

Wann, wo und wie? Ein softwarebasiertes Mehrebenen-Informationssystem zur Optimierung von Beweidungssystemen

SMILe

Astrid Sturm ¹, Oliver Schöttker ², Karmand Kadir³ und Frank Wätzold⁴

Abstract: Wir präsentieren den Prototyp eines Softwarebasierten Mehrebenen-Informationssystems für Landwirte (SMILe) für die Berechnung optimierter Weideproduktionssysteme im Grünland. Anhand der im SMILe zur Verfügung stehenden Daten können moderne und nachhaltige Weideproduktionssysteme dargestellt und optimiert werden. Aus den verarbeiteten ökologischen und agronomischen Daten werden Aussagen über den Zustand von Weideflächen, daraus folgend das Beweidungspotential für bestimmte Flächen abgeleitet und eine Empfehlung an Nutzer:innen präsentiert. SMILe unterstützt Nutzer:innen bei der Planung und Umsetzung „virtueller Zäune“ als Alternative zu physischen Zäunen.

Keywords: Beweidung, Grünland, Weideproduktionssystem


1 Einleitung

Dauergrünland stellt einen zentralen Bestandteil landwirtschaftlicher Nutzfläche weltweit dar und spielt eine wichtige Rolle in der extensiven Tierhaltung [HI22]. Es ist aber auch von großer Bedeutung für das Tierwohl und dient darüber hinaus dem Schutz der Artenvielfalt [SZ22]. Das Verhalten von Weidetieren hilft dabei, die Heterogenität ökologischer Strukturen zu fördern mit positiven Auswirkungen auf die Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen und die Artenvielfalt [Ha22; HI22]. Aufgrund ihrer betriebswirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit findet die moderne Nutztierhaltung jedoch heutzutage zu großen Teilen in Form von intensiver Stallhaltung statt [Ki22], wodurch die Bewirtschaftung von Grünlandflächen vielfach zu einer intensiven und ökologisch nachteiligen Futtermittelproduktion herabgestuft wird [HI22].

Zur Erreichung einer ökologisch und agronomisch nachhaltigen Weidewirtschaft und um die wachsende Nachfrage nach weidebasierten Produkten erfüllen zu können [SZ22], ist es daher wichtig, das Weidemanagement insgesamt zeit- und kosteneffizienter zu machen.

¹ Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Environmental Economics, Erich-Weinert

Str. 1, 03046 Cottbus, sturm@b-tu.de,  <https://orcid.org/0000-0002-7424-4484>

² oliver.schoettker@b-tu.de,  <https://orcid.org/0000-0002-5768-9860>

³ kara.kadir@win.tu-berlin.de

⁴ waetzold@b-tu.de

Um diese Zielstellungen zu erreichen, ist eine Digitalisierung und Einbindung moderner Sensortechnik in die Weidewirtschaft notwendig [Ba22; Ma22]. Die Verwendung spezieller Softwaretools kann dabei nützlich sein und Nutzer:innen umfangreiche Informationen und Entscheidungshilfen liefern [St18]. Wir stellen in dieser Arbeit das „Softwarebasierte Mehrebenen Informationssystem für Landwirte (SMILe) vor, welches im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojektes „GreenGrass“ entwickelt wird (greengrass-project.de). „GreenGrass“ untersucht verschiedene Aspekte produktions-technischer, ökologischer und sozio-technischer Innovationen im Rahmen nachhaltiger Weidewirtschaft. Kernelement ist die Entwicklung einer Tierlenkungstechnologie unter Einsatz sogenannter „virtueller Zäune“. Weidetiere werden dabei – statt mittels herkömmlicher physischer Zäune – mithilfe eines Halsbandes geortet und über virtuell definierte Weidegrenzen auf den Weideflächen eingezäunt. Die Tiere senden und erhalten Signale über ein Halsband, welches sie zudem daran hindert, bestimmte zuvor definierte Weideflächen zu verlassen oder andere Flächen zu betreten (z. B. besondere ökologische Schutzbereiche). Die Weidefläche selbst ist nicht physisch eingezäunt, der Zaun ist virtuell.

