

Hyperspektrale Bildanalyse zur Detektion von Beifußblättriger Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*)

Karl-Heinz Dammer, Joachim Intreß, Horst Beuche, Jörn Selbeck, Volker Dworak

Abteilung Technik im Pflanzenbau
Leibniz-Institut für Agrartechnik
Max-Eyth-Allee 100
14469 Potsdam
kdammer@atb-potsdam.de

Abstract: Die Ambrosie ist eine aus Amerika stammende invasive Pflanze, die sich in Europa immer mehr ausbreitet. Ein kameragestütztes automatisiertes Monitoring setzt spektrale Unterschiede zu anderen Pflanzenarten voraus. Unter Laborbedingungen erfolgten hochauflösende hyperspektrale Bildaufnahmen von Ambrosie und Gemeinem Beifuß mit der die Pflanze auf Ruderalflächen vergesellschaftet ist. Beide Pflanzenarten sind schwer zu unterscheiden. Eine hyperspektrale Bildanalyse wurde getrennt nach Blättern, Stielen und drei Wachstumsstadien der beiden Pflanzenarten durchgeführt. Im Nahen Infrarotbereich konnte mit dem Wellenlängenverhältnis 1100 nm / 1400 nm im Wachstumsstadium „Fruchtentwicklung“ beide Pflanzen anhand der Stiele unterschieden werden. Die hohe Datenmenge wurde drastisch reduziert, was für eine Echtzeiterkennung der Pflanze notwendig ist.

1 Einleitung

Die Beifußblättrige Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.) ist eine sommeranuelle Pflanzenart, die sich in den vergangenen Jahren aus Südosteuropa immer mehr nach Norden ausbreitet. Die Pflanze bildet zur Blüte enorme Mengen Pollen, was zu Allergien beim Menschen führen kann. Um einer weiteren Ausbreitung der Pflanze entgegenzuwirken, sind Befallsnester bzw. Einzelpflanzen aufzufinden und zu vernichten. Eine effektive Monitoring-Strategie erfordert eine automatisierte Erkennung der Pflanze. Dafür sind besonders optische Methoden basierend auf Kamerasensoren geeignet. Kameras arbeiten zerstörungsfrei und berührungslos und sind leicht an Trägerfahrzeugen anzubringen. Neben landwirtschaftlichen Kulturen wie insbesondere in Sonnenblumenfeldern kann die Ambrosie auf Ruderalflächen wie Feld- und Straßenränder, entlang von Bahngleisen sowie auf Rekultivierungsflächen des Bergbaues vorkommen. Auf Ruderalflächen ist die Ambrosie oft mit Gemeinem Beifuß (*Artemisia vulgaris* L.) vergesellschaftet. Beide Pflanzen gehören zur Familie der *Asteraceae* und sind mit dem menschlichen Auge schwer zu unterscheiden. Erste hyperspektrale Untersuchungen wurden daher mit diesen beiden Pflanzenarten durchgeführt.

2 Material und Methoden

Mit Hilfe eines Hyperspektralscanners (LOT-Oriel, Darmstadt, Deutschland) wurden im Nahen Infrarotbereich (900 nm–1700 nm, Auflösung: 2,5 nm) jeweils eine Pflanze von beiden Arten zu folgenden Wachstumsstadien und Terminen gescannt: (1) 16.06.2009, BBCH 32 Rosettenstadium, (2) 23.07.2009, BBCH51, Erscheinen der Blüten, (3) 14.09.2009, BBCH 71, Fruchtentwicklung. Die Ansteuerung des Scanners, der schwarz/weiß Abgleich und die Erzeugung der Hyperspektralbilder erfolgte mit der Software „HyBiS 1.0“ die in der Programmiersprache LabView 8.2 (National Instruments Corporation, Austin, TX, USA) geschrieben wurde. Diese Hyperspektralbilder wurden mit der Software ENVI (ITT Visual Information Solutions, Boulder, CO, USA) ausgewertet.

In den Graustufenbildern wurden als „regions of interest“ (ROI) für Blätter und Stiele charakteristische Flächen markiert. Die Reflexionswerte dieser Pixel wurden normiert und getrennt nach Blatt, Stiel und Pflanzenart ein mittleres Spektrum über alle Wellenlängen dargestellt. Ergab die visuelle Beurteilung keine extreme Minima und Maxima, die zu einer Trennung der Pflanzen herangezogen werden konnten, erfolgte eine Glättung des normalisierten Spektrums mit dem Savitzky-Golay-Filter.

