

Exposé zukunftsweisender Einkommensoptionen für Biogasanlagenbetreiber

Herstellung von Biowachsen aus dem Fermentationsprozess für die stoffliche Nutzung



© Adobe Stock (links: Africa Studio; rechts: Ivan Traimak)

Dr. Verena Wilken | Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Benedikt Hülsemann, Philipp Lang | Universität Hohenheim

Erstellt: April 2021

Diese Veröffentlichung entstand im Rahmen des Projektes „Biogas Progressiv: Zukunftsweisende Strategien für landwirtschaftliche Biogasanlagen“ (ProBiogas) finanziert mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) aus dem Sondervermögen Energie- und Klimafond (FKZ: 22405416; 22407617; 22408117).

Einleitung

Für zahlreiche Biogasanlagenbetreiber stellt sich mit Ablauf der 1. EEG-Förderperiode nach 20 Jahren die Frage, wie ihre Anlage weiterhin rentabel regenerative Energie produzieren kann. Die im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2021) vorgesehene Verlängerung der Vergütung über die Ausschreibungen für Biomasseanlagen bietet grundsätzlich die Möglichkeit eines Weiterbetriebs, allerdings sind dafür technisch sowie ökonomisch optimierte Anlagenkonzepte notwendig.

Mit dem Projekt „Biogas Progressiv – zukunftsweisende Strategien für landwirtschaftliche Biogasanlagen“ (ProBiogas) verfolgen die Projektpartner das Ziel, praxistaugliche Verfahrensoptionen für den Weiterbetrieb von Biogasanlagen zu evaluieren. Alle potenziellen Nutzungsoptionen, die im Projekt nicht techno-ökonomisch detailliert dargestellt werden konnten, werden in Form einer Konzeptbeschreibung vorgestellt.

Bei den hier beschriebenen Verfahrensoptionen handelt es sich um Konzepte, die derzeit zum Beispiel nur über einen eingeschränkten Absatzmarkt verfügen, sich noch in der Entwicklung befinden, nicht die Marktreife erlangt haben oder nur unter sehr speziellen Bedingungen realisiert werden können. Sie alle eint jedoch, dass sie in Zukunft eine mögliche Einkommensquelle für landwirtschaftliche Biogasanlagen darstellen können.

Diese Konzeptbeschreibung soll als fundierte Entscheidungshilfe dienen, ob sich mit der Herstellung von Biowachsen für den Biogasbetrieb eine Erlössituation realisieren lässt.

1. Allgemeine Beschreibung

Die Synthese von wertvollen Kohlenwasserstoffen, zum Beispiel zur Herstellung hochwertiger chemischer Produkte wie z. B. Wachs, aus Biogas, stellt eine mögliche Alternative zu dem bisher gängigen Geschäftsmodell der kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung für Biogasanlagen dar (Horschig et al. 2019).

Die Herstellung von Kohlenwasserstoffen aus biogasbasiertem Kohlendioxid ist bisher nur theoretisch untersucht worden. Seit 2017 forscht das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) an der Entwicklung einer Praxisanlage. Die Anlage soll Biogas vor Ort aufbereiten, um daraus Synthesegas herzustellen (Abb. 1).

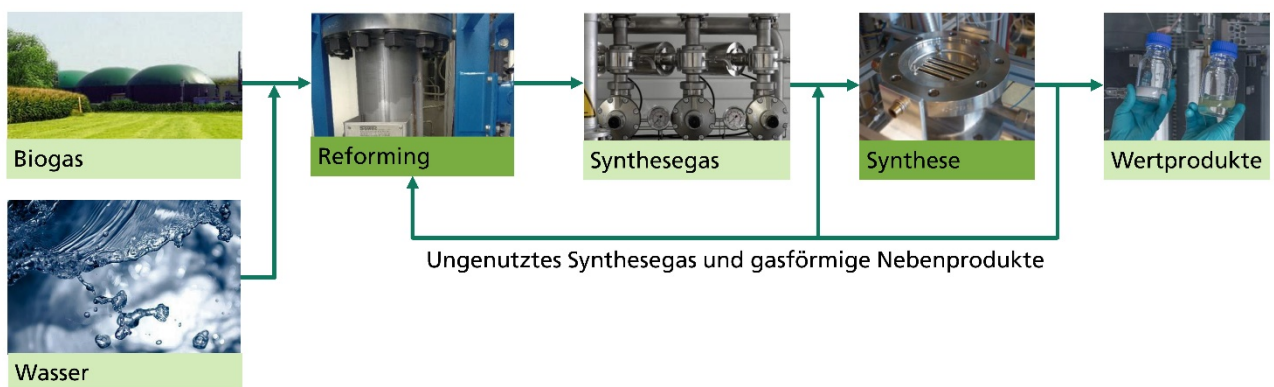


Abbildung 1: Vereinfachter Prozess der Wachsherstellung (Jahn 2018)

