

Rainer H. Biller und Walter Ihle, Braunschweig

Pflanzenunterscheidung mit optischen Sensoren

Die weitere Einsparung von chemischen Pflanzenschutzmitteln bei der Unkrautkontrolle ist möglich durch den Einsatz optisch arbeitender Sensoren zur Unterscheidung zwischen Pflanzen und Boden. Feldspritzen mit solchen Sensoren bringen gezielt nur dort Spritzmittel aus, wo sich auch Unkräuter befinden. Ihr Einsatz ist bis jetzt jedoch beschränkt auf Flächen, auf denen noch keine Nutzpflanzen stehen. Können solche Systeme aber zwischen verschiedenen Pflanzen unterscheiden, ist ihr Einsatz auch nach dem Feldaufgang möglich. Vorgestellt wird ein weiterentwickeltes System zur zielflächenorientierten Unkrautbekämpfung, das eine Pflanzenunterscheidung ermöglicht.

Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Rainer H. Biller ist Wissenschaftlicher Oberrat, Walter Ihle technischer Mitarbeiter am Institut für Betriebstechnik und Bauforschung (Leitung: Dir. und Prof. Dr. agr. habil. F.-J. Bockisch und Dir. und Prof. PD Dr.-Ing. habil. C. Sommer (geschäftsführend)) der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig; e-mail: rainer.biller@fal.de

Schlüsselwörter

Pflanzenunterscheidung, optischer Sensor, Unkrautbekämpfung, zielflächenorientiert

Keywords

Plant discrimination, optical sensor, weed control, target orientated

Auch an der Schwelle zum dritten Jahrtausend kann in der Landwirtschaft nicht auf eine chemische Unkrautkontrolle verzichtet werden. Es sollten jedoch nur dort Spritzmittel ausgebracht werden, wo sich auch Unkräuter befinden und diese bestimmte Schadensschwellen überschritten haben. Dies erfordert eine Pflanzenerkennung, die mit Hilfe optoelektronischer Sensoren online möglich ist. Ein solches auf dem Markt erhältliches System (Detect-spray®) [1] wurde am Institut für Betriebstechnik für einen sicheren und einfachen Einsatz weiterentwickelt [2]. Da ein solches System jedoch nur zwischen Boden und grünen Pflanzen unterscheidet, kann es bisher nur eingesetzt werden auf Schwarzbrache, konservierend bearbeiteten Flächen vor dem Feldaufgang oder zwischen den Reihen weitreihig gesäter Feldfrüchte. Vor jedem Einsatz wird ein solches System auf unkräutfreiem Boden abgeglichen (Nullpunkt-einstellung) und dann ein Schwellenwert (entsprechend dem als kritisch angesehenen Grünanteil der Unkräuter im Sichtfeld eines Sensors) eingestellt. Möglich ist auch ein Abgleich beispielsweise über einer Maisrei-

he oder einem unkräutfreien Getreidebestand. Bei Auftreten von zusätzlichem Grün im Sichtfeld erfolgt dann ein Spritzimpuls. Dabei wird aber die Möglichkeit, dass Fehlstellen in der Maisreihe durch Unkraut besetzt sind, nicht erkannt. Der sichere Einsatz unter solchen Bedingungen oder auch der Einsatz im aufgelaufenen Getreidebestand erfordert eine Pflanzenunterscheidung.

Hintergrund

Reflexionsmessungen an verschiedensten Pflanzen sind schon seit Jahrzehnten Gegenstand der Forschung mit unterschiedlicher Zielrichtung. Dementsprechend zahlreich sind die Veröffentlichungen, von denen hier nur einige genannt werden. Inhalt ist beispielsweise die Veränderung der Reflexionseigenschaften über die Wachstumsperiode [3, 4, 5, 6] oder bei unterschiedlichem Wasserversorgungsgrad [7, 8] oder es wird die Reflexion verschiedener Nutzpflanzen und Unkräuter verglichen [9, 10, 11]. Aus allen, auch hier nicht genannten Veröffentlichungen, lassen sich teils deutliche Unterschiede in den Reflexionskurven verschiedener Spe-

