

Einsatz von Nahsensorikmethoden zur Erfassung von Bestandeszuständen unter dem Einfluss von Pflanzenkrankheiten

Kerstin Gröll, Simone Graeff, Wilhelm Claupein

Institut für Pflanzenbau und Grünland (340)
Universität Hohenheim
Fruwirthstr. 23
70599 Stuttgart
groell@uni-hohenheim.de

Abstract: Im Rahmen dieser Studie soll eine Nahsensorikmethode zur Identifizierung und Quantifizierung von Pflanzenkrankheiten entwickelt werden. Die Komplexität verschiedener Pathogene einbeziehend, soll der Einfluss der Schaderreger *Erysiphe graminis* (Echter Mehltau) und *Septoria tritici* (Blattdürre) als Vertreter zweier unterschiedlicher Erregerklassen auf die Reflexion von Weizenpflanzen untersucht werden.

1 Einleitung

Pflanzenkrankheiten stellen in der Landwirtschaft ein großes Problem dar. Jährlich gehen ca. 30 % der Welternte alleine durch biotische Schadursachen verloren. Zu den herkömmlichen Methoden des Pflanzenschutzes gehört bei der Bekämpfung von Schadpilzen neben der Züchtung resistenter Sorten die Anwendung von Fungiziden. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln kann einerseits Pflanzenkrankheiten vorbeugen, andererseits jedoch die Umwelt belasten. Pflanzenschutzmitteln werden heutzutage immer noch einheitlich auf einem Schlag ausgebracht trotz vieler Unterschiede im Boden, im Pflanzenbestand und dem Schaderregerdruck. Moderne Entwicklungen im Bereich der landwirtschaftlichen Maschinenteknik haben es möglich gemacht, Pflanzenschutzmittel räumlich variabel auszubringen und ermöglichen es, im Hinblick auf das Precision Pest Management (PPM) genau dort zu behandeln, wo Pflanzenkrankheiten in einem nicht mehr tolerierbaren Umfang auftreten. Precision Farming Technologien haben daher das Potenzial den Einsatz von Fungiziden auf einzelne Teilflächen zu reduzieren und somit variable Kosten im Betrieb einzusparen sowie Umweltbelastungen zu minimieren. Ausgangspunkt für eine teilflächenspezifische Applikation von Fungiziden ist die Überlegung, dass Schaderreger nicht gleichmäßig über eine Fläche verteilt auftreten, sondern räumlichen und zeitlichen Schwankungen unterliegen. Grundlage für eine teilflächenspezifische Applikation von Fungiziden ist jedoch die räumliche Erfassung der Pathogene. Zur Zeit sind keine Sensorsysteme verfügbar, die fahrzeuggestützt den Krankheitsbefall identifizieren und quantifizieren. Auf dem Markt verfügbare optische Sensoren, wie z.B.

der Yara-N-Sensor oder Multispektralkameras können zwar zur Detektion von Pflanzenstress wie z.B. Nährstoff- und Wassermangel eingesetzt werden, sie sind jedoch zur Ermittlung von Pflanzenkrankheiten bislang nicht geeignet. Im Sinne einer nachhaltigen Landbewirtschaftung ist es daher notwendig Sensorsysteme zu entwickeln, die eine räumlich differenzierte Identifizierung und Quantifizierung von Pathogenen und darauf aufbauend eine teilflächenspezifische Steuerung der Fungizidapplikation ermöglichen. Ziel dieser Studie ist es daher in einem ersten Schritt die für eine sensorgestützte Identifizierung von Pflanzenkrankheiten notwendigen Grundlagen zu entwickeln, Wellenlängenbereiche zu identifizieren in denen eine eindeutige Detektion unterschiedlicher Erreger möglich ist und darauf aufbauend entsprechende Kalibrierungen zu erstellen. Die identifizierten Wellenlängenbereiche und erstellten Kalibrierungen sollen dann in einem weiteren Schritt in bestehende Sensorsystemen z. B. Yara-N-Sensor, AVIS etc. integriert und auf ihre Anwendung für eine online-gestützte Nahsensorik für die landwirtschaftliche Praxis getestet werden.

