

Treibhausgasbilanzierung beim Kartoffelanbau eines Praxisbetriebes in Nordwestdeutschland auf Basis eines Telemetriesystems


Tobias Jorissen ¹, Silke Becker¹ und Guido Recke¹

Abstract: Bei der Vermeidung von Treibhausgasen nimmt die Landwirtschaft eine wichtige Stellung im europäischen Green Deal ein. Im Zuge dessen nimmt die Bedeutung von transparenten und betriebsspezifischen Treibhausgasbilanzen zu. Am Beispiel eines Betriebes in Nordwestdeutschland und 18 Kartoffelschlägen werden mit Unterstützung des Telemetriesystems exakt Dieselverbräuche erfasst und Treibhausgasemissionen kalkuliert. Hierbei wird aufgezeigt, welche Unterschiede zu Standardkalkulationen vorliegen. Weiterhin wird diskutiert, welche zusätzlichen Parameter mittels eines Telemetriesystems erfasst werden müssen, um eine vollständige Treibhausgasbilanz vorzuweisen.

Keywords: Telemetriesysteme, Treibhausgasbilanzierung, Kartoffelanbau, Dieselverbrauch

1 Einleitung

Die Landwirtschaft kann durch Vermeidung von Lachgasemissionen aus dem Boden oder Betriebsmitteleinsparungen (z. B. Diesel und Stickstoffdünger) einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Diese Erfolge sollten nachweisbar sein und dokumentiert werden können. Derzeit gibt es eine Vielzahl an Treibhausgasrechnern, die allein keine schlagspezifische Bilanzierung für Praxisbetriebe ermöglichen [KO16]. Hingegen können am Markt erhältliche Telemetriesysteme Bewirtschaftungsparameter erfassen und Basis für schlagspezifische Treibhausgasbilanzen sein. Schlagspezifische Treibhausgasbilanzen befähigen den Landwirt zu einem besseren Management der emittierten Treibhausgase. Zusätzlich können erfasste digitale Prozessdaten und erstellte Treibhausgasbilanzen an nachgelagerte Industrien der Lebensmittelverarbeitung weitergeführt werden und Bestandteil eines CO₂-Fußabdruckes von Produkten sein. Dies kommt Forderungen für transparente Lieferketten nach [SZ20]. Im Vergleich zu anderen landwirtschaftlichen Ackerkulturen wie Winterweizen und Silomais ist der Kartoffelanbau vergleichsweise intensiv und mit hohen Treibhausgasemissionen verbunden [Jo19]. Beim Kartoffelanbau haben neben den stickstoffbezogenen Treibhausgasemissionen u. a. der Dieselverbrauch einen Einfluss auf die Treibhausgasbilanz. Eine Erfassung der Dieselverbräuche auf dem Feld ist mit dem Hard- und Software System exatrec der EXA Computing GmbH möglich. Ein Ziel des Beitrags

¹ Hochschule Osnabrück, Landwirtschaftliche Betriebswirtschaftslehre, Oldenburger Landstraße 24, 49377 Osnabrück, t.jorissen@hs-osnabrueck.de,  <https://orcid.org/0000-0001-8290-6284>; s.becker.1@hs-osnabrueck.de; g.recke@hs-osnabrueck.de

ist die Analyse innerbetrieblicher Variabilität der Treibhausgasemissionen beim Dieselverbrauch bei der Feldbewirtschaftung im Vergleich zu Standardkalkulationen. Des Weiteren erfolgt eine kurze Bewertung des Systems exatrek, welche Parameter neben dem Dieselverbrauch für eine Treibhausgasbilanz erfasst werden können und sollten.

