



## Literaturhinweise als Grundlage für die Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft, Modul Boden, Teilmodul Bodenverdichtung

Dieses Literaturverzeichnis ist in alphabetischer Reihenfolge nach den Titeln der Broschüren, Merkblätter und Artikel gegliedert.

Titel und Bezugshinweis	Kurzzusammenfassungen
A Model for the Prediction of the Contact Area and the Distribution of Vertical Stress below Agricultural Tyres from Readily Available Tyre Parameters. Autor: Keller T. 2005.	<ul style="list-style-type: none"><li>Wissenschaftliches Paper zum computerbasierten Model von Agroscope ART Reckenholz.</li></ul>
BGS Dokument Nr. 13 (2004). Definition und Erfassung von Bodenschadverdichtung. Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz. Zollikofen.	<ul style="list-style-type: none"><li>Detaillierte und übersichtliche Zusammenstellung von Feld- und Labormethoden zur Untersuchung zahlreicher Bodenparameter (Bsp. Lagerungsdichte, Grobporenvolumen, Saugspannung, etc.)</li><li>Vorschläge für Richt- und Prüfwerte für den Vollzug im physikalischen Bodenschutz</li></ul>
Boden schonen mit dem Fünflibertest. Merkblatt. Agridea-Lindau. Bezug <a href="http://www.agridea-lindau.ch">www.agridea-lindau.ch</a> → Pflanzenbau, Ökologischer Leistungsnachweis CHF 2.50	<p>Fünflibertest zur Beurteilung des Saatbetts</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Ein mittelfeines bis grobes Saatbett schont den Boden, spart Energie, vermindert Verschlämmung, Strukturschäden und Erosion. Faustregel für die Bodenbearbeitung</li><li>Genauere Beschreibung der Anwendung des Fünflibertests: Wie vielen Schollen sind grösser als ein Fünfliber?</li><li>Empfehlungen für Vorgehen bei grosser Bodenfeuchte, resp. bei grosser Bodentrockenheit</li><li>Gezogene Geräte sind bodenschonender als zapfwellengetriebene.</li><li>Anzahl Überfahrten (S. 4)</li><li>Einstellung von Zinkenrotor und Kreiselegge (S. 4)</li></ul>
Bodenbearbeitung: Welche Spuren hinterlassen wir im Boden? Agridea-Lindau. Bezug: <a href="http://www.agridea-lindau.ch">www.agridea-lindau.ch</a> → Pflanzenbau, Ökologischer Leistungsnachweis. 8 S., CHF 3.-	<ul style="list-style-type: none"><li>Vergleich von sechs ausgewählten Geräten (jeweils intensiv und extensiv genutzt)</li><li>Stoppelbearbeitung: Mit allen sechs Geräten werden bei extensiver Nutzung genügend gute Resultate erreicht. Bei hohen Drehzahlen hinterlassen Kreiselegge und Zinkenrotor viele Schmierspuren, die Bodenfräse hinterlässt gar eine flächendeckende Schmierschicht.</li><li>Saatbettbereitung: Optimales Saatbeet am ehesten mit Federzinkenegge oder Spatenrollegge erreicht. Gezogene Geräte sind bodenschonender als zapfwellengetriebene,</li></ul>

	<p>daher wo immer möglich solche einsetzen oder sonst Drehzahl reduzieren und gleichzeitig Fahrgeschwindigkeit erhöhen.</p>
<p>Bodenbeurteilung im Feld. BUWAL (1993). 16 S., Bezug: <a href="http://www.agridea-lindau.ch">www.agridea-lindau.ch</a>. → Pflanzenbau, Ökologischer Leistungsnachweis CHF 6.-</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detaillierte Beschreibung der Bodenbeurteilung (Feuchtigkeit, Farbe, Geruch) mittels Spatenprobe und Krümenprofil. Empfehlungen S. 5</li> <li>• Anleitung für eine vertiefte Bodenuntersuchung (Bodenart, Bodenteilchen, Gefügeformen, Schichten, Abbau von organischem Material, Wurzelentwicklung, Bodenoberfläche und Regenwurmmaktivität (S. 7-15)</li> </ul>