2 Material und Methoden

Kernziel der Arbeit ist die eindeutige Identifizierung von Pflanzenkrankheiten mittels Reflexionsmessungen. Die Grundhypothese, die hierbei verfolgt wird, ist die Annahme, dass sich die Reflexion einer Pflanze in selektierten Wellenlängenbereichen stressspezifisch aufgrund von Pigment- sowie strukturellen Modifikationen ändert. Die verwendete Sensortechnik beruht auf der Messung der Reflexion der Pflanze unter kontrollierten Lichtverhältnissen sowohl in Feld- als auch in Gewächshausversuchen. Zum einen wird die Reflexion mittels einer digitalen Kamera (LEICA S1 Pro, LEICA Kamera AG, Solms, Deutschland) und zum anderen mittels dem Field Spec® Hand Held (ASD, Inc. Boulder, CO, USA) gemessen. Bei der digitalen Kamera ermöglicht der Einsatz verschiedener Longpass-Filter (Maier Photonics, Manchester, VT, USA) die Aufspaltung des gesamten Tageslichtspektrums in einzelne kleinere Wellenlängenbereiche. Es werden Blattscans in den Wellenlängenbereichen 380, 490, 510, 516, 540 und 600 nm sowie in den Infrarotbereichen 490, 510, 516, 540 und 600 IR durchgeführt. Die Blattscans werden am letzten voll entwickelten Blatt vorgenommen und anschließend im $L^*a^*b^*$ -Farbraum mit der Software Adobe Photoshop® 5.0 ausgewertet. Der $L^*a^*b^*$ -Farbraum ist ein dreidimensionaler Farbraum, wobei der Parameter a^* den Grün/Rot-Anteil und der Parameter b^* den Blau/Gelb-Anteil einer Farbe beschreibt. L^* spezifiziert die Helligkeit einer Farbe. Die Analyse der Parameter a^* und b^* ermöglicht in selektierten, für den Stressfaktor spezifischen Wellenlängenbereichen dessen Identifizierung. Das Feldspektroradiometer Field Spec® Hand Held ist in der Lage, im Spektrum von 325-1075 nm in 1nm Abständen die Reflexion des Bestandes in 2 m Höhe aufzuzeichnen. Zur Durchführung der Messungen wurden auf der Versuchsstation „Ihinger Hof“ (48° 44' N 8° 56' E, 693 mm, 8.1 °C) der Universität Hohenheim drei Versuche als vollständig randomisierte Blockanlage mit drei Wiederholungen angelegt. Es wurde je ein Versuch mit den Erregern *Erysiphe graminis* (Weizenmehltauisolat 150, Kleinmachnow, Germany) und *Septoria tritici* (CBS 292.69, Germany) künstlich inokuliert. Jeder Versuch hatte als Versuchsfaktoren die Winterweizensorten Monopol und Empire, sowie die Inokulationsstufen Kontrolle = kein Inokulum, 50 % Inokulum und 100 % Inokulum. Zwischen den Parzellen der Sorten Monopol und Empire gleicher Inokulationsstufen

wurden Trennstreifen von 6 m bzw. von 10 m zwischen verschiedenen Inokulationsstufen angelegt, um die Windverdriftung der Krankheiten einzuschränken. Des Weiteren wurden Gewächshausversuche an der Universität Hohenheim durchgeführt. Hierzu wurden Winterweizenpflanzen der Sorte Monopol in Mitscherlichgefäßen (6kg) angezogen und ebenfalls mit den Krankheiten *Erysiphe graminis* und *Septoria tritici* künstlich inokuliert. Es wurden folgende Inokulationsstufen angelegt: Kontrolle = 0 % Inokulum, 20 % Inokulum, 40 % Inokulum, 60 % Inokulum, 80 % Inokulum sowie 100 % Inokulum. Jede Inokulationsstufe wurde drei Mal wiederholt. Insgesamt wurden bislang zwei Versuchsreihen durchgeführt. In den Gewächshausversuchen wurde die Reflexion mit der digitalen Kamera gemessen. Von den Blattscans wurde als Lageparameter das arithmetische Mittel (MW=Mittelwert) und als Streuung der Standardfehler (=SF) berechnet. Mit Hilfe des Statistikprogramms Sigma.Stat. 3.1 (Jansel Scientific, USA) wurden die Versuche mittels einer ein- bzw. zweifaktoriellen ANOVA mit anschließendem multiplen Mittelwertsvergleich nach Tukey ($\alpha = 0,05$) ausgewertet.

