.

Die Nutzung von **anaerober Vergärung** zur Produktion von Biogas mit anschließender Aufreinigung zu erneuerbarem CH_4 ist eine weithin verfügbare und weit entwickelte Technologie. Besonders bei ausreichendem Vorhandensein nicht lignocellulosehaltiger Biomasse wie Ernterückständen und anderen landwirtschaftlichen Reststoffen lässt sich die anaerobe Vergärung zur Herstellung von erneuerbarem Methan nutzen. Zusätzlich bietet die Nutzung anaerober Vergärung Landwirt:innen die Möglichkeit ein Nebeneinkommen zu erschließen und leistet dabei einen Beitrag zur regionalen Nutzung angefallener Reststoffe zur Energieproduktion. Dies macht sie, trotz leicht geringerer Effizienz im Vergleich zur Biomassevergasung, zu einer attraktiven Technologie zur Herstellung erneuerbaren Methans.

Abbildung 3: Biogasleitung, Quelle: Guntar Feldmann-stock.adobe.com

Fazit

Erneuerbares Methan und eignet sich zur direkten Substitution von fossilem Erdgas bei signifikant geringerem Treibhauspotential.

Die Herstellung von erneuerbarem Methan mittels Biomassevergasung eignet sich bei Verfügbarkeit von großen Mengen an lignocellulosehaltiger Biomasse, da so Skaleneffekte genutzt und eine möglichst hohe Anzahl an Betriebsstunden der Anlagen gewährleistet werden können.

Anaerobe Vergärung eignet sich zur Verwertung von landwirtschaftlichen Reststoffen sowie kommunalen Abfällen und damit zur regionalen Produktion von erneuerbarem Methan zur direkten Einspeisung in das vorhandene Erdgasnetz, auch bei vergleichsweise kleinen Anlagengrößen von mehreren 100 kW.

Quellen

E-Control Gasverbrauch 2024
https://www.e-control.at/branchen-newsletter

RED III
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302413

SEG Marktbericht 2024
https://www.erneuerbaresgas.at/jart/prj3/erneuerbare_gase/main.jart?rel=de&content-id=1742759181487&reserve-mode=active

Master Thesis Benedikt Jaros: Evaluating process chains of renewable gases

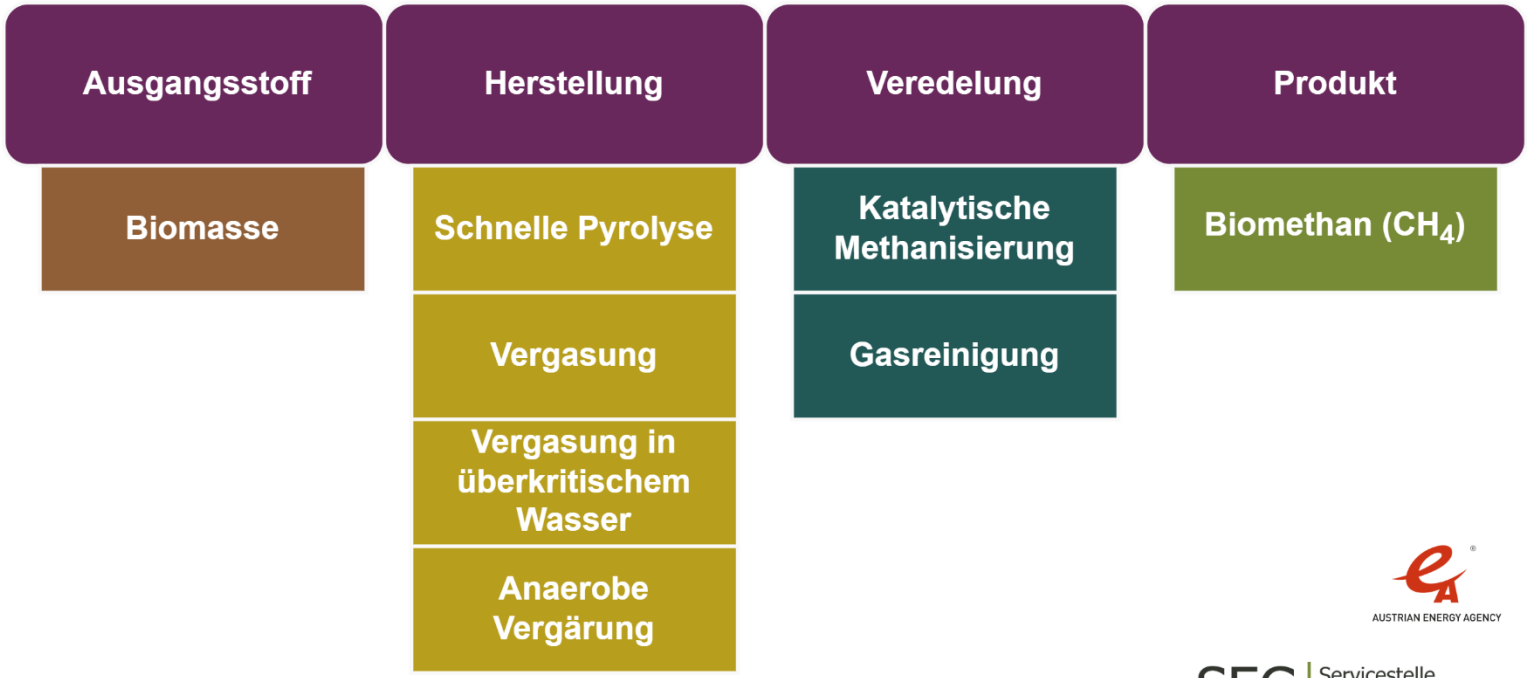
Die Servicestelle Erneuerbare Gase (SEG) ist eine Einrichtung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft, Energie und Tourismus (BMWET).

