Nutzung eines RTK-GPS Systems im Versuchsanbau für eine automatisierte, parzellenbasierte Sensordatenzuordnung

Mario Jenz[1], Kim Möller[1], Dominik Nieberg[1], Hans-Peter Maurer[2], Tobias Würschum[2] und Arno Ruckelshausen[1]

Abstract: Die Feld-Phänotypisierungsplattform „BreedVision“ wird in der Pflanzenzüchtung im Versuchsanbau verschiedener Getreidesorten eingesetzt. Mit ihr werden anhand der aufgenommenen Sensordaten nicht invasiv pflanzenbauliche Merkmale wie z. B. Wuchshöhe oder Trockenbiomasse erfasst. Mit Hilfe einer GIS Software wurden Getreideparzellen geplant und entsprechend ausgesät. 2016 wurde erstmals ein RTK-GPS System der Firma Trimble auf der Phänotypisierungsplattform während der Überfahrt eingesetzt um die aufgenommenen Sensordaten und die daraus resultierenden Pflanzenmerkmale zu einer Parzelle zuzuordnen. Die nachfolgende Arbeit stellt die Nutzung und Validation des RTK-GPS Systems in der Feld-Phänotypisierungsplattform „BreedVision“ vor.

Keywords: Pflanzenphänotypisierung, Outdoor, Multisensorplattform, GIS, RTK-GPS

1 Einleitung

Die aufwändige händische Phänotypisierung durch Pflanzenzüchter wird zunehmend durch eine automatisierte sensorische, zerstörungsfreie Erfassung von Pflanzenmerkmalen ersetzt. Hierzu hat die Hochschule Osnabrück gemeinsam mit der Landessaatzuchtanstalt in Hohenheim im von dem BMEL und der FNR e.V. geförderten Projekt „predbreed“ die selbstfahrende Multi-Sensorplattform „BreedVision“ (s. Abb. 1) aufgebaut [Mö16]. Bei der Getreidezüchtung werden neue Sorten in Versuchsparzellen angebaut. Diese sind 5-6 m lang, ca. 1,5 m breit, durch einen ca. 1,5 m langen freien Zwischenraum voneinander getrennt und in Reihen hintereinander angeordnet. Für eine möglichst zeitsparende Vermessung werden die Reihen als Ganzes abgefahren. Für die Zuordnung der Sensordaten zu einer bestimmten Parzelle müssen die Parzellengrenzen bekannt sein.

Bisher wurde die Zuordnung der Parzellengrenzen wie folgt realisiert: Nach der Aufnahme wurde mit Hilfe von Sensordaten, insb. des Lichtschattensensors [Bu13], die Parzellengrenzen halbautomatisiert anhand der Parzellenzwischenräume bestimmt. Dazu war es notwendig, die Zwischenräume pflanzenfrei zu halten, um deutlich den Parzel-

[1*] Diese Autoren haben gleichermaßen zu dieser Arbeit beigetragen
Hochschule Osnabrück, Labor für Mikro- und Optoelektronik, Sedanstr. 26, 49076 Osnabrück, A.Ruckelshausen@hs-osnabrueck.de
[2] Universität Hohenheim, Landessaatzuchtanstalt (LSA), Fruwirthstr. 21, 70599 Stuttgart, Tobias.Wuerschum@uni-hohenheim.de

lenanfang und das –ende zu erkennen.

Abb. 1: „BreedVision“-Trägerplattform

2 Material und Methoden

Die neue Methode basiert auf der Planung des Feldversuchs mit einem GIS-Programm und einem RTK-GPS System auf der Sensorplattform. Damit ist keine Pflege der Parzellenzwischenräume erforderlich, der Automatisierungsgrad wird gesteigert und die Robustheit erhöht.

