

Horst Domsch und Hans-Jürgen Horn, Potsdam, sowie Robert Kuhn, Berlin

Bestimmung der lokalen Bodenbelastung

Die Verteilung der Bodenbelastungen innerhalb eines Schlages ist eine Einflussgröße für lokale Boden-zustandsänderungen. Sie wird für einen Arbeitsgang mit regelmäßigem Befahrmuster (Grubbern) und einen mit einem zufälligen Befahrmuster (Korntransport) verglichen.

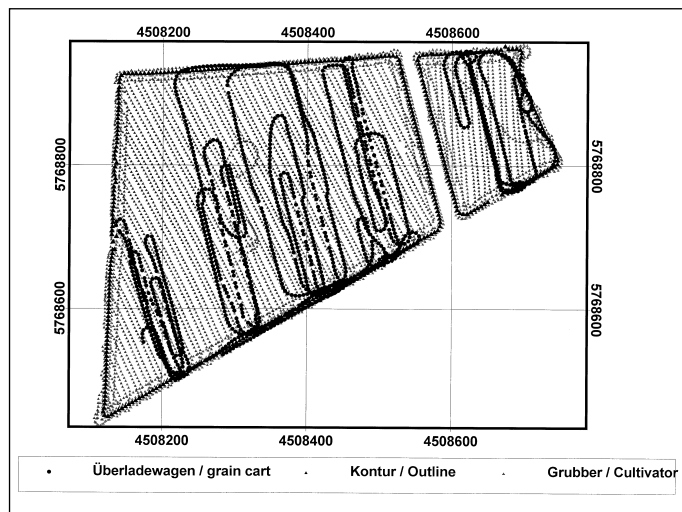


Bild 1: Befahrmuster zweier Feldfahrzeuge

Fig.1: Traffic pattern of two field vehicles

Dr.-Ing. Horst Domsch ist wissenschaftlicher Mitarbeiter, Hans-Jürgen Horn Mitarbeiter in der Abteilung Technik im Pflanzenbau im Institut für Agrartechnik Bornim, Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam; e-mail: hdomsch@atb-potsdam.de
Cand.-ing. Robert Kuhn studiert an der Technischen Universität Berlin; e-mail: robert@passpunkt.de

Schlüsselwörter

Bodenbelastung, Feldverkehr, teilflächenspezifische Bodenbearbeitung, Überladewagen

Keywords

Soil load, field traffic, site specific tillage, grain cart

Literaturhinweise sind unter LT 00427 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Der Feldverkehr, die Summe aller Fahrzeugbewegungen auf einem Feld, erzeugt ein Belastungsmuster und in der Folge einen ungleichmäßigen Bodenzustand. Die Berücksichtigung wechselnder Bodenzustände ist Gegenstand einer teilflächenspezifischen Bodenbearbeitung.

Die Mindestgröße der Teilflächen, für die eine Anpassung der Bearbeitungsintensität erfolgen kann, ist durch die Arbeitsbreite des Bodenbearbeitungsgerätes sowie den Fahrweg, um die folgende Intensitätsstufe zu erreichen, vorgegeben. In der Realität werden

größere Teilflächen sinnvoll sein. Ein repräsentativer Wert des Bodenzustandes ist für Teilflächen dieser Ausdehnung zu bestimmen.

Der Verdichtungs-zustand an einer beliebigen Stelle eines Schlages hängt ab von dem dortigen Aufbau des Bodenprofils und der vorangegangenen Bearbeitung, den erfolgten Belastungen sowie dem Bodenfeuchtezustand zum Zeitpunkt der jewei-

ligen Belastung [1].