Für eine zukünftige automatisierte Erkennung von Ambrosienpflanzen wäre die Nutzung von nur 2 Wellenlängen einfach und kostengünstig. Zur Identifizierung potentieller Wellenlängen wurden daher der Spektralwinkel zwischen jeweils zwei Wellenlängen i und j für zwei Gewebearten w und z (Ambrosie-Stiel, Ambrosie-Blatt, Beifuß-Stiel, Beifuß-Blatt) berechnet. Maß für die Klassifizierung ist die Spektralwinkeldifferenz:

$$\alpha = \arccot \frac{refl_{wi}}{refl_{wj}} - \arccot \frac{refl_{zi}}{refl_{zj}}$$

Je größer die Spektralwinkeldifferenz, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit die zwei Gewebearten anhand dieser zwei Wellenlängen zu unterscheiden. Es wurde das Wellenlängenverhältnis für die jeweils 12 möglichen Vergleiche (Ambrosia-Stiel bzw. Blatt mit Beifuß-Stiel bzw. Blatt an den drei Messterminen) ausgewählt, an dem der Spektralwinkel am größten war. Aus den 12 Verhältnissen wurde der Mittelwert gebildet, der anschließend zur Klassifizierung benutzt wurde.

3 Ergebnisse und Diskussion

Die deutlichsten Unterschiede im spektralen Verlauf traten am letzten Meßtermin auf. Außer im Wellenlängenbereich 1050 nm bis 1100 nm nahm in der Reihenfolge Beifuß-Blatt, Ambrosie-Blatt, Beifuß-Stiel, Ambrosie-Stiel die Reflexion in allen Wellenlängen ab (Abb.1).

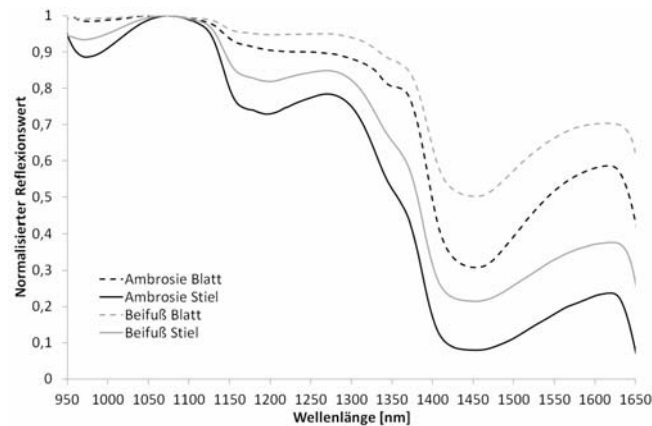


Abbildung 1: Normalisiertes mittleres NIR Reflexionsspektrum

Im Ergebnis der Spektralwinkelberechnungen und anschließender Mittelwertberechnung wurde für die Klassifizierung ein mittleres Wellenlängenverhältnis von 1100nm/1400nm ausgewählt. In den RGB Bildern erfolgte die Auswahl von Transekten die mindestens ein Blatt und einen Stiel berührten. Pixelweise wurde dieses Verhältnis in einem Graph entlang dieser Transekte dargestellt (Abb. 2). Für die Blätter beider Pflanzenarten lag dieses Verhältnis etwa zwischen 1,4 und 1,8. Für Beifuß Blatt lag das Verhältnis etwa zwischen 1,8 und 3,2. Das größte Verhältnis wiesen die Stiele der Ambrosie mit bis zu 6,5 auf. Der Verlauf des Verhältnisses bei der Ambrosie ist zweigipflig. Hier berührte der Transekt zwei Stiele, die dicht nebeneinander liegen. Das Wellenlängenverhältnis nimmt an den Ränder der Stiele ab und ist am höchsten in der Mitte der Stiele, was mit der Unschärfe von Randbereichen von Objekten zusammen hängt. Wie in der Abbildung 2 ersichtlich, sind es die Stiele der Ambrosie, die sich durch eine geschickte Schwellwertwahl von den drei anderen Gewebearten unterscheiden lassen.