Dieses Synthesegas soll anschließend in einem Fischer-Tropsch-Reaktor (Synthesereaktor) zu verschiedenen Kohlenwasserstoffen reagieren. Durch die Separation dieser Kohlenwasserstoffe kann dann Biowachs gewonnen werden (IKTS 2018). Die Wachse aus Biogas sind aufgrund ihrer hohen Reinheit besonders als Rohstoff für die Kosmetikindustrie geeignet. Alternativ können sie aber auch als Schmierstoffe Verwendung finden und somit mineralölbasierte Produkte ersetzen.

Da Wachse die wertvollsten Kohlenwasserstoffe sind, die bei der Fischer-Tropsch-Synthese entstehen (Fraunhofer-IKTS 2020), liegt der Fokus der hier vorgestellten Verfahren auf deren Herstellung. Die Herstellung von Wachs aus Biogas stellt eine umweltfreundliche Alternative zu der konventionellen Wachssynthese dar, bei der Kohle oder Erdgas als Rohmaterial für die Synthesegasherstellung verwendet wird. Die Verwendung von fossilen Rohstoffen ist in Bezug auf den Klimawandel kritisch zu betrachten. Besonders die Verwendung von Kohle führt, wegen nicht ausreichendem Wasserstoffanteil, zu einem erhöhten Ausstoß von CO₂ (Guettel et al. 2008).

Die in diesem Exposé angegebenen Informationen in Bezug auf das Verfahren und die Wirtschaftlichkeit einer Anlage zur Biowachsherstellung sind ausschließlich dem Artikel von Herz et al. (2017) entnommen.

2. Verfahrenstechnische Beschreibung

Das Verfahren zur Biowachsherstellung besteht aus drei Teilen:

- Synthesegasherstellung
- Fischer-Tropsch-Synthese
- Separation der entstandenen Produkte

Für den ersten Verfahrensschritt, der Synthesegasherstellung, gibt es zwei mögliche Prozesswege: die Dampfreformierung (DR) und die Autotherme Reformierung (ATR). Beide Verfahren werden im Folgenden vorgestellt.

Synthesegasherstellung über Dampfreformierung (DR)

Zuerst muss das in der Biogasanlage produzierte Biogas aufbereitet werden, bevor es in dem Prozess verwendet werden kann. Insbesondere schwefelhaltige Substanzen müssen aus dem Gas entfernt werden, um die Deaktivierung der im Prozess verwendeten Katalysatoren zu vermeiden. Das entschwefelte Biogas wird mit Wasser im Reformier zu Synthesegas umgewandelt.

Dabei kommt es zur Dampfreformierung (1), zur Trockenreformierung (2) und zur Wasser-Gas-Shift-Reaktion (3).



Durch die Änderung der beigefügten Wassermenge kann das Verhältnis von Dampf- und Trockenreformierung beeinflusst werden. Dadurch lässt sich das Verhältnis zwischen Wasserstoff und Kohlenstoffmonoxid im Reformierungsschritt für die Fischer-Tropsch-Synthese optimieren. Für die Fischer-Tropsch-Synthese sollte dieses Verhältnis $H_2/CO \approx 2$ sein (Herz et al. 2017).

Der Umwandlungsprozess ist stark endotherm, weshalb der Reformier beheizt werden muss. Dies kann durch die Verbrennung der rezirkulierten gasförmigen Kohlenwasserstoffe und des nicht umgewandelten Synthesegases in einem Rohrbündelwärmereaktor erfolgen, um die Verwendung von zusätzlichem Heizmaterial zu vermeiden (Abb. 2).

Für die Effizienz des Prozesses sind der Druck und die Temperatur im Reformier ausschlaggebend. Die Umwandlung des Biogases im Reformier sollte bei einem Druck von 25 bar und einer Temperatur von 850 °C stattfinden (Herz et al. 2017).

Bei geringerem Druck ergibt sich eine höhere Umwandlungsrate im Reformier, da das Produkt mehr Moleküle besitzt als das Edukt. Dies würde dazu führen, dass die Verbrennung der Abgase nicht mehr genug Wärme für den Prozess liefert, sodass eine Optimierung bzgl. der Wirtschaftlichkeit zwischen den Parametern gefunden werden muss. Der Druck im Reformier sollte dem Druck im Fischer-Tropsch-Reaktor entsprechen. Dies erlaubt die direkte Einspeisung des Synthesegases vom Reformier in den Fischer-Tropsch-Reaktor, ohne die Notwendigkeit eines zweiten Gaskompressors. Zudem können so auch die Abgase direkt im Reformier recycelt werden (Herz et al. 2017).