Hierzu werden rechteckige Versuchsparzellen durch vier GPS-Koordinaten an den Eckpunkten festgelegt. Die Aussaat der Parzellen erfolgt mit einem Traktor auf dem ein RTK-GPS System installiert ist und einer Parzellensämaschine dessen Auslösung durch dieses System angesteuert wird. Die „BreedVision“-Plattform wurde ebenfalls mit einem RTK-GPS System ausgestattet und in die vorhandene Systemarchitektur implementiert [Mö16, Je16]. Auf Grundlage der Parzellen-Planungsdaten wird bei der Überfahrt in den RTK-GPS Systemen stetig geprüft, ob sich das Fahrzeug innerhalb oder außerhalb einer Parzelle befindet. Wird eine Parzellengrenze überfahren, ändert sich der Schaltausgang des Systems. Dieser wird für die Steuerung der Sämaschine verwendet bzw. in der Phänotypisierungsplattform zur Deklarierung der Parzellengrenzen verwendet.

Für die Validation der neuen Methode wurden insgesamt 48 Versuchsparzellen mit der Software „MiniGIS“ von Geokonzept geplant [Ge16]. Eine auf dem Versuchshof installierte RTK Basisstation erreicht in Verbindung mit dem auf der Plattform installiertem Trimble FmX System eine theoretische Positionsgenauigkeit von ±0,025 m. Voraussetzung für die Nutzung der neuen Methode ist zudem eine ortskorrekte Aussaat.

3 Ergebnisse

Um die Genauigkeit des Systems und die laut Hersteller angegebene Genauigkeit von ±0,025 m zu überprüfen, wurden die 48 Versuchsparzellen drei Mal mit der Sensorplattform überfahren. Anhand der gespeicherten Parzellengrenzen mit Hilfe des Schaltausgangs wurden die entsprechenden GPS-Koordinaten für den Start bzw. das Ende

einer Parzelle bestimmt und der Abstand zu den **geplanten** Parzellenanfängen und –enden berechnet.

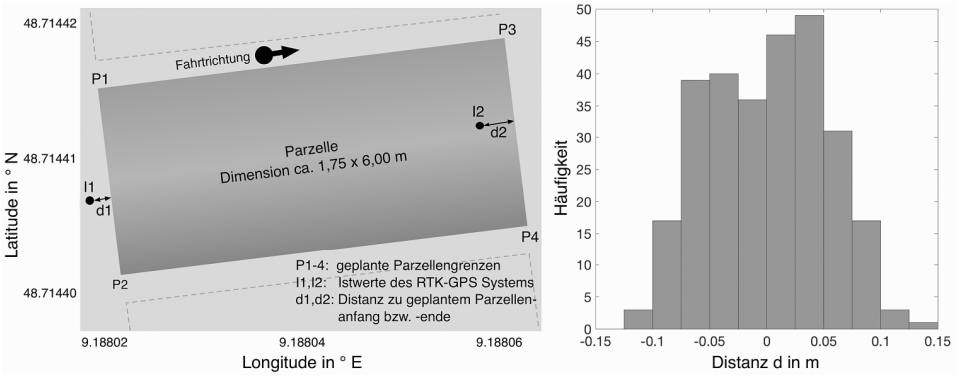

Abb. 2: links: Parzellenplanung vs. Istwerte, schematische Darstellung, rechts: Häufigkeitsverteilung der Abstände d

Abb. 2 (links) zeigt die schematische Darstellung einer vermessenen Parzelle. Die durch die Punkte P1 bis P4 geplante Parzelle wurde in der dargestellten Fahrtrichtung vermessen. Die Position der Auslösung des Schaltausgangs des RTK-GPS Systems bei der Einfahrt in bzw. Ausfahrt aus der Parzelle, wird durch die Punkte I1 und I2 dargestellt. Der Abstand d1 (I1 zu der Linie P1P2) bzw. d2 (I2 zu P3P4) entspricht dabei der Ungenauigkeit des Gesamtsystems. Die Umrechnung der kartesischen Koordinaten in einen Abstandswert erfolgte mit Hilfe der MATLAB® „distance"-Funktion und den trigonometrischen Beziehungen. Das Histogramm in Abb. 2 (rechts) zeigt dabei die Häufigkeit des tatsächlichen Abstands zu den geplanten Parzellenanfängen und -enden. Die vom Hersteller angegebene theoretische Genauigkeit von ±0,025 m kann dabei in der Praxis nicht eingehalten werden. Die errechnete Standardabweichung beträgt 0,052 m, die maximale Abweichung 0,126 m.

