

Strategische Bewertung der Perspektiven für synthetische Kraftstoffe auf Basis fester Biomasse in NRW

**Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
Forschungszentrum Jülich GmbH**

In den kommenden Jahren wird der Bedarf nach zukunftsfähigen Kraftstoffen und einer Diversifizierung der Energieversorgung im Verkehr stetig zunehmen. Synthetische Kraftstoffe (Synfuels) bieten die Chance, durch Vergasung holz- und halmgutartiger Biomassen aus Reststoffaufkommen oder aus Energiepflanzenanbau neue Rohstoff- und Klimaschutzpotenziale zu erschließen. Auch aus Sicht des Energielandes NRW werden Technologien zur Bereitstellung zukunftsfähiger Kraftstoffe in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Dies gilt sowohl für die Deckung des Kraftstoffbedarfs im Land und die Nutzung heimischer, Umwelt schonender Ressourcen wie auch für die Positionierung von NRW-Akteuren in den künftigen Technologiefeldern.

In der Screening-Studie „Strategische Bewertung der Perspektiven synthetischer Biokraftstoffe für NRW“ wurden im Auftrag des Landes NRW zu diesem Thema relevante Entscheidungsgrößen energie-, klima- und industriepolitisch aufgearbeitet und bewertet. Die Kurzanalyse legt den Schwerpunkt auf die Bewertung der Chancen von BTL-Verfahren, einen Beitrag zur Stärkung der Landwirtschaft sowie des Energie- und Technologiestandorts NRW zu leisten. Die technische Grundlage für die Bewertung wird mit einer Verfahrensanalyse ausgewählter Herstellverfahren geschaffen.

Verfahrensanalyse der betrachteten Umwandlungsprozesse – Wie lässt die Produktion von BTL aus unterschiedlichen Verfahren darstellen?

Weltweit sind unterschiedliche Verfahren bekannt, die sich zur Produktion von BTL-Kraftstoffen eignen. Im Rahmen dieser Studie sind drei aktuell diskutierte und in der Entwicklung befindliche Herstellungsverfahren für synthetische Kraftstoffe auf Biomassebasis untersucht und mit Anlagenentwicklern bzw. -betreibern diskutiert worden. Auf Basis einer umfangreichen verfahrensanalytischen Bewertung werden vollständige Massen- und Energiebilanzen der untersuchten Verfahren vorgestellt. Danach kann mit einer maximalen Ausbeute von etwa 110 kg Dieselkraftstoff je eingesetzter Tonne Holz gerechnet werden. Als Gesamtproduktmenge – also inklusive LPG, Rohbenzin und Kerosin – werden ca. 200 kg Fischer-Tropsch-Produkt pro Tonne Holz erzielt. Bezüglich der energetischen Ausnutzung der Biomasse auf der Basis des Heizwertes lassen sich Werte von maximal etwa 58 % angeben. Wird der für den Betrieb der Anlage notwendige Strom mit bilanziert und primärenergetisch bewertet, beträgt der Gesamtwirkungsgrad bestenfalls etwa 49 % (Abbildung 1).

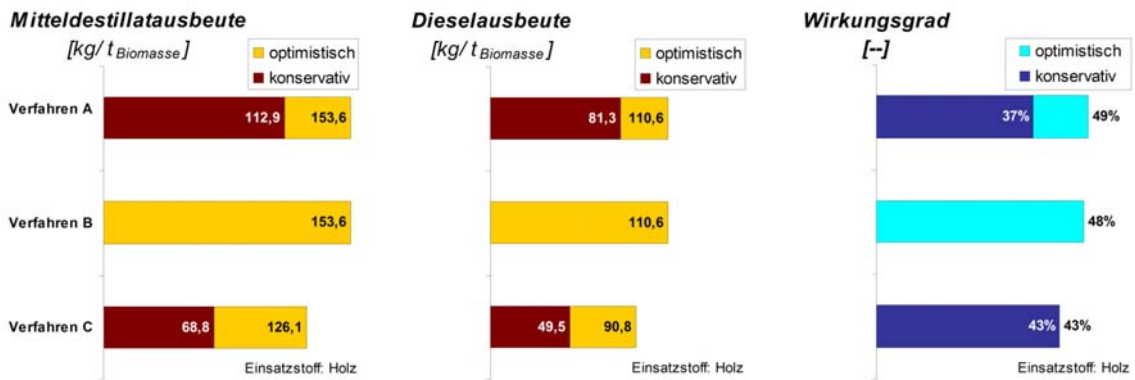


Abbildung 1: Dieselausbeute in kg je Tonne Biomasse und Wirkungsgrade, jeweils für Holz als Einsatzstoff¹

Analyse der Kraftstoff-Bereitstellungskosten – Ist die Herstellung von BTL konkurrenzfähig?