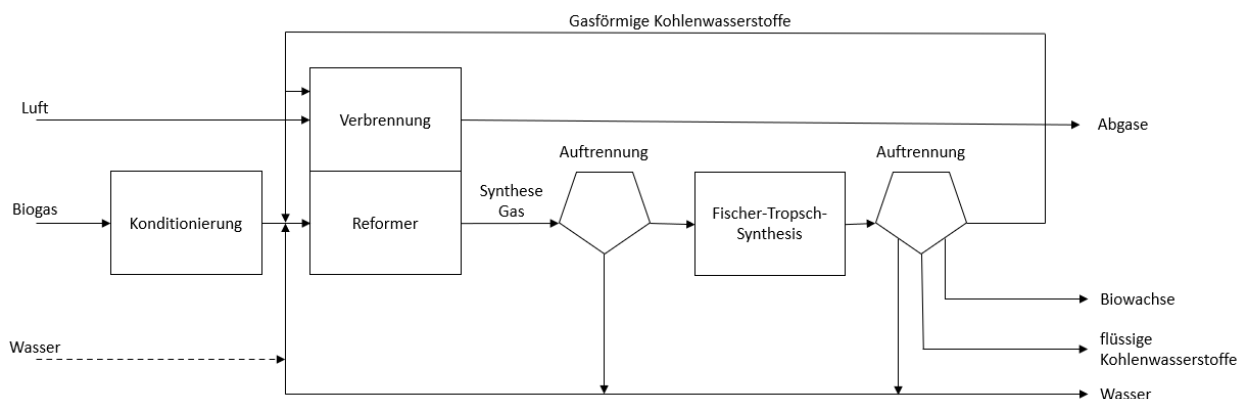


Abbildung 2: Vereinfachter Prozess der Dampfreformierung [in der Abbildung als „Synthesegas“ bezeichnet] (Herz et al. 2017)

Die Temperatur im Reformier muss so angepasst sein, dass die Synthesegasproduktion maximal ist bei gleichzeitig minimalem Energieverbrauch. Bei höheren Temperaturen kommt es zur vollständigen Umwandlung des Biogases zu Synthesegas. Wie bereits erwähnt, werden zur Beheizung vorzugsweise die Abgase verwendet. Bei höheren Temperaturen muss aufgrund des geringen Heizwerts der Abgase externe Energie genutzt werden. Ein weiterer Nachteil hoher Temperaturen ist, dass sie im Reformier zu größeren

Wärmeverlusten führen, was in einer geringeren Energieeffizienz resultiert (Herz et al. 2017).

Synthesegasherstellung über Autotherme Reformierung (ATR)

Das zweite Verfahren zur Herstellung von Wachs aus Biogas ist die Autotherme Reformierung (ATR). Dies ist die bevorzugte Methode bei konventionellen Fischer-Tropsch-Großanlagen, die mit fossilen Rohstoffen betrieben werden.

Der Aufbau der ATR ist fast identisch zu dem der DR. Allerdings muss bei der ATR Sauerstoff anstelle von Luft zugeführt werden, um eine autotherme Reaktion zu ermöglichen und um zu verhindern, dass Stickstoff in den Reaktor zugeführt wird, der das Reaktorvolumen deutlich erhöht und gleichzeitig nicht an der Reaktion teilnimmt. Dies geschieht durch eine Luftauftrennung über das Linde-Verfahren, bei dem der Sauerstoff direkt aus der Luft gewonnen werden kann. Allerdings sind Anlagen zur Luftauftrennung kosten- und energieintensiv, weshalb diese nur im großtechnischen Maßstab, also deutlich über dem Maßstab von Einzelbiogasanlagen, wirtschaftlich zu betreiben sind (Herz et al. 2017).

Der in den Reformer eingespeiste Sauerstoff führt zu einer zusätzlichen Reaktion, während gleichzeitig die Reaktionen (1) bis (3) stattfinden. Für diese zusätzliche Reaktion muss Sauerstoff so bereitgestellt werden, dass die bei der exothermen Oxidation des Methans (4) freigesetzte Wärmemenge den Wärmebedarf der endothermen Dampfreformierung (1) abdeckt.