<p>Bodenerosion: Beurteilungsblatt ÖLN. Kanton Solothurn. Amt für Umwelt und Amt für Landwirtschaft (SO).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es wäre sinnvoll für die Bodenverdichtung ein ähnliches Beurteilungsblatt zu haben: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bodenbearbeitung/ Anbautechnik/ Bewirtschaftung</li> <li>– Bodenstruktur</li> <li>– Fruchtfolge</li> </ul> </li> </ul>
<p>Bodenfruchtbarkeit erhalten. Ackerböden vor Schadverdichtung schützen. Bayrische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau. <a href="http://www.lfl.bayern.de/iab/bodenschutz/13475/index.php">http://www.lfl.bayern.de/iab/bodenschutz/13475/index.php</a></p>	<p>Gutes Merkblatt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkmale von schadverdichtetem Bodengefüge (visuell)</li> <li>• Bodenschonende Landtechnik (Kontaktflächendruck/Reifeninnendruck, Radlast)</li> <li>• Technische Lösungen zum Senken der Bodenbelastung</li> <li>• Bodenschonende Arbeitsverfahren</li> <li>• Massnahmen zur Verbesserung der Bodentragfähigkeit</li> </ul>
<p>Bodenschonender Einsatz von Landmaschinen. DLG Merkblatt 344 <a href="http://www.dlg.org/uploads/media/dlg-merkblatt_344.pdf">http://www.dlg.org/uploads/media/dlg-merkblatt_344.pdf</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel 2: Bodenmechanische Grundlagen: Verdichtung, Tragfähigkeit des Bodens, Aufstandsfläche, Kontaktflächendruck, Reifeninnendruck, Radlast, Überrollhäufigkeit</li> <li>• Kapitel 3 Handlungsempfehlungen: Tragfähigkeit der Böden verbessern, Befahren zu feuchter Böden vermeiden, Reifeninnendruck anpassen, Fahrwerke mit grosser Aufstandsfläche nutzen, niedrigere Radlasten bevorzugen</li> <li>• Kap. 4 behandelt die verschiedenen Arbeitsvorgänge: Grundbodenbearbeitung, Bestellung, Gülleausbringung, Mähdrusch, Silagebergung, Zuckerrübenerte, begleitende Massnahmen (z.B. wägen der wahren Lasten, sensorgestützte Erfassung der Reifeneinfederung,...)</li> <li>• Handlungsempfehlungen ev. hilfreich für das Kapitel 3 „Planung der auf die Parzelle zugeschnittenen Bearbeitungsformen und Maschineneinsätze“</li> </ul>
<p>Bodenschutz bei Terrainveränderungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezieht sich auf landwirtschaftlich begründete Terrainverschiebungen</li> </ul>
<p>Bodenschutz beim Bauen. BAFU (2001). <a href="http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00106/index.html?lang=de">http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00106/index.html?lang=de</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitfaden zur Vermittlung grundlegender bodenkundlicher Kenntnisse</li> <li>• Zeigt in 6 praktischen Anleitungen auf, wie Boden bei Bauarbeiten geschont werden kann.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergänzt Normen, Wegleitungen und Richtlinien.</li> <li>• Kap. 8: Messung der Saugspannung mittels Tensiometer</li> <li>• S. 68 Nomogramm: Beurteilung der Tragfähigkeit in Abhängigkeit von Saugspannung, Kontaktflächendruck (in bar) und Gesamtgewicht</li> </ul>
Bodenschutz Schweiz – Ein Leitbild <a href="http://www.bafu.admin.ch/boden/">http://www.bafu.admin.ch/boden/</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 3 Erklärung zur Bodenverdichtung und deren Wirkungszusammenhänge</li> </ul>
Bodenschutz und Fruchtfolge auf viehschwachen und viehlosen Biobetrieben. FiBL Merkblatt Nr. 1432. Ausgabe 2006, korrigiert 16.02.2007.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 3 Schema zu „Wie kann mein Betrieb Bodenschutz und Fruchtfolge erfüllen?“</li> <li>• Dazu Informationen für Ackerbau und Gemüsebau unter Berücksichtigung verschiedener Grünlandanteile</li> </ul>
