

Claus Sommer und Joachim Brunotte, Braunschweig

Bodenschadverdichtungen

Technische Möglichkeiten zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen in der pflanzlichen Produktion

Bodenverdichtung mit negativen Auswirkungen auf nachhaltig zu sichernde Funktionen des Bodens (Produktions-, Regelungs- und Lebensraumfunktion) – "Bodenschadverdichtung" – ist ein standortabhängiges, bodenfeuchte- und fruchtfolgespezifisches sowie betriebstechnisches Problem in der Pflanzenproduktion. Vor dem Hintergrund der Zielsetzung heutiger Landbewirtschaftung, wettbewerbsfähig und zugleich umweltverträglich zu sein, wird ein Konzept für bodenschonendes Befahren vorgeschlagen. Vier Bausteine sind die Grundlage: Nutzung technischer Möglichkeiten, Anpassung von Arbeitsverfahren, Verbesserung der Belastbarkeit des Bodens und Begrenzung der mechanischen Belastung.

PD Dr.-Ing. Claus Sommer ist Leiter und Dr. Joachim Brunotte wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Betriebstechnik und Bauforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig; e-mail: Claus.Sommer@fal.de
Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei für die Unterstützung der Forschungsarbeit gedankt.

Schlüsselwörter

Bodenschadverdichtung, Bodenschutz, Technische Lösungen, Gute fachliche Praxis

Keywords

Soil compaction, soil protection, technical solutions, best practice management

In den vergangenen Jahrzehnten haben die Fahrzeugmassen von Traktoren, selbstfahrenden Arbeitsmaschinen und Transportfahrzeugen zugenommen. Leistungsfähige Technik ermöglicht heute deren Einsatz zum optimalen Zeitpunkt, Zeit und Kosten einzusparen sowie, infolge größerer Arbeitsbreiten, die Reduzierung des Spuranteils auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Andererseits beanspruchen hohe Radlasten das Bodengefüge, insbesondere unter feuchten Bodenbedingungen, stärker und gegebenenfalls in größeren Bodentiefen. Es besteht dann die Gefahr, dass Bodenfunktionen geschädigt werden [1]. In der FAL wird an einem Konzept gearbeitet, das technische Beiträge leistet, im Sinne einer nachhaltigen Landbewirtschaftung solcher Bodenschadverdichtung vorzubeugen.

Lösungsansatz

Das Konzept „Bodenschonendes Befahren“ besteht aus vier Bausteinen (Bild 1).

Ergebnisse und Handlungsempfehlungen

Nutzung technischer Möglichkeiten

Dem (mittleren!) Kontaktflächendruck in der Berührungsfläche Fahrwerk/Boden wird seit langem Aufmerksamkeit geschenkt. Die Vergrößerung der Radaufstandsfläche hat bei gleicher (!) Radlast (t) die Verringerung des Kontaktflächendrucks (bar) zur Folge, wodurch die Beanspruchung des Bodens, der Bodendruck, reduziert werden kann. Lange bekannte technische Möglichkeiten sind etwa Zwillings- oder Gitterräder; Breit-

und Terrareifen kamen hinzu. Jüngere Entwicklungen sind Gummibandlaufwerke, Dreispurfahrzeuge und Fahrwerke mit Knickgelenk.

Über großvolumige Reifen sind heute bei einem Reifeninnendruck von < 1 bar Radlasten bis 5 t abzustützen. Je nach Bodenzustand besteht bei höherem – teilweise auch schon bei geringerem – Reifeninnendruck Gefahr für das Bodengefüge; andererseits ist trockener und/oder abgesetzter Boden höher belastbar. Für eine Bewertung kommt erschwerend hinzu, dass Kontaktflächendruck und Bodendruck nicht nur von externen Faktoren (Radlast), sondern ganz entscheidend auch von bodeninternen Parametern (Bodenart, Bodendichte, Bodenfeuchte) abhängen. Deshalb ist es unter dem Blickwinkel praxisrelevanter Entscheidungshilfen so schwierig, allgemeine Grenz- oder Richtwerte vorzugeben.

