

Synthetische Kraftstoffe in der Landwirtschaft

- Herstellung und wirtschaftliche Bewertung zum Antrieb von Verbrennungsmotoren -

Problemstellung

- Die Landwirtschaft ist den Folgen des voranschreitenden Klimawandels ausgesetzt. Längere trockene und heiße Wetterphasen sowie längere Niederschlagsphasen mit heftigeren Regenfällen nehmen zu und verursachen Stress für Tiere und Pflanzen.
- Zur Begrenzung der Erderwärmung beschloss die EU „Klimaneutralität bis 2050“.
- In den letzten beiden Jahrzehnten gab es erhebliche Veränderungen in der Energieerzeugung von fossilen hin zu erneuerbaren Energieträgern. Letztere haben im Stromsektor einen großen Anteil, sind aber in den Sektoren Wärme und Verkehr deutlich schwächer vertreten. Die erneuerbare Stromproduktion muss deutlich erhöht und in die anderen Sektoren überführt werden.
- Auch die Landwirtschaft kann ihren Beitrag zur Energiewende leisten, z.B. in der Außenwirtschaft durch den Ersatz des fossilen Kraftstoffs durch Power to Liquid, vergleichbar wie vor 80 Jahren „Hafer für die Pferde“!

Datengrundlage

- Milchviehbetrieb aus Norddeutschland (235 ha, 150 Milchkühe am Melkroboter), Energieverbrauch pro Jahr: 80.000 kWh Strom; 35.000 l Diesel (350.000 kWh)
- Investitionskosten und Lastkurven von PV- und Windkraftanlagen sind bekannt.

Zielsetzung

- Darstellung der technischen Möglichkeiten der eigenen Produktion von synthetischen Kraftstoffen (Containeranlage) aus eigener Stromproduktion (Wind und PV)
- Ökonomische Beurteilung, Break-Even-Kalkulation für Investitionen

Methodik

- Simulation des betrieblichen Energiesystems (Abb. 1); selbstständige und regenerative Energieversorgung zur Deckung des Eigenbedarfes an Strom und Kraftstoff. Berücksichtigt werden tages- und jahreszeitliche Schwankungen beim Strom in 15-Minuten Zeitintervallen für ein Jahr sowie der wöchentliche Dieserverbrauch in der Feldarbeit.
- Ermittlung des Break-Even einer synthetischen Kraftstoffproduktionsanlage (bisher keine Marktreife) zur Eigenversorgung im Vergleich zum Status quo (fossile Energie)

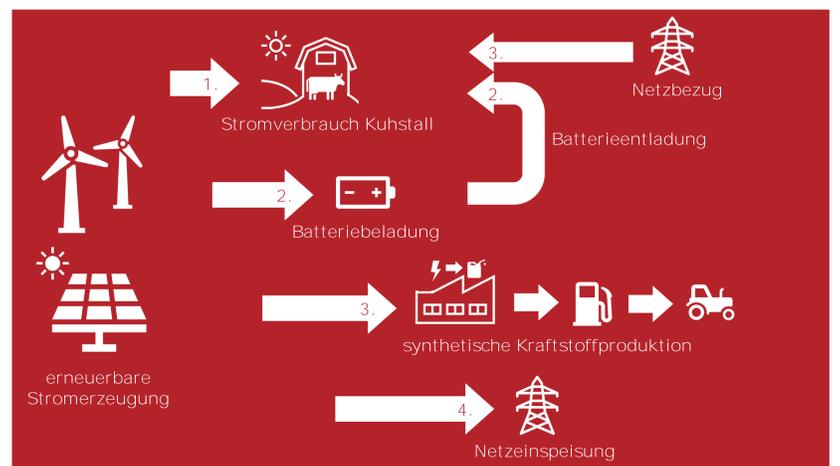


Abb. 1: Schematische Darstellung einer regenerativen Energieversorgung aus eigener Stromerzeugung im Milchviehbetrieb

Ergebnisse

- Der erneuerbare Strom lässt sich mittels Kleinwindkraft- und Photovoltaikanlage (Szenario 1) oder ausschließlich mit Photovoltaikanlagen (Szenario 2) produzieren.

	Szenario 1 (PV + Wind)		Szenario 2 (nur PV)	
	installierte Leistung	Erzeugung / Entladung / Verbrauch	installierte Leistung	Erzeugung / Entladung / Verbrauch
Photovoltaikanlage auf dem Dach	125 kWp	118.722 kWh	200 kWp	189.995 kWh
Photovoltaikanlage im Freiland	—	—	520 kWp	552.045 kWh
Kleinwindkraftanlage	250 kW	623.278 kWh	—	—
Batteriespeicher	2 kWh	607 kWh	105 kWh	31.945 kWh
synthetische Kraftstoffproduktion	210 kW	600.887 kWh	385 kW	600.918 kWh

