

Weinbergböden und Traktorbereifung

Böden stellen eine komprimierbares Gemisch mineralischer und organischer Substanz mit einem variablen Anteil luft- und wassergefüllter Poren dar. Durch das Überfahren mit Rebergtraktoren wird im ungünstigen Fall einerseits die Bodenstruktur vor allem im Spurbereich verdichtet und andererseits in begrünter Anlagen die pflanzliche Bodenbedeckung geschädigt. Die Wahl der Reifen und des Pneudrucks sind von grosser Bedeutung für einen effizienten Arbeitseinsatz, aber auch für die negativen Auswirkungen. Der vorliegende Bericht geht auf die technischen Voraussetzungen ein, die zur Minimierung nachhaltig schädlicher Einflüsse beim Traktoreinsatz berücksichtigt werden müssen.

MARTIN STRAUSS, STAATLICHE LEHR- UND VERSUCHSANSTALT FÜR WEIN- UND OBSTBAU, LVWO, WEINSBERG/D
marlin.strauss@lvwo.bwl.de

Die Bereifung des Rebergtraktors ist das Bindeglied zwischen Gefährt und Boden beziehungsweise der Fahrbahn. Es sollen bei geringem Radschlupf die erforderlichen Zugkräfte entstehen können, der Boden und die Begrünung geschont werden, die Reifen eine hohe Laufleistung aufweisen – und all dies zu einem günstigen Preis. Ob im steilen Weinberg oder bei zügigen Transportfahrten, die Bereifung sollte immer optimalen Fahrkomfort und maximale Sicherheit gewährleisten. Dass bei so unterschiedlichen Anforderungen Kompromisse eingegangen werden müssen, liegt auf der Hand.

Pflanzenwuchs und Bodenporen

Die natürliche Struktur des Bodens besteht zu 40 bis 50% des Volumens aus Poren, der Rest ist feste Substanz. Durch Reifendruck wird der Porenanteil verringert. Zur Berechnung des Porenanteils wird das Porenvolumen (Luft und Wasser) durch das Gesamtvolumen geteilt. In sehr leichten Böden liegt die Grenze für das Pflanzenwachstum bei zirka 35% Porenanteil. Bei schweren Böden kann sie 40% überschreiten. Optimal sind Porenanteile um 45%. Da in frisch gefrästem Boden der Porenanteil im bearbeiteten Horizont bis zu 60% betragen kann, wird hier die positive Wirkung von Bodenrückverfestigungen (Walzen) deutlich. Solche Massnahmen sind nach der Saat wichtig, um einen hohen Feldaufgang zu gewährleisten.

Entstehung des Bodendrucks

Der grösste Bodendruck tritt immer an der Kontaktfläche auf; die grösste Verdichtung kann jedoch auch tiefer liegen. Unmittelbar unter dem Reifen kann der Boden infolge von Reibung kaum «fliessen», er wird weitgehend statisch verdichtet. In grösserer Tiefe hingegen wird der Boden plastisch verdichtet. Das

bewirkt eine erhöhte Lagerungsdichte. Der Kontaktflächendruck ist das Kriterium zur Beurteilung der Druckauswirkungen im Bereich unmittelbar unter dem Reifen. Um flach wurzelnden Pflanzen einer Begrünung optimale Wachstumsbedingungen zu bieten, muss der Kontaktflächendruck so gering wie möglich gehalten werden. Die Grössenordnung des Kontaktflächendrucks kann einfach abgeschätzt werden: Zum Luftdruck im Reifen wird eine Richtzahl für die Seitenwandabstützung hinzugerechnet. Daraus ergibt sich der mittlere Kontaktflächendruck. Wegen der Steifigkeit des Reifens resultiert ein über die Auflagefläche gemittelter Kontaktflächendruck, der höher ist als der Reifendruck. Die Richtwerte für die Seitenwandabstützung hängen von der Reifenbauart ab. Für Diagonalreifen gelten zirka 0.5 bar, für Radialreifen 0.4 bar und für spezielle Breitreifen 0.2 bis 0.3 bar. Bei einem Radialreifen mit einem Druck von einem Bar ergibt sich damit ein mittlerer Kontaktflächendruck von zirka 1.4 bar. Wird das Wurzellängenwachstum in einem verdichtungsfreien Boden gleich 100% gesetzt, so hat eine Bodenverdichtung von einem Bar eine Reduktion des Wurzellängenwachstums von bis zu 90% zur Folge. Um die obere Bodenschicht zu schonen, müssen Reifen mit weichen Seitenflanken und geringem Luftdruck zum Einsatz kommen.