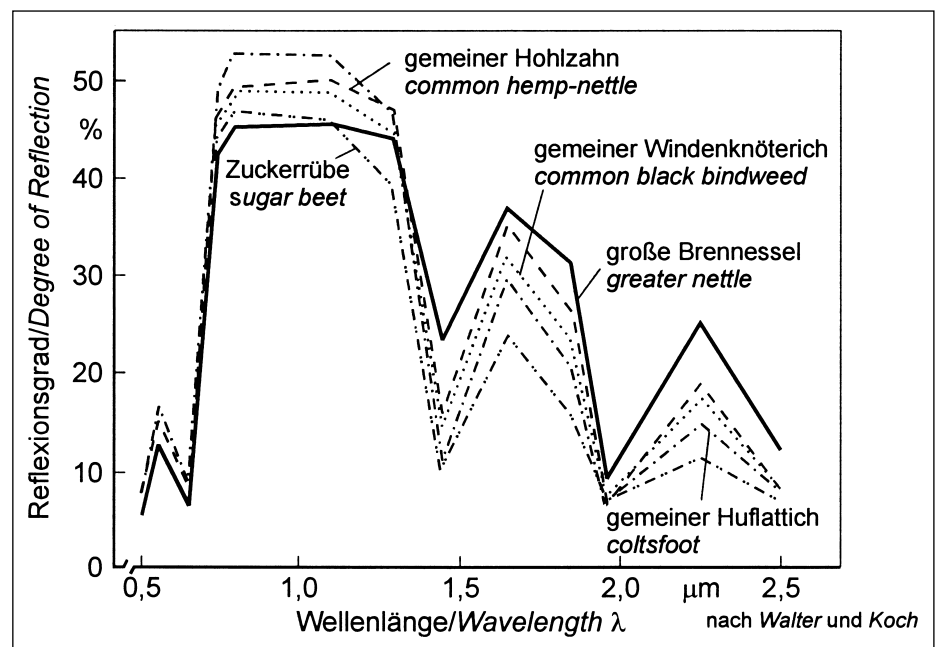


Bild 1: Reflexion von einer Nutzpflanze und von vier Unkräutern

Fig. 1: Reflection of one useful plant and of four weeds

zies und über die Wachstumsperiode able- sen, was nahelegt, dies für eine Pflanzenun- terscheidung zu nutzen [9, 12, 13, 14].

Betrachtet man etwa die Reflexionskur- ven einer Zuckerrübe und von vier verschie- denen Unkräutern (Bild 1), so sieht man, dass sich in Abhängigkeit von der Wellen- länge des Umgebungslichtes teilweise die Intensitätsreihenfolge der Reflexion um- kehrt, etwa beim Vergleich von Brennessel und Windenknöterich vor und nach dem Wasserabsorptionsband bei 1,45 μm . Dies erleichtert die Unterscheidung dieser Pflan- zen anhand ihrer Reflexionseigenschaften.

Pflanzenunterscheidung mit optischen Sensoren

Diese Tatsache nutzend, wurde 1997 am In- stitut für Betriebstechnik ein Sensor aufge- baut, welcher die Reflexion des Umge- bungslichtes an zunächst fünf ausgewählten Wellenlängen zwischen 400 und 2500 nm misst. Mit diesem Sensor wurde die Reflexi- on von zunächst sechs verschiedenen Un- kräutern und vier Nutzpflanzen gemessen. Die Ergebnisse für Wintergetreide und für vier Unkräuter sind in Bild 2 dargestellt.

