



Digitale
Wertschöpfungsketten für eine
nachhaltige kleinstrukturierte
Landwirtschaft



UNIVERSITÄT
HOHENHEIM

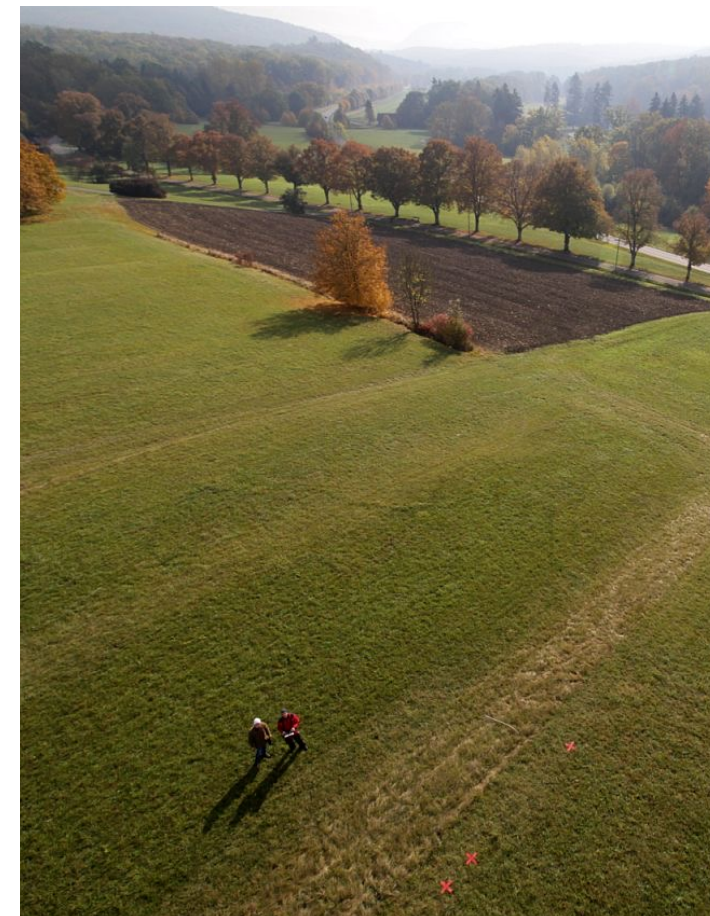


Hochschule
für Wirtschaft und Umwelt
Nürtingen-Geislingen



Ökonomische Bewertung der Technologien in der digitalen Grünlandertragsschätzung

19.07.2022 | Anna Kiefer, Enno Bahrs

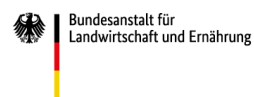


Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektträger



Unterstützt
durch



Baden-Württemberg

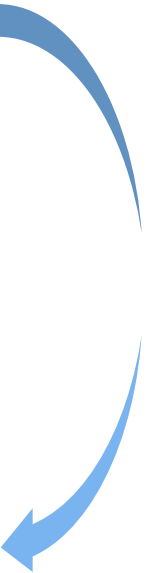
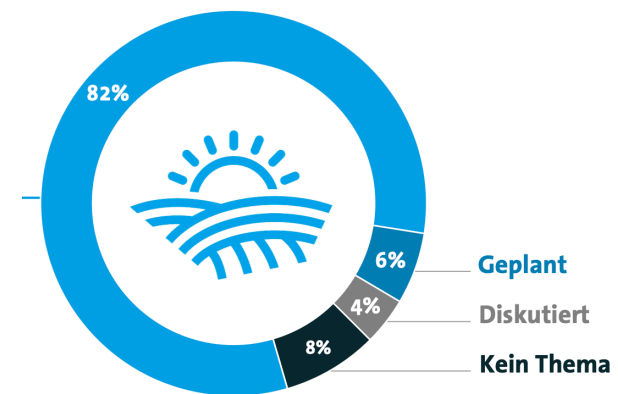
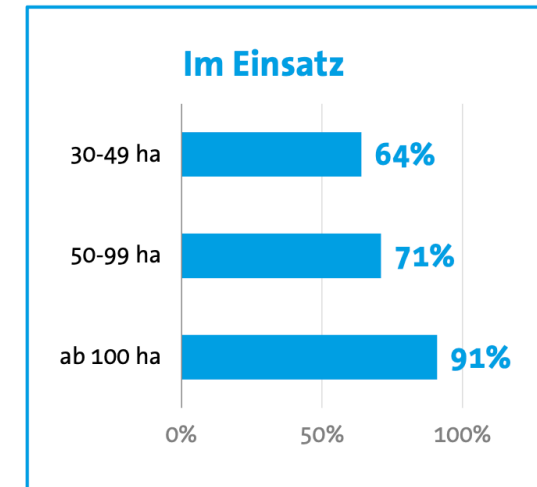
MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LÄNDLICHEN RAUM
UND VERBRAUCHERSCHUTZ