Bodenverdichtung und physikalischer Bodenschutz <a href="http://www.geo.uzh.ch/fileadmin/files/content/abteilungen/phys2b/Vorlesungsunterlagen/311/Bodenverdichtung.pdf">http://www.geo.uzh.ch/fileadmin/files/content/abteilungen/phys2b/Vorlesungsunterlagen/311/Bodenverdichtung.pdf</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Methoden der Bodendruck- und Bodenverdichtungsmessung“ (eher wissenschaftlich orientiert)</li> <li>• „Vermeidung von Bodenverdichtungen“ → relativ allgemein gehalten</li> </ul>
Bodenverdichtung, der Unterboden macht dicht. Merkblatt der Kt. AG, BE, BL, LU, SO. <a href="http://www.baselland.ch/fileadmin/baselland/files/docs/bud/boden/merkblatt/merkblatt-bodenverdichtung.pdf">http://www.baselland.ch/fileadmin/baselland/files/docs/bud/boden/merkblatt/merkblatt-bodenverdichtung.pdf</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zu Auswirkungen und Folgen der Bodenverdichtung</li> <li>• Auflistung Natürliche und technische Einflussfaktoren für Bodenverdichtung</li> <li>• Beschreibung der Fühlprobe</li> <li>• Beispiel zum Absenken des Reifeninnendruckes</li> <li>• Informationen zu Massnahmen im Bereich der Bewirtschaftungsplanung und Anbautechnik</li> <li>• Adressen, e-Mailadressen und Telefonnummern der Ansprechpersonen in den betreffenden Kantonen</li> </ul>
Bodenverträglichkeit von Landmaschinen. Homepage des Kantons Baselland. <a href="http://www.baselland.ch/bericht-1997-4-hm.303111.0.html">http://www.baselland.ch/bericht-1997-4-hm.303111.0.html</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Bodenverträglichkeit der einzelnen Kategorien von Landmaschinen wird auf der Homepage aufgeführt. Hinweise zu: Normaltraktoren (&lt; 50 kW), Normaltraktoren (50 - 100 kW), Grosstraktoren (&gt;100 kW), Systemtraktoren, Mähdrescher, Feldhäcksler (selbstfahrend), Zuckerrübensvollernter (gezogen und selbstfahrend), Kartoffelvollernter, Ballen- und Packenpressen, Ladewagen, Brückenwagen und Kipper (ein- und zweiachsig), Druckfässer und Mistzettler</li> </ul>
Datenblätter Ackerbau. Agridea-Lindau (2008). Nr. 1.6.1/2 Bodenbearbeitung – allg. Grundlagen Nr. 2.3.1/2 Getreide Nr. 3.3.1/2 Rüben Nr. 4.3.1/2 Kartoffeln Nr. 5.3.1/2 Mais Nr. 6.3.1/2 Raps	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die einzelnen Bodenbearbeitungssysteme werden mit einer Skizze dargestellt.</li> <li>• Ihre Eignung je nach Bodentyp wird angesprochen.</li> </ul>
Dem Boden zuliebe... <a href="http://www.art.admin.ch/themen/00769/0090">http://www.art.admin.ch/themen/00769/0090</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hinweise zur Vorbeugung: Für den Unterboden</li> </ul>

<p><a href="http://2/00907/00915/index.html?lang=de">2/00907/00915/index.html?lang=de</a></p>	<p>ist die Radlast ausschlaggebend. Oberboden: grobkörniger Boden ist weniger strukturempfindlich → Last möglichst breit verteilen. Feinkörniger Boden ist auf Staunässe, Verschlämmung und Erosion anfällig → Fahrspurflächenanteil möglichst klein halten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadverdichtungsgefahr erkennen: Fühlprobe, Schraubenziehertest</li> <li>• Einfluss von Radlast, Reifengrösse und Reifendruck werden beschrieben</li> <li>• TASC – PC-Anwendung für Boden und Fahrwerk</li> </ul>
<p>Der Fachbereich „Boden“ in der Umweltverträglichkeitsprüfung  <a href="http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/dokumentation/Merkbltter/um006.pdf">http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/dokumentation/Merkbltter/um006.pdf</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Behandelt die bodenkundliche Baubegleitung</li> </ul>
