

Senkung der Emissionen in der Landwirtschaft

Landwirtschaft ohne Dieselkraftstoff – Wie kann das gehen?

Die Landwirtschaft unterliegt den Zielvorgaben des Klimaschutzgesetzes und muss die Emissionen klimawirksamer Gase senken. Ein Ansatzpunkt ist der Ersatz fossiler Kraftstoffe, die rund 8,5 Prozent der Emissionen der Landwirtschaft ausmachen, durch erneuerbare Antriebsenergien für landwirtschaftliche Maschinen. Welche Möglichkeiten gibt es, fossilen Dieselkraftstoff zu ersetzen und Emissionen zu senken?

Von Henning Eckel und Jens Grube

Das Klimaschutzgesetz (KSG 2021) macht Vorgaben für die Senkung der Emissionen in den Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr, Abfallwirtschaft, Landwirtschaft sowie Landnutzung und Forstwirtschaft. Die landwirtschaftlichen Emissionen betrugen im Jahr 2023 etwa 60 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente. Damit liegt die Landwirtschaft aktuell unterhalb der Zielvorgabe von 66 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente. Bis zum Jahr 2030 müssen die landwirtschaftlichen Emissionen jedoch auf 56 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente abgesenkt werden. Auch energiebedingte Emissionen müssen hier adressiert werden, da diese im Gegensatz zu Emissionen, die aus natürlichen Prozessen im Boden oder aus der tierischen Verdauung resultieren, im Prinzip auf null gesenkt werden können. In den vergangenen Jahren wurden in der Land- und Forstwirtschaft im Schnitt 2,1 Milliarden Liter Kraftstoff eingesetzt, fast ausschließlich fossiler Dieselkraftstoff. Dies entspricht etwa 5 Prozent des Dieselkraftstoffverbrauchs in Deutschland.

Landwirtschaftliche Maschinen und ihre Einsatzbereiche

Betrachtet man den Pflanzenbau und die Tierhaltung, so wird deutlich, dass die verschiedenen Arbeiten unterschiedlichen Kraftstoffbedarf mit sich bringen. Die anfallenden Arbeiten lassen sich nach dem flächenbezogenen Kraftstoffbedarf analysieren und nach Arbeitsschweregliedern: leichte Arbeiten (≤ 80 kW) wie säen oder Ausbringung von Mineraldünger und Pflanzenschutz mit einem Anteil von 23 Prozent am Gesamtdieselbedarf, mittlere Arbeiten (40–200 kW) wie Saatbettbereitung oder Stoppelbearbeitung mit einem Anteil von 29 Prozent am Dieselbedarf, schwere Arbeiten (≥ 150 kW) wie Grundbo-

denbearbeitung oder Mähdrusch mit 24 Prozent Bedarfsanteil. Dazu kommen Arbeiten in der Tierhaltung, die meist nicht durchgängig, sondern in Intervallen durchgeführt werden. Der Anteil von 24 Prozent am Dieselbedarf stammt im Wesentlichen aus der Rinderfütterung (KTBL 2023).

Anangepasste Lösungen statt One-fits-all

Die Anforderungen an Leistung und Einsatzdauer landwirtschaftlicher Maschinen sind sehr unterschiedlich. Daher sind je nach Einsatzspektrum angepasste Lösungen für den Umstieg auf erneuerbare Antriebsenergien erforderlich, die die bisherige One-fits-all-Lösung mit fossilem Dieselkraftstoff ersetzen müssen. Wie sind die Alternativen mit Blick auf Funktionalität, Kosten, Umweltwirkung und hinsichtlich der Versorgungssicherheit für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion zu beurteilen?