Ausgangssituation

- wachsende Akzeptanz von digitalen Technologien in Deutschland (Gabriel et al., 2021)
- Digitalisierung hat viele Potenziale: Einsparung von Ressourcen, Verbesserung der Qualität der Produkte, Steigerung des Tierwohls, Senkung der Produktionskosten etc. (Lutz, 2017)
- Es besteht ein Einsatzpotenzial digitaler Technologien auch für kleine Betriebe (Borges et al., 2017)

8 von 10 Betrieben nutzen bereits digitale Technologien

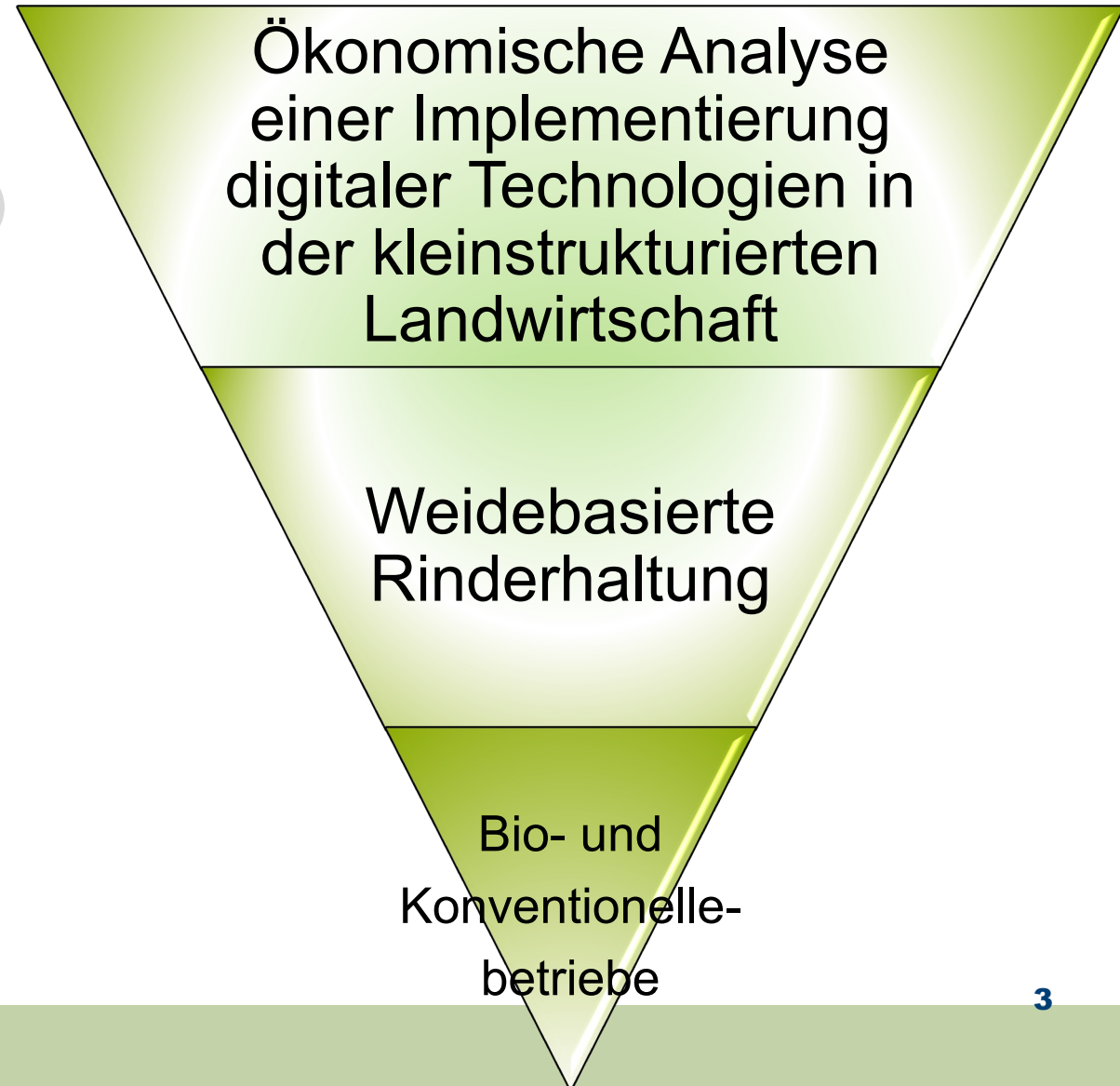




Ausgangssituation



- wachsende Akzeptanz von digitalen Technologien in Deutschland (Gabriel et al., 2021)
- Digitalisierung hat viele Potenziale: Einsparung von Ressourcen, Verbesserung der Qualität der Produkte, Steigerung des Tierwohls, Senkung der Produktionskosten etc. (Lutz, 2017)
- Es besteht ein Einsatzpotenzial digitaler Technologien auch für kleine Betriebe (Borges et al., 2017)