<p>Dichter Boden: Nur bedingt sanierbar. Autor: Ryter H. In: Landfreund 47/96  Kontakt: <a href="mailto:redaktion@landfreund.ch">redaktion@landfreund.ch</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oberhalb 30 cm: keine Spezialgeräte nötig: Grubber, Pendelspatenmaschine</li> <li>• Unterhalb 30 cm: Spezialgeräte nötig: Maulwurfsdrainage (mehr Sauerstoff, aber nicht mehr Bodenvolumen), Tiefenspatenmaschine</li> <li>• S. 13, Sehr wichtig: Sinnvolle Folgebewirtschaftung auf tiefgelockertem Boden: z.B. Luzernmischungen</li> </ul>
<p>Die Verdichtungsgefährdung schweizerischer Ackerböden. Autoren: Weisskopf, P. et al. 1988. NFP 22, Liebefeld-Bern.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung der Einflussfaktoren für die Bodenverdichtung (Kapitel 2.2.1)</li> <li>• Einfluss von Kulturwahl und Fruchtfolgegestaltung (Kapitel 2.2.2)</li> <li>• Einfluss der Mechanisierung (Kapitel 2.2.3)</li> <li>• Empfehlungen für die Praxis: Analyse des aktuellen Verdichtungszustandes, Erkennen der Ursachen, die zu einer erhöhten Verdichtungsgefährdung beitragen, Auswahl geeigneter Gegenmassnahmen.</li> <li>• Hierzu wurde ein Schema entwickelt: Abb. 47, S. 112</li> </ul>
<p>Direktsaat im Versuch und in der Praxis. Agridea-Lindau. 6 S., Bezug: <a href="http://www.agridea-lindau.ch">www.agridea-lindau.ch</a>. CHF 2.50</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Broschüre beschreibt detailliert die Erkenntnisse aus einem langjährig eingesetzten Direktsaatsystem.</li> <li>• Direktsaat führt zu einem stabileren Bodengefüge und einer markant höheren Tragfähigkeit.</li> </ul>
<p>Empfehlungen für die Folgebewirtschaftung rekultivierter Flächen. Kanton Solothurn.  <a href="http://www.so.ch/fileadmin/internet/bjd/bumaa/pdf/boden/bs10n.pdf">www.so.ch/fileadmin/internet/bjd/bumaa/pdf/boden/bs10n.pdf</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkblatt mit Hinweisen für Saatbettbereitung, Mechanisierung, Erosion und Aufkalkung, Saatgut, -termin und Zwischenbegrünung, Düngung und Weide, Pflegeschritte, Ernte und Schnittzeitpunkt, etc.</li> </ul>
<p>Empfindlichkeit der Baselbieter Böden gegenüber mechanischen Belastungen. Autoren: Presler, J. und Meuli, R. 1998. Amt für Umweltschutz und Energie (BL). Liestal  Empfindlichkeit Baselbieter Böden (Online-Zusammenfassung)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung von Flächen mit potentieller Gefährdung von Bodensubstanz und Bodenstruktur (basierend auf den Grundlagen der Bodenkartierung des Kt. BL).</li> <li>• Kt. BL detaillierte Bodenkarte im Massstab 1:5'000</li> <li>• Empfindlichkeitsstufen bezüglich mechanischer</li> </ul>

<p><a href="http://www.baselland.ch/bericht-1998-1-hm.303109.0.html">http://www.baselland.ch/bericht-1998-1-hm.303109.0.html</a></p>	<p>Belastung nach BVE-BL Methode: Beurteilung, Merkmal, Empfehlung (S. 12 und 13) → zur Beantwortung der Frage 1 nützlich</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verdichtungskarte erlaubt eine erste Beurteilung der Verdichtungsempfindlichkeit, für konkrete Massnahmen müsste zusätzlich die konkrete Verdichtungsgefährdung durch die aktuelle Nutzung aufgenommen werden</li> </ul>
<p>Empreintes des machines lors du travail du sol</p> <p>Kontakt: AGRIDEA Lausanne Tel. 021 619 44 00 oder e-Mail: <a href="mailto:contact@agridea.ch">contact@agridea.ch</a></p>	
<p>Ermittlung der Reifenkontaktfläche im Feld mittels Rechenmodell. FAT-Bericht Nr. 582. <a href="http://www.art.admin.ch/themen/00769/00902/00913/index.html?lang=de">http://www.art.admin.ch/themen/00769/00902/00913/index.html?lang=de</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativ statistischer und technischer Bericht</li> <li>• Nur auf Maschinen mit Reifenaussendurchmesser über 130 cm und Felgendurchmesser von mindestens 24 Zoll</li> </ul>