Für leichte Arbeiten sowie hofnahe, in Intervallen ausgeführte Arbeiten bietet sich eine Elektrifizierung des Antriebsstrangs an. Stammt der elektrische Strom aus erneuerbaren Energien, z. B. aus der eigenen PV-Anlage eines landwirtschaftlichen Betriebs, können die dieselbedingten Emissionen von 3,6 kg CO₂-Äquivalente je Liter (Emissionsfaktor nach EU RL 2018/2001 2018) fast vollständig vermieden werden. Bisher ist das Angebot von Maschinen mit elektrischen Antrieben sehr klein und auf den niedrigen Leistungsbereich beschränkt. Hier sind weitere technische Entwicklungen und ein erweitertes Angebot der Landmaschinenindustrie erforderlich. Für den Dauereinsatz auf dem Acker muss insbesondere die Batteriekapazität verbessert werden. Und die Herausforderungen, die sich durch Erschütterungen, Staub und Temperatur ergeben, sind zu adressieren, um den elektrischen Antrieb in vollem Umfang einsatzsicher zu machen.

Der mittlere Leistungsbereich (mittelschwere Arbeit) ist nur teilweise elektrifizierbar, da hier Feldarbeiten mit höherem Leistungsbedarf und längeren Einsatzdauern vorkommen. Für schwere Arbeiten mit dauerhaft hohem Leistungsbedarf sind batterieelektrische Systeme aufgrund des hohen Gewichts nicht realistisch.

Als Alternative für beide Leistungsbereiche bieten sich Pflanzenölkraftstoffe oder Biodiesel an. Damit kann aufgrund der regional möglichen Bereitstellung auch ein Beitrag zur Versorgungssicherheit und zur regionalen Wertschöpfung geleistet werden. Ein hoher zusätzlicher Flächenbedarf für den Anbau der Rohstoffe, meist Raps, ist nicht zu erwarten. Dies er-

gibt sich aus dem überschaubaren Kraftstoffbedarf und den zukünftig durch Elektrifizierung im Pkw-Sektor frei werdenen Mengen aus der aktuellen Beimischung zu fossilem Diesalkraftstoff (B7).

Ebenfalls als Dieselsatz technisch sehr gut geeignet sind hydrierte Pflanzenöle (HVO), die vorzugsweise aus Rest- und Abfallstoffen gewonnen werden. Sie haben mit Diesalkraftstoff vergleichbare Eigenschaften. Dadurch ist ein Einsatz ohne Änderungen an den Motoren möglich. Allerdings ist die Nachfrage nach HVO aus anderen Branchen, wie der Luftfahrt, aufgrund eigener Klimaschutzverpflichtungen sehr hoch, mit entsprechenden Auswirkungen auf den Marktpreis.

Auch synthetische Kraftstoffe auf Basis von Biomasse oder erneuerbarem Strom sind eine mögliche Alternative zu Diesalkraftstoff. Letztere werden auch als E-fuels bezeichnet. Sie können wie HVO ohne wesentliche Veränderung an den Motoren zum Einsatz kommen. Dies bietet insbesondere für die Bestandsflotte an landwirtschaftlichen Maschinen die Chance, ohne zusätzliche Investitionen die vorhandene Technik klimafreundlich weiter zu nutzen. Aktuell sind synthetische Kraftstoffe allerdings noch nicht am Markt verfügbar. Auch hier gilt, dass aufgrund der voraussichtlich zukünftig sehr kleinen verfügbaren Mengen und der Konkurrenzsituation mit anderen Branchen mit hohen Preisen zu rechnen ist.

Aktuell gibt es erste Traktoren im mittleren Leistungsbereich, die für den Betrieb mit komprimiertem Methan aus Biogasanlagen (Bio-CNG) ausgelegt sind. Voraussetzung ist eine Bio-CNG-Tankstelle in der Nähe. Eine flächendeckende Anwendung wird aber aller Voraussicht nach aufgrund der geringen Versorgungsdichte nicht möglich sein.