Methodik

- ✓ betriebswirtschaftliche Auswertung der Daten von 48 weidebasierten Milchviehbetrieben (23 Öko und 25 konventionelle Betriebe) in der Schwarzwaldregion;
- ✓ Definition der **Erfolgsfaktoren** (wie z.B. Grundfutterleistung und Weidesystem) für diese Produktionssysteme;
- ✓ Festlegung* der typischen **Betriebsorganisationen** (drei ökologische und drei konventionell wirtschaftende). Sie bilden die produktionstypischen und betriebswirtschaftlichen Charakteristika für Betriebe auf „günstigen“, „mittelgünstigen“ und „ungünstigen“ Standorten ab.
- ✓ Erfassung der Vollkosten (Anschaffungs- und laufende Kosten, wie z.B. Hardware und Software, Installation, Wartung, Weiterbildung usw.) digitaler Technologien;
- ✓ Durchführung von Kosten- und Leistungsrechnungen eines Einsatzes verschiedener digitaler Lösungen.

* Mit Hilfe einer Clusteranalyse (geclustert nach Grünlandertrag und Milchmenge pro ha)



Analysierte Technologien im Hinblick auf Futterverluste, Flächenallokationen, Futtervorräteplanung und Düngemiteleinsatz

Grasshopper
(RPM)



DJI P4 RTK
mit RGB- und
Multispektral Kamera



Structure from Motion (SfM) ist eine Methode, um 3D-Informationen durch die Überlappung zeitversetzter Bilder zu gewinnen. RGB ist ein additiver Farbraum, der Farbwahrnehmungen durch das additive Mischen dreier Grundfarben (Rot, Grün und Blau)

nachbildet.

RIEGL miniVUX-1UAV
(© RICOPTER)



LiDAR-Sensoren arbeiten mit kurzen Infrarot-Laserpulsen und erzeugen ein exaktes, dreidimensionales Abbild ihrer Umgebung – und zwar in Echtzeit. Selbst bei Dunkelheit und schlechter Witterung liefern die

Sensoren präzise Ergebnisse.

- Verringerung der Futterverluste
- Bessere Aufteilung/Zuteilung der Flächen

- Bessere Futtervorräteplanung
- Optimierung des Düngemiteleinsatzes

(McSweeny et al., 2015; Möckel et al., 2018; Beukes et al., 2019; Higgins et al., 2019)