2 Material und Methoden

2.1 Datengrundlage

In „GreenGrass“ werden Daten aus verschiedenen Bereichen – z.B. Fernerkundungsdaten aus Drohnenbefliegungen und Satelliten (z. B. [BH21]), ökologische Feld- und Modelldaten – im Landschaftskontext erhoben, modelliert und miteinander verknüpft.

SMILe integriert diese Daten mit jeweils unterschiedlichen Datensätzen (z. B. Bilder, Höhenmessungen, Grünlandzahl, Daten zu Biomasse und Biomassequalität, und Artenzahl pro Fläche) mithilfe speziell definierter Datenerfassungsrichtlinien und Schnittstellen. Die räumlich unterschiedlich aufgelösten Daten werden in SMILe auf eine gemeinsame Untersuchungseinheit innerhalb eines 2,5 m x 2,5 m Rasters aggregiert und verarbeitet. Die zeitliche Skala der Datenerfassung unterscheidet sich für die unterschiedlichen Datenquellen. Während Daten aus ökologischen Modellen 3-mal jährlich auf Basis von Feldbegehungen bereitstehen, werden Fernerkundungsdaten auf Basis von Sentinel-2-Satellitendaten in einem 5-tägigen Rhythmus bereitgestellt. Agronomische und ökologische Modellrechnungen ergänzen die Datengrundlage in SMILe. Der Datenfluss in die Software erfolgt über eine Datenbank (Abb. 1). Die gespeicherten Daten werden von SMILe verarbeitet, um Aussagen über den Zustand und das Beweidungspotential bestimmter Flächen treffen zu können.

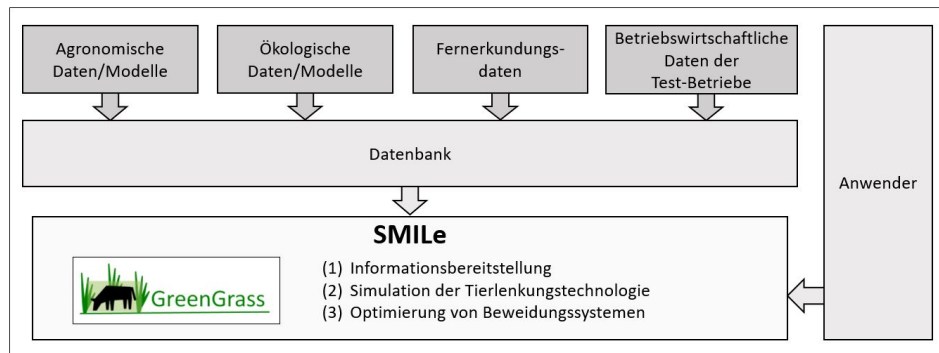


Abb. 1: Datenfluss innerhalb von SMILe

2.2 Funktionalität von SMILe

SMILe umfasst im Wesentlichen drei Funktionen:

(1) Informationsbereitstellung: Agronomische und ökologische Informationen zu den betrieblichen Grünlandflächen werden visuell aufbereitet und Nutzer:innen zeitnah zur Verfügung gestellt (Abb. 2). Dies erlaubt es, einen detaillierten Überblick über den Zustand der betrieblichen Grünlandflächen – aktuell und im Zeitverlauf – zu erhalten und betriebliche Abläufe (wie etwa die Planung von Beweidungsstrategien) an der aktuellen Datenlage auszurichten.

(2) Simulation der Tierlenkungstechnologie: SMILe bietet Nutzer:innen die Möglichkeit, virtuelle Zäune zu planen (Abb. 2). Hierdurch können die Auswirkungen einer geplanten Beweidungsstrategie auf Teilflächen des Betriebs simuliert sowie agronomische und ökonomische Betriebsparameter abgeschätzt werden. Darüber hinaus können ökologische Wirkungen der virtuellen Zaunplanung simuliert werden (z. B. der Einfluss von Beweidung auf die Vegetation). Die Zäune können gezielt zum Ausgrenzen bestimmter Teilflächen der Weide benutzt werden, um so Areale vor Vertritt und Beweidung zu schützen, z. B. Vogelgelege. Die geplanten Zaunverläufe können anschließend in der zugrundeliegenden Datenbank hinterlegt sowie aus SMILe zur weiteren Verwendung in Tierlenkungstechnologien exportiert werden. Es ist grundsätzlich möglich, neben der „GreenGrass“-eigenen Technologie bereits am Markt befindliche virtuelle Zaunsysteme mit SMILe-Exporten zu beliefern, oder alternativ die geplanten Zaunverläufe zur Grundlage manuell zu setzender, physischer Zäune zu machen.