Die Abschätzung der Kraftstoffkosten, die auf den Ergebnissen der Verfahrensanalyse aufbaut, zusätzlich aber noch eine Reihe weiterer Annahmen erfordert, ergibt, dass die Kosten der Bereitstellung von BTL-Diesel an der Tankstelle einen günstigsten Wert von etwa 0,85 EUR/l inklusive Mehrwertsteuer nicht unterschreiten werden. Dieser Wert gilt, wenn für die anderen Produkte des BTL-Prozesses Erlöse entsprechend dem hier gewählten Allokationsverfahren nach dem Heizwert erzielt werden können.

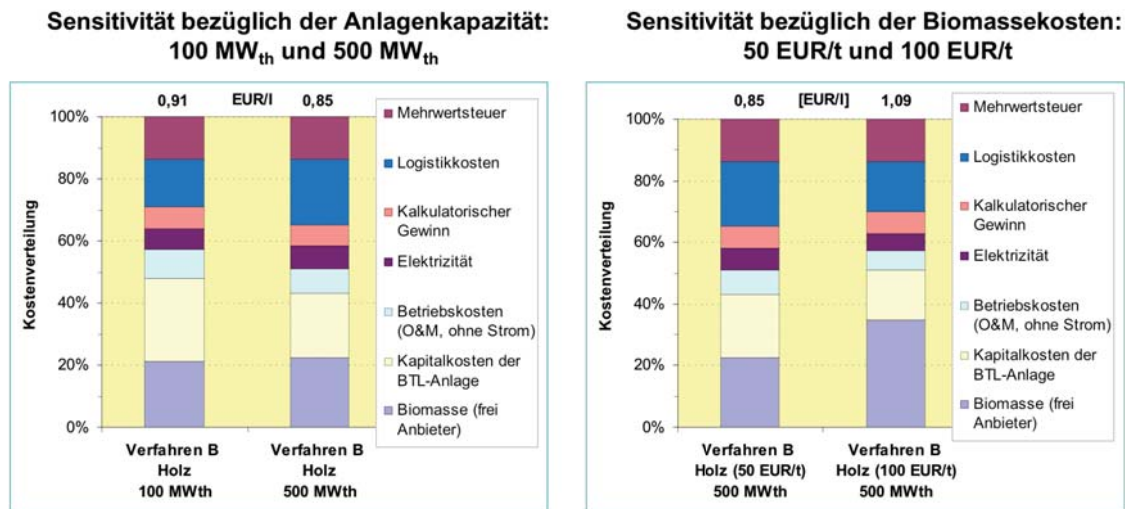


Abbildung 2: Sensitivität der BTL-Kraftstoffkosten bezüglich der Anlagenkapazität und der Rohstoffkosten

¹ Mitteldestillat als Summe aus den Werten für Diesel und Kerosin; Daten zum Wirkungsgrad inklusive primärenergetisch bewertetem Strom

In Bezug auf die Kraftstoff-Bereitstellungskosten sind zwei Sensitivitäten gerechnet worden (Abbildung 2): zum einen die Änderung der absoluten Kosten und deren Aufteilung bei Änderung der Anlagengröße von 100 MW_{th} auf 500 MW_{th}. Es wird ersichtlich, dass sich erwartungsgemäß der Anteil der Logistikkosten deutlich erhöht. Dies wird jedoch durch den sinkenden Anteil der Kapitalkosten überkompensiert, sodass sich die Gesamtkosten um ca. 7 % auf den günstigsten erzielbaren Wert von 0,85 €/l verringern. Zum anderen werden die entsprechenden Veränderungen bei Verteuerung des Rohstoffpreises von 50 auf 100 EUR/t Holz betrachtet. Gemäß diesem Szenario erhöhen sich die Bereitstellungskosten deutlich um ca. 29 %.

Untersuchung der relevanten Biomassepotenziale - Über welche Mengen an geeigneter heimischer Bioenergie verfügt NRW?

