

Messverfahren zur Bestimmung der Standfestigkeit von Getreidebeständen

Als Teil einer Untersuchung über den Einfluss unterschiedlicher Fungizidbehandlung bei Getreide auf die Eigenschaften von Stroh war die Standfestigkeit von Winterweizen zu bestimmen. Hierzu wurde ein Messverfahren entwickelt, das die direkte Beurteilung der Standfestigkeit bei wachsenden und erntereifen Getreidebeständen gestattet.

Die Verbesserung der Standfestigkeit von Getreide hat im integrierten Pflanzenbau einen hohen Stellenwert. Die heute dichteren und leistungsfähigeren Bestände sind noch stärker auf eine sichere Vermeidung von Lager angewiesen als die dünner stehenden Bestände früherer Jahrzehnte. Bei lagerndem Getreide ist in jedem Fall mit Kornertrags- und Qualitätseinbußen (Verpilzung, Schrumpfkorn) zu rechnen. Die Ausfälle sind um so höher, je früher der Bestand ins Lager geht. Selbst bei spätem Lager sind vor allem durch die erschwerte Erntebearbeitung Verluste einzukalkulieren. Hinzu kommen erhöhte Trocknungskosten [1, 4].

die die Pflanzenhalme aufbringen müssen, um sich einer von außen einwirkenden Kraft (Winddruck oder Schlagregen) zu widersetzen; er ist die Summe der Eigenschaften, welche die Standfestigkeit der Pflanzen bestimmen.

Methode

Die gewählte Methode beruht auf dem 3. Newtonschen Gesetz: „actio = reactio“. Sie wurde abgeleitet aus einem Verfahren zur Biomasseerfassung [2, 3], bei dem ein pendelnd aufgehängter, zylinderförmiger Körper horizontal durch einen Pflanzenbestand bewegt wird.

Da es möglich ist, h_D ; l_P ; m_P und v_F innerhalb eines Schlages oder einer Kulturart annähernd konstant zu halten, ist α nur noch von den Bestandesparametern M_{Hi} , W_{bi} , n_H abhängig, die von den Autoren zur Beschreibung der relativ gebildeten Biomasse herangezogen wurden. Aus der Definition des Pflanzenwiderstandes und der Biomassebestimmung nach [2] wurden folgende Konsequenzen für die Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung des Pflanzenwiderstandes und der Bestandsstabilität von Getreide gezogen:

Auf einen relativ zu einer gewissen Zahl von Pflanzen horizontal bewegten zylinderförmigen Körper mit definierter Masse, Breite und Länge wirkt eine Kraft, die von der Massenträgheit und Biegesteifigkeit aller mit dem Gerät in Kontakt stehender Pflanzen bestimmt wird.

Einflussfaktoren auf die Standfestigkeit

Relevante Eigenschaften der Pflanzen, die ihre Standfestigkeit beeinflussen, sind die Wuchshöhe, die Wandstabilität der Halme, insbesondere der Halmbasisinternodien und die Elastizität des Halms. Diese ist abhängig von Art und Sorte [1, 4]. Zum Erhalt der Standfestigkeit werden Behandlungsmittel (Fungizide und Halmverkürzer) eingesetzt, deren stabilisierende Wirkung bislang noch nicht direkt am wachsenden oder erntereifen Bestand untersucht werden konnte.

Entwicklung eines Messverfahrens für den Pflanzenwiderstand

Der Pflanzenwiderstand wird als die Kraft definiert (maßgeblich durch Massenträgheit und Biegesteifigkeit der Pflanze bestimmt),

Legende

α	Auslenkwinkel des Pendels ($^\circ$)
DMS	Dehnungsmessstreifen
F_x	Kraft in horizontaler Richtung am Pendel (N)
F_z	Kraft in z-Richtung am Pendel (N)
h_D	Drehpunkthöhe (m)
l_P	Länge des Pendels (m)
m_{Hi}	Halmmasse (kg)
m_P	Masse Pendel (kg)
v_F	Fahrgeschwindigkeit ($m\ s^{-1}$)
W_{bi}	Widerstandsmoment (Nm)
I	Stromstärke (μA)

Cand. agr. Fredrick Udoh war Diplomand am Fachgebiet Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen, Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim. Dr. agr. Jürgen Beck ist dort Akademischer Oberrat (Leitung: Prof. Dr. habil. Thomas Jungbluth), Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart, e-mail: jafbeck@uni-hohenheim.de Das Projekt wurde durch die Firma Novartis Agro GmbH (Frankfurt) gefördert.