(3) Optimierung von Beweidungssystemen: SMILe soll es Nutzer:innen ermöglichen, den Einsatz der Tierlenkungstechnologie im Rahmen einer Beweidungsstrategie zu optimieren (Abb. 3). Diese Optimierung soll sowohl mit Blick auf agronomische und ökonomische Betriebsparameter als auch auf ökologische Zielgrößen möglich sein. Ziel der Optimierung ist es, durch Simulation von Beweidungsstrategien eine Beweidung zu berechnen, so dass relevante Zielgrößen maximiert werden (z. B. die durch Beweidung

einzelner Flächen zur Verfügung stehende Energie aus Biomasse), unter der Nebenbedingung der Wahrung und/oder Erreichung weiterer betrieblicher Zielgrößen (z. B. Erreichen bestimmter Artenschutzvorgaben oder Milchleistungen).



Abb. 2: Darstellung agronomischer und ökologischer Zustandsinformationen im Zeitverlauf in SMILE am Beispiel des „GreenGrass“ Testbetriebs in Rellichhausen (Niedersachsen), sowie Darstellung der Planung eines virtuellen Zauns auf der Testfläche (gelbe Markierung)

SMILE wurde in einem Co-Creation-Prozess fachübergreifend innerhalb des Projektes und mit Nutzer:innen entwickelt. In „GreenGrass“ findet eine enge Begleitung der Forschungsarbeiten durch die Einbindung von Praxisakteuren aus mehreren Reallaboren statt. Diese Praxisakteure liefern wertvollen Input für die Entwicklung von SMILE z. B. durch die Unterstützung bei der Parametrisierung und Plausibilitätsüberprüfung von in SMILE verwendeter Werte sowie bei gewünschten Funktionalitäten der Software.

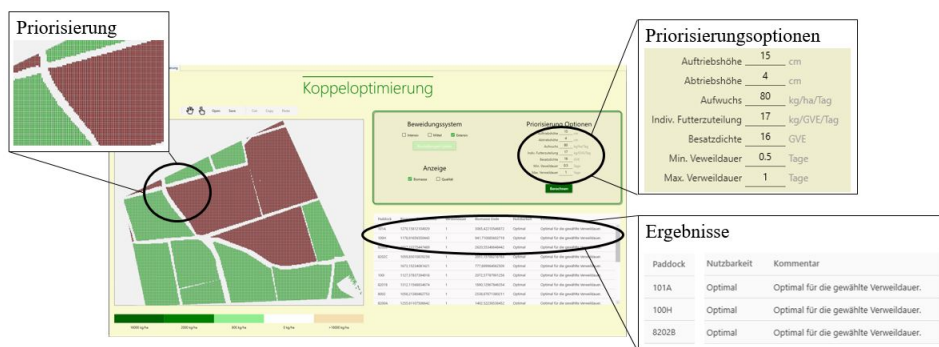


Abb. 3: Simulations- und Optimierungsrechnungen von Beweidungssystemen in SMILE

3 Ergebnisse, Diskussion und Schlussfolgerung

Weidehaltung im Grünland ist sowohl aus Tierwohl- als auch aus Biodiversitätsaspekten wünschenswert und notwendig. Um Weidehaltung nachhaltig, effizient und zukunftsfähig auszugestalten, ist eine Digitalisierung mit Einbindung von Daten aus moderner Sensor- und Fernerkundungstechnik vielversprechend. Um diese Daten nutzerfreundlich und problemspezifisch zu verarbeiten und darzustellen, bedarf es neuer Softwarelösungen wie dem hier vorgestellten Entscheidungshilfetool SMILe. SMILe unterstützt Nutzer:innen bei der Umsetzung moderner und innovativer Weidemanagementsysteme. Wichtiger Bestandteil ist die Möglichkeit der Planung und Simulation „virtueller Zäune“. SMILe trägt so zur Digitalisierung und Effizienzsteigerung moderner Beweidungssysteme bei.