Bei der ATR von Biogas ist somit im Optimalfall keine Beheizung des Reformers nötig und die gasförmigen Kohlenwasserstoffe und das nicht umgewandelte Synthesegas aus dem Prozess können zur Stromgewinnung in einer zusätzlichen Gasturbine verbrannt werden.

Für die ATR gilt es, die Temperatur im Reformer so einzustellen, dass die verbrauchte Energie der erzeugten Energie entspricht. Die Temperatur darf allerdings nicht zu niedrig sein, da sonst keine Umwandlung zu Synthesegas stattfindet und das Methan in der Gasturbine nur verbrannt wird. Bei höherer Temperatur kommt es zu einer fast vollständigen Umwandlung, allerdings steigen auch die Wärmeverluste und es wird keine zusätzliche Energie aus der Gasturbine für den Prozess gewonnen (Herz et al. 2017).

Für die ATR sollte der Druck im Reformer ebenfalls 25 bar betragen, also dem des Fischer-Tropsch-Reaktors entsprechen, da die Kompression des Synthesegases nach der Reformierung energieaufwendig ist. Bei der ATR kann es außerdem zur Akkumulation von Kohlenstoffdioxid im System kommen, was die Effizienz des Prozesses senkt. Dies geschieht bei niedrigem Druck und hohen Temperaturen im Reformer. Die Wärme, die zum Erreichen des höheren Temperaturniveaus benötigt wird, führt zu verstärkter Oxidation und folglich zur Ansammlung von Kohlenstoffdioxid. Dies würde eine Synthesegasreinigung nötig machen, um die Deaktivierung der Katalysatoren im Fischer-Tropsch-Reaktor zu



verhindern. Bei der ATR kommt es allerdings aufgrund des höheren Sauerstoffanteils bei hohem Druck nicht zur Ansammlung von Methan im System (Abb. 3).

Basierend auf den zuvor genannten Effekten sollte die ATR bei einem Druck von 25 bar und einer Temperatur von 835 °C betrieben werden (Herz et al. 2017).

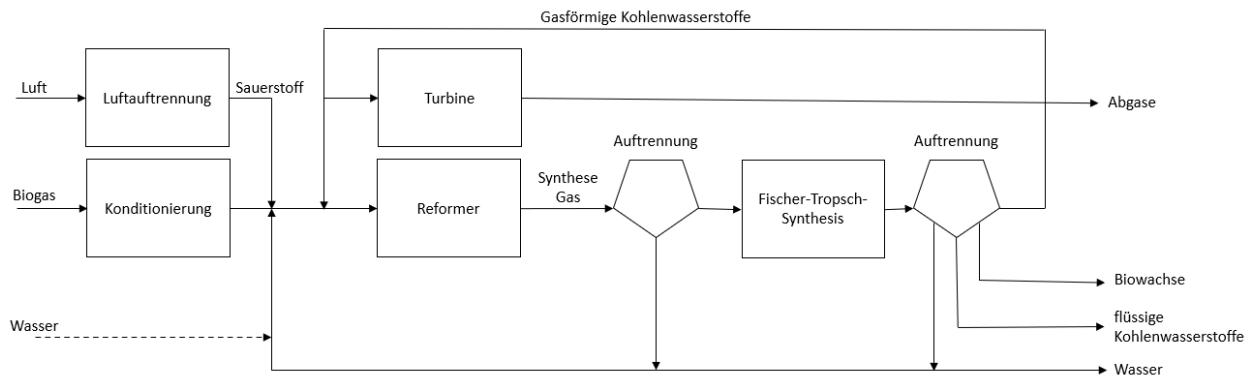
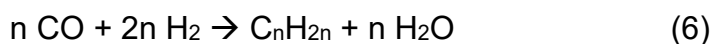
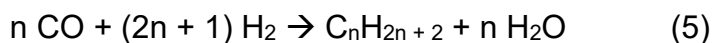


Abbildung 3: Vereinfachter Prozess der Autothermen Reformierung [in der Abbildung als „Synthesegas“ bezeichnet] (Herz et al. 2017)

Fischer-Tropsch-Synthese

Die Umwandlung des Synthesegases erfolgt in einem Fischer-Tropsch-Reaktor bei einem Druck von 25 bar und einer Temperatur von 250 °C. In dem Reaktor können entweder Eisen- oder Kobaltkatalysatoren verwendet werden. Da letztere die Synthese von Wachsen begünstigen, sollten sie auch verwendet werden (Herz et al. 2017). Die grundlegende Fischer-Tropsch-Synthese kann durch Bildung von Paraffinen und Olefinen (Reaktionen 5 und 6) beschrieben werden (Guettel et al. 2008).