Tab. 1: Notwendige Anlagenleistung zur Sicherstellung der Energieversorgung

- Autarkiegrad des Kuhstalles beträgt in beiden Szenarien ~87% (Netzbezug ~13%).
- Der Kuhstall verbraucht ~10% des erzeugten Stromes. In Szenario 2 (nur PV) werden ~50% dieses Stromes in der Batterie gespeichert für die Nacht.
- Die Kraftstoffproduktion nutzt ~81% des erzeugten Stroms (Wirkungsgrad ca. 60%); ~9% werden ins öffentliche Netz eingespeist.
- Teillaststunden am Standort in Norddeutschland: Photovoltaik ~4.100 h; Windkraft ~6.600 h; Windkraft mit Photovoltaik ~7.200 h

Um mit Photovoltaikanlagen ähnliche Energiemengen wie mit Windkraftanlagen zu erzeugen, müssen fast doppelt so hohe Leistungen (Tab. 1) installiert werden.

Der Investitionsbedarf für synthetischen Kraftstoffproduktion liegt derzeit bei ca. 4.000 €/kW; für einen wirtschaftlichen Betrieb mit vergleichbaren Kosten wie bei fossilem Diesel, müssten die Anschaffungskosten unter 3.000 €/kW (mit Wind) bzw. auf ca. 1.550 €/kW bei Strom nur aus PV absinken (Abb. 2).

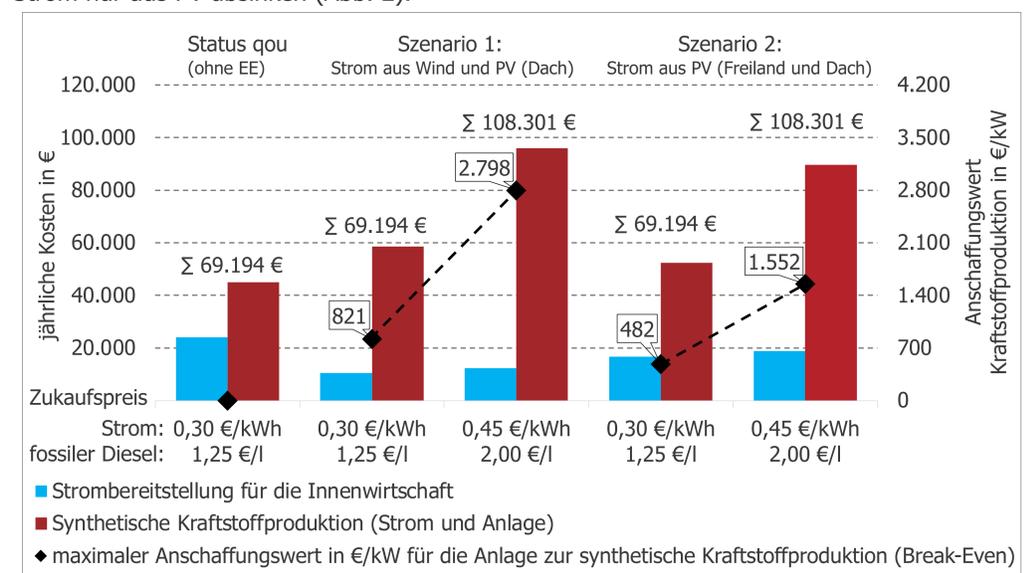


Abb. 2: Simulationsergebnisse der maximalen Anschaffungswerte (€/kW) für die synthetische Kraftstoffproduktionsanlage und deren jährlichen Kosten

Schlussfolgerung

- Für das kleine Energiesystem des Milchviehbetriebes ist es positiv, einen flexiblen, aber notwendigen Stromverbraucher in Form der Kraftstoffproduktion zu nutzen, um den konstanten Stromverbrauch mit sehr hohen Anteilen direkt aus erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen zu decken ohne ihn ineffizient zwischenspeichern.
- Die erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen sollten in ihrer Größe so ausgelegt werden, dass sie auch bei einem geringen Angebot von Wind und Sonne die Grundlast der Stromverbraucher decken. Bei großem Angebot wird eine Überproduktion durch die Überführung in den Energiespeicher „synthetischer Kraftstoff“ verhindert. Dieser wird benötigt, da sich der mobile Energiebedarf der Traktoren nicht praktikabel elektrifizieren lässt.
- In Norddeutschland sollte die Stromerzeugung durch eine Windkraftanlage mit Ergänzung einer Photovoltaikanlage erfolgen, um über 7.200 Teillaststunden pro Jahr zu erreichen.
- Dem Milchviehbetrieb wird keine Empfehlung ausgesprochen in das vorgestellte Energiesystem zu investieren, da es zum heutigen Energiepreisniveau nicht rentabel ist und die Containeranlage zur synthetischen Kraftstoffproduktion noch keine Marktreife hat.
- Ziel der weiteren Forschungsarbeit sollte sein, dass die Energie so effizient und nachhaltig wie möglich erzeugt werden kann und gleichzeitig krisensicher wird.