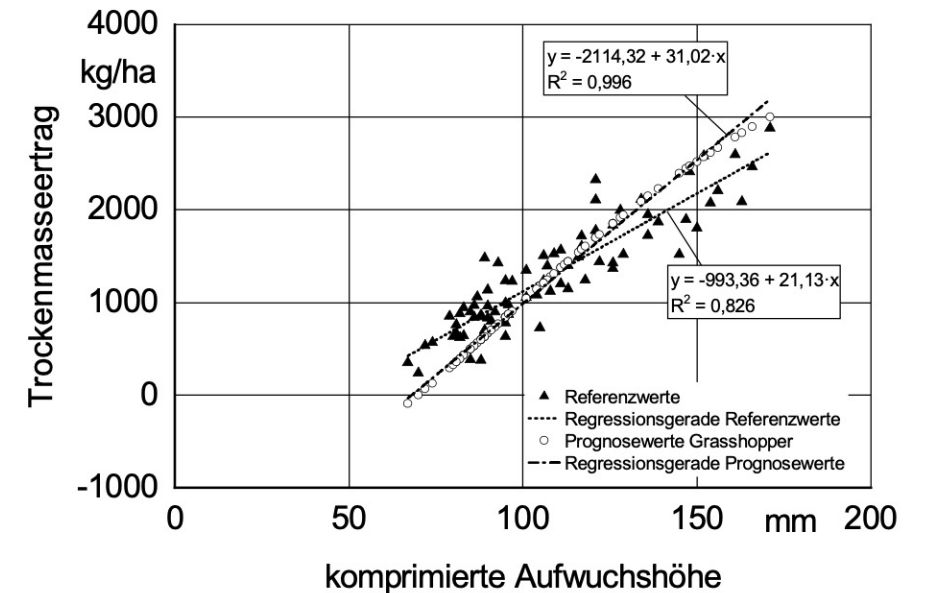
Grasshopper

- Der Ertrag wird i.d. R. über die Höhe abgeleitet (Schalloo et al., 2018)
- Keine Vorkenntnisse notwendig
- Einfache Handhabung
- Gute Ertragsschätzungen auf dem intensiven Grünland
- Genauigkeit für die Mähwiese: $R^2 \approx 0,87$ (Stumpe C., 2021)
- Auf der Weide (insbesondere auf den extensiven Standorten) ist die Schätzung immer noch ungenau
- Anschaffungskosten: ca. 1 500 Euro

Grasshopper
(RPM)



Ergebnisse der Evaluierung des Grasshopper-Systems im Südschwarzwald während des zweiten und dritten Aufwuchses

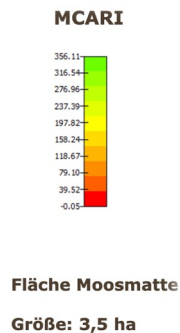
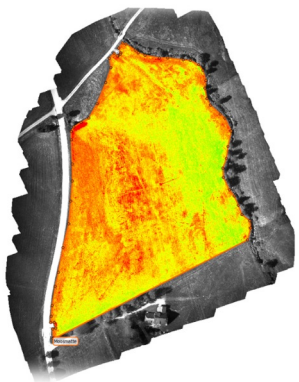


Quelle: Stumpe C. (2021)



Drohne: mit RGB- und Multispektralkamera

- Der Spektriersensor der Drohne erfasst Informationen über die Vegetationsstruktur der aufgenommenen Oberfläche
- Schulung ist notwendig
- Kostenpflichtige Software ist notwendig
- Datenauswertung ist sehr zeitintensiv
- Beim heutigen Stand der Technologie: Datenbearbeitung nur durch Dritte (wegen der Komplexität)



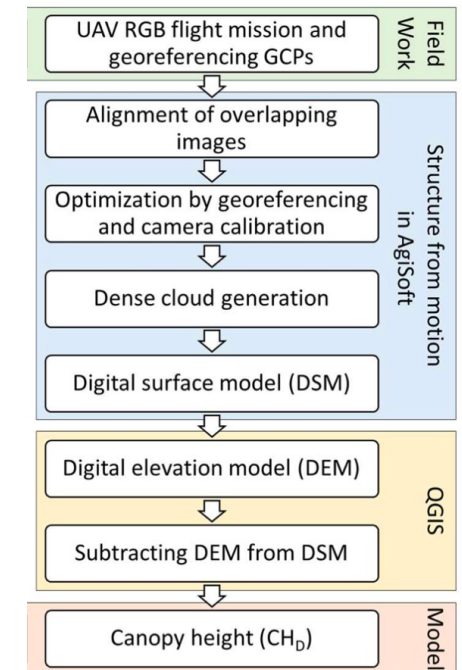
Quelle: Stumpe, 2021

- Rechtliche Einschränkungen: Drohne darf nur in der Sichtweite des Piloten fliegen
- Gute Ertragsschätzungen auf intensivem Grünland
- Anschaffungskosten:
ca. 5 500 - 6 000 Euro (Drohne) + Software
- Nutzungsdauer: ca. 5 Jahre (hängt von der Anzahl der Flugstunden ab)

DJI P4 RTK
mit RGB- und Multispektral
Kamera



Arbeitsablauf der Biomasseschätzung
mit UAV-basiertem SfM-Verfahren

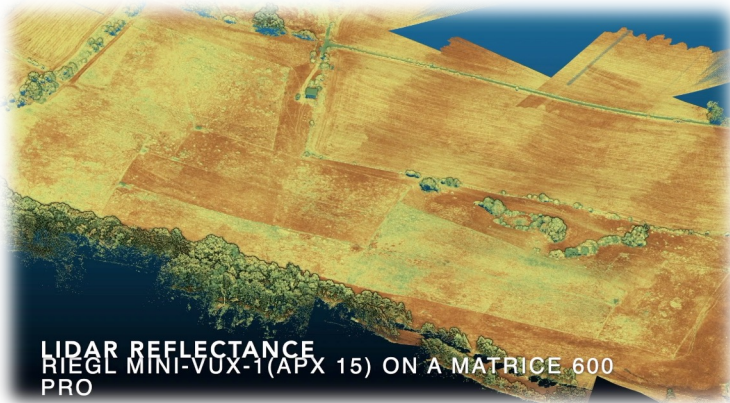


Quelle: Grüner et al., 2019



Drohne mit LiDAR-Sensor

- LiDAR-Sensoren arbeiten mit kurzen Infrarot-Laserpulsen...
- ... und erzeugen ein exaktes, dreidimensionales Abbild ihrer Umgebung in Echtzeit!
- Schulung ist notwendig
- Kostenpflichtige Software ist notwendig
- Beim heutigen Stand der Technologie: Datenbearbeitung nur durch Dritte (wegen der Komplexität)