Das als Nebenprodukt entstandene Wasser kann innerhalb des Prozesses recirkuliert werden, um den Bedarf an frischem Wasser für die Reformierung des Synthesegases zu senken. Für eine optimale Synthese innerhalb des Fischer-Tropsch-Reaktors sollte das Verhältnis von $\text{H}_2/\text{CO} \approx 2$ sein (Herz et al. 2017).

Bevor das erzeugte Synthesegas in den Fischer-Tropsch-Reaktor eingespeist werden kann, muss es abgekühlt und das Wasser entfernt werden, um die Deaktivierung der Katalysatoren im Fischer-Tropsch-Reaktor zu reduzieren. Innerhalb des Kühlkreislaufes kann auch eine Dampfturbine zur Stromgewinnung installiert werden, um die Energieeffizienz des Prozess zu steigern (Herz et al. 2017).

Anschließend wird das trockene Synthesegas innerhalb des Reaktors zu Kohlenwasserstoffen umgewandelt. Die entstandenen Produkte lassen sich in langkettige

Kohlenwasserstoffe (Wachse), die bei Umgebungsbedingungen fest sind, flüssige und gasförmige Kohlenwasserstoffe unterteilen.

Separation der Produkte

Die Separation der einzelnen Produkte in der Biowachsanlage kann durch Kondensation erfolgen. Um hohe Reinheitsgrade zu erreichen, ist eine weitere Aufbereitung der Biowachse mittels Rektifikationskolonne nötig. Aufgrund des hohen Investitionsbedarf ist die Rektifikationskolonne nur an zentraler Stelle beim Abnehmer sinnvoll. Die gasförmigen Kohlenwasserstoffe und das nicht umgewandelte Synthesegas können direkt im Prozess wiederverwendet werden, entweder zur Verbrennung im Reformer im DR-Verfahren oder zur Erzeugung von Strom im ATR-Verfahren. Dieselben Abgase können aber auch bei Bedarf in beiden Verfahren direkt im Reformer recycelt und zu neuem Synthesegas umgewandelt werden (siehe Abb. 2 und 3) (Herz et al. 2017).

3. Anknüpfungspunkte zur Biogasanlage

In der Simulation von Herz et al. (2017) wurde für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage zur Herstellung von Biowachs angenommen, dass das gesamte produzierte Biogas für die Wachsherstellung verwendet wird. Somit würde die Verwertung des Biogases nur noch über die Biowachsherstellung erfolgen und es wären keine BHKW mehr nötig. Allerdings könnte auch eine Kombination von Biowachsherstellung und Strom- und Wärmeerzeugung vorteilhaft sein. In diesem Szenario könnte stetig Biowachs produziert werden und bei hohen Strompreisen würde auf die bestehenden BHKWs umgestellt werden, um die Preisspitzen abzufahren (Herz et al. 2017).

Der Anschluss der vorgestellten Verfahren an eine durchschnittliche Biogasanlage ist technisch problemlos möglich, da die Prozesse keine bestimmte Zusammensetzung des Biogases verlangen. Der gesamte Syntheseprozess zur Herstellung von Biowachsen bezieht das Biogas aus der Biogasanlage, hat aber keinen Einfluss auf dessen Erzeugung (Herz et al. 2017).

Zudem ist nur eine Entschwefelung des Biogases, wie sie heutzutage schon standardmäßig an Biogasanlagen durchgeführt wird, nötig. Zusätzlich kann die Wärme, die bei der Kühlung des Synthesegases entsteht (90 °C) und die Restwärme der Dampfturbine (80–100 °C) für die Beheizung des Fermenters genutzt werden. Dies erhöht die Energieeffizienz der gesamten Anlage (Herz et al. 2017).

4. Ökonomische Angaben

Die Produktion von Biowachs aus Biogas ist noch nicht in der Praxis umgesetzt worden. Die Kosten sind daher nur theoretisch berechnete Zahlen, die von Herz et al. (2017) übernommen oder direkt bei möglichen Lieferanten abgefragt worden sind.

Die Kosten beziehen sich auf eine durchschnittliche deutsche Biogasanlage. Die Größe einer durchschnittlichen Biogasanlage wurde mit Daten von 2015 ermittelt, indem die bereitgestellte Energie (4.000 MW) durch die Anzahl der Anlagen (8.900) geteilt wurden.



Daraus ergibt sich eine hypothetische Biogasanlage mit einer installierten Leistung von 450 kW, die mit Bioabfall als Substrat betrieben wird (Herz et al. 2017).