<p>Evaluation der Bodenverdichtung mittels TDR-Methode <a href="http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00629/index.html?lang=de">http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00629/index.html?lang=de</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Methode zur Bestimmung des Wassergehalts in verschiedenen Tiefen des Bodens → daher Ermittlung des Verdichtungsgrades möglich.</li> <li>• Adressaten: Handbuch für Behörden, die mit der Umsetzung des Bodenschutzes beauftragt sind, Personen, die im Bauwesen tätig sind.</li> </ul>
<p>Förderprogramm Boden Kanton Bern. Projektgesuch Förderprogramm Boden Kanton Bern im Rahmen der nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen. Art. 77a und b LwG. Bundesamt für Landwirtschaft und Amt für Landwirtschaft und Natur LANAT des Kantons Bern. 2009.</p> <p>Online-verfügbare Anhänge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenschonende Anbausysteme: <a href="http://www.vol.be.ch/site/lanat-3153-anhang_1_d.pdf">http://www.vol.be.ch/site/lanat-3153-anhang_1_d.pdf</a></li> <li>• Bodenaufbau und Kulturmassnahmen: <a href="http://www.vol.be.ch/site/lanat-3153-anhang_2_d.pdf">http://www.vol.be.ch/site/lanat-3153-anhang_2_d.pdf</a></li> <li>• Ammoniak reduzierende Ausbringsysteme: <a href="http://www.vol.be.ch/site/lanat-3153-anhang_3_d.pdf">http://www.vol.be.ch/site/lanat-3153-anhang_3_d.pdf</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekt mit drei Säulen: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aus- und Weiterbildung und Beratung</li> <li>2. Förderbeiträge für Massnahmen in den Bereichen Bodenschonung und Stickstoffeffizienz</li> <li>3. Kontrolle und Monitoring</li> </ol> </li> <li>• Für VH interessant sind insbesondere die Kapitel 4.2 „Boden schonende Anbausysteme“, Kapitel 4.3 „Bodenaufbau und Kulturmassnahmen“ und 4.4</li> <li>• Empfehlungen Kapitel 4.2.2 und 4.3.2</li> </ul>
<p>Gestion du sol et usage de fertilisants : Compactage du sol (MAAAR Ontario, CA) <a href="http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/pu_b811/2compact.htm">http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/pu_b811/2compact.htm</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inputs unter « détection du compactage »</li> <li>• Inputs unter « Prévention du compactage », unter „Prévention“ und „Diagnostic“ sowie unter « Gestion du compactage du sol: tentons d'être spécifique »</li> <li>• Inputs unter „Sous-solage“</li> </ul>
<p>Grundlagen für die Beurteilung der nachhaltigen landwirtschaftlichen Bodennutzung <a href="http://www.blw.admin.ch/themen/00010/0007">http://www.blw.admin.ch/themen/00010/0007</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildet das Dach für den Bodenschutz in der Landwirtschaft</li> </ul>

<p><a href="http://www.isara.fr/fr/profilcultural/default.htm">1/00128/00255/index.html?lang=de</a></p> <p>Guide methodique du profil cultural. Gautronneau, Y. und Manichon, H. (1987). Edition CEREF-GEARA. Kontakt: ISARA Lyon Centre de Documentation-Bibliothèque Tél. + 33(0)4 27 85 85 90 Fax + 33(0)4 27 85 85 86 <a href="http://www.isara.fr/fr/profilcultural/default.htm">http://www.isara.fr/fr/profilcultural/default.htm</a> Deutsche Übersetzung : Methodischer Leitfaden des Kulturprofils <a href="http://www.isara.fr/fr/profilcultural/kulturprofil.pdf">http://www.isara.fr/fr/profilcultural/kulturprofil.pdf</a></p>	<p>Das Profil cultural (dt. Kulturprofil) ist eine agronomische Diagnosemethode zur Betrachtung der Bodenstruktur. Die Besonderheit der Methode besteht in der zweifachen Gliederung<sup>1</sup> des Profils :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertikale Einteilung: anthropogene und bodenkundliche Schichten</li> <li>• horizontale Einteilung: nebeneinander folgende Abschnitte, die sich durch den Einfluss ihrer Bewirtschaftung unterscheiden.