Tiefenwirkung

Zur Gesamtbeurteilung des Bodendrucks muss auch die Tiefenwirkung betrachtet werden. Hierzu dienen die Linien gleicher Hauptdruckspannungen, die sogenannten «Druckzwiebeln». Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für den Verlauf der Linien gleicher Hauptdruckspannungen. Die gestrichelte Linie entspricht einem Druck von 0.2 bar. Zur jeweils nächsten Linie erhöht sich der Druck um weitere 0.2 bar. Die linke Darstellung in Abbildung 1 repräsentiert einen nasen und deshalb weichen Boden. In der Folge wird die Spur tiefer und die Druckzwiebel schlanker. Beide Effekte vergrössern die Tiefenwirkung der Boden-

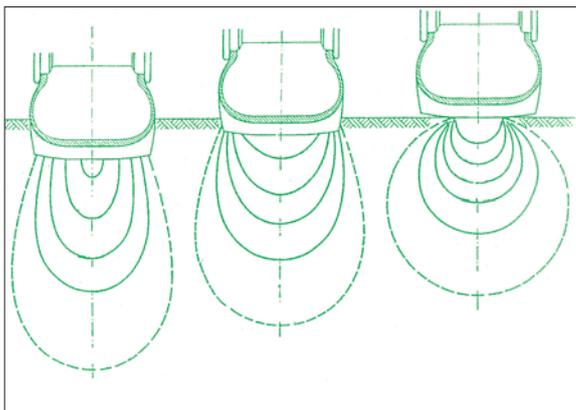


Abb. 1: Linien gleicher Hauptdruckspannungen – die sogenannte Druckzwiesel.

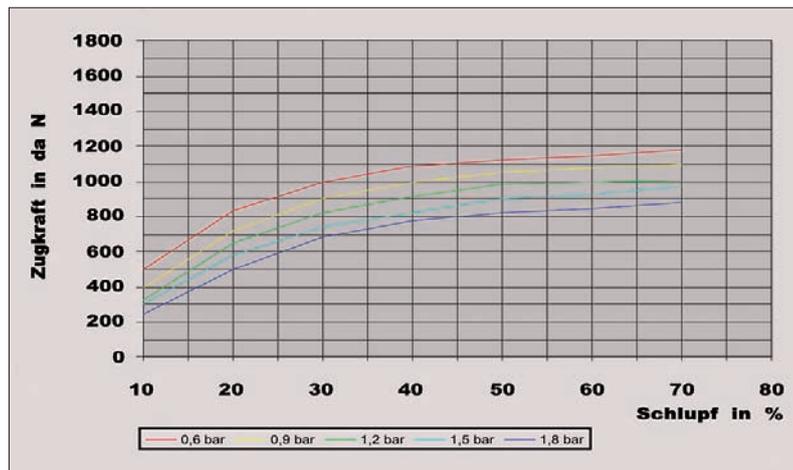
belastung. Die rechte Darstellung in Abbildung 1 beschreibt die Verhältnisse auf extrem trockenem Boden. In der Mitte sind die Folgen der Überfahrt bei durchschnittlichen Verhältnissen wiedergegeben. Für jeden Belastungsfall ist zu beobachten: Der grösste Druck liegt in der Kontaktflächenmitte. Zudem reichen die Drücke bei hartem (also trockenem) Boden trotz kleinerer Kontaktfläche am wenigsten tief in die Erde hinein. Ursache dafür ist der Umstand, dass trocken-harter Boden nur schlecht plastisch verformbar ist. Insgesamt hängen die Verdichtungen in Weinbergböden von vielen Faktoren ab: Bodenfeuchte, Bodenart, Bearbeitungszustand, Ausgangsporenanteil, Reifenbauart, Reifenluftdruck und das Maschinengewicht sind dabei nicht einmal alle Einflussfaktoren. Bedeutend im Weinbau ist ausserdem das mehrmalige Befahren der gleichen Spur, der sogenannte Multipass-Effekt.