Eine solche Biogasanlage würde eine ungefähre Produktionskapazität von 1.431 Liter Wachs pro Tag ermöglichen. Für die Ermittlung der Kosten wurde außerdem angenommen, dass die Biogasanlage bereits beschrieben ist und somit nur die Installation der Biowachsanlage Kosten verursacht. Die spezifische Investition für eine DR-Anlage sind von Herz et al. (2017) mit 2.100 € pro produziertem Liter Biowachs ermittelt worden. Die konventionelle Herstellung von Wachsen liegt bei 566 bis 767 € pro Liter Biowachs. Allerdings sind solche Anlagen mit deutlich höheren Kapazitäten konzipiert, was durch den dezentralen Charakter von Biogasanlagen nicht möglich ist. Es ist zu berücksichtigen, dass bisherige Prozesse mit fossilen Rohstoffen betrieben werden. Dies kann bewirken, dass bei zukünftig ansteigenden Preise für die CO₂-Zertifikate auch die Kosten des in den Status-quo-Anlagen produzierten Wachses steigen wird.

Die Anlagen zur Autotherme Reformierung benötigen im Vergleich zur Dampfreformierung zusätzlich eine Luftauftrennung und eine Gasturbine (siehe Tab. 1), während die DR einen komplexeren Reformer (Rohrbündelwärmeüberträger) und einen zusätzlichen Wärmetauscher benötigt (Herz et al. 2017). In allen anderen Punkten unterscheiden sich die beiden Prozesse kaum, weshalb für die meisten Module dieselben Kosten angenommen werden können. Daraus resultieren insgesamt um 400.000 € höhere Kosten für eine ATR-Anlage.

Tabelle 1: Investitionsbedarf für Dampfreformierungs- und Autotherme Reformierungs-Anlagen (Herz et al. 2017)

Komponenten	Investitionsbedarf	
	DR-Anlage	ATR-Anlage
Synthesegasherstellung	630.000 €	490.000 €
Kohlenwasserstoffsynthesemodul	820.000 €	820.000 €
Wärmetauscher	320.000 €	160.000 €
Luftauftrennung	-	410.000
Dampfturbine	80.000 €	80.000 €
Gasturbine	-	160.000 €
Indirekte Kosten	930.000 €	1.060.000 €
Summe	2.780.000 €	3.180.000 €

Allerdings sind für die DR-Anlage die Betriebsausgaben aufgrund des höheren Energiebedarfs höher (siehe Tab. 2). Die täglichen Betriebskosten für eine Biowachsanlage mit DR liegen bei 675 € und mit ATR bei 645 €. Gleichzeitig ist der Ertrag der DR Anlage



höher, was zu einem 14 % höheren Jahresgewinn führt. Allerdings sind die Betriebskosten pro Liter Wachs für beide Verfahren höher als die konventioneller Großanlagen (Herz et al. 2017).

Die Simulation zeigte, dass die Wirtschaftlichkeit einer Biowachsanlage maßgeblich von dem für das Wachs erzielten Preises abhängig ist. Der Wärmeverlustkoeffizient beeinflusst die Wirtschaftlichkeit ebenfalls und kann durch Maßnahmen, wie z. B. bessere Wärmeisolierung, optimiert werden (Herz et al. 2017).

Tabelle 2: Betriebsausgaben für Dampfreformierungs- und Autotherme Reformierungs-Anlagen (Herz et al. 2017)

Kosten	Betriebskosten	
	DR-Anlage	ATR-Anlage
Belegschaft	0,13 €/l	0,13 €/l
Katalysatoren	0,06 €/l	0,06€/l
Versorgungsunternehmen	0,03 €/l	0,01 €/l
Instandhaltung	0,06 €/l	0,06 €/l
Fermentation	0,16 €/l	0,16 €/l
Gemeinkosten	0,03 €/l	0,03 €/l
Summe	0,47 €/l Wachs	0,45 €/l Wachs

5. Chancen und Hürden

Herz et al. (2017) ermittelten eine Gewinnspanne von 34,27 € pro MWh_{Biogas} für eine Biogasanlage mit nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo) als Substrat mit einem kombinierten Wärme- und Elektrizitätsvertrieb und Subventionen aus dem EEG. Um diesen Wert mit der Gewinnspanne, die die Wachsanlage in der Simulation erzielte, zu vergleichen, wurde das Äquivalent für eine MWh in Biogas (MWh_{Biogas}) als Vergleichseinheit verwendet. Die Biogasanlage mit einer Wachssyntheseanlage konnte eine Gewinnspanne von 20,27 € pro MWh_{Biogas} erzielen. Diese höhere Gewinnspanne für den kombinierten Wärme- und Elektrizitätsvertrieb resultiert aus den Subventionen durch das EEG, ohne diese läge die Gewinnspanne nur noch bei 3,25 € pro MWh_{Biogas} (Herz et al. 2017).