In ENVI wurden Graustufen-Verhältnisbilder je Pflanzenart und Termin generiert. Die Binarisierung erfolgte mit dem Schwellenwert „4“, der sich aus dem Grauwertbereich des Verhältnisbildes ergibt. Alle Pixel mit Werten gleich oder größer 4 wurden weiß eingefärbt; alle anderen Pixel schwarz. Im letzten Termin zur Fruchtbildung waren die Stiele der Ambrosie deutlich zu erkennen (Abb. 3). Es kam zwar auch zu Missklassifikationen die hauptsächlich am Rand der Bilder auftraten. Diese fälschlicherweise als Stiele erkannten Pixel könnten in einem nachfolgenden Bildbearbeitungsschritt durch die Anwendung von z.B. morphologischen Methoden beseitigt werden.

Die mit beschriebener Methodik bestimmten Wellenlängen könnten zukünftig in Handsensoren (Gärten) oder fahrzeuggetragenen Sensoren (Ruderal- und Feldflächen) zur Erkennung der Ambrosie genutzt werden. Die vorliegenden einjährigen Versuchsergebnisse müssen in weiterführenden Versuchsreihen auch mit anderen Pflanzenarten ergänzt werden. Unter anderen ist der Einfluss verschiedener Umweltfaktoren auf die Gewebepigmentierung der Pflanzen während der

Vegetationsperiode zu untersuchen. Für das Informationsmanagement der umfangreichen Datenmengen würde sich der Aufbau einer Spektraldatenbank anbieten.

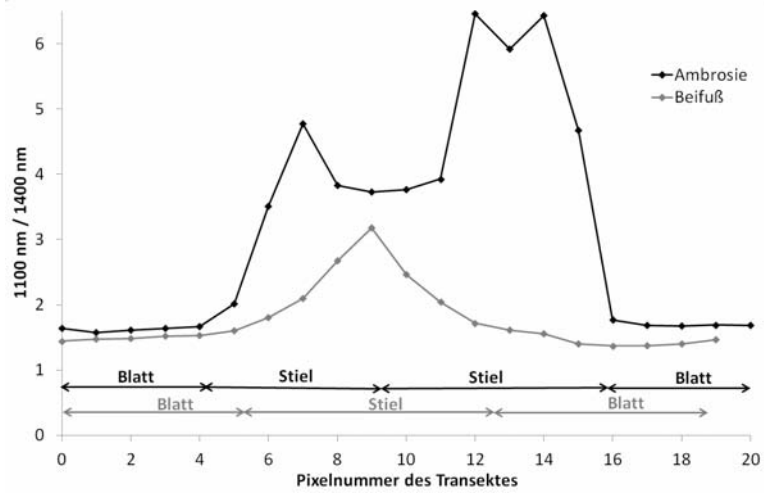


Abbildung 2: 1100 nm/1400 nm Verhältnis entlang eines Transektes von Ambrosie und Beifuß Blatt und Stiel

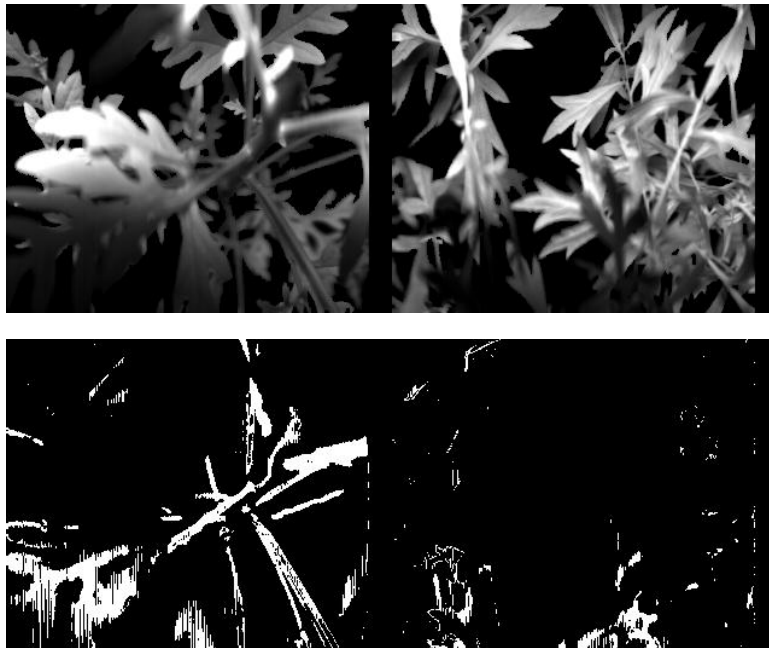


Abbildung 3: oben: Graustufenbild, unten: Binärbild, links: Ambrosie, rechts: Beifuß