Die Untersuchung der Biomassepotenziale zeigt, dass geeignete Rohstoffe zurzeit vor allem in den Reststoffen Holz – als Altholz und Waldrestholz – und Stroh gesehen werden können. Dabei bestehen für Holz vielfältige Nutzungskonkurrenzen vor allem in der Strom- und Wärmebereitstellung, welche die Verfügbarkeit für die Kraftstoffproduktion stark einschränken. Das Aufkommen an Stroh (ca. 6 PJ/a) ist im Vergleich zu Holz (ca. 42 PJ/a) in NRW deutlich geringer, unterliegt aber kaum energetischen Nutzungskonkurrenzen. Das so ermittelte Reststoffpotential von ca. 48 PJ/a kann durch den gezielten Anbau von Holz in Kurzumtriebsplantagen oder Energiegras um rund 50 % auf ca. 70 PJ/a erhöht werden (Abbildung 3).

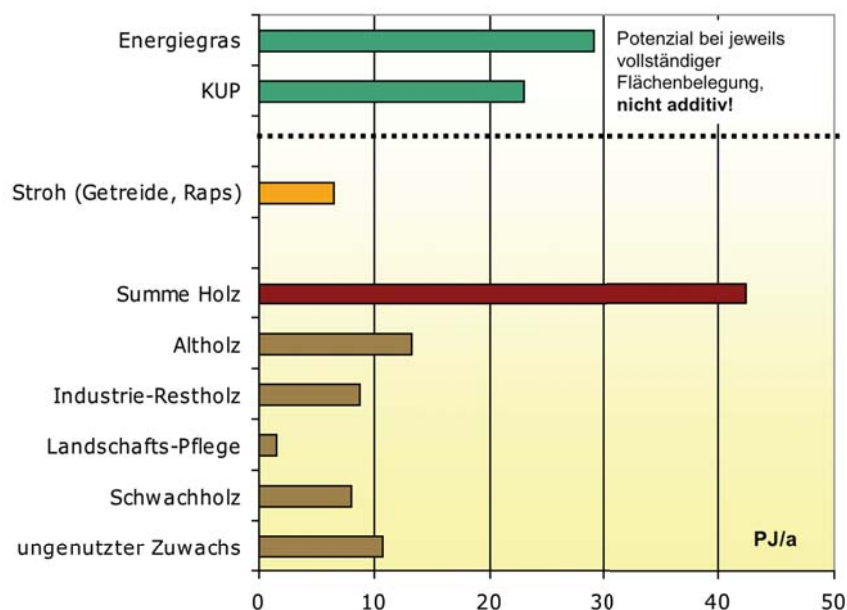


Abbildung 3: Potenzialanalyse: Summenbildung über untersuchte Rohstoffkategorien

Im Rahmen der Kurzstudie kann eine vollständige Analyse der Verfügbarkeit der Biomassepotenziale für die einzelnen Nutzungssektoren (Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereitstellung) nicht geleistet werden. Daher ist es notwendig, sich diesem Thema in Form einer ersten Abschätzung zu nähern. Unter der Annahme, dass rund ein Fünftel des gesamten Holzpotenzi-

als, das gesamte Strohpotenzial, sowie etwa 5% der verfügbaren Fläche in Kurzumtriebsplantagen zur BTL Produktion genutzt werden können, reicht diese Menge an Biomasse aus, um fünf dezentrale (100 MW_{th}) oder eine zentrale BTL- Anlage (500 MW_{th}) zu betreiben. Das entspricht einer Gesamtproduktion von 110.000 Tonnen Dieselkraftstoff bzw. 195.000 Tonnen Kraftstoff (einschließlich Rohbenzin und Kerosin) pro Jahr.

Nutzungskonkurrenzen von Biomasse - Worin liegt der „beste Nutzen“ der begrenzt verfügbaren Ressource?

Der Fragestellung nach dem „besten Nutzen“ der begrenzten Biomasse-Ressourcen wird sich vergleichend für eine Reihe von Endenergieträgern anhand der Kriterien (i) Energieertrag je Hektar beziehungsweise je Tonne Holz, (ii) spezifische Treibhausgasminderung und (iii) spezifische Kosten der Energieträgerbereitstellung genährt.