Schlüsselwörter

Pflanzenwiderstand, Pendel, Messgerät

Keywords

Cereal stock ability, pendulum, measuring device

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 00317 erhältlich oder über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Bild 1: Pendelmessgerät (1-Seilspanner, 2-Wegmesser, 3- Wegmesserhalterung, 4- Antriebsscheibe, 5- Motor, 6- Steuerungskasten, 7-Rad und Radgabel, 8- Laufrohre, 9- Führungsräder, 10- das Pendel, 11- der Pendelträger, 12- Drahtseile, 13- Umlenkscheiben, 14- Querstreben, 15- Dorn)

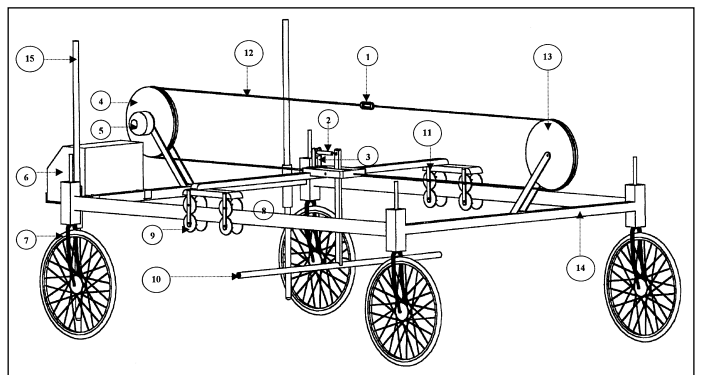


Fig. 1: Pendulum measuring device (1-cable tension clamp, 2-distance meter, 3- distance meter holder, 4-driving disc, 5- electric motor, 6- control box, 7- wheel and fork blades, 8- running tubes, 9- guide wheels, 10- pendulum, 11- pendulum carrier, 12-cables, 13- guide disc, 14- transverses, 15- pin

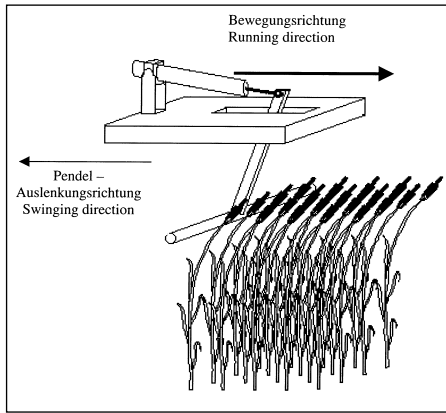


Bild 2: Messung des Widerstandes eines Getreidebestandes; Zustand der Messeinheit während der Messung

Fig. 2: Measuring the resistance of a cereal stock, situation of unit during measurement

Wurden die Parzellen eines Pflanzenbestandes unterschiedlichen Pflanzenschutzbehandlungen unterzogen, können auch Pflanzen gleicher Art und Sorte verschiedene Ausprägungen ihrer Biomassen aufweisen (spezifische Unterschiede in der Masse je Pflanze, in statischen Eigenschaften, im Gesundheitsstatus). Durch das streifenförmige Abtasten von homogenen Pflanzenbeständen treten eindeutige Beziehungen zwischen der Kraftwirkung des Pflanzenbestandes (Widerstand gegen das Pendel) und der Wirkung von Pflanzenschutzbehandlungen zu Tage.

- Die Pflanzenhalme, deren statische Eigenschaften denen einer Feder ähneln, besitzen einen spezifischen Mindestwiderstand gegen eine horizontal einwirkende Kraft.
- Für sinnvolle Widerstandsmessungen an Pflanzenhalmen muss der Betrag der einwirkenden Kraft niedriger sein als die entgegengerichtete resultierende Federkraft aller Pflanzenhalme mit gleichzeitigem Kontakt zum Pendel.

So kann der Auslenkwinkel α des Pendels als Messgröße für die Standfestigkeit eines Pflanzenbestandes herangezogen werden.

Pendelmessgerät

Die eigentliche Messeinheit besteht aus Pendel, Pendeltisch, Wegmesser, Wegmesserhalterung sowie Spannungsmesser (Bild 1).

Das Pendel setzt sich zusammen aus dem senkrechten Pendelhals, der um eine horizontale Achse schwingt und dem horizontalen Pflanzentaster (120 cm lang). Gemessen wird der Widerstand aller Pflanzen, die sich gleichzeitig in Kontakt mit dem Pflanzentaster befinden. Der Wegmesser, der die Widerstandskraft der Pflanzenhalme über die Auslenkung des Pendels misst, gibt dies als Änderung der Stromstärke wieder.

Aus den erfassten Messwerten wurden Pflanzenwiderstände berechnet. Das Gerät wurde für die horizontale Kraftkomponente

Bild 3: Spezifische Bestandsstabilität von Winterweizen während des Wachstumsstadiums und zur Ernte in Abhängigkeit von der Fungizidbehandlung

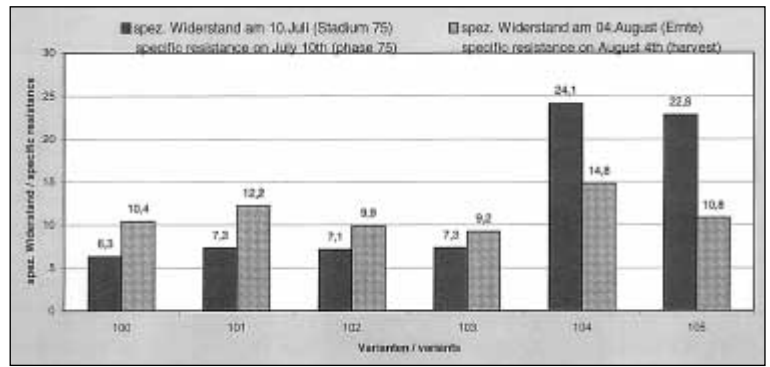


Fig. 3: Specific stock stability during vegetation phase (75) and at harvest depending on fungicide treatment