2 Material und Methoden

Die Analyse erfolgt am Beispiel eines Kartoffelversuchsbetriebes in Nordwestdeutschland. Der Betrieb baute 2021 auf 18 Schlägen Kartoffeln für die Chipsproduktion an. Erfasst wird der Kartoffelanbau mit der Hard- und Software exatrek der Firma EXA Computing GmbH. Das System exatrek ist eine Hersteller- und markenunabhängige Plattform, die gemischte Fahrzeugflotten integrieren kann, eine automatische Dokumentation des Maschineneinsatzes vornimmt und Live-Ansichten von Fahrten und Maßnahmen ermöglicht [EX21]. In exatrek wurden die für den Kartoffelanbau benötigten Zugmaschinen und Anbaugeräte/Anhänger erfasst (Tab. 1). Weiterhin wurden in exatrek die Schlaggrenzen aufgenommen, damit eine Zuordnung der Dieselverbräuche erfolgen kann.

Arbeitsverfahren	Leistung Zugmaschine (kW)	Arbeitsbreite (m)
Eggen, Kreiselgrubber	151	3
Grubbern, Flügelschargrubber	151	5
Pflügen, Drehpflug	158	3
Pflanzen, getragen mit Kreiselegge	217	3
Mineralische Düngung, Schleuderstreuere, angebaut	151	27
Organische Düngung, Schleppschlauchverteiler	217	15
Chemischer Pflanzenschutz, angehängt	151	27
Rodung, Bunkerroder	217	1,5

Tab. 1: Daten der eingesetzten Maschinen beim Kartoffelanbau

In den nachfolgenden Analysen wurden die Treibhausgasemissionen für den Dieselverbrauch der Arbeitsverfahren Eggen, Grubbern, Pflügen, mineralische Düngung, organische Düngung, chemischer Pflanzenschutz und Roden untersucht. Erfasst wurden mit exatrek die Dieselverbräuche je Schlag und Maßnahme. Die entsprechenden Daten wurden als CSV-Datei aus der Webanwendung geladen und in Excel analysiert. Multipliziert wurden die Dieselverbräuche mit einem Emissionsfaktor in Höhe von 3,02 kg CO_{2äq}/l [KT21].

Die Größe der 18 Kartoffelschläge liegt zwischen 2,1 ha und 19,7 ha. Das arithmetische Mittel ist 5,7 ha, der Median 4,7 ha. Die Bodenbeschaffenheiten der 18 Schläge war sandig bis schluffiger Lehm. Aufgrund der nassen Witterung fand ein überdurchschnittlich häu-

figer Pflanzenschutz statt ($\approx 14-18$ Überfahrten) Zur Vergleichbarkeit der empirisch erfassten Dieserverbräuche und kalkulierten Treibhausemissionen wurden Standardkalkulationen des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) herangezogenen [KT21]. Bei den Standardkalkulationen wurde eine gleichwertige Mechanisierung zu denen der empirischen Analyse gewählt. Für die Standardkalkulation wurden eine Schlaggröße von 5 ha und ein mittelschwerer Boden als Voreinstellung gewählt. In der KTBL-Datensammlung gelten die Standardkalkulationen für einen rechteckigen Schlag, der doppelt so lang wie breit ist. Beim Kartoffelversuchsbetrieb sind sechs Schläge annähernd rechteckig. Ein Großteil der Schläge ist nicht rechteckig, im Mittel mit sechs Eckpunkten.

3 Ergebnisse

3.1 Treibhausgasemissionen beim Dieserverbrauch

Bezogen auf einen Hektar und eine einzelne Überfahrt werden sowohl auf Basis der exatrek-Messungen als auch nach KTBL-Standardkalkulationen die meisten Treibhausgasemissionen bei der Rodung und beim Pflanzen emittiert (Abb. 1). Die wenigsten Treibhausgasemissionen entstehen bei der mineralischen Düngung und beim chemischen Pflanzenschutz. Bei den exatrek-Messungen zeigen sich hohe Standardabweichungen und Variationskoeffizienten beim Roden und Eggen. Bearbeitet wurden mit der Kreiselegge die Randbereiche eines Schlages, wodurch ein durchschnittlich höherer Dieserverbrauch pro Hektar gemessen wurde.