4 Vergleich zu alternativen Methoden

Für die Einteilung der aufgenommenen Sensordaten in Parzellen wurden bisher die Daten des Lichtgitters verwendet. Anhand des Schattenbildes werden die Parzellengrenzen entsprechend festgelegt [Bu13]. Eine weitere Möglichkeit bieten die Daten eines Ultraschallsensors, der zur Detektion von Parzellengrenzen und -höhen für die Ansteuerung des in der Plattform integrierten, höhenverstellbaren Sensormoduls [Je16] verwendet wird. Beide Systeme haben jedoch gegenüber der RTK-GPS Methode folgende Nachteile: Beide erfordern eine regelmäßige Entfernung von Beikräutern in den Parzellenzwischenräumen damit Parzellenanfang und –ende zuverlässig erkannt werden. Des Weiteren ist eine Vermessung der Versuchsparzellen in sehr frühen Wachstumsstadien nicht möglich, da eine sensorische Parzellenerkennung eine Mindest-Pflanzenhöhe (von eini-

gen 0,10 m) erfordert. Weiterhin kann die Interpretation der Sensordaten unter gewissen Umständen zu Fehlern führen (z. B. bei ungleichem Bewuchs oder Lagerschäden). Bei Verwendung der Lichtgitter als bildgebendes Element der Phänotypisierung erfolgt die Festlegung der Parzellengrenzen bisher softwarebasiert nach der Aufnahme und steht daher i.d.R nach dem Transfer der Sensordaten auf einen Server zur Verfügung. Damit ist eine schnelle, parzellenbasierte Sichtung der aufgenommenen Daten auf dem Feld nur schwer möglich.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Es wurde gezeigt, dass die Verwendung eines RTK-GPS Systems zur automatisierten Kennzeichnung von Parzellengrenzen im Versuchsanbau nützlich ist und eine Reihe von Vorteilen gegenüber den gezeigten alternativen Methoden bietet. Im Rahmen der im Kapitel 3 dargestellten Ungenauigkeiten ist insbesondere der höhere Automatisierungsgrad hervorzuheben. Die Abweichung ist im Vergleich zu den typischen pflanzenbaulichen Störgrößen (Unebenheiten, Witterungseinflüsse) als gering einzustufen.

Mit weiteren Feldversuchen ist noch zu klären, wie häufig Aussaatfehler auftreten, um eine fundierte Aussage darüber treffen zu können, ob die RTK-GPS-Methode eine ausreichende Sicherheit und Genauigkeit bietet oder z. B. in Verbindung mit der Lichtgittermethode eingesetzt werden sollte.

Literaturverzeichnis

[Bu13] Busemeyer, L. et al.: “BreedVision — A Multi-Sensor Platform for Non-Destructive Field-Based Phenotyping in Plant Breeding.” *Sensors (Basel, Switzerland).* 2013;13(3):2830-2847. doi:10.3390/s130302830.

[Ge16] Produktbeschreibung Software MiniGIS, http://www.geo-konzept.de/data/produkte/produktinformation15_minigis_115.pdf, Aufrufdatum: 22.11.2016.

[Je16] Jenz, M.; Möller, K.; Nieberg, D.; Ruckelshausen, A.: “Automatisierte Höhennachführung eines Multisensorsystems zur Feldphänotypisierung“, Referate der 36. GIL-Jahrestagung, 22.-23. Februar 2016, Osnabrück, S. 77-80.

[Mö16] Möller, K.; Jenz, M.; Kroesen, M.; Losert, D.; Maurer, H.-P.; Nieberg, D.; Würschum, T.; Ruckelshausen, A.: “Feldtaugliche Multisensorplattform für High-Throughput Getreidephänotypisierung - Aufbau und Datenhandling“. In Referate der 36. GIL-Jahrestagung, 22.-23. Februar 2016, Osnabrück, S. 137-140.