6. Marktrelevanz und Absatzmärkte

Wachse werden in einer Vielzahl von Verwendungsbereichen eingesetzt, z. B. als Grundstoff für Kerzen, zur Imprägnierung von Materialien oder auch als Schmiermittel in Motoren.

Für das aus Biogas gewonnene Wachs ist allerdings die Kosmetikbranche als potenzieller Absatzmarkt besonders interessant. Wachs wird in Kosmetikprodukten für die Optimierung



der Konsistenz verwendet. Die Biowachse enthalten keine aromatischen oder polyzyklisch aromatischen Verbindungen und sind deshalb für Allergiker besser verträglich als konventionelle Wachse (IKTS 2018). Aber auch andere Verbraucher achten verstärkt auf die Inhaltsstoffe der Produkte und versuchen umstrittene Inhaltsstoffe, wie z. B. Mikroplastik, zu vermeiden (Pörschke & Eloo 2016). Die Biowachse sind besonders für Naturkosmetik geeignet, da diese keine Inhaltsstoffe auf Erdölbasis enthalten dürfen und einen höheren Preis erzielen (Verbraucherzentrale 2021).

In Europa ist die Naturkosmetik das am stärksten wachsende Marktsegment in der Kosmetikbranche, so ist der Umsatz von 2013 bis 2018 um 40 % gestiegen. Außerdem ist Deutschland der größte Hersteller und der größte Absatzmarkt für Naturkosmetik in der EU, dicht gefolgt von Frankreich (CBI 2020). Die Abnahme von Biowachs mit kurzen Lieferwegen innerhalb Deutschlands oder der EU wäre somit möglich.

Für die Verwendung des Biowachses in der Kosmetikbranche sind allerdings weitere Aufbereitungsschritte notwendig. So müsste als erster wichtiger Teilschritt in einer Rektifikationskolonne die Reinheit der Wachse erhöht werden. Eine solche Aufbereitung der Wachse ist allerdings, wie bereits erwähnt, durch die hohen Kapitalkosten für eine solche Anlage, nur an zentraler Stelle sinnvoll (Herz et al. 2017). Dies senkt die Gewinnspanne, die mit dem Biowachs erzielt werden kann.

7. Rechtliche Belange und Förderungen

Zu rechtlichen Belangen ist bisher nichts bekannt. Hier sind die Vorgaben der jeweiligen Abnehmerindustrie zu beachten. Da eine weitere Aufbereitung auf Seiten der Abnehmer sehr wahrscheinlich notwendig ist, ist dieser für die Einhaltung der rechtlichen Belange verantwortlich.

Eine Förderung ist, aufgrund der noch nicht vorhandenen Praxisrelevanz, bisher nicht ausgeschrieben.

8. Chancen und Hürden

Die Herstellung von hochwertigen Wachsen aus Biogas ist eine Technologie, die bisher noch in den Kinderschuhen steckt. Es gibt noch keine Daten zur praktischen Umsetzung dieses Verfahrens an einer Biogasanlage. Die genannten Zahlen stammen alle aus einer Simulation zur Ermittlung der energetischen und wirtschaftlichen Machbarkeit einer Biowachsanlage. Die zugrundeliegende Studie von Herz et al. (2017) konnte zwar zeigen, dass es theoretisch möglich ist eine Biogasanlage mit diesem Konzept zu betreiben, allerdings wurde die Berechnung zur Wirtschaftlichkeit mit den Daten einer Bioabfallanlage und nicht mit einer NawaRo-Anlage durchgeführt. Für die Bioabfälle sind nur Transportkosten angenommen worden. Die Kosten von NawaRo als Substrat würden deutlich höher sein und wären ein weiterer Kostenfaktor, der nicht berücksichtigt wurde (Horschig et al. 2019).



Besonders die hohen Investitions- und Betriebskosten im Vergleich zu einer konventionellen Anlage zur Wachsherstellung sind eine große Hürde. Die hohen Investitionskosten (siehe Tab. 1) führen zu einem hohen Break-Even-Point von 6,5 Jahren für das DR- und von 9,2 Jahren für das ATR-Verfahren (Herz et al. 2017). Um diesen zu senken, scheint es ratsam zu sein, einen Zusammenschluss von mehreren Biogasanlagen, z. B. in einer Genossenschaft, anzustreben, da vor allem die deutlich kleineren Volumenströme, im Vergleich zur konventionellen Anlage, die Kosten erhöhen.