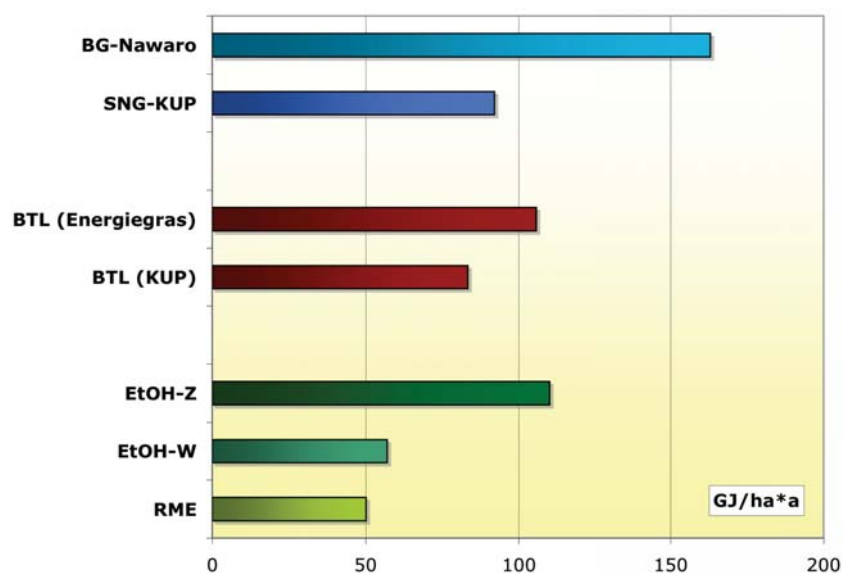


Abbildung 4: Flächenerträge der verschiedenen Biokraftstoffoptionen

Betrachtet man die Produktion von Biokraftstoffen aus dem gezielten Anbau von Energiepflanzen, stellt die begrenzte Verfügbarkeit der landwirtschaftlichen Fläche den limitierenden Faktor dar. Die Ausbeute des eingesetzten Rohstoffs ist für die gasförmigen Kraftstoffe *Synthetic Natural Gas* (SNG) auf Basis der Vergasung fester Biomasse sowie für Biogas aus fermentativen Prozessen höher als für die flüssigen Biokraftstoffe (Abbildung 4). Je nach Einsatzstoff und Prozessführung sind die Ausbeuten der BTL-Pfade mit den gasförmigen Kraftstoffen vergleichbar. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass alle Produkte der FT-Synthese als Kraftstoff verwendet werden können.

Die Biokraftstoffe der ersten Generation, RME und Ethanol auf Basis von Weizen, sind dagegen weniger effizient.

Bezieht man die spezifischen Minderungen an Treibhausgasen sowie die Differenzkosten der biogenen im Vergleich zu den fossilen Energieträgern in die Diskussion ein, zeichnen sich folgende Erkenntnisse ab (Abbildung 5):

- Der höchste Klimaschutzbeitrag wird durch die Substitution der fossilen Stromerzeugung im öffentlichen Erzeugungsmix erreicht. Besonders effektiv ist hierbei die Verstromung von Holz im Heizkraftwerk bei hoher Ausnutzung der Abwärme. Eine Voraussetzung zum Ausbau dieses Nutzungspfades sind das Vorhandensein geeigneter Wärmenetze und ein hoher Wärmenutzungsgrad.
- Die Bereitstellung von Wärme verursacht unter den betrachteten Nutzungspfaden die geringsten Kosten und trägt durch Substitution von Heizöl ebenfalls zur Ressourcenschonung bei.
- Im Rahmen der Datenunsicherheit ist in Bezug auf die Kosten sowie Minderung von Treibhausgasen der Biokraftstoffe kein eindeutiger Vorteil für eine der Optionen SNG oder BTL zu erkennen. Unter den flüssigen und damit gängigen und sehr gut speicherbaren Biokraftstoffen stellen BTL-Kraftstoffe die beste Option dar.