</li> </ul> <p>Beschreibung des so gegliederten Profils:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenstruktur: innere Gefügestruktur der Bröckel und Anordnung der Bröckel untereinander</li> <li>• Feuchtezustand des Bodens</li> <li>• Wurzelsystem</li> <li>• Rottezustand des organischen Materials</li> <li>• biologische Aktivität (beurteilt durch ein zusätzlich angefertigtes Beobachtungsprotokoll bezüglich der Regenwurmaktivität).</li> </ul>
<p>Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtung und Erosion. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2001). Bonn.</p>	
<p>Gute fachliche Praxis. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. <a href="http://www.art.admin.ch/themen/00769/00902/00903/index.html?lang=de">http://www.art.admin.ch/themen/00769/00902/00903/index.html?lang=de</a>, Zugriff: 18.09.2009 (<i>Internet-Seite zurzeit ungültig?</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurze Übersicht zu den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Bodennutzung.</li> <li>• Keine konkreten Bearbeitungshinweise oder Massnahmenvorschläge.</li> </ul>
<p>Höheres Maschinengewicht im Feldbau? FAT-Bericht Nr. 492. <a href="http://www.art.admin.ch/themen/00769/00902/00913/index.html?lang=de">http://www.art.admin.ch/themen/00769/00902/00913/index.html?lang=de</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studie untersucht Folgen von schwerer (65-80 kW) und leichter (35-50 kW) Maschinenlast → im Oberboden werden tendenziell höhere Belastungen durch schwerere Maschinen festgestellt, die Erträge nehmen dabei meistens ab. Im Unterboden lässt sich gemäss der Untersuchungen keine eindeutige Tendenz feststellen. Hier ist weniger die Frage des Maschinengewichts als viel mehr jene der Fruchtfolge von Bedeutung.</li> </ul>
<p>Kalkung. Merkblatt. Kanton Luzern. <a href="http://www.lbbz.lu.ch/beratung/downloads/beratung2007-05-04.pdf">http://www.lbbz.lu.ch/beratung/downloads/beratung2007-05-04.pdf</a></p>	
<p>La compaction des sols: Les causes et les solutions. Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales (MAAAR) Ontario, Canada (2005) <a href="http://www.agrireseau.qc.ca/grandescultures/documents/Tsague_La%20compaction%20des%20sols.pdf">http://www.agrireseau.qc.ca/grandescultures/documents/Tsague_La%20compaction%20des%20sols.pdf</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 1-2: Informationen zur visuellen Einschätzung von Verdichtung</li> <li>• S.3-4: Informationen zu Ober- und Unterbodenverdichtung</li> <li>• S. 5: Empfehlungen zur Schonung und Prävention auf verdichtungsgefährdeten Standorten.</li> </ul>
<p>La structure du sol. Cahier de la Fal 50. <a href="http://www.agridea-">http://www.agridea-</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sehr detaillierte Informationen zu einer feldauglichen Methode zur visuellen</li> </ul>

<sup>1</sup> <http://www.isara.fr/fr/profilcultural/gliederung.htm>

<p><a href="http://lausanne.ch/scripts/publications/publications.php">lausanne.ch/scripts/publications/publications.php</a></p>	<p>Beschreibung des Bodengefüges.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenprobe → Falltest → Sieben → Grössenklassierung → Wägen → Bewertung mittels Punktsystem</li> </ul>