In dem Bemühen, dem Landwirt praktikable Entscheidungshilfen zur Vorbeugung von Bodenschadverdichtung an die Hand zu geben, rücken die Anfälligkeit des Bodens (susceptibility) aufgrund von Textur und Bodendichte sowie die Empfindlichkeit des Bodens (vulnerability) unter Einbeziehung der (aktuellen!) Bodenfeuchte in den Vordergrund [2]. Wäre eine entsprechende Bodenzustandsklassifizierung maximalen Werten für den Reifeninnendruck, der vom Fahrer sehr viel leichter – als etwa der mittlere Kontaktflächendruck – zu kontrollieren und heute auch mit Reifeninnendruckregelanlagen zu regeln ist, zuzuordnen, lägen auch Anreize für die Reifenindustrie auf der Hand, noch bodenschonendere Reifen zu entwickeln. Dabei sollte der Verformungszustand des Reifens berücksichtigt werden [3].

Ein technisch orientiertes Ziel solcher Überlegungen ist eine Befahrbarkeitssensor [4]. Als Übergangslösung dient heute, etwa im Falle des Zuckerrübenrodgers, die Spurtiefe (Bild 2). Sie fasst auf grobe Weise alle beim Befahren wirkenden Einflussfaktoren zusammen und gibt Signal, etwa die Bunkerkapazität bei empfindlichem Bodenzustand nicht voll auszuschöpfen.

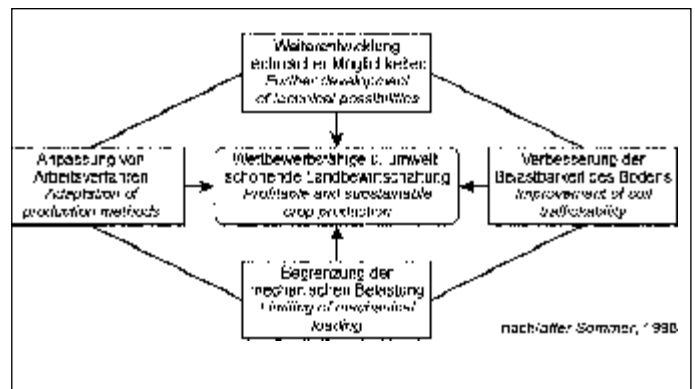


Bild 1: Die Bausteine des Konzeptes „bodenschonendes Befahren“

Fig. 1: Concept of soil protecting trafficking

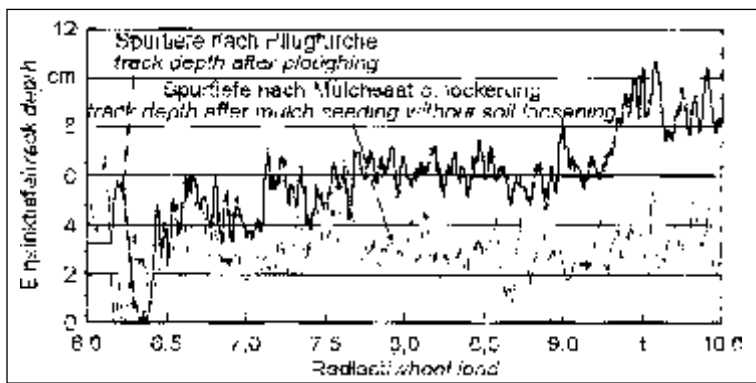


Bild 2: Spurtiefe eines Rübenroders bei zunehmender Bunkerfüllung und nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung

Fig. 2: Track depth of a sugar beet harvester with increasing hopper filling and after different tillage