Quelle: C. Hütt, 2021

RIEGL miniVUX-1UAV
(® RICOPTER)



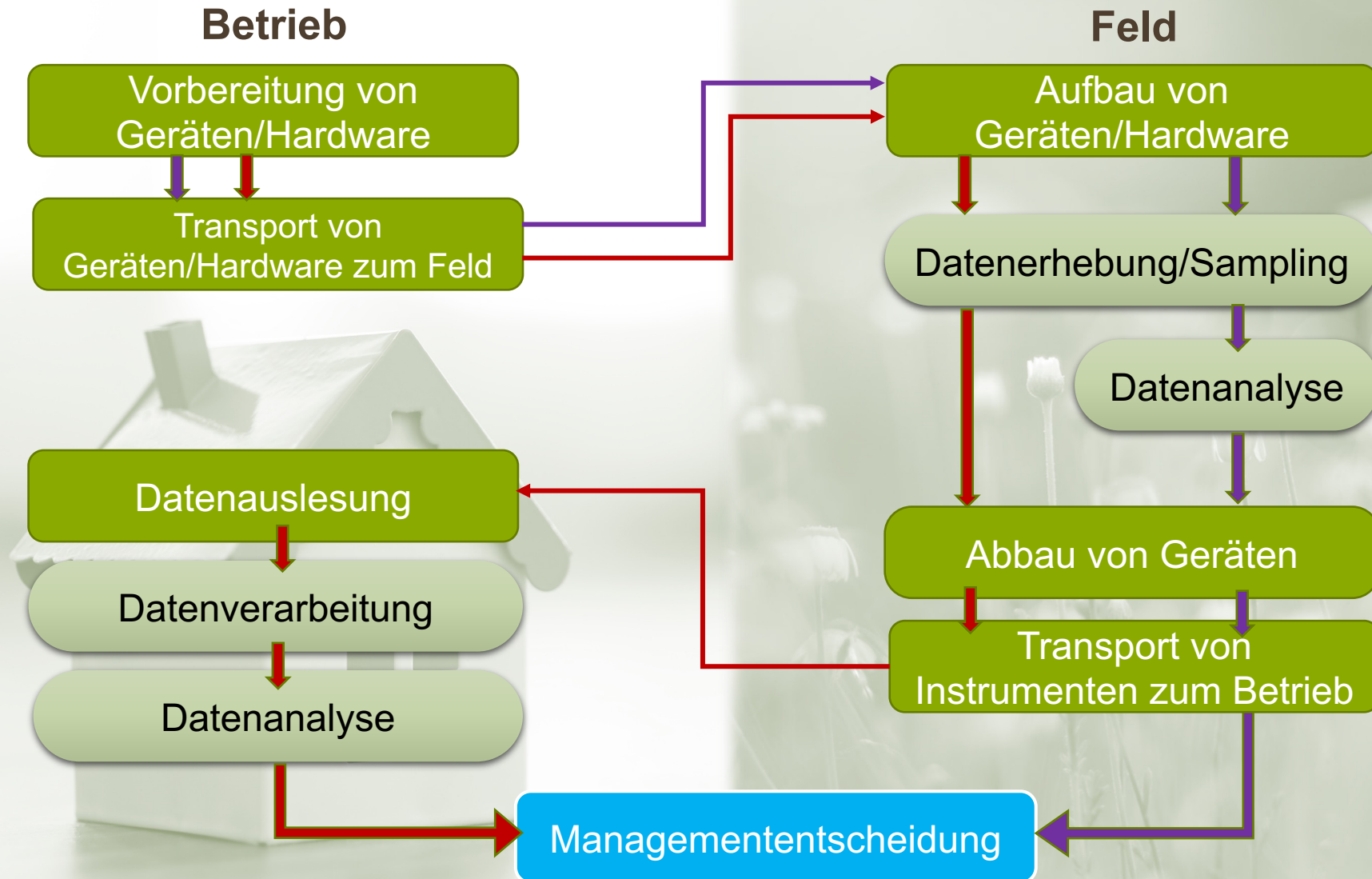
- Rechtliche Einschränkungen: Drohne darf nur in der Sichtweite des Piloten fliegen
- Gute Ertragsschätzungen auf intensivem Grünland
- Anschaffungskosten:
ab 90.000 Euro
- Nutzungsdauer: ca. 5 Jahre (hängt von der Anzahl der Flugstunden ab)