Für typische Bodenprofile Brandenburgs erfolgte die Bestimmung ihrer potenziellen Verdichtungsgefährdung [2]. Somit lassen sich Bodenprofilkarten in Karten der potenziellen Verdichtungsgefährdung konvertieren. Bodenkarten, die Klassen von Bodenprofilen mit hinreichender Genauigkeit ausweisen, sind bisher nicht vorhanden. Ihre Bedeutung für fast alle Arbeitsgänge einer teilflächenspezifischen Bewirtschaftung

lässt jedoch erwarten, dass sie zukünftig erarbeitet werden. Die Einbeziehung der mit relativ geringem Aufwand erstellbaren Karten der elektrischen Leitfähigkeit als Vorinformation für eine gezielte Bodenansprache bietet hierfür gute Voraussetzungen [3].

Obwohl der Zusammenhang nicht zwingend ist, wird hinsichtlich der teilflächenspezifischen Bodenbearbeitung unterstellt, dass die Bodenzustandsänderung auf Teilflächen einer bestimmten Verdichtungsgefährdung mit zunehmender summarischer Belastung ansteigt. Die wahre Verteilung der Radspuren und damit die genaue Verteilung der Verdichtungs-zonen kann bei den zurzeit wirtschaftlich nutzbaren Positionierungssystemen nicht berücksichtigt werden.

Jedem Belastungsereignis ist ein Bodenfeuchtezustand zuzuordnen, der innerhalb eines Schlages auch variieren kann.

Durch Verknüpfung der einzelnen Informationen lässt sich eine Karte mit Teilflächen unterschiedlicher Bodenzustandsänderungen prognostizieren.

Ziel dieses Beitrages soll es sein, die Verteilung der Belastung durch Feldfahrzeuge auf Flächen als Teil der Gesamtproblematik zu analysieren und zu bewerten.

Fahrbewegungen von Feldfahrzeugen

Die Fahrbewegungen von Fahrzeugen bei reihengebundenen Arbeiten lassen sich im Inneren des Feldbereiches relativ genau, am Vorgewende jedoch nur überschlägig modellieren. Unter Nutzung eines Ortungssystems, etwa eines DGPS, können die realen Bewegungen jedes Fahrzeuges gegenwärtig mit einer Genauigkeit von unter 2 m bei einem vertretbaren Aufwand aufgezeichnet werden. Damit sind auch die Bewegungen der bisher in Modellen vernachlässigten Transportfahrzeuge zu berücksichtigen.

Tab. 1: Vergleich verschiedener Fahrzeugaggregate hinsichtlich des Faktors c

Table 1: Comparing various vehicle aggregates with regard to factor c

Fahrzeug-aggregat	Reifeninnen-druck kPa	Belade-zustand	Faktor c für Gesamt-aggregat	Max. Faktor c für ein Einzel-rad
JD 8400 + Flachgrubber 8,1 m	Traktor vorn 70 Traktor hinten 70	ohne	2,62	0,7
JD 8400 + Hawe Überladewa-gen ULW2500T	Traktor vorn 70 Traktor hinten 70 ÜLW 150	leer gefüllt	5,7 13,6	0,78 2,68
MD JD 2066	Vorn 210 Hinten 230	leer gefüllt	11,1 14,5	4,2 5,5