3 Ergebnisse und Diskussion

Erste Ergebnisse zeigten, dass sich die Reflexion unter *Erysiphe graminis*- und *Septoria tritici*-Befall sowohl in Gewächshaus-, als auch in Feldversuchen signifikant änderte. Abbildung 1 zeigt den a* und b*-Wert im Wellenlängenbereich 540-780 nm unter *Erysiphe graminis*-Befall im Gewächshaus für die Sorte Monopol, aufgenommen mit der digitalen Kamera.

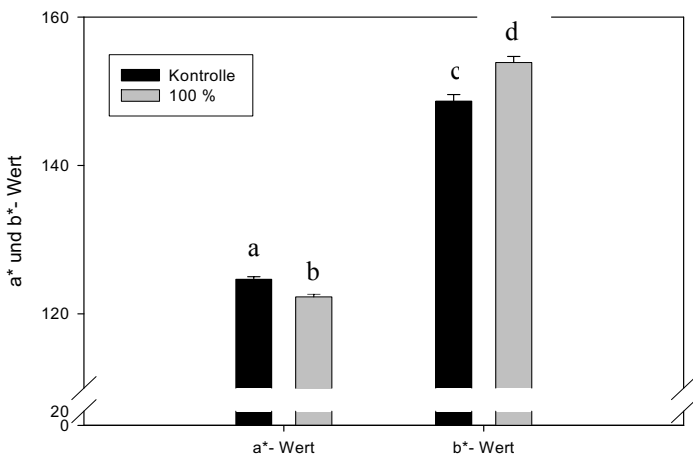


Abbildung 1: Reflexionsänderungen im Wellenlängenbereich 540-780 nm unter *Erysiphe graminis*-Befall der Winterweizensorte Monopol.

20 Tage nach der Inokulation traten signifikante Unterschiede zwischen der Kontrolle und der Variante 100 % sowohl im a*- als auch im b*-Wert auf. In Abbildung 2 ist die Reflexion unter *Septoria tritici*-Befall im Feld, aufgenommen mit dem Field Spec® Hand Held, für die Winterweizensorten Empire und Monopol im BBCH-Stadium 47 dargestellt. Signifikante Unterschiede in der Reflexion traten für beide Sorten zwischen

der Kontrolle und der Variante 100 % auf. Ebenfalls ist ersichtlich, dass die Unterschiede in der Reflexion bei der Sorte Empire höher waren als bei der Sorte Monopol. Die Ursache dafür liegt in der starken Anfälligkeit der Sorte Monopol gegenüber Krankheiten und dem daraus resultierenden stärkeren Befall der Kontrolle. Nach den bisherigen Ergebnissen ist ein Erkennen der Krankheiten *Erysiphe graminis* und *Septoria tritici* mittels den genannten sensorischen Methoden im Bestand möglich.

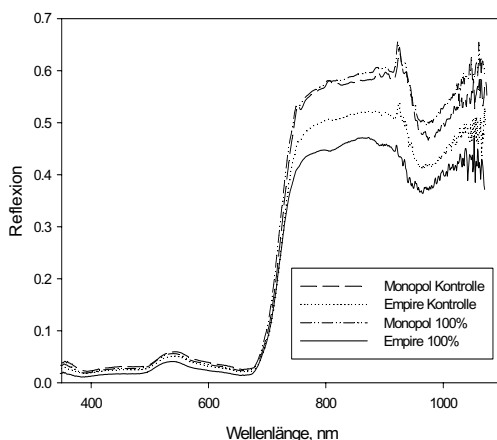


Abbildung 2: Reflexionsänderung im Wellenlängenbereich 400-1075 nm unter *Septoria tritici*-Befall der Winterweizensorten Monopol und Empire.

4 Fazit

Nach Betrachtung der bisherigen Ergebnisse scheint eine Identifizierung der Krankheiten *Erysiphe graminis* sowie *Septoria tritici* mittels der digitalen LEICA S1 PRO Kamera und dem Field Spec® Hand Held in gezielt selektierten Wellenlängenbereichen möglich zu sein. Weitere Untersuchungen sind notwendig.

Literaturverzeichnis

- [CI86] CIE: *Colorimetry*. 2nd ed. Publication CIE No. 15.2. Vienna: Commission Internationale de l'Éclairage, 1986.
- [We03] West, J. S.; Bravo, C.; Oberti, R.; Lemaire, D.; Moshou, D.; McCartney, H.A.: The Potential of optical canopy measurement for targeted control of field crop diseases. *Annual Review of Phytopathology*, Vol. 41, 2003; S. 593-614.

„Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 0330661 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.“