Der aktuelle Entwicklungsstand von SMILe ist ein Prototyp einer grünlandorientierten Entscheidungshilfesoftwares mit geplanter weiterer Entwicklung zusätzlicher Features. Für einen zukünftigen Produktivbetrieb ist eine hohe Verfügbarkeit der entsprechenden Daten sowie eine hohe Robustheit der verwendeten Modelle unerlässlich. Derzeit ist insbesondere die Erfassung drohnenbasierter Fernerkundungsdaten mit der notwendigen Auflösung mit hohen Kosten behaftet, welche jedoch zukünftig aufgrund technischen Fortschritts sinken dürften [Sc22]. Die Befliegungen können entweder durch geschulte Anwender oder eigens beauftragte Dienstleister durchgeführt werden. Zukünftig sind zudem geplante und teil-autonom durchgeführte Befliegungen mit minimalem Personalaufwand denkbar. Die Sentinel-Daten stehen bereits jetzt kostenlos zur Verfügung und stellen eine solide Datenbasis für die Entscheidungsprozesse dar bis Drohnenflüge flächendeckend realisierbar sind. Die Anschaffung von Halsbändern zur Verwendung einer virtuellen Zauntechnologie verursacht derzeit hohe Kosten [Ki22].

Die fortschreitende Digitalisierung in der Landwirtschaft verursacht große Herausforderungen, aber bietet auch Potentiale mit Blick auf betriebliche Wirtschaftlichkeit und Effizienz wie auch bezogen auf Nachhaltigkeit und ökologische Rahmenbedingungen. Die Funktionalitäten von SMILe liefern in dem Zusammenhang einen innovativen Beitrag zur Gestaltung einer modernen und zukunftsfähigen Weidewirtschaft, einer Verbesserung des Tierwohls sowie zur Förderung weiterer Ökosystemleistungen.

Förderhinweis: Die vorgestellten Arbeiten sind als Teil des Projektes „GreenGrass“ entstanden, welches vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Förderlinie „Agrarsysteme der Zukunft“ gefördert wird (Fördernummer 031B0734).

Literaturverzeichnis

- [Ba22] Bahrs, E.: Wie wird die Digitalisierung unsere Landwirtschaft verändern? *Umweltzeitung*, 5, 12-14, 2022.
- [BB20] Bloch, R., Bellingrath-Kimura, S.: Smart Farming – Eine Chance für nachhaltige Agrarsysteme? In: M. Göpel et al.: *Die Ökologie der digitalen Gesellschaft. Jahrbuch Ökologie 2019/2020*. Stuttgart S. Hirzel. S. 110-116, 2022.
- [BH21] Bareth, G, Hütt, C.: Upscaling and validation of RTK-direct georeferenced UAV-based RGB image data with Planet imagery using polygon grids for pasture monitoring. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLIII-B3-2021, 533-538, 2021.
- [Ha22] Hamidi, D. et al.: Heifers don't care: no evidence of negative impact on animal welfare of growing heifers when using virtual fences compared to physical fences for grazing. *Animal* 16 (9), 2022.
- [HI22] Horn, J., Isselstein, J.: How do we feed grazing livestock in the future? A case for knowledge-driven grazing systems. *Grass and Forage Science* 77 (3), 2022.
- [Ki22] Kiefer, A., et al.: Beurteilung des ökonomischen Potenzials des virtuellen Zaunsystems in der deutschen Milchviehhaltung am Beispiel Brandenburgs“. In: M. Gandorfer et al. (2022): *Künstliche Intelligenz in der Agrar-und Ernährungswirtschaft, Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn, 2022*.
- [Ma22] MacPherson, J., et al.: Future agricultural systems and the role of digitization for achieving sustainability goals. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 42 (70), 2022.
- [Sc22] Schöttker, O., et al.: Monitoring costs of result-based payments for biodiversity conservation: Will UAV-based remote sensing be the game-changer? *MPRA Working Paper No. 112942*. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/112942/>
- [St18] Sturm, A., et.al.: DSS-Ecopay – A decision support software for designing ecologically effective and cost-effective agri-environment schemes to conserve endangered grassland biodiversity. *Agric. Syst.*, 161, 113-116, 2018.
- [SZ22] Stampa, E., Zander, K.: Backing biodiversity? German consumers' views on a multi-level biodiversity-labeling scheme for beef from grazing-based production systems. *Journal of Cleaner Production* 370(10), 2022.