Zuletzt bleibt noch der viel diskutierte Wasserstoff: Technisch wäre diese Option, sei es mit Verbrennungsmotoren oder Brennstoffzellen in Kombination mit elektrischen Antrieben, auch für landwirtschaftliche Anwendungen denkbar. Vor allem die im Vergleich zu flüssigen Kraftstoffen geringe Energiedichte sowie die komplexen Anforderungen an die Bereitstellung, Lagerung und Betankung erschweren eine praktische Anwendung. Dazu kommt, dass der Wasserstoffbedarf, insbesondere für industrielle Anwendungen, absehbar deutlich höher als das Angebot bleibt und die Landwirtschaft bei der Versorgung mit Wasserstoff wohl hinter anderen Anwendungen zurückstehen muss.

Die erreichbaren Emissionsminderungen gegenüber Diesalkraftstoff variieren stark je nach Verfahren und Rohstoff, der für die Kraftstoffproduktion eingesetzt wird. Mit Biokraftstoffen aus Anbaubiomasse wie Raps lassen sich Einsparungen von etwa 50 bis 60 Prozent erreichen. Werden Rest- und Abfallstoffe wie Altspeiseöle für Biodiesel und HVO oder Gülle und Mist für die Erzeugung von Biogas verwendet, liegt die Einsparung zwischen 80 und 90 Prozent (KTBL 2020). Bei der Herstellung von Wasserstoff und E-Fuels hängt die Emissionsminderung von den Emissionen des eingesetzten Stroms ab. Abschätzungen zeigen, dass ein Anteil von 90 bis 100 Prozent Strom aus erneuerbaren Quellen im Strommix erforderlich ist,

um eine Klimaschutzwirkung gegenüber den fossilen Alternativen zu erreichen (Ueckerdt et al. 2021).

Praktikabilität im landwirtschaftlichen Betrieb ist entscheidend

Letztlich wird neben den Kosten von Maschinen und Energieträgern der Umfang der notwendigen Anpassungen der Arbeitsabläufe an die alternativen Antriebstechnologien darüber entscheiden, ob sie in der Praxis akzeptiert werden und so eine zügige Abkehr von fossilen Kraftstoffen in der Landwirtschaft gelingen kann. Lange Versorgungspausen zum Laden oder Tanken in Zeiten mit Arbeitsspitzen zur Aussaat, Pflege oder Ernte sowie die Nutzung vieler verschiedener Energieträger auf dem Hof sind schwer handhabbar und werden damit nur wenig Akzeptanz finden.

Um den Umstieg auf erneuerbare Dieselalternativen in der Landwirtschaft zu fördern, sind zusätzlich zu den technischen Entwicklungen begleitende Maßnahmen erforderlich. Dazu zählt eine verbesserte Beratung, Schulung von Landmaschinenhandel und Werkstätten und eine Adressierung der Thematik in der landwirtschaftlichen Aus- und Weiterbildung.

Mit Blick auf die lange Lebensdauer vieler landwirtschaftlicher Maschinen müssen schon in naher Zukunft die Weichen in Richtung der skizzierten erneuerbaren Antriebsenergien gestellt werden, damit im Laufe der nächsten zwei Jahrzehnte der Diesalkraftstoff in der Landwirtschaft Schritt für Schritt abgelöst werden kann.

Literatur

- EU RL 2018/2001 (2018): Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung), ABl. L 328 vom 21.12.2018, S. 82–208
- KSG (2021): Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist, BMdj.; BAfj vom 12.12.2019, S. 1–10
- KTBL (2023): Verwendung erneuerbarer Antriebsenergien in landwirtschaftlichen Maschinen. Darmstadt
- KTBL (Hg.) (2020): Alternative Antriebssysteme für Landmaschinen. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)
- Ueckerdt, F./Bauer, C./Dirnachner, A./Everall, J./Sacchi, R./Luderer, G. (2021): Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation.

AUTOREN + KONTAKT

Henning Eckel und **Dr. Jens Grube** sind wissenschaftliche Mitarbeiter des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft Kuratorium für Technik und Bauwesen (KTBL) e.V., Barthningstraße 49, 64289 Darmstadt