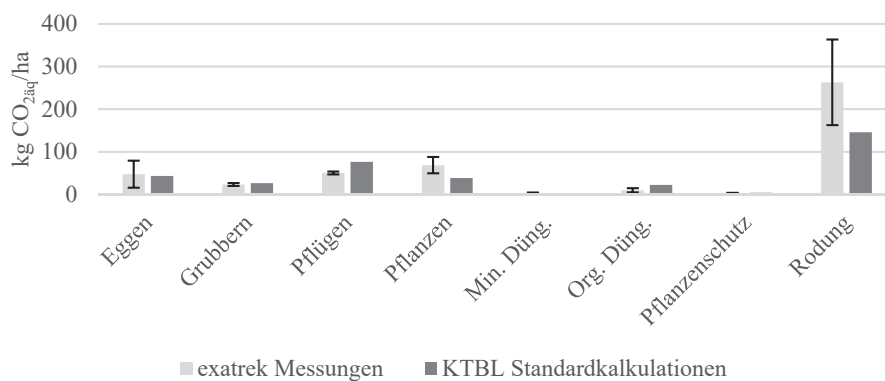


Abb. 1: Treibhausgasemissionen der Arbeitsverfahren auf dem Versuchsbetrieb bei einmaliger Überfahrt auf Basis von exatrek-Messungen und Standardkalkulationen der KTBL

Die hoch schwankenden Treibhausgasemissionen beim Roden sind möglicherweise durch stark schwankende Warte- und Instandhaltungszeiten bei laufender Zugmaschine und Dieserverbrauch auf dem Feld zu erklären. Weiterhin wirken sich beim Roden die betrieblich variierenden Bodenbeschaffenheiten zwischen den Schlägen stark schwankend auf die Dieserverbräuche aus. Ein dritter Faktor für erhöhte und stark schwankende Dieserverbräuche beim Roden ist die Wassersättigung im Boden. Diese war zu Beginn der ersten Rodungen gering und nahm mit den zunehmenden Niederschlägen zum Ende der Rodungen der letzten Kartoffelflächen zu. Im Vergleich zum Roden sind die Streuungswerte beim Pflügen und beim Pflanzenschutz gering. Hier erfolgen die Überfahrten homogen mit geringen Warte- und Instandhaltungszeiten. Insgesamt konnte kein Zusammenhang zwischen den Treibhausgasemissionen bei den Arbeitsverfahren und der Schlaggröße oder der Schlagform festgestellt werden.

Sowohl bei den exatrek-Messungen als auch bei den KTBL-Standardkalkulationen zeigt sich ein annähernd linearer Trend beim Zusammenhang der Gesamt-Treibhausgasemissionen durch Dieserverbrauch und der Schlaggröße (Abb. 2). Dieser ist bei den exatrek-Messungen ($R^2 = 0,88$) niedriger als bei den KTBL-Standardkalkulationen ($R^2 = 0,99$). Bei Betrachtung der Punktwolke der exatrek-Messungen ist neben einem linearen Trend ein leichter degressiver Verlauf zu erkennen, der aber allein durch den Ordinatenwert bei 19,7 ha deutlich wird.

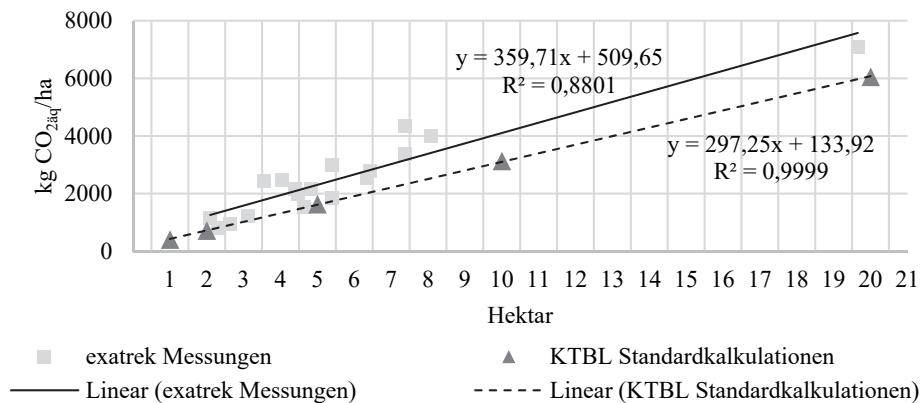


Abb. 2: Gesamt-Treibhausgasemissionen durch Dieserverbrauch der 18 Versuchsschläge auf Basis von exatrek-Messungen und Standardkalkulationen der KTBL-Datensammlung