<p>Landwirtschaftlicher Bodenschutz in Thüringen. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. <a href="http://www.tll.de/ainfo/pdf/bods0508.pdf">http://www.tll.de/ainfo/pdf/bods0508.pdf</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kap. 4.3: Erkennen von Bodenschadverdichtung</li> <li>• Kap. 4.4: Vorsorge: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Möglichkeiten</li> <li>• Bodenschonende Arbeitsverfahren</li> <li>• Gute fachliche Praxis</li> <li>• Begrenzung der mechan. Belastung</li> </ul> </li> </ul>
<p>Machinisme et bâtiments <a href="http://www.agridea-lausanne.ch/scripts/publications/publications.php">http://www.agridea-lausanne.ch/scripts/publications/publications.php</a></p> <p>Kontakt: AGRIDEA Lausanne Tel. 021 619 44 00 oder e-Mail: <a href="mailto:contact@agridea.ch">contact@agridea.ch</a></p>	
<p>Methode zur Beurteilung der Wirkungen landwirtschaftlicher Bewirtschaftung auf die Bodenqualität in Ökobilanzen. SALCA-SQ. Agroscope FAL Reckenholz. 2006. Autoren: Oberholzer H.-R., Weisskopf P., Gaillard G.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SALCA ist eine Ökobilanzmethode und – datenbank.</li> <li>• Im Bereich Bodenqualität basiert SALCA auf Expertenwissen und der Auswertung von bodenkundlich-agronomischer Literatur.</li> <li>• Die Indikatoren wurden nach der ISO Richtlinie 14042 ausgewählt: Pflanzennutzbare Gründigkeit, Grobporenvolumen, Aggregatstabilität, Humusgehalt/Gehalt an organ. Substanz, Regenwurmbiomasse [...].</li> <li>• Die Methode dient zur Abschätzung der Auswirkungen von Bewirtschaftungsmassnahmen auf die Bodenqualität. Z.B. bei der Aussaat, Düngung, Ernte, aber auch Wahl der Haupt- und Zwischenkultur, Art und Intensität der Bodenbearbeitung etc.</li> </ul>
<p>Optimale Fruchtfolgen im Feldbau. Agridea-Lindau. Bezug: <a href="http://www.agridea-lindau.ch">www.agridea-lindau.ch</a>. CHF 2.-</p>	<p>Merkblatt aus dem Ordner <i>Datenblätter Ackerbau</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabelle 1: Angaben zum maximalen Anteil der Kulturen in der Fruchtfolge und zu den entsprechenden Anbaupausen für ÖLN (fett gedruckt)</li> <li>• Tabelle 2: Fruchtfolgewart der Ackerkulturen: Vergleich von jeweils zwei Kulturen und Angabe zu ihrer Abfolgeeignung.</li> <li>• Tabelle 3: Angaben zu den Standortansprüchen der einzelnen Kulturen (mögliche Anbauhöhe, bevorzugter pH-Wert, Bodentyp, Trockenheitsverträglichkeit und Erosionsrisiko)</li> </ul>
<p>Pflugeinstellung leicht gemacht. Agridea-Lindau. Bezug: <a href="http://www.agridea-lindau.ch">www.agridea-lindau.ch</a>. CHF 2.50</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genaue Anweisung für die korrekte Pflugeinstellung mit anschaulichen Bildern und Hinweisen zur Korrektur falscher Einstellungen.</li> </ul>
<p>Physikalische Bodenbelastung bei der Zuckerrübenernte <a href="http://www.vol.be.ch/site/lanat-3152-bodenbelastung_zrernte.pdf">http://www.vol.be.ch/site/lanat-3152-bodenbelastung_zrernte.pdf</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich von zweireihigen gezogenen Schleppern mit Standardbereifung und sechsreihigen, selbstfahrenden Vollerntern auf Braunerdeböden → kaum wesentliche</li> </ul>

	<p>Unterschiede ersichtlich.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich der Bearbeitungssysteme „Direktsaat“ und „Pflug“ → Tragfähigkeit des Bodens und Vermeidung von Unterbodenverdichtung beim System „Direktsaat“ wesentlich besser.</li> </ul>