Bundesministerium
Wirtschaft, Energie
und Tourismus

Impressum

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

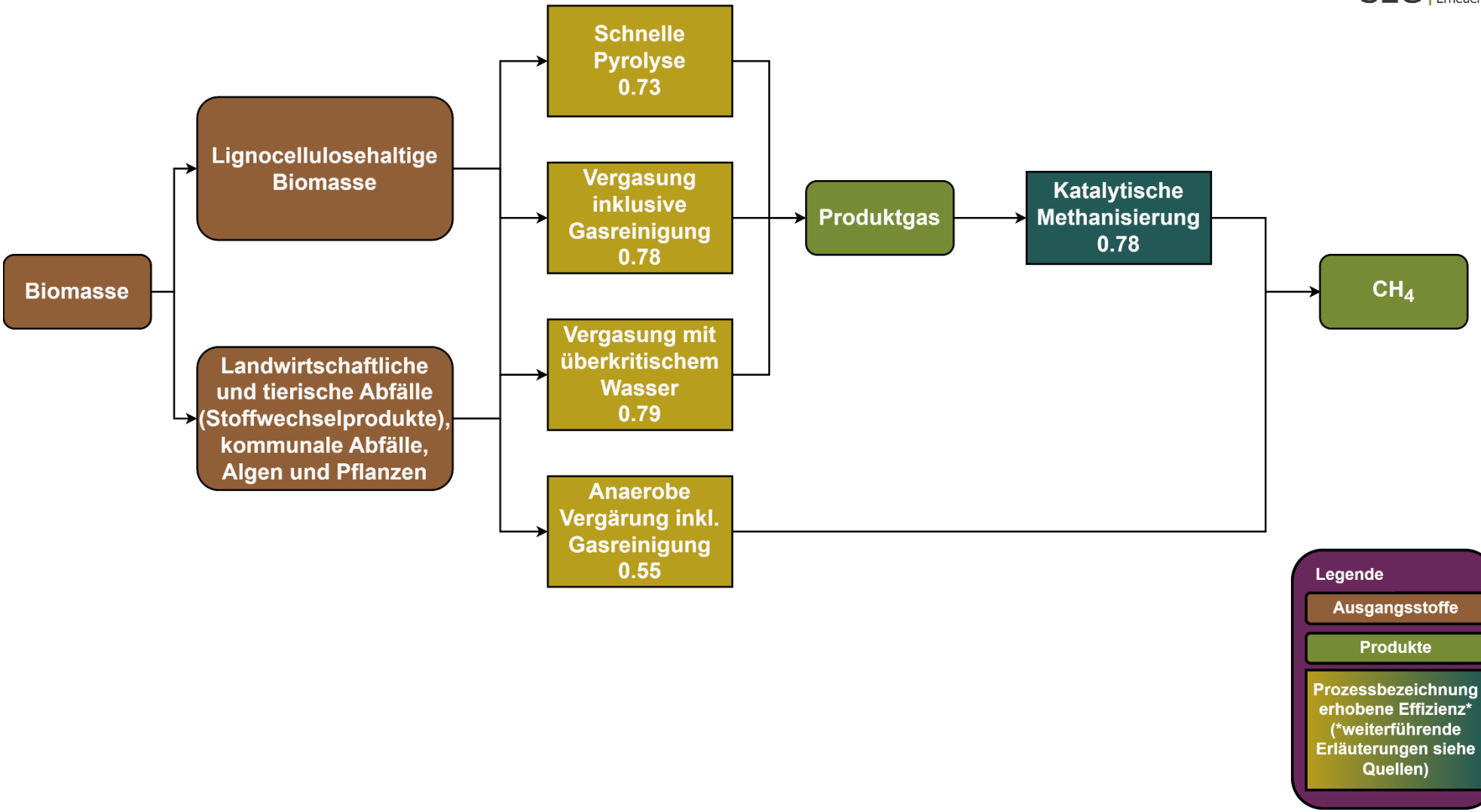
service@erneuerbaresgas.at
+43 1 285 02 34



AUSTRIAN ENERGY AGENCY

SEG | Servicestelle Erneuerbare Gase

Ausgewählte Prozessketten für erneuerbares Methan

AUSTRIAN ENERGY AGENCY

SEG | Servicestelle Erneuerbare Gase