Werden die KTBL-Werte als Schätzer für die Kartoffelflächen verwendet, sind bei kleinen Schlägen die absoluten Treibhausgasunterschiede vergleichsweise niedrig und die relativen Treibhausgasunterschiede vergleichsweise hoch. Bei größeren Schlägen steigen hingegen die absoluten Treibhausgasunterschiede und sinken die relativen Treibhausgasunterschiede zwischen Standardkalkulationen und exatrek-Messungen.

Kalkuliert für einen mittleren Kartoffelschlag von 5 ha betragen die Gesamtemissionen nach KTBL-Standardkalkulationen 1.796 kg CO_{2äq}/ha und nach exatrek-Messungen 2.550 kg CO_{2äq}/ha (Abb. 3). Ähnlich zur Betrachtung der Treibhausgasemissionen der einzelnen Überfahrten bei den Arbeitsverfahren werden bei der Rodung die meisten Treibhausgasemissionen durch Dieselverbrauch emittiert. Auf Basis der Standardkalkulationen werden die zweitmeisten Treibhausgase bei der Bodenbearbeitung emittiert und nach den exatrek-Messungen bei der Pflanzung. Im Vergleich zur oben durchgeführten Analyse bei einzelnen Überfahrten nimmt in einer Betrachtung der Gesamt-Treibhausgasemissionen der Anteil des chemischen Pflanzenschutzes zu, da verteilt über das Bewirtschaftungsjahr eine hohe Zahl an Überfahrten erfolgte.

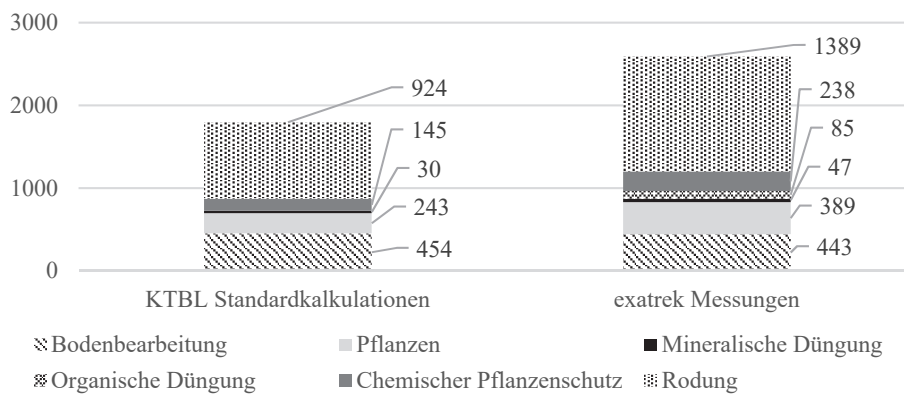


Abb. 3: Gesamt-Treibhausgasemissionen durch Dieselverbrauch auf Basis von exatrek-Messungen und Standardkalkulationen der KTBL-Datensammlung für einen Durchschnittsschlag von 5 Hektar