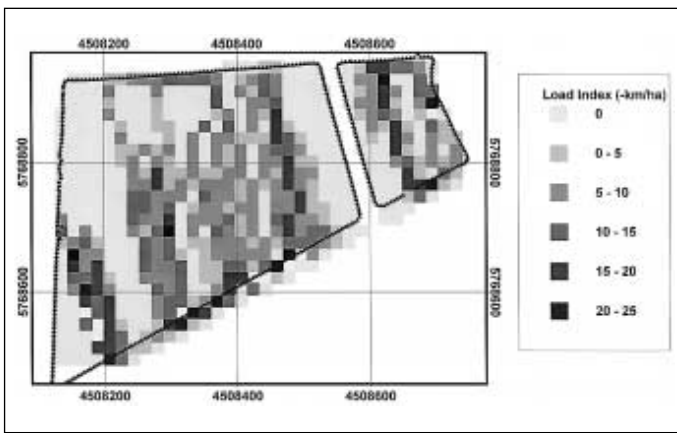


Bild 2: Lokale Verteilung der Bodenbelastung infolge Korntransport

Fig.2: Local distribution pattern of soil load caused by grain transport

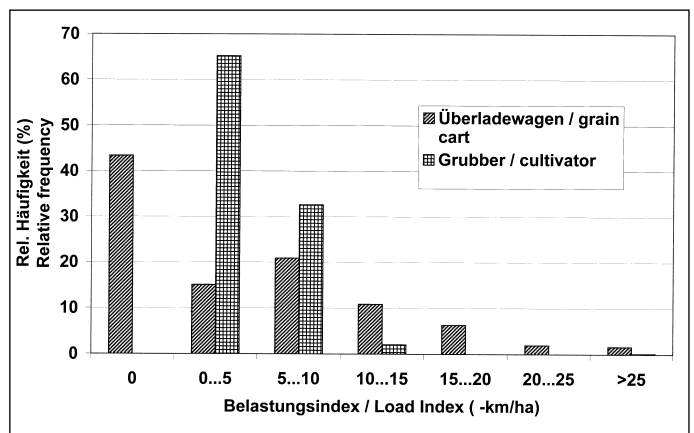


Bild 3: Histogramm des Belastungsindex für zwei Feldfahrzeuge

Fig.3: Histogram of the load index for two field vehicles

In dem Landwirtschaftsbetrieb AgriCo Lindau AG wurde eine eigene Referenzstation aufgestellt und ein JD-Traktor mit einem DGPS-System ausgerüstet. Der Traktor kam mit einem Überladewagen zum Körnertransport beim Mähdrusch, bei der Stoppelbearbeitung, Saatbettbereitung und bei der Aussaat zum Einsatz.

Nicht nur das Drillen und die folgenden Pflegearbeitsgänge, sondern auch die schräg zur Hauptbearbeitungsrichtung durchgeführte Stoppelbearbeitung bildet ein gleichmäßig über die Feldfläche verteiltes Fahrspurmuster im Feldinneren (Bild 1). Dagegen wird das Feld beim Körnertransport nur in Teilbereichen befahren. Die Position der befahrenen Flächenanteile ist abhängig von der Beeteinteilung durch den Mähdrescherkomplex. Das südliche Vorgewende ist besonders häufig befahren worden, da dort die Übergabe des Kornes auf das Straßenfahrzeug erfolgte.

Bewertung der Bodenbelastung von Flächen

Die Belastung eines Feldes nimmt mit dem Weg zu, den ein Fahrzeug zurücklegt, oder mit der Dauer der Fahrzeugbewegung auf der Fläche. Bewertungsgrößen einer Flächenbelastung basieren deshalb häufig auf diesen Grundgrößen, die zusätzlich auf eine Flächeneinheit bezogen werden [4]. Zur Berücksichtigung der Art des Fahrzeuges wird in erster Näherung das Gewicht als Faktor verwendet. Daraus ergeben sich Belastungsgrößen mit den Einheiten $t \cdot h/ha$ oder $t \cdot km/ha$. Die Gestaltung des Fahrwerkes bleibt in diesen einfachen Ausdrücken unbeachtet. In Anlehnung an [5] wurde für die Untersuchungen ein Fahrzeugfaktor der Form

$$c = \sum_{i=1}^n \left(\frac{F_i}{F_o} \times \frac{p_i}{p_o} \right)$$

mit den Größen i = lfd. Nummer der Räder, F = Radlast/kN, F_o = Bezugsradlast = 20 kN, p = Reifeninnendruck/kPa, p_o = Bezugsreifeninnendruck = 150 kPa aufgestellt, um das Feldfahrzeug zu kennzeichnen (Tab. 1).