Gleichzeitig wurde ein Programm ent- wickelt, mit welchem nach Eingabe be- stimmter Grenzwerte oder Bereiche die ver- schiedenen Pflanzen ermittelt und angezeigt werden. In Bild 2 sind beispielhaft für zwei Unkräuter diese Grenzen (Wellenlängen $\lambda_A = 85\%$ und $\lambda_E = 50\%$) eingezeichnet. Be- findet sich der Reflexionswert für die Wel- lenlänge λ_A oberhalb des für sie gewählten Grenzwertes, so ist für dieses Beispiel das Unkraut Ehrenpreis im Sichtfeld des Sen- sors, und analog hierzu das Unkraut Acker- distel, wenn λ_E kleiner ist als 50%. In allen anderen Fällen ist es die Nutzpflanze oder ein anderes Unkraut, für das ebenfalls eine Bedingung angegeben werden kann. Bestehen an mehr als einer Messstelle deutliche Unterschiede in der Reflexion, so können mit diesem fünfäugigen Sensor auch mehr als vier Unkräuter von einer Nutzpflanze un- terschieden werden, indem die Informatio- nen aus den fünf Wellenlängenbereichen miteinander verknüpft werden. So konnten unter idealen Bedingungen (nur eine Pflan- zenart unter dem Sensor) online drei Nutz- pflanzen (Zuckerrübe, Mais und Winter- gerste) sowie die Unkräuter Ackerdistel, Ehrenpreis, Kamille, Vogelmiere und Wei- delgras, aber auch sandiger Boden und Wei- zenstroh voneinander unterschieden werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Am Institut für Betriebstechnik und Baufor- schung wird ein Sensor eingesetzt, welcher in fünf Wellenlängenbereichen die Reflexi-

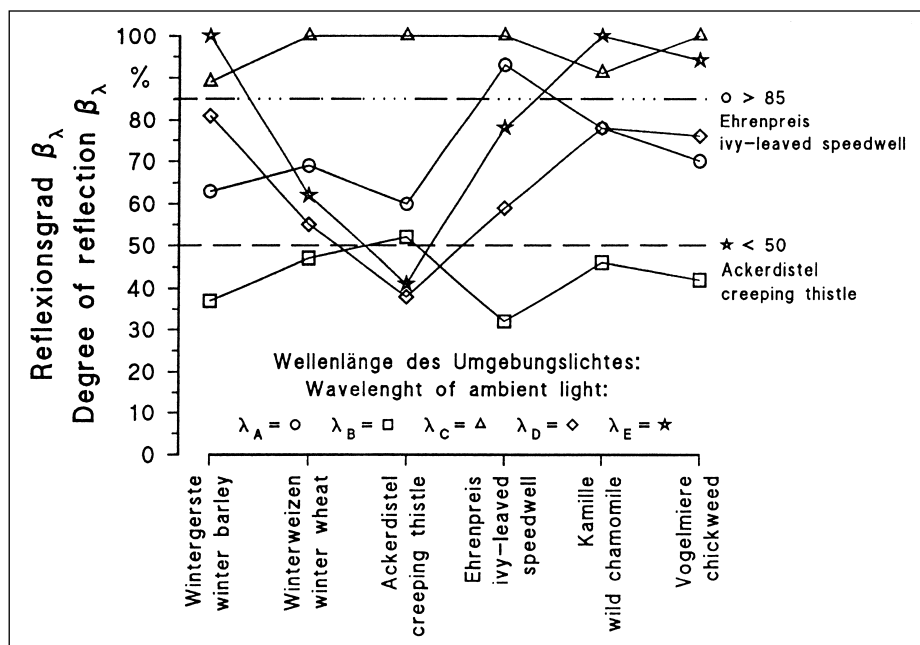


Bild 2: Reflexion von Wintergetreide und von vier Unkräutern in fünf ausgewählten Wellenlängenbereichen des Umgebungslichtes