3.2 Kurzevaluierung exatrek zur Treibhausgasbilanzierung

In Bezug auf den Dieselverbrauch – so zeigen es die Untersuchungen im vorherigen Kapitel – scheint das System exatrek geeignet zu sein, um Daten für eine Treibhausgasbilanz zu liefern. Andere umfassende Studien zur Treibhausgasbilanz im Kartoffelanbau zeigen, dass weitere Emissionsquellen bilanziert werden müssen: Maschinenverschleiß, Düngemiteleinsetz (v. a. Stickstoff), Pflanzgut, Pflanzenschutzmittel, Veränderung im Bodenkohlenstoff und Lachgasemissionen [Jo19]. Ein Maschinenverschleiß kann derzeit über exatrek nicht abgebildet werden. Dieser könnte jedoch über den Dieselverbrauch mittels eines Emissionsfaktors abgeleitet werden [KT21]. Eingesetzte Betriebsmittel wie Dünger, Pflanzenschutzmittel und Pflanzgut können mittels exatrek erfasst werden. Zur Vervollständigung einer Treibhausgasbilanz bedarf es noch entsprechender Emissionsfaktoren, um Treibhausgasemissionen zu berechnen. Schlag- und maßnahmenspezifische Treibhausgasemissionen durch Bodenkohlenstoffänderungen sind komplex [Hü03]. Eine Erfassbarkeit ist nicht trivial und möglicherweise nicht einführbar in ein Telemetriesystem.

Die Erfassung von Lachgasemissionen auf dem Feld ist zwar ebenfalls komplex, könnte aber über den Eintrag von Stickstoff auf dem Schlag modelliert werden [IP20].

4 Diskussion und Ausblick

Die Analysen zeigen, dass für fast alle untersuchten Arbeitsverfahren beim Kartoffelbetrieb die KTBL-Standardkalkulationen ein guter Schätzer sein können. Im Umkehrschluss scheint eine Ermittlung der Treibhausgasmissionen durch Dieserverbrauch mittels exatrek vergleichbare Werte zu erzielen. Noch zu erklärende Streuungen und Unterschiede zwischen KTBL-Standardkalkulationen und exatrek-Messungen sind beim Arbeitsverfahren Rodung festzustellen. Neben Schlaggröße und Form könnten die Bodenbeschaffenheit und die Wassersättigung entscheidende erklärende Variablen sein. In weiteren Studien müssen beim Kartoffelanbau die Hof-Feld-Entfernungen und Abtransporte von Kartoffeln vom Feld erfasst werden. Weiterhin könnten großflächig aufgenommene Daten von Telemetriesystemen genutzt werden, um KTBL-Standardparameter kontinuierlich abzusichern und wenn nötig zu verbessern. Die Kurzevaluierung von exatrek zeigte auf, dass die Erfassung von Dieserverbräuchen ein erster Schritt zu einer kompletten Treibhausgasbilanz ist. Die Einbindung von stickstoffbezogenen Treibhausgasemissionen wäre ein entscheidender Schritt zur Erstellung einer mehr vollständigen Treibhausgasbilanz, der vergleichsweise einfach umzusetzen ist.

Literaturverzeichnis

- [EX21] exatrek, EXA Computing GmbH, <https://exatrek.de/index.html>, Stand: 23.10.2021.
- [IP20] IPCC: Chapter 11: N₂O Emissions from Managed Soils, and CO₂ Emissions from Lime and Urea Application, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2019.
- [Hü21] Hülsbergen, Kurt-Jürgen: Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme, Shaker Verlag GmbH, Aachen, 2003.
- [KO16] Kätsch, Stephanie; Osterburg, Bernhard: Treibhausgasrechner in der Landwirtschaft – Erfahrungen und Perspektiven, *Appl Agric Forestry Res* 1/66, 29-44, 2016
- [KT21] KTBL, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., <https://www.ktbl.de/>, Stand 24.10.2021.
- [SZ20] Süddeutsche Zeitung: Lebensmittelhändler wollen Lieferketten transparenter machen, <https://www.sueddeutsche.de>, 17.01.2021.
- [Jo21] Jorissen, Tobias: Analyse von Agroforstsystemen mit schnellwachsenden Gehölzen zur bioenergetischen Verwertung auf der Grundlage feldexperimenteller Daten und Modellkalkulationen, Verlag Dr. Köster, Berlin, 2019.