

Entwicklung einer bildanalytischen Methode zur Abschätzung des Leguminosenanteils in Futterbaugemengen

Image analysis as a tool to evaluate characteristics of Clover/Grass Mixtures

M. Himstedt¹, T. Fricke¹ und M. Wachendorf¹

Keywords: image analysis, grassland, crop farming

Schlagwörter: Bildanalyse, Grünland, Pflanzenbau

Abstract:

A pot experiment in a greenhouse was conducted to follow the question how to estimate dominance of legumes in legume/grass swards by image analysis. Pure swards and binary legume/grass mixtures of red clover, white clover, lucerne and perennial ryegrass were sown in two week intervals and harvested together 35, 49 or 63 days after sowing to have different old swards. Digital photos of all variants were taken one day before harvesting. Sward composition was detected by fractionating biomass in grass, legumes and unsown species as reference.

Eight images of the oldest swards were selected for determining an optimal image analysis procedure with Optimas[®]. This image analysis procedure was used for all variants of all ages. The estimated dominances of legumes were compared to the references. Using image analysis for estimating the dominance of legumes we could detect first good results. Red and white clover both pure and mixtures show a closer relationship with the reference than lucerne and grass. Legumes identification in pure grass swards with image analysis can be caused by weeds with rounded leaves (Stellaria media) and visible ground. The dominance of lucerne determined by image analysis was lower than the measured dry matter yield (%). The younger the swards the more inexactly are the calculations because the visible ground increases. Next intended steps are verifying a relationship for swards of different ages and checking further procedures of image analysis.

Einleitung und Zielsetzung:

Der Feldfutterbau ist im Ökologischen Landbau eine tragende Säule der Fruchtfolge. Die in diesem Rahmen angebauten Leguminosen/Gras-Gemenge bieten nicht nur ein bekömmliches Grundfutter, sie dienen auch der Bodenverbesserung. Neben der intensiven Bodendurchwurzelung der Gräser liegt eine wichtige Funktion in der N-Fixierungsleistung der Leguminosen, da der im Boden bereitgestellte Stickstoff auch den Folgefrüchten zugute kommt.

Futterbaubestände weisen in ihrer Zusammensetzung aber oft eine große Heterogenität auf. Der Ertragsanteil der Leguminosen hat hier einen entscheidenden Einfluss auf wichtige Leistungsparameter, wie z.B. N-Fixierungsleistung und Ertrag. Um die Bestandeszusammensetzung effizienter und flächengenaue ermitteln zu können, soll eine indirekte, nicht destruktive Methode entwickelt werden. Wichtigstes Kriterium hierbei ist der Ertragsanteil der Leguminosen. Die Methoden sollen längerfristig in Konzepte für teilflächenspezifische Bearbeitung einfließen, da unter Berücksichtigung der Bestandesunterschiede einzelne Bearbeitungsverfahren und auch die N-Versorgung der Nachfrucht genauer abgestimmt werden können. Zur Entwicklung der bildanalytischen Methode werden verschiedene Leguminosen/Gras-Gemenge eines Gefäßversuchs digital fotografiert.

¹FG Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe, FB Ökologische Agrarwissenschaften, Universität Kassel, Deutschland, himstedt@mail.wiz.uni-kassel.de

Methoden:

In einem 9wöchigen Gefäßversuch wurden unterschiedliche Leguminosen/Gras-Gemenge unter kontrollierten Licht-, Temperatur- und Feuchtebedingungen untersucht. Die Aussaat erfolgte von Hand mit einem Reihenabstand von 12 cm und einer Saattiefe von 0,5 cm. Die Holzgefäße (70 x 70 x 20 cm) wurden mit 2 cm Drainsubstrat (Lavagrus) und ca. 16 cm homogenisiertem, feinkrümeligem Boden (sL- IS; 3,6% S, 73% U, 23,4% T und ca. 2% Humus) befüllt. Angesät wurden Reinsaat und binäre Gemenge von Rotklee, Weißklee, Luzerne und Deutschem Weidelgras in jeweils vier Wiederholungen. Um Bestände verschiedener Altersstufen vergleichen zu können wurden die Leguminosen/Gras-Mischungen jeweils in Kalenderwoche (KW) 46, 48 und 50 ausgesät. Zum gemeinsamen Erntezeitpunkt (35, 49 oder 63 Tage nach Aussaat) standen so Bestände verschiedener Altersklassen zur Verfügung. Für die Bestimmung der Bestandeszusammensetzung wurde zur Ernte die oberirdische Biomasse in Gras, Leguminosen und nicht angesäte Arten fraktioniert. Die Fraktionen wurden für eine spätere Qualitätsbestimmung 18 h bei 65 °C getrocknet.

Vor jeder Ernte wurden die Varianten mit einer Digitalkamera fotografiert. Ein horizontal in Aufwuchshöhe platzierter Aluminiumrahmen ermöglicht die für die Bildanalyse nötige Georeferenzierung der Bilder mit SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses Version 2.0, 2005) anhand von vier konkreten Eckpunkten.

Für die Bildanalyse wird das Programm Optimas[®] der Firma Media Cybernetics verwendet. Die Ermittlung und Auswahl der geeigneten bildanalytischen Prozedur zur Bestimmung des Leguminosen-Deckungsgrades (P_a) mit den Funktionen *Erode* und *Delate* ist im Detail in HIMSTEDT et al. (2006) beschrieben.

Die Bildanalyse erfasst den Deckungsgrad der Leguminosen in Prozent der Gesamtfläche des digitalen Bildes (Bildanalyse P_a). Um eine Referenz zu erhalten, wurden mit dem GIS-Programm TopoL[®] (Version 6.5) bei acht ausgewählten Variantenbildern die Leguminosen visuell klassifiziert und durch Umranden der Leguminosen-Flächen vektorisiert. Als Kalibrationsbestände ausgewählt wurden jeweils eine Gras(G)-, Rotklee(R)-, Weißklee(W)- und Luzerne(L)-Reinsaat, zwei Rotklee/Gras-Gemenge mit 8kg/ha (R8G) bzw. 2kg/ha (R2G) Aussaatstärke von Rotklee, ein Weißklee/Gras(WG)-Gemenge und ein Luzerne/Gras(LG)-Gemenge der ältesten Bestände (Aussaat KW 46). Die in den Bildern vektorisierten Leguminosenbestandteile wurden als Fläche ausgewiesen und in Prozent der Gesamtfläche angegeben (visuelle Bildklassifikation P_v). Erste Ergebnisse der Bildanalyse wurden mit den visuell klassifizierten Deckungsgraden der Leguminosen und mit den durch Fraktionierung der geernteten Biomasse erhaltenen Leguminosen-Ertragsanteilen korreliert, um die Genauigkeit der bildanalytischen Methode abzuschätzen.

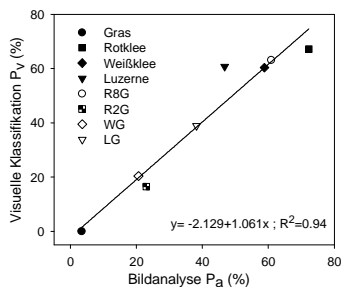


Abb.1: Beziehung zwischen den durch Bildanalyse errechneten Deckungsgraden P_a und den visuell klassifizierten Deckungsgraden P_v der acht Kalibrationsbestände.

Ergebnisse und Diskussion:

Die geeignete Prozedur der Bildanalyse liefert anhand der acht ausgewählten Varianten Leguminosen-Deckungsgrade, die in einem sehr engen linearen Zusammenhang zu den durch visuelle Klassifizierung ermittelten Deckungsgraden stehen ($R^2=0,94$, Abb. 1).

Es stellt sich die Frage, ob diese Güte der Beziehung auch zwischen den Deckungsgradwerten P_a und den gemessenen Leguminosen-Ertragsanteilen besteht. Das Ergebnis ist in Form einer Regressionsanalyse in Abb. 2 dargestellt, es wurden alle Varianten der ersten Aussaat (Alter der Bestände 63 Tage) in jeweils vier Wiederholungen untersucht ($n=32$). Es besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen P_a und den Ertragsanteilen ($R^2=0,7$). Auffällig ist, dass Rotklee und Weißklee in Reinsaat und Mischung nah an der Regressionsgeraden liegen, Luzerne und Gras dagegen größere Abweichungen zeigen.

Bei der Gras-Reinsaat wurden mit der Bildanalyse Leguminosen identifiziert, obwohl keine vorhanden waren. Ursache hierfür könnten rundblättrige Beikräuter wie *Stellaria media* und der teilweise sichtbare Boden sein. Der Deckungsgrad der Luzerne wurde dagegen mit der Bildanalyse im Vergleich zu den gemessenen Ertragsanteilen unterschätzt. Hier könnte die längliche Blattform der Luzerne-Blätter eine Rolle spielen, sodass sie durch zu starke Erodierung nicht vollständig erfasst wurden.

Bei einem Vergleich von P_a (Deckungsgrad) und den durch Fraktionieren ermittelten Ertragsanteilen der Parzellen muss auch bedacht werden, dass unter dem Blätterdach der Leguminosen vorhandene Beikräuter und Gräser nicht mit den von Optimas[®] ermittelten Deckungsgrad einfließen, den Ertragsanteil aber entscheidend beeinflussen können.

Die in Abb. 2 dargestellte Gleichung wurde auf die bildanalytisch ermittelten P_a aller Bestände über die drei Altersstufen angewendet und mit den gemessenen Ertragsanteilen der Leguminosen verglichen (Abb.3).

Je jünger die Bestände, desto unpräziser werden die Berechnungen. Der Grund hierfür könnte der größere Anteil sichtbaren Bodens sein. Bei der Ermittlung der geeigneten Prozedur anhand der älteren Bestände war kein Boden sichtbar.

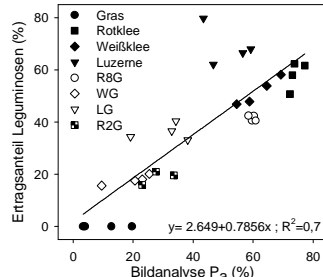


Abb.2: Beziehung zwischen Deckungsgrad Bildanalyse (P_a) und dem gemessenen Leguminosen-Ertragsanteil (KW46).

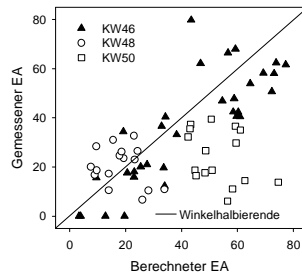


Abb.3: Vergleich des berechneten Ertragsanteils ($y=2.649+0.7856x$; s. Abb.2) mit den gemessenen Ertragsanteilen der Leg.-Fraktion von unterschiedlichen Leg./Gras-Gemengen verschiedener Altersstufen ($n=64$).

Schlussfolgerungen:

Anhand von acht Kalibrationsbeständen wurde eine geeignete *Erode-Dilate*-Prozedur zur bildanalytischen Bestimmung des Leguminosen-Deckungsgrades ermittelt und eingesetzt. Die ermittelten Deckungsgrade zeigen einen deutlichen Zusammenhang mit den jeweils gemessenen Ertragsanteilen der Leguminosen (Regressionsanalyse $R^2=0.7$). Anhand weiterer Versuchsanstellungen wird geprüft, unter welchen Bedingungen ein robuster Zusammenhang auch in Bezug auf das Bestandesalter besteht und welche weiteren Möglichkeiten der Mustererkennung für die Ermittlung der Leguminosen-Ertragsanteile eingesetzt werden können (komplexe Klassenzugehörigkeitskriterien wie z.B. Rechtwinkligkeit/ Rundheit, Größe).

Literatur:

Himstedt M., Fricke T., Wachendorf M. (2006): Abschätzung des Leguminosenanteils in Futterbaugemengen mit Hilfe bildanalytischer Methoden –erste Ergebnisse eines Gefäßversuchs, Mitt. AG Grünland und Futterbau, Ges. Pflanzenbauwiss., Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 17:46-49.

Media Cybernetics (1999): The Imaging Experts Optimas 6.5, From Images to Answers, TM User Guide and Technical Reference, 9. Ausgabe. Silver Spring, 548 S.

Archived at <http://orgprints.org/9565/>