

Einsatz von Farbinformationen bei der Bildanalyse zur Verbesserung der Schätzgenauigkeit von Leguminosenanteilen

M. Himstedt, T. Fricke und M. Wachendorf

Fachgebiet Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe, Universität Kassel

Einleitung und Problemstellung

Futterbaubestände weisen in ihrer Zusammensetzung oft eine große Heterogenität auf, die sich auf zahlreiche Leistungsparameter auswirkt. Um die Bestandeszusammensetzung effizienter und flächengenaue ermitteln zu können, wird eine indirekte, nicht destruktive Methode mit Hilfe der Bildanalyse entwickelt. Die wichtigste Zielgröße ist der Ertragsanteil der Leguminosen, da er entscheidenden Einfluss z.B. auf die N-Fixierungsleistung und den Ertrag hat.

Erste Untersuchungen zum Einsatz der Bildanalyse zur Ermittlung des Leguminosenanteils in Leguminosengrasgemengen erbrachte viel versprechende Ergebnisse (HIMSTEDT et al., 2006), wobei bislang ausschließlich Graustufenbilder der Bestände verwendet wurden. Hierbei zeigten die bildanalytisch ermittelten Deckungsgrade der Leguminosen einen deutlichen Zusammenhang mit den jeweils gemessenen Ertragsanteilen der Leguminosen ($R^2=0.7$). Zur weiteren Verbesserung der Schätzgenauigkeit sollen mögliche Fehlerquellen erkannt und quantifiziert werden. Im Rahmen der bisherigen Versuchsreihen konnten unter anderem Signale des sichtbaren Bodens in lückigen Beständen als Fehlerquelle identifiziert werden. Im vorliegenden Beitrag soll dargestellt werden, inwieweit Farbbilder der Bestände genutzt werden können, um bildanalytisch den Boden von dem grünen Bestand zu trennen.

Material und Methoden

In einem 9wöchigen Gefäßversuch wurden unterschiedliche Leguminosen-grasgemenge unter kontrollierten Licht-, Temperatur- und Feuchtebedingungen untersucht. Angesät wurden Reinsaaten und binäre Gemenge von Rotklee, Weißklee, Luzerne und Deutschem Weidelgras in jeweils vier Wiederholungen. Es standen Bestände verschiedener Altersklassen (35, 49 oder 63 Tage alt) zur Verfügung (n=64). Für die Bestimmung der Bestandeszusammensetzung wurde nach der Ernte die oberirdische Biomasse in Gras, Leguminosen und Beikräuter fraktioniert. Die Fraktionen wurden für eine spätere Qualitätsbestimmung und zur Bestimmung der TM-Ertragsanteile 30h bei 65°C getrocknet.

Vor jeder Ernte wurden die Varianten mit einer Digitalkamera fotografiert. Ein horizontal in Aufwuchshöhe platzierter Aluminiumrahmen ermöglichte die für die Bildanalyse nötige Georeferenzierung der Bilder mit SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses Version 2.0, 2005) anhand von vier konkreten Eckpunkten. Die Ermittlung und Auswahl einer passenden Bildanalyse für Graustufenbilder mit den Funktionen *Erode* und *Delate* ist im Detail in HIMSTEDT et al. (2006) beschrieben. Für die Bildanalyse wird das Programm *Optimas*[®] der Firma Media Cybernetics[®] verwendet.

Zur qualitativen und quantitativen Identifizierung von Fehlerquellen wurde der durch Bildanalyse ermittelte Anteil an Leguminosen (P_a) in den digitalen Bildern sichtbar gemacht.

Dieser farblich dargestellte Leguminosenanteil konnte nun als Layer auf das Originalbild gelegt werden, um Fehlklassifikationen visuell zu erkennen und durch umranden und digitalisieren zu quantifizieren. Fehlklassifikationen sind Flächen, die als Leguminosen klassifiziert wurden, aber keine Leguminosen sind. Die erkannten Fehlklassifikationen wurden in verschiedenen Kategorien unterteilt: Vogelmiere (*Stellaria media*), Ackerhellerkraut (*Thlaspi arvense*), Rote Taubnessel (*Lamium purpureum*), unbekannte Beikräuter, Gras und Boden.