Auch dieser Faktor wird mit dem Fahrweg oder der Verweildauer innerhalb einer Teilfläche zu einer Belastungsgröße kombiniert.

Der auf Bodenschonung achtende Betrieb AgriCo Lindau AG reduziert den Reifeninnendruck der Fahrzeuge auf den zulässigen Mindestwert. Damit steigt der Faktor c des Überladewagens trotz einer Zuladung von 16 t nicht über den des Mähdreschers. Der Maximalwert eines Einzelrades ist beim Mähdrescher deutlich höher. Bei der Stoppelbearbeitung ist der Fahrzeugfaktor im Vergleich zu dem der Erntemaschinen gering.

Jede in einen Zahlenausdruck komprimierte Bewertung einer flächenspezifischen Belastung wird nicht mehr als eine grobe Schätzung der tatsächlichen positionsabhängigen Belastung innerhalb einer Teilfläche sein können. Für eine Unterscheidung in höher oder weniger hoch belastete Teilflächen ist eine solche Bewertung aber sinnvoll.

Programm Feldverv zur teilflächenabhängigen Darstellung der Bodenbelastung

Die Kalkulation der lokalen Verteilung der Bodenbelastung erfordert eine Auswertung der ermittelten Bewegungsbahnen und eine Berechnung der ausgewählten Belastungsindizes. Dazu wurde ein Programm entwickelt, das ermöglicht

- ein Raster mit beliebigen Abmessungen über den Schlag zu legen,
- den Weg und die Verweildauer eines Fahrzeuges pro Rasterelement zu berechnen,
- unter Nutzung dieser Größen und eines fahrzeugabhängigen Faktors einen Belastungsindex zu berechnen, wobei der Faktor dem Ladezustand eines Transportfahrzeuges auch angepasst werden kann,
- die Belastungen unterschiedlicher Arbeitsgänge für jedes Rasterelement zu addieren, um Aussagen über Zeitabschnitte oder Verfahren zu ermöglichen.

Die Darstellung der Daten erfolgt mit einem GIS-Programm.

Ergebnisse

Verglichen wird der Belastungsindex ($c \cdot \text{Weg/Fläche}$) für Rasterelemente von $18\text{m} \cdot 18\text{m}$ eines Überladewagen ULW 2500T beim Korntransport zwischen den Mähdreschern und den Straßenfahrzeugen und eines $8,1\text{m}$ Grubbers bei der Stoppelbearbeitung (Bild 2). Der wechselnde Ladezustand des Überladewagens wurde überschlägig aus den DGPS-Daten ermittelt.

Mehr als ein Drittel der Teilflächen wird durch den Überladewagen nicht befahren. Hohe Belastungen erleiden nur relativ wenige Teilflächen (Bild 3). Demgegenüber erfolgt die Belastung beim Grubbern weitgehend gleichmäßig. Im Wesentlichen konzentriert sie sich auf zwei benachbarte Klassen im unteren Bereich der Belastungsskala. Aufgrund des geringeren Fahrweges werden auch beim Korntransport über 80% der Teilflächen im Mittel nicht höher belastet.

Die Belastung durch die Mähdrescher mit ihren 6m -Schneidwerken wird wegen des großen Fahrweges und des hohen Fahrzeugfaktors deutlich über der liegen, die der Überladewagen verursacht. Der Korntransport mit einem Überladewagen bei abgesehenem Reifeninnendruck wird den Boden beim Mähdrusch also nicht zusätzlich schädigen.

Fazit

Mit dem vorgestellten Programm lässt sich die Belastung eines Feldes durch Fahrzeuge teilflächenabhängig kalkulieren. Damit ist auch die Bewertung von Transportvorgängen möglich.

Für die Bewertung der Bodenzustandsänderung wird man sich hinsichtlich der Bodenbelastung auf die Arbeitsgänge mit den hohen Belastungen und die Bereiche mit hoher Überrollhäufigkeit konzentrieren können.