Flowchart des Arbeitsprozesses für die Biomasseschätzung auf dem Grünland mit RPM und Drohne (UAV)

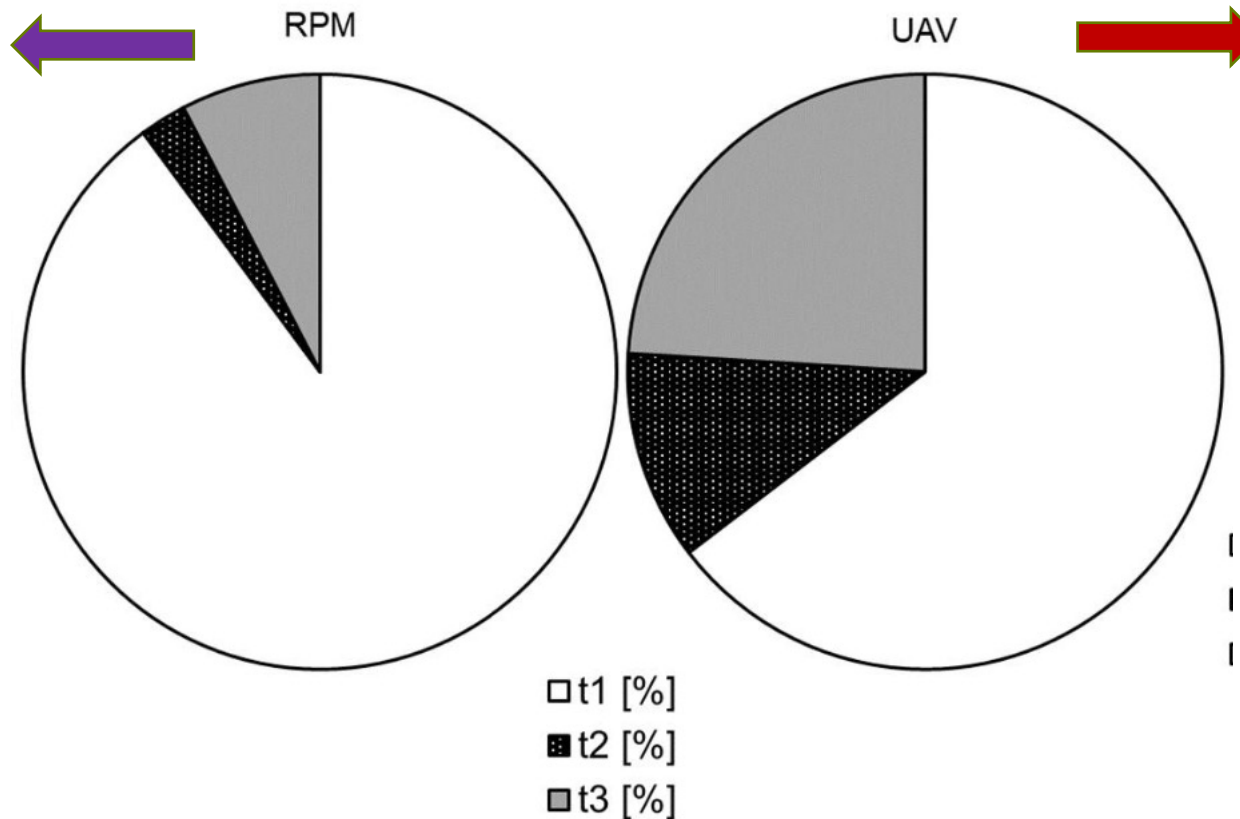
— RPM

— UAV





(Relativer) Anteil der Einsatzzeit (t1), Ausfallzeit (t2) und unproduktiven Zeit (t3) vom RPM und von Drohne (UAV)



t2:

- Diskussion über den Arbeitsprozess

t3:

- Einschalten des Geräts

t2:

- Diskussion über den Arbeitsprozess
- Funktionale und technische Ausfallzeit

t3:

- Aufbau von UAV und Zusatzgeräten (z.B. Basisstation)
- Start und Landung
- Abbau von UAV und Zusatzgeräten (z.B. Basisstation)