Die Reifen

Traktorreifen sind in zwei Bauarten erhältlich. Beim Diagonalreifen besteht die Karkasse aus mehreren kreuzweise übereinander angeordneten Gewebelagen. Lauffläche und Reifenflanken bilden eine feste Einheit. Die Diagonalbauart wird hauptsächlich bei Lauf- und Lenkrädern verwendet. Radialreifen, auch Gürtelreifen genannt, bestehen aus einer Karkasse mit nur einer Gewebelage. Die Lauffläche wird durch einen Gürtel stabilisiert, der aus mehreren Lagen Textil beziehungsweise Stahlcord besteht. Lauffläche und Reifenflanken bilden keine feste Einheit. Radialreifen werden hauptsächlich als Antriebsräder verwendet. Durch den Gürtel passen sie sich besser der Bodenoberfläche an. Weitere Vorteile sind der verringerte Bodendruck, der geringere Rollwiderstand, die erhöhte Zugkraft sowie die höhere Laufleistung. Durch den Aufbau bedingt ist die Reifenflanke empfindlicher und der Preis höher als beim Diagonalreifen.

Welche Faktoren beeinflussen die Kraftübertragung?

Wird unter denselben Bedingungen ein Radialreifen anstelle eines Diagonalreifens eingesetzt, erhöht sich die Zugkraft. Da sich der Zugkraftbedarf durch die



Verwendung eines Radialreifens nicht ändert, kann die erforderliche Zugkraft bei vermindertem Schlupf aufgebracht werden. Generell gilt die in Abbildung 2 dargestellte Situation. Der Schlupf gibt den Verlust an Wegstrecke an, der dadurch entsteht, dass der theoretische Abrollumfang des Reifens nicht der zurückgelegten Wegstrecke einer Radumdrehung entspricht. Mit zunehmendem Zugkraftbedarf steigt der Schlupf an. Weder in begrüntem noch in offenen Bereichen darf der Schlupf zu gross werden. Bereits Werte um 20% können in Begrünungen zu Schäden führen. Je nach Folgewitterung wird die in Abbildung 3 gezeigte Störung der Begrünung unterschiedliche Auswirkungen zur Folge haben. Zur Schonung des Bodens ist der Verringerung des Radschlupfs höchste Priorität beizumessen.

Wie sich eine Veränderung des Reifenfülldrucks auf die Zugkraft auswirkt, ist in Abbildung 2 ersichtlich. Bei einem tolerierbaren Radschlupf von 20% ist mit einem Fülldruck von 1,8 bar eine Zugkraft von 500 daN (Dekaneuton) erreichbar. Wird der Fülldruck auf 0,6 bar verringert, kann eine Zugkraft von über 800 daN erzielt werden. Es zeigt sich deutlich, dass eine Verringerung des Reifenfülldrucks eine Schlupfverminderung bewirkt und damit den Boden schont. Leider sind die Anforderungen an den Reifenfülldruck für Strassenfahrten ganz anders als beim Feldeinsatz. Auf dem Strassenbelag werden mit ho-

Abb. 2: Zusammenhang zwischen Zugkraft, Reifenfülldruck und Schlupf (Continental Firmeninformation).

Abb. 3: Bereits geringer Schlupf kann die Begrünung nachhaltig stören.



Abb. 4: Profilbilder verschiedener Reifen.



Kleber Tracker 320/85 R 24 Kleber Super 8 L 360/70 R 24 Conti AC 70 G 380/70 R 24 Michelin XM 27 425/75 R 20 Goodyear IT 520 400/70 R 20

Informationen über die Profilbeschaffenheit der in Abbildung 4 gezeigten Reifen.

Reifenhersteller	Reifenbezeichnung	Reifengrösse	Anzahl Stollen (Stück)	Stollenbreite (mm)	Stollenabstand (cm)
Kleber	Tracker	320 / 85 R 24	38	30	14
Kleber	Super 8L	360 / 70 R 24	34	40	15
Continental	AC 70 G	380 / 70 R 24	36	31	16
Michelin	XM 27	425 / 75 R 20	38	45	12
Goodyear	IT 520	400 / 70 R 20	34	40	13

hem Fülldruck eine hohe Tragfähigkeit, geringer Rollwiderstand, verminderter Abrieb und hohe Fahrstabilität erzielt. Im Weinberg ist für hohe Zugkräfte bei geringem Schlupf, für die Bodenschonung sowie die Schonung der Grasnarbe ein geringer Reifenfülldruck erforderlich. Hier besteht ein Zielkonflikt. Reifenregeldruckanlagen könnten gegebenenfalls in Zukunft aus diesem Dilemma helfen.