Fig. 2: Reflection of winter grain and of four weeds in five selected wavelengths of the ambient light

on des Umgebungslichtes durch Pflanzen misst. Laborversuche zeigen, dass damit un- ter idealen Bedingungen die Online-Unters- cheidung verschiedener Nutzpflanzen und Unkräuter durchgeführt werden kann, wenn diese signifikante Unterschiede in minde- stens einem Wellenlängenbereich aufweisen. Der Vorteil einer solchen Methode liegt in der einfachen Programmierung des Unters- cheidungsalgorithmus, da nur Grenzwerte mit aktuellen Messwerten verglichen wer- den. An der Umsetzung für praxisnahe Be- dingungen wird zur Zeit gearbeitet. So wur- de etwa die Empfindlichkeit des Ursprungs- systems um den Faktor 30 gesteigert. Wenn die Umsetzung erfolgt ist, steht ein Instru- ment zur Verfügung, welches die zielfläche- orientierte Unkrautkontrolle auch nach dem Feldaufgang erlaubt. Dies würde den Einsatz optoelektronischer Systeme im che- mischen Pflanzenschutz erweitern und die Akzeptanz beim Landwirt erhöhen.

Literatur

[1] Felton, W. L. and K. R. McCloy: Spot spraying, Agric. Eng. (1992), no. 11, pp. 9 – 12
 [2] Hollstein, A. und R. H. Biller: Erkennung und gezielte Kontrolle von Unkraut. Landtechnik 52 (1997), H. 6, S. 292 – 293
 [3] Tanner, V. and B. M. Eller: Variations of the optical properties of the leaves of the European beech (*Fagus sylvatica* L.) during the growing season. Allg. Forst- u. J. Ztg. (1986), no. 157, pp. 108 – 117
 [4] Sinclair, T. T., R. M. Hoffer and M. M. Schreiber: Reflectance and internal structure of leaves from several crops during a growing season. Agronomy Journal, Vol. 63 (1971), pp. 864 – 868
 [5] Lorenzen, B. and A. Jensen: Spectral properties of a

barley canopy in relation to the spectral prop- erties of single leaves and the soil. Remote Sens. Environ. 37 (1991), pp. 23 – 34
 [6] Kühbauch, W.: Artenerkennung und Zustandsbe- schreibung landwirtschaftlicher Nutzpflanzenbe- stände mit Fernerkundung. Berichte der GIL Bd. 1 (1991)
 [7] Ammer, U., B. Koch, T. Schneider and H. Wittmeier: High resolution spectral measurements of agricultural crops in the laboratory and in the field. In: Proc. 11th Int. Geosci. and Remote Sens. Symp., Helsinki (Finland), 3 to 6 June 1991, pp. 1937 – 1940
 [8] Peñuelas, J., I. Filella, C. Biel, L. Serrano and R. Savé: The reflectance at the 950-970 nm region as an indicator of plant water status. Int. J. Remote Sensing 14 (1993), No. 10, pp. 1887 – 1905
 [9] Walter, H. and W. Koch: Light reflectance char- acteristics of weed and crop leaves affected by plant species and herbicides. In: Proc. British Crop Protection Conference, Weeds (1980), pp. 243 – 250
 [10] Gausmann, H. W., W. A. Allan, R. Cardenas and A. J. Richardson: Reflectance discrimination of cotton and corn at four growth stages. Agronomy Journal 65 (1973), pp. 194 – 208
 [11] Gausmann, H. W., W. A. Allen, Marcia Schupp, C. L. Wiegand, D. E. Escobar and R. R. Rodriguez: Reflec- tance, transmittance and absorbance of light of leaves for 11 plant genera with different leaf mesophyll arrangements. Texas A&M University Technical Monograph (1970), no. 7, pp. 7 – 45
 [12] Vrindts, E. and J. de Baerdemaeker: Optical discrimination of crop, weed and soil for on-line weed detection. Precision Agriculture (1997), pp. 537 – 544
 [13] Brown, R. B., J.-P. G. A. Steckler and G. W. Anderson: Remote sensing for identification of weeds in no- till corn. ASAE Trans. 37 (1994), No. 1, pp. 297 – 302
 [14] Hollstein, A. und R. H. Biller: Weiterentwicklung eines optoelektronischen Sensorsystems zur gezielten Unkrautkontrolle. Agrartechnische Forschung 4 (1998), H. 1, S. 11 – 17