Da sichtbarer Boden als eine Fehlerquelle identifiziert werden konnte, sollte eine bildanalytische Möglichkeit zur Erkennung von Boden in den digitalen Bildern gefunden werden. Da Boden und Bestand sich farblich unterscheiden, wurde auf Farbbilder der Bestände zurückgegriffen. Die ursprünglichen RGB-Farbbilder wurden in 24-bit HSL Farbbilder (8-bit Hue, Saturation, Lightness) umgewandelt. Die HSL Methode verwendet zur Farbdefinition die Merkmale Farbton (Hue), Sättigung (Saturation) und Helligkeit (Lightness). Der Farbton wird durch ein zirkuläres Spektrum angegeben. Dieses Spektrum fängt bei rot an, läuft über grün und blau und kehrt wieder zu rot zurück. Die Sättigung beschreibt den Grauanteil in der Farbe. Die Helligkeit des Farbtons wird folgendermaßen aus dem RGB-Farbraum berechnet: $[(\max(R, G, B) + \min(R, G, B) + 1)] / 2$. Zur Segmentierung des Bildes in Boden und Bestand wird eine Histogramm-Segmentierung anhand von Schwellenwerten durchgeführt (DELON et al., 2005).

Als Referenz für den tatsächlich vorhandenen sichtbaren Boden (in % des Gesamtbilds) wurde für jedes der 64 Bilder der jeweils optimale Schwellenwert zur Trennung von Boden und Vegetation definiert. Der somit visuell ermittelte Bodenanteil ($B_v\%$) wurde zusammen mit dem für jedes Bild spezifischen Schwellenwert für Hue, Saturation und Lightness notiert. Aus diesen Schwellenwerten wurden Mittelwerte berechnet, die als Basis einer automatisierten Bildanalyse-Prozedur zur Bestimmung des Bodenanteils dienen.

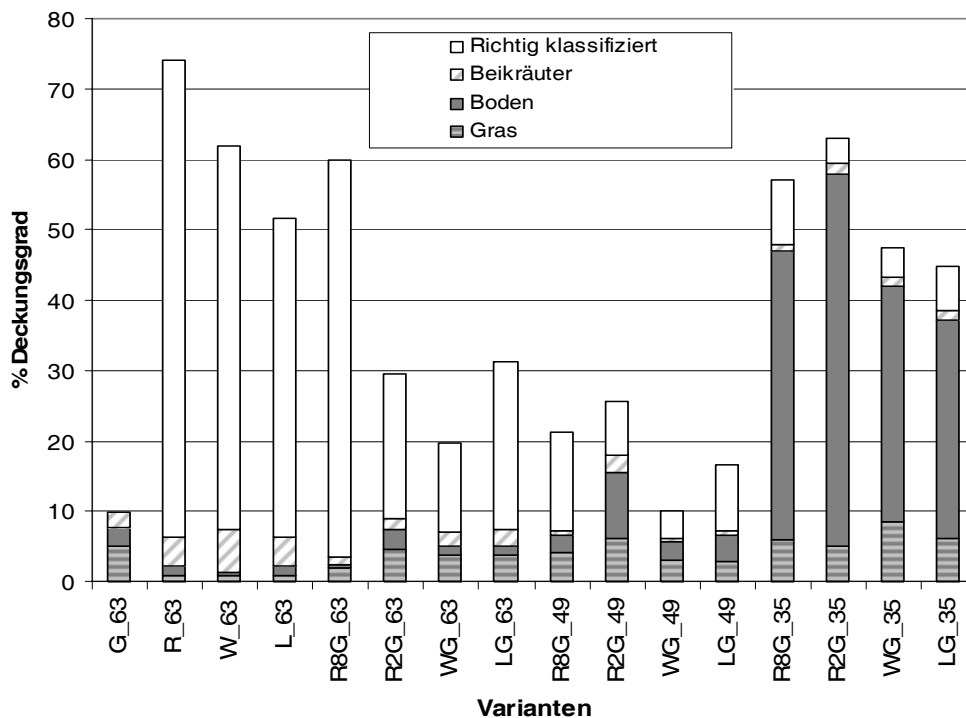


Abb. 1: Die bildanalytisch ermittelte Leguminosenfläche mit den beinhaltenden Fehlklassifikationen (Beikräuter, Boden, Gras). G: Gras, R: Rotklee, W: Weißklee, L: Luzerne, R8G: Rotklee/Gras (Rotklee 8 kg ha⁻¹), R2G: Rotklee/Gras (Rotklee 2 kg ha⁻¹), WG: Weißklee/Gras, LG: Luzerne/Gras); 63, 49 bzw. 35 Tage alte Bestände.

Ergebnisse und Diskussion

Die Auswertung der möglichen Fehlerquellen zeigt, dass der sichtbare Boden einen großen Anteil der Fehlklassifikationen ausmacht. Aus Abb. 1 wird deutlich, dass bei jungen Beständen, und damit stärkerer Lückigkeit, die Fehlklassifikation des Bodens als Leguminose stark zunimmt. Durchschnittlich sind 24% der als Leguminosen klassifizierten Fläche sichtbare Bodenanteile, mit einer Spanne von 0,29 bis 91,59%.