Allerdings kann durch die Entwicklung von speziellen Reformern, die für die Herstellung von Synthesegas aus Biogas optimiert und auf das Verfahren ausgelegt sind, die Investitionskosten gesenkt und die Effizienz des Verfahrens erhöht werden. Dafür müssten Anlagenbauer aber gezielt in diese Technologien investieren, um eine vermarktbare Kleinanlage zu konzipieren.

Des Weiteren kann eine Anlage nach Status quo mit fossilen Rohstoffen zu einem Drittel der Betriebskosten einer Biowachsanlage produzieren. Das Biowachs kann also ausschließlich über eine höhere Qualität und Nachhaltigkeit vermarktet werden. Der Preis für Biowachs aus Biogas ist dabei bisher nicht zu beziffern und entscheidet im Einzelfall maßgeblich über die Wirtschaftlichkeit der Anlage.

Unter den aktuellen Bedingungen prognostizierten Horschig et al. (2019) die praktische Umsetzung des Verfahrens für 8 (konservativ) bis 47 (optimistisch) Biogasanlagen in Deutschland bis zum Jahr 2034.

9. Weiterführende Informationen

Ein Forschungsprojekt zur Erstellung einer Wachssyntheseanlage wird mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung finanziert und soll neue Perspektiven für die Betreibung von Biogasanlage aufzeigen. In dem Projekt sind verschiedene Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten beteiligt. Die DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH beschäftigt sich mit der Entwicklung eines für Biogas optimierten Reformers. Am Fraunhofer-IKTS wird der Fischer-Tropsch-Reaktor weiterentwickelt und die TU Bergakademie Freiberg stellt neue Katalysatoren für die Fischer-Tropsch-Synthese her. Eine erste Praxisanlage zur Wachsherstellung soll an einer Biogasanlage des Unternehmens Ökotec Anlagenbau GmbH betrieben werden, um weitere Daten zur Effizienz des Prozesses und der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens zu sammeln (Jahn 2018).

Die Pressemitteilung „Alternative Nutzung von Biogasanlagen – Wachse aus Biogas für die Kosmetikindustrie“ zum Projekt von der TU Bergakademie Freiberg findet sich unter folgendem Link: www.tu-freiberg.de/presse/alternative-nutzung-von-biogasanlagen-wachse-aus-biogas-fuer-die-kosmetikindustrie.



Literatur

- CBI (2020): What ist he demand for natural ingredients for cosmetics on the European market? Hg. Centre for the Promotion of Imports from developing countries, Netherlands Ministry of Foreign Affairs, www.cbi.eu/market-information/natural-ingredients-cosmetics/what-demand, Zugriff am 07.04.2021
- Guettel, R.; Kunz, U.; Turek, T. (2008): Reactors for Fischer-Tropsch Synthesis. Chemical Engineering & Technology 31(5), pp. 746-754, Hg. Wiley-VCH, <https://doi.org/10.1002/ceat.200800023>, Zugriff am 07.04.2021
- Herz, G.; Reichelt, E.; Jahn, M (2017): Design and evaluation of a Fischer-Tropsch process for the production of waxes from biogas. Energy 132, pp. 370-381, Elsevier, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.102>, Zugriff am 07.04.2021
- Horschig, T.; Welfle, A.; Billig, E.; Thrän, D. (2019): From Paris agreement to business cases for upgraded biogas: Analysis of potential market uptake for biomethane plants in Germany using biogenic carbon capture and utilization technologies. Biomass and Bioenergy 120, pp. 313-323, www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953418303180, Zugriff am 07.04.2021
- IKTS (2018): Aus Kohlenstoffdioxid wird Biowachs. Internetseite IKTS-Blog, Hg. Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS), Dresden, www.ikts.fraunhofer.de/de/blog/aus_co2_wird_wachs.html, Zugriff am 1.12.2020
- Jahn, M. (2018): Einsatz von Biogasanlagen für die Synthese chemischer Produkte. Hg. Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS), <http://oekotec-anlagenbau.de/wp-content/uploads/2018/01/Biowert-Poster.pdf>, Zugriff am 8.4.2021
- Pörschke, S.; Eloo, C. (2016): Ersatz von Mikroplastik in kosmetischen Produkten. Chemie Ingenieur Technik 88 (7), pp. 874-880, Wiley-VCH, <https://doi.org/10.1002/cite.201500156>, Zugriff am 8.4.2021
- Verbraucherzentrale NRW (2021): Was ist Naturkosmetik? Düsseldorf, www.verbraucherzentrale.de/wissen/umwelt-haushalt/produkte/was-ist-naturkosmetik-26394, Zugriff am 07.04.2021