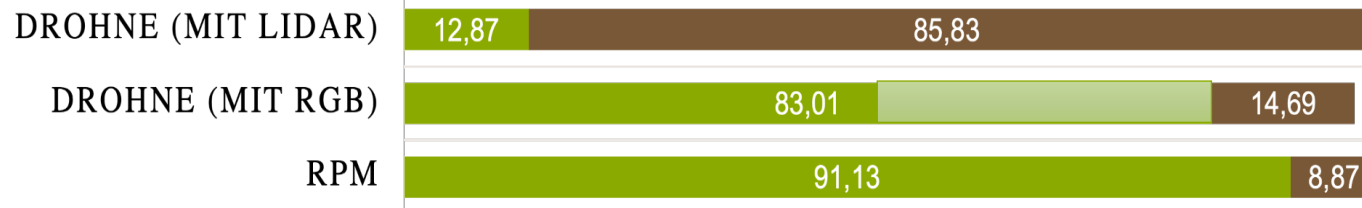


Ergebnisse: Jährliche Kosten in der Abschreibungszeit (Bio-Betriebe) in Abhängigkeit der Standorteigenschaften

Anteil ausgewählter Kostenpositionen an den jährlichen Kosten, in %

Günstiger Standort

Ø 49 ha
Ø 6300 kg ECM
Ø 47 Tiere



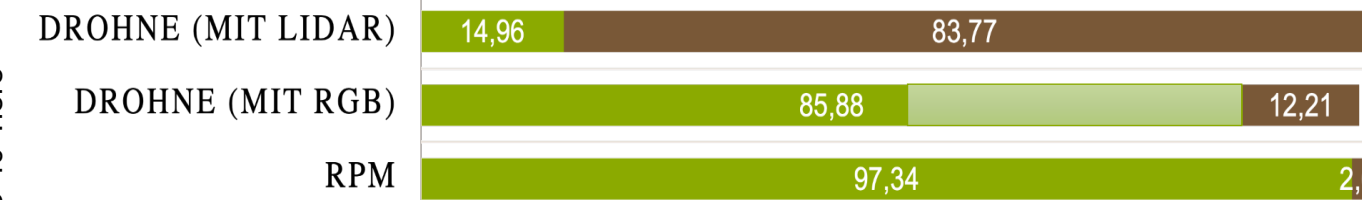
Mittelgünstiger Standort

Ø 55 ha
Ø 7000 kg ECM
Ø 45 Tiere



Ungünstiger Standort

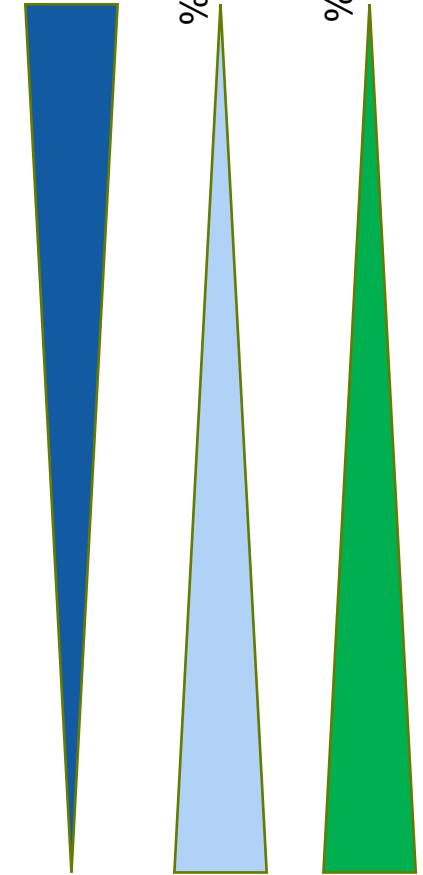
Ø 64 ha
Ø 5900 kg ECM
Ø 40 Tiere



Ertrag

% der steilen Flächen

% extensives Grünland





Ergebnisse: Zusammenfassung

- Optimierung des Weidemanagements durch präzise Ertragsschätzung vom System abhängig: Je größer der Futteranteil von Weide, desto vorzüglicher ist die digitale Ertragsschätzung aus betriebswirtschaftlicher Sicht.
- Kosten Grünlandertragsmessungen (heutiger Technologiestand):
 - ✓ RPM: 0,7 - 2,9 Ct/kg ECM*
 - ✓ Drohne: 3,3 - 5,5 Ct/kg ECM *
 - ➔ Mehrkosten nur schwer durch entsprechende Mehrleistungen kompensierbar
- * Fahrkosten zwischen den Flächen sind nicht berücksichtigt
- Lageeffekte bei der RPM
- Skaleneffekte bei der Drohne (↑ Fläche - ↓ Kosten) ?



