# Drohnenbasierte Schätzung der raum-zeitlichen Variabilität von Trockenmasseertrag und Leguminosenanteil in Luzerne-Gras-Gemengen

Weigelt L[1], Wijesingha J[1], Wengert M[1] & Wachendorf M[1]

*Keywords: Alfalfa, Machine Learning, Precision Farming, Remote Sensing, UAV*

## Abstract

*Alfalfa is an essential forage crop with high protein content. Perennial alfalfa-grass mixtures frequently feature high variability of legume content. This study wants to highlight recently found challenges in the development of a method to model the percentage of legumes in the total dry matter yield using UAV-borne multispectral images. Precise knowledge of legume content can create the opportunity to manage forage production on a site-specific basis. Established alfalfa-grass mixtures in the second year of growth showed the lowest estimation errors in the percentage of legumes (RMSE: 10.83 %). Only similar locations can be confidently estimated because the models were trained on reference data of a relatively small dataset with a similar range of values.*

## Einleitung und Zielsetzung

Die Ertragsschätzung und Anteilsbestimmung der Leguminosen in Gemengen ist wichtig, um bedarfsgerechte Fütterung zu erleichtern. Daraus kann sich die Möglichkeit ergeben die Grünfutterproduktion teilflächenspezifisch zu managen. In diesem Ansatz soll die Modellierungsgüte bei unterschiedlichen Standorten und Schnitttterminen mit besonderem Augenmerk auf das Fehlermaß RMSE (Root Mean Square Error) des vorhergesagten Ertrags (TM) und Leguminosenanteils (LA) eingeschätzt werden. Zur Beurteilung der Fähigkeiten der Methode bei extremen Bedingungen wurden auch Plots mit reiner Grasansaat und geringe Luzerneanteil untersucht.

## Methoden

Kurz vor jeder Mahd wurden 2022 auf fünf Feldern am Gladbacherhof in Hessen, Deutschland, Biomasseproben destruktiv in 80 randomisiert verteilten 1 $m^2$ großen Plots geerntet und repräsentative Teilmengen in Leguminosen, Gräser und Kräuter fraktioniert. Die Standorte setzen sich aus dem Praxisschlag „Kreuz“ (1. Nutzungsjahr), den Flächen „Luz1“ (1. Nutzungsjahr), „Luz2“ (2. Nutzungsjahr), einer Fläche mit reduziertem Luzerneanteil „redLuz“ und einer Gräserreinsaat zusammen. Zuvor wurden von den Flächen multispektrale Aufnahmen mit der Micasense RedEdge-M-Kamera an einer Drohne des Modells DJI M300 RTK in 50 Metern Flughöhe durchgeführt. Für die Modellierung des Trockenmasseertrags und LA aus den Multispektraldaten, wurde die Methode des Maschinellen Lernens Random Forest Regression (RFR) angewendet. Dabei wurden die destruktiven Referenzproben für die Modellkalibrierung und -validierung verwendet (Verhältnis 80:20). Etwa 20 Vegetationsindizes (VI‘s) sind

[1] Universität Kassel, Fachgebiet Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe, Steinstraße 19, 37213 Witzenhausen, Deutschland, leon.weigelt@uni-kassel.de, www.uni-kassel.de/go/gnr

basierend auf GRÜNER et al. (2021) berechnet worden und ergänzend zu Reflektanzwerten mit in die Modellierung eingeflossen.

## Ergebnisse und Diskussion

Gesunkene Trockenmasseerträge und gesteigerte LA bis zum 4. Schnitt, sowie reine Grasbestände wirkten sich negativ auf die Schätzung des Trockenmasseertrags aus (s. Abb. 1a und 1b). Der LA im 1. Schnitt wurde durch das kalkulierte Modell mit hohem Fehler vorhergesagt (s. Abb. 1c). Das Training des Modells basierte auf den Daten der folgenden 3 Schnitte, welche höhere LA aufwiesen. Bei Anwendung des Modells auf Bestände mit geringen Luzerneanteilen konnten diese nicht präzise geschätzt werden. Das Luzerne-Gras-Gemenge im 2. Aufwuchsjahr („Luz2“) zeigte den geringsten Fehler (s. Abb. 1b und 1d).

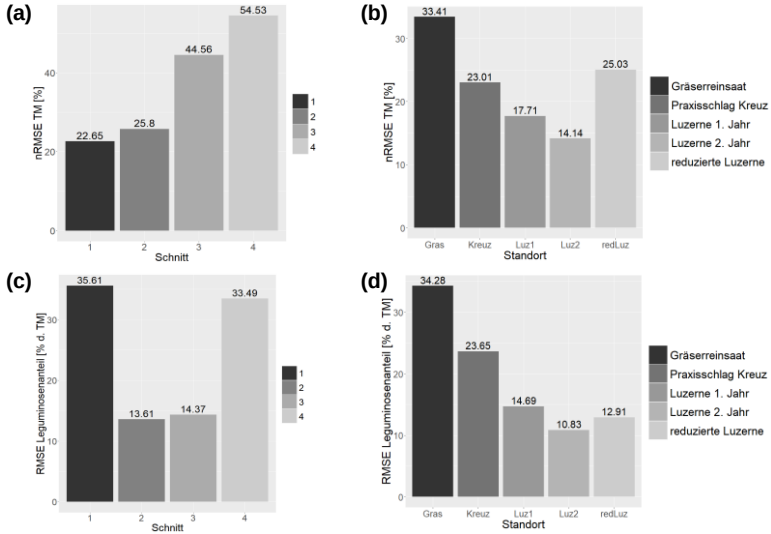


**Abbildung 1: Fehlermaß der Modellierung als nRMSE des Trockenmasseertrags in Abhängigkeit des Schnittes (a) und des Standorts (b) und RMSE des Leguminosenanteils in Abhängigkeit des Schnittes (c) und des Standorts (d).**

## Schlussfolgerungen

Da die Modelle mit den vorhandenen Referenzdaten trainiert worden sind, können nur Bestände mit ähnlicher TM mit geringem Fehler geschätzt werden. Der Datensatz für diese Modelle war relativ klein und der Großteil der Daten lag in einem ähnlichen Wertebereich. Für die Optimierung der Modelle sind weitere Erhebungen auf Schlägen notwendig, die eine höhere Variabilität im Ertrag und Leguminosenanteil abdecken.

## Literatur

GRÜNER, E., ASTOR, T., WACHENDORF, M. (2021): Prediction of Biomass and N Fixation of Legume-Grass Mixtures Using Sensor Fusion. *Frontiers in Plant Science, 11.* DOI: 10.3389/fpls.2020.603921.