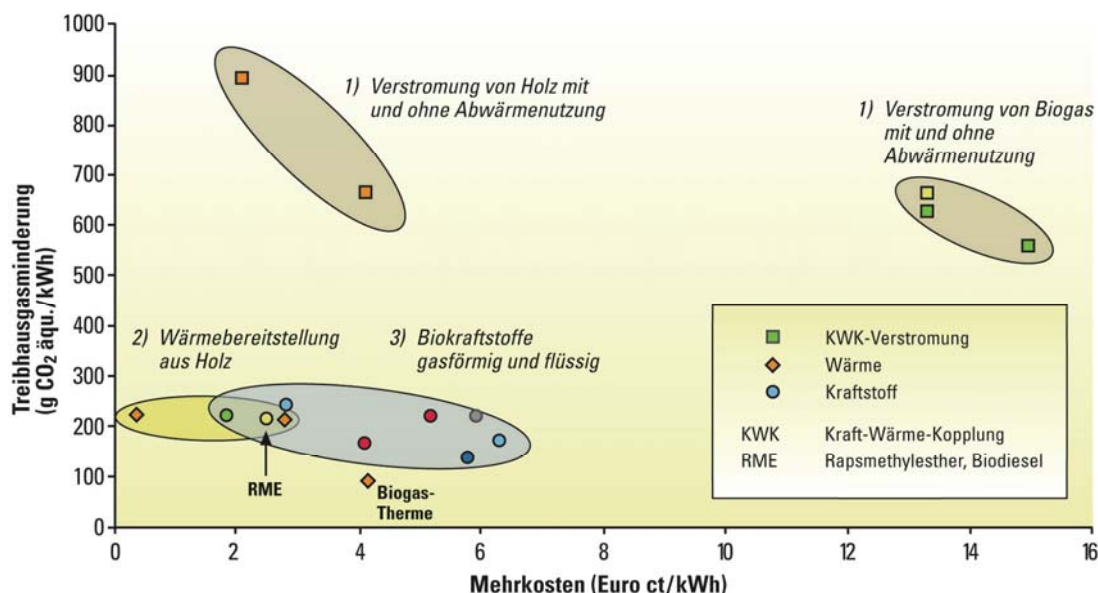


Abbildung 5: Ökologisch-Ökonomische Bewertung der Biomassenutzungspfade

Regional- und industriepolitische Analyse - Welche Impulse können für NRW erwartet werden?

Mit Bezug auf eine sinnvolle Anlagengröße, spezifische Standortanforderungen sowie die Verteilung der Rohstoffpotenziale im Land scheinen Anlagenstandorte im Ruhrgebiet als der Region mit ausgebauten Industrie- und Logistikinfrastrukturen vorteilhaft gegenüber dezentralen Standorten zu sein. Als regionalwirtschaftliche Auswirkung lässt sich daraus ableiten, dass die BTL-Produktion als eine eher zentrale Option der Biomasse-Nutzung nur im Bereich der Rohstoff-Bereitstellung Ansätze zur lokalen Wertschöpfung bietet. Da allerdings ein erheblicher Teil des Rohstoffes als Restholz nach einer stofflichen Nutzung anfällt, sind für

dieses Potenzial die Aussichten zur zusätzlichen Wertschöpfung in der Forstwirtschaft begrenzt. Dezentrale Nutzungspfade, wie z.B. die Strom- und Wärmebereitstellung mit Biogas-BHKW vor Ort eröffnen hier bessere Möglichkeiten zur Teilhabe der Land- und Forstwirte an der Wertschöpfungskette.

Die Untersuchung der Wertschöpfungskette im Anlagenbau zeigt, dass periphere Komponenten mit rund 60 % den größten Teil der Investition einer BTL- Anlage stellen. Damit ist in NRW das Potenzial vorhanden, prinzipiell zu einem großen Teil an der Wertschöpfung durch Anlagenbau teilhaben zu können. Hinzu kommt die Option für Technologieträger im Land, im Rahmen von Lizenzen im Bereich der Kerntechnologien Vergasung und FT-Synthese aktiv zu werden.

Um zukünftig an Projekten beteiligt zu werden, ist der Aufbau von strategischen Partnerschaften und Kooperationsbeziehungen in konkreten Projekten erforderlich. Dabei ist insbesondere die Technologie der Biomassevergasung ein robuster F&E Bereich, da sie die Grundlage für Anwendungen sowohl im Bereich der Erzeugung synthetischer Biokraftstoffe (BTL) als auch der Bereitstellung von Biomethan (SNG) zu unterschiedlichen Verwendungen darstellt. Insgesamt ist die Vergasung fester Biomasse bisher international ein Technologiefeld, in dem mittel- bis langfristig noch die Chance auf eine Positionierung und technologische Profilierung NRWs besteht.

Kontakt:

Dipl.-Ing. Karin Arnold (Koordination)

FG1 "Zukünftige Energie- und Mobilitätsstrukturen"
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
Tel. 0202 2492 -286 (-198 Fax),
E-Mail: karin.arnold@wupperinst.org

Dipl.-Ing., Dipl.Wirt.-Ing Thomas Grube

Institut für Energieverfahrenstechnik (IWV-3)
Forschungszentrum Jülich GmbH
Tel. 02461 61-5398 (-6695),
E-Mail: th.grube@fz-juelich.de