Reifengrösse und Breitreifen

Je nach Traktorhersteller besteht die Möglichkeit, auf der Hinterachse Reifen in den Dimensionen 20, 24 oder 28 Zoll zu montieren. Am meisten verbreitet sind 24-Zoll-Reifen. Zwar lässt sich die Zugleistung über eine Durchmessergrösserung mehr steigern als über breitere Reifen, jedoch spielt die Kippsicherheit gerade beim Schmalspurtraktor eine eminent wichtige Rolle. Wenn der Reifendurchmesser festgelegt ist, muss in Abhängigkeit von der Zeilenbreite in den Rebparzellen die Reifenbreite dimensioniert werden. Als maximale Traktorbreite kann die Zeilenbreite minus 50 bis 60 cm angenommen werden. Seit Jahren hält der Trend zu Breitreifen in der Landtechnik an. Bei einem veränderten Verhältnis der Reifenhöhe zur Reifenbreite kann bei gleichem Aussendurchmesser ein breiterer Reifen montiert werden. So stehen

mittlerweile Reifen mit einem Verhältnis der Querschnittshöhe zur Querschnittsbreite von 75, 70 und 65% zu Verfügung. Gleichzeitig sind die erforderlichen Reifenfülldrücke bei gleicher Last gesunken – ein weiteres Plus für den Boden.

Die Zugkraft hängt weiter von der Belastung der angetriebenen Achsen ab. Die Belastung kann nicht nur über hohe Schlepper- und Zusatzgewichte beeinflusst werden, sondern auch über Kräfte am Heckkraftheber. Die Möglichkeiten der Zugkraftregelung sind unbedingt zu nutzen, um das Gewicht der angebauten Geräte auf der Hinterachse abzustützen.

Profile und Struktur

Besonders schwierig ist die Auswahl des geeigneten Profils. Aus der Ferne betrachtet, sind die Reifenprofile einander sehr ähnlich. Im Einsatz sind jedoch grosse Unterschiede feststellbar. Profilbeschreibungen, die Formulierungen wie «aggressive Profilgestaltung» oder «hohe Stollen für optimalen Ackereinsatz» beinhalten, deuten auf Reifen hin, die in begrüneten Weinbergen nicht eingesetzt werden sollten. Andere Umschreibungen wie «hervorragende Eignung im Grünland» oder «kein Aufreissen der Grasnarbe» lassen eher auf für den Rebbaug geeignete Profile schliessen. Hilfreich ist hier die Betrachtung der Reifenstruktur. Für Bodenschonung sprechen breite Stollen, ein geringer Abstand zwischen den Stollen, viele Stollen sowie eine geringe Stollenhöhe. Zu den in Abbildung 4 gezeigten Reifen können die entsprechenden Werte aus der Tabelle entnommen werden. Leider ist die Nachfrage nach speziellen Grünlandreifen, die in begrüneten Weinbergen gut geeignet wären, in der Vergangenheit zurückgegangen. Aus diesem Grund ist die Reifenwahl eine Herausforderung.

Wichtig bei Allradschleppern ist die Einhaltung eines gewissen Vorlaufs. Die Vorderachsbereifung ist kleiner und deshalb schneller abgefahren als die Hinterachsbereifung. Zu jedem Zeitpunkt soll die zurückgelegte Strecke der Frontbereifung bei eingeschaltetem Allrad geringfügig grösser sein als die der Hinterreifen. Für einen schonenden Einsatz im Weinberg sollte der Vorlauf zirka 2% betragen. In der Vergangenheit wurden Werte bis 5% toleriert. Bei so hohen Werten wird die Begrünung ruiniert – unabhängig von Profil, Pseudruck und anderen bodenschonenden Massnahmen.

RÉSUMÉ

Les sols des vignobles et les pneus de tracteurs

Très poreux, les sols des vignobles sont aisément sujets au tassement et ce jusqu'à une grande profondeur quand les conditions sont défavorables. Pour ménager le sol et préserver l'enherbement, il importe donc de choisir avec soin les pneus des tracteurs qui travaillent dans les vignobles. A cause du risque de tassement, on évitera par ailleurs de passer plusieurs fois au même endroit avec le tracteur, surtout par une météo inclemente. Afin de limiter le nombre de passages sur un terrain, il est aussi conseillé de combiner les outils. Une autre mesure de préservation du sol consiste à choisir des tracteurs d'un faible poids utile, ainsi que des machines et équipements légers. Pour les pneus, on choisira de préférence des diamètres et des largeurs généreusement dimensionnés. Des pneus pas trop gonflés, un profil spécialement conçu pour la couverture végétale et un réglage raisonnable de la marche avant chez les remorques à traction intégrale contribuent également à ménager le sol.