F_x als Maß für den spezifischen Widerstand der Pflanzen kalibriert. Dazu wurde der Auslenkwinkel (α) des Pendels mit der entsprechenden Kraft in x- Richtung (F_x) durch einen DMS-Kraftaufnehmer kalibriert. Daraus wurde die gewünschte Kraft (F_z) berechnet. Mit Hilfe einer linearen Regression wurden die Umrechnungsfaktoren ermittelt: $F_z = 0,2806 \cdot I - 3,296$ [N]; $R^2 = 0,978$

Einsatz des Gerätes

Zu Anfang einer Messung hängt das Pendel senkrecht zum Boden in einem Winkel von 90° zu den Laufrohren und damit auch zur Oberfläche des Pflanzenbestandes. Somit befinden sich die Pflanzen, deren Widerstand zu messen ist, in ihrem natürlichen Zustand. Mit dem Starten des Gerätes wird die Messeinheit horizontal mit konstanter Geschwindigkeit von einem E-Motor über eine Messstrecke von 180 cm gezogen. Sobald der Pflanzentaster des Pendels Kontakt mit den Pflanzen hat (Bild 2), wird das Pendel so weit ausgelenkt, bis es sich auf einen resultierenden Gleichgewichtswinkel einstellt, der bei einem homogenen Getreidebestand schließlich bis zum Ende der Messstrecke relativ konstant bleibt.

Durch die mittlere Auslenkung des Pendels (gemessen in μA) beim Gleiten durch den Bestand wird der Pflanzenwiderstand bestimmt. Dem endgültigen Messwert für jede Behandlungsvariante liegt der Durchschnitt von fünf Wiederholungen zugrunde.

Ergebnisse

Die Stabilität eines Winterweizenbestandes wurde für die verschiedenen Behandlungsvarianten im Wachstumsstadium 75 und zum Erntezeitpunkt gemessen. Um äußere Störeinflüsse und damit Messfehler während der beiden Zeitpunkte zu minimieren, wurden die Versuche bei günstigen Wetterbedingungen (heiter, ohne Niederschläge, keine besondere Windbelastung) ausgeführt.

Entscheidende Aussagen lassen sich aus dem spezifischen Widerstand je m Breite des Pflanzenbestandes ableiten. Die ermittelten Werte sind vor dem Hintergrund zu werten, dass die Ernteausfälle um so höher sind, je

früher der Weizen ins Lager geht und je höher der Anteil an Lager im Gesamtbestand ist.

Je höher der spezifische Widerstand am Pendel ist, desto höher ist auch der Widerstand der Pflanzenhalme gegen Niederschläge und Wind. Demnach kann ein höherer spezifischer Widerstand als Maß für eine bessere Standfestigkeit interpretiert werden.

Damit ist erstmals die Beurteilung der Standfestigkeit verschiedener stehender Pflanzenbestände möglich.

Die Ergebnisse der Feldversuche zeigten, dass im Wachstumszeitraum 75 die gemessenen Widerstände der Varianten 104 und 105 deutlich höher waren als die der Varianten 100 (Kontrollbestand ohne Behandlungen), 101, 102, und 103, während zum Erntezeitpunkt keine eindeutigen Unterschiede mehr zu erkennen waren (Bild 4).

Weiterhin wird die Entwicklung der Behandlungsvarianten durch den Vergleich der Pflanzenwiderstände zu beiden Zeitpunkten ausgedrückt. Während von Wachstumsperiode 75 bis zur Ernte die Widerstände der Varianten 100, 101, 102 und 103 angestiegen waren, fielen sie bei den Varianten 104 und 105 ab.

Schlussfolgerungen für den Einsatz

Der spezifische Widerstand aller Behandlungsvarianten gegenüber mechanischen Querbelastungen war aufgrund unterschiedlicher Fungizidbehandlungen verschieden, sowohl im Wachstumsstadium 75 als auch zur Ernte. Durch das Messverfahren ließ sich nachweisen, inwiefern produktionstechnische Maßnahmen, wie etwa eine Fungizidbehandlung, Einfluss auf die Stabilität von Getreidebeständen ausüben können.

Der spezifische Pflanzenwiderstand eines Getreidebestandes hat sich als eine messtechnisch direkt erfassbare Eigenschaft der Pflanzen ausgewiesen. Durch den Einsatz des Messverfahrens lassen sich Getreidearten und -sorten sowie Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen nach ihrer spezifischen Eignung für den jeweiligen Standort unter nachteiligen Witterungsverhältnissen wie Schlagregen und Wind ermitteln.