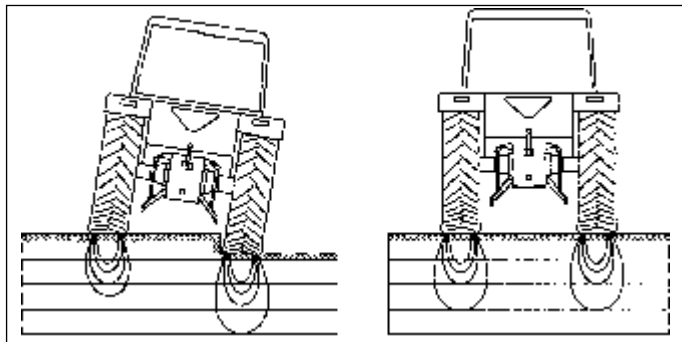


Bild 3: Druckzwiebeln (schematisch) beim herkömmlichen (links) und beim Onland-Pflügen (rechts)

Fig. 3: Pressure bulbs during conventional (left) and onland-ploughing (right)

Anpassung von Arbeitsverfahren

Bekannte Möglichkeiten zur Verminderung von Bodendruck sind: Zusammenlegen von Arbeitsgängen, „spurfreie“ Arbeitsgänge, indem etwa Grundbodenbearbeitung und Bestellung in einem Arbeitsgang erfolgen, Fahrgassensysteme, Allradantrieb und der Einsatz zapfwellengetriebener Geräte.

Eine weitere Möglichkeit wird heute in Deutschland noch zu wenig genutzt. Das Fahren beim Pflügen außerhalb der Furche lässt den Bodendruck nicht so weit in die Tiefe eindringen wie beim herkömmlichen Pflügen (Bild 3).

Verbesserung der Belastbarkeit des Bodens

Feldversuche zeigen, dass nichtwendende Bodenlockerung (mit Parapflug, Schichten-grubber) im Vergleich zur herkömmlichen Pflugarbeit ohne Ertragseinbußen möglich ist [5]. Das Bodengefüge weniger zu stören, macht hohen Aufwand für Rückverfestigung entbehrlich und gelingt mit einer fruchtfolgespezifischen (einmal in drei Jahren?), schonenden Lockerung.

Diese „nichtklassische“ Bodenlockerung kombiniert den mechanischen Lockerungseffekt (unter trockenen Bedingungen im Bereich der gesamten Lockerungstiefe!) mit der biologischen Stabilisierung des gelockerten Bodengefüges durch das Wurzelwerk der zwischen zwei Hauptfrüchten stehenden Zwischenfrucht (Mulchsaat zur folgenden Hauptfrucht fördert darüber hinaus den Regenwurmbesatz und damit die Anlage senkrechter natürlicher Röhren für die Wasserableitung!). Folgt anschließend bo-

denschonendes Befahren, liegen gute Voraussetzungen vor, um Bodenbeanspruchung zu mindern. Dieser Lösungsansatz bedeutet als Baustein konservierender Bodenbearbeitung [6] bessere Befahrbarkeit (Bild 4) und hilft, in Zukunft auch teilflächenspezifisch, Schadverdichtung vorzubeugen.

Begrenzung der mechanischen Belastung

Die eigentlich kritischen Punkte für bodenschonendes Befahren liegen bei der Radlast, höheren Triebkräften und möglichem Radschlupf. Kommen diese Belastungen zusammen, ist höhere Bodenbeanspruchung die Folge. Im Falle verdichtungsempfindlicher Bodenzustände sind hier Grenzen zu setzen. Schadverdichtungen sind bei hoher Bodenfeuchte und entsprechender Beanspruchung zu erwarten, bislang vom Praktiker aber nur an der Spurtiefe oder am behinderten Pflanzenwachstum zu erkennen.

Die technische Möglichkeit der Umrüstung von einem schmalen auf einen Breitreifen hilft aus der Sicht der Bodenschonung nur dann, wenn nicht gleichzeitig die Belastung erhöht wird. Tatsächlich kann die bisherige Tendenz zunehmender Radlast dann nicht im Sinne eine vorsorgenden Bodenschutzes sein, wenn – speziell im Unterboden – während des Befahrens mit hohen, gegebenenfalls auch schon mit geringeren, Radlasten verdichtungsempfindliche Bodenzustände herrschen. Sensorsysteme sind vorstellbar, mit deren Hilfe hinsichtlich Radlast, Reifenwahl, Reifeninnendruck und Bodenfeuchte mehr Rücksicht auf die aktuelle Befahrbarkeit zu nehmen wäre [4].