Richtlinien zum Schutze des Bodens beim Bau unterirdisch verlegter Rohrleitungen. Bundesamt für Energiewirtschaft. 1997.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodenschutzrichtlinien des BfE mit Nomogramm als Anhang 6</li> </ul>
Risk assessment of subsoil compaction for arable soils in Northwest Germany at farm scale. Horn R., Fleige H. (2009). In: Soil & Tillage Research 102 (2009). S. 201–208	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sehr aktueller Artikel aus Deutschland mit Grenzwerte in Tabelle 1.</li> </ul>
Risques de compactage des sols agricoles. Merkblatt Kt. FR. <a href="http://admin.fr.ch/fr/data/pdf/sen/sa_compact_agev1.pdf">http://admin.fr.ch/fr/data/pdf/sen/sa_compact_agev1.pdf</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Prévention“ enthält Informationen zur Prävention: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Boden möglichst bedeckt halten</li> <li>– Humusgehalt beibehalten</li> <li>– Ausgeglichene Fruchtfolge</li> <li>– Minimale Bodenbearbeitung</li> <li>– Nicht auf nassem Boden arbeiten</li> <li>– Reifedruck reduzieren</li> <li>– Doppelbereifung nutzen</li> </ul> </li> <li>• „Remédiation“ enthält Informationen zur Verdichtungsbehebung</li> </ul>
Schutz der Böden vor Schadverdichtung – Beratungsbedarf <a href="http://www.tll.de/ainfo/pfla0082.htm">http://www.tll.de/ainfo/pfla0082.htm</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es werden im Vergleich der Druckbelastung einer für Thüringer Betriebe typischen Technik mit der standortspezifischen Druckbelastbarkeit die Bodenformen und ihr Anteil an der Ackerfläche ermittelt, für die ein Schadverdichtungsrisiko besteht. Die Bewirtschafter können mit Hilfe des Bodenschutzplaners diese Standorte erkennen und die für den Standort wirksamen und kostengünstigen Maßnahmen zum Abbau der Risiken ableiten. Die Verbreitung bereits eingetretener Schadverdichtungen wird eingeschätzt → Zum Lesen des ganzen Artikels müsste man eine Zugangsberechtigung einholen</li> </ul>
Schwerlast auf dem Acker <a href="http://www.soil.ch/doku/gefaherung_schwerlast.pdf">http://www.soil.ch/doku/gefaherung_schwerlast.pdf</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewichte der Maschinen und deren Folgen für die Äcker (S. 82), warum Pflügen gegen die Unterbodenverdichtung nicht hilft (S.82)</li> <li>• Tiefere Druckzwiebeln bei grösseren Auflageflächen (S. 84)</li> <li>• Zusammenhang Regenwasser – Verdichtung - Hochwasserereignisse</li> </ul>
Soil compaction. Departement of Primary Industries, Parks, Water and Environment – Tasmania. <a href="http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/WebPages/TTAR-5DSVB7?open">http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/WebPages/TTAR-5DSVB7?open</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition von Ober- und Unterbodenverdichtung.</li> <li>• Kurze Beschreibungen, wie es zu Ober- bzw. Unterbodenverdichtung kommt und wie man dem entgegenwirken kann.</li> </ul>
Soil compaction. Queensland Government, Australia. <a href="http://www2.dpi.qld.gov.au/fieldcrops/9424.ht">http://www2.dpi.qld.gov.au/fieldcrops/9424.ht</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “How can compaction be detected?”: Glatte, flache Schichten unmittelbar nach dem Bearbeitungshorizont</li> </ul>

<p><a href="#">ml</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ „pushing a moisture probe through the profile can sometimes highlight a compaction layer“</li> <li>○ Stehende Wasserpfützen, z.B. in Radspuren</li> <li>○ Kümmerliches Pflanzenwachstum</li> <li>○ Mehr Erosion, weil der verdichtete Boden weniger Wasser aufnehmen kann</li> <li>● “