Grasshopper (RPM)



DJI P4 RTK mit RGB- und Multispektralkamera



RIEGL miniVUX-1UAV
(® RICOPTER)



Ergebnisse: Zusammenfassung

- Wirtschaftliche Vorzüglichkeit steigt mit:
 - ✓ hohem Anteil Milch aus Grundfutter
 - ✓ hoher Milchleistung
 - ✓ großen und arrondierten Flächen
 - ✓ großen Kuhbeständen
 - ✓ Netto-Mehrleistungen in Höhe von 1 Ct/kg ECM bis 5 Ct/kg ECM erzielbar
- Mittel- bis langfristig: mit weiterer Automatisierung der Grünlandertragsmessung erhöht sich das wirtschaftliche Potenzial auch für weitere Betriebe!



Grasshopper (RPM)



DJI P4 RTK mit RGB- und Multispektralkamera



RIEGL miniVUX-1UAV
(® RICOPTER)



Digitale
Wertschöpfungsketten für eine
nachhaltige kleinstrukturierte
Landwirtschaft



UNIVERSITÄT
HOHENHEIM



Hochschule
für Wirtschaft und Umwelt
Nürtingen-Geislingen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

M. Sc. Anna Kiefer
(anna.kiefer@uni-hohenheim.de)

Herzlichen Dank an die KollegInnen aus
dem Projekt „DiWenkLa“ und dem Projekt
„GreenGrass“!



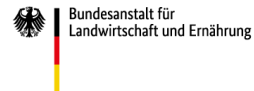
Quelle Bilder: www.dairyfarminghut.com (rechts)
www.badische-zeitung.de (links)

Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektträger



Unterstützt
durch





- Beukes, P. C., McCarthy, S., Wims, C. M., Gregorini, P., & Romera, A. J. (2019). Regular estimates of herbage mass can improve profitability of pasture-based dairy systems. *Animal Production Science*, 59(2), 359-367.
- Borges, F., Kernecker, M.L., Knierim, A. und Wurbs, A. (2017): Report on factors affecting innovation, adoption and diffusion processes: Deliverable 2.3, April 2017; Smart-AKIS. Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, Müncheberg.
- Gabriel, A.; Gandorfer, M.; Spykman, O.: Nutzung und Hemmnisse digitaler Technologien in der Landwirtschaft. Sichtweisen aus der Praxis und in den Fachmedien. In: *Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 99 (1), S. 1–27, 2021.
- Higgins, S., Schellberg, J., and Bailey, J. S. (2019): Improving productivity and increasing the efficiency of soil nutrient management on grassland farms in the UK and Ireland using precision agriculture technology. *European Journal of Agronomy*, 106, 67-74.
- Lee, C.. and Campbell, D. L. (2021): A Multi-Disciplinary Approach to Assess the Welfare Impacts of a New Virtual Fencing Technology. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 111.
- Lutz, K. J. (2017). Digitalisierung der Landwirtschaft: Revolution mit evolutionärem Charakter. In *CSR und Digitalisierung* (pp. 429-442). Springer Gabler, Berlin, Heidelberg.
- Lomax, S., Collusso, P. and Clark, C. (2019):. Does virtual fencing work for grazing dairy cattle?. *Animals*, 2019, 9. Jg., Nr. 7, S. 429.
- McSweeney, D., C. Foley, P. Halton, and B. O'Brien. (2015). Calibration of an automated grass height measurement tool equipped with global positioning system to enhance the precision of grass measurement in pasture-based farming systems. Pages 265-267 in Proc. Grassland and forages in high output dairy farming systems. Proceedings of the 18th Symposium of the European Grassland Federation, Wageningen, The Netherlands, 15-17 June 2015. Wageningen Academic Publishers.
- Möckel, T., Fricke, T., and Wachendorf, M. (2018): Multi-temporal estimation of forage biomass in heterogeneous pastures using static and mobile ultrasonic and hyperspectral measurements. In Sustainable meat and milk production from grasslands. Proceedings of the 27th General Meeting of the European Grassland Federation, Cork, Ireland, 17-21 June 2018 (pp. 813-815). Teagasc, Animal & Grassland Research and Innovation Centre.
- Shalloo, L., Leso, L., McDonagh, A., Geoghegan, A., Werner, J., and O'Leary, N. (2018a): A review of big data, smart and precision technologies in pasture-based dairying systems. *Sustainable meat and milk production from grasslands*, 789.
- Umstatter, C. (2011): The evolution of virtual fences: A review. *Computers and Electronics in Agriculture* 75, 10-22.