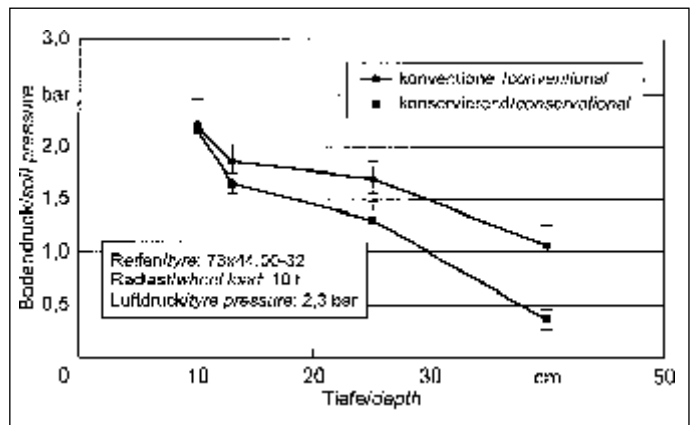


Bild 4: Bodendruck während der Zuckerrübenerte nach Pflugfurche und konservierender Bodenbearbeitung (nach [4])

Fig. 4: Soil pressure during sugar beet harvesting after ploughing and conservation tillage, respectively [4]

Fazit

Die beschriebenen Bausteine des Konzeptes „Bodenschonendes Befahren“ sind mit den Handlungsempfehlungen standort- und betriebsspezifisch zu kombinieren, um Schadverdichtung mit technischen Mitteln vorzubeugen. Darüber hinaus sind acker- und pflanzenbauliche Ansätze wichtig, unter denen die Fruchtfolge für Vorsorgemaßnahmen eine besondere und leider noch wenig beachtete Rolle spielt.

Es können Zielkonflikte zwischen ökologischen und ökonomischen Aspekten entstehen. Gute fachliche Praxis soll nicht zuletzt solchen entgegenwirken. Sie sind unter Beachtung der Priorität von Bodenschutzproblemen, der ökonomischen Situation des Betriebes, der Anbau- und Schlagstruktur und nicht zuletzt aufgrund der Einstellung des Betriebsleiters zum Bodenschutz einer Lösung zuzuführen. Dabei hilft das vorgeschlagene Konzept; es ist theoretisch fundiert und praxisrelevant – am besten gemeinsam mit der Bodenphysik – weiterzuentwickeln.

Literatur

Bücher sind mit • gekennzeichnet

- [1] • Horn, R., J.J.H. van den Akker and J. Arvidsson: Subsoil compaction. *Advances in Geocology* 32, 2000, 462 p.
- [2] Chamen, T., L. Alakukku, S. Pires, C. Sommer, G. Spoor, F. Tijink and P. Weiskopf: *Equipment and field practices to avoid subsoil compaction* (in press)
- [3] Schlotter, V. und H.D. Kutzbach: Innenkontur eines Traktorreifens. *Landtechnik* 56 (2001), H. 1, S. 12-13,
- [4] Brunotte, J., M. Weißbach, H. Rogasik, E. Isensee und C. Sommer: Zur guten fachlichen Praxis beim Einsatz moderner Zuckerrüben-Erntetechnik. *Zuckerrübe* 49 (2000), H. 1, S. 34-40
- [5] Sommer, C. und M. Zach: Managing traffic-induced soil compaction by conservation tillage. *Soil & Till. Res.* 24, (1992), pp. 319-336
- [6] Sommer, C.: Konservierende Bodenbearbeitung – ein Konzept zur Lösung agrarrelevanter Bodenschutzprobleme. *Landbauf. Völknerode* (1998), SH 191, 128 S.