Eine Fehlklassifikation des Bodens als Gras (Ø 15,1% der als Leguminosen klassifizierten Fläche) bzw. als Beikräuter (Ø 6,6%) ist in allen Altersklassen zu beobachten. Der Anteil an Gräsern, der als Leguminosen klassifiziert wurde, ist entgegen den Erwartungen größer als der der Beikräuter. Hierbei ist zu bedenken, dass in allen Leguminosengrasgemengen Gras vorhanden war, aber nicht unbedingt Beikräuter. So stehen die Chancen, Gras falsch zu klassifizieren wesentlich höher.

Zur Erkennung der Bodenflächen werden Farbbilder der Bestände herangezogen, da Boden und Bestand sich farblich deutlich unterscheiden. Die hierfür aus den spezifischen Schwellenwerten berechneten Mittelwerte lagen für die drei Farbparameter H, S und L bei 18/45, 43/115 und 70/173 (untere/obere Grenze).

Die Anwendung dieser Schwellenwerte auf alle 64 Bilder ergaben eine gute Erkennung der Bodenanteile (B_a %), wodurch Bodenanteile zwischen 0,3% und 81,4% sicher erkannt wurden (Abb. 2). Der Bodenanteil wurde vor allem bei höheren Werten bildanalytisch leicht überschätzt. Die Korrelation zwischen B_v und B_a ist mit $R^2 = 0,98$ (s.e. 0,02) aber sehr gut und kann zur Beschreibung des Bodenanteils in den Bildern genutzt werden.

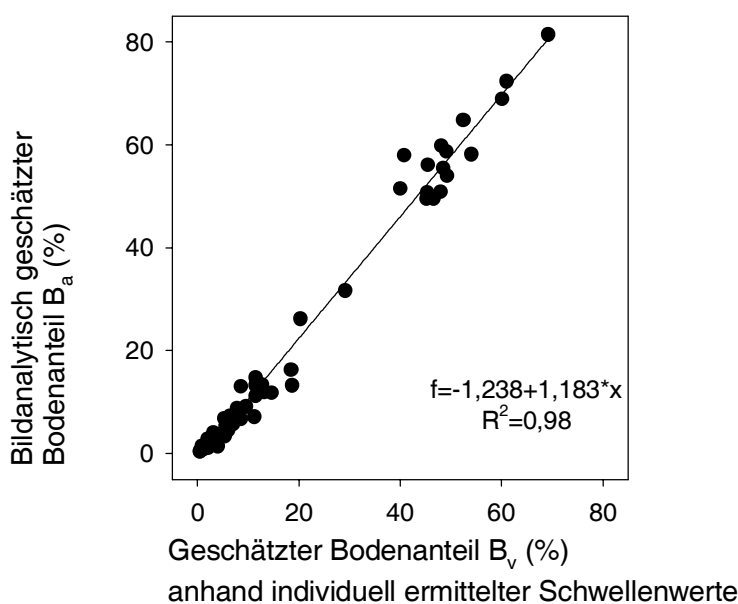


Abb. 2: Zusammenhang zwischen dem bildanalytisch ermittelten Bodenanteil B_a (%) und der visuell ermittelten Referenz B_v (%).

Schlussfolgerungen

Sichtbare Bodenanteile in den digitalen Bildern von Futterbaubeständen sind eine Fehlerquelle für die Schätzgenauigkeit von Leguminosenanteilen. Mit der Nutzung des HSL-Farbraums und geeigneten Schwellenwerten ist es aber möglich, den Bodenanteil sicher zu bestimmen ($R^2 = 0,98$) und die Analyse unabhängig von der Lückigkeit des Bestandes zu

machen. Diese bildanalytische Methode soll in die bisher entwickelte Bildanalyse-Prozedur zur Ermittlung des Leguminosenanteils ergänzend einbezogen werden. Zur Reduzierung der falsch klassifizierten Gräser und Beikräuter, sowie zur Erkennung von bisher nicht erkannten Leguminosen, sollen ferner Möglichkeiten der Mustererkennung eingesetzt werden (Klassenzugehörigkeitskriterien wie z.B. Rechtwinkligkeit, Rundheit, Größe).

Literatur

DELON, J.; A. DESOLNEUX, J.L. LISANI, A.B. PETRO (2005): Color Image Segmentation using acceptable Histogram Segmentation, *Pattern Recognition and Image Analysis, Part III, LNCS 3523*, S. 239-246, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

HIMSTEDT, M.; T. FRICKE, M. WACHENDORF (2006): Abschätzung des Leguminosenanteils in Futterbaugemengen mit Hilfe bildanalytischer Methoden – erste Ergebnisse eines Gefäßversuchs, *Mitt. AG Grünland und Futterbau, Ges. Pflanzenbauwiss*, S. 46-49.

MEDIA CYBERNETICS (1999): *Optimas 6.5 From Images to Answers, User Guide and Technical Reference*, 9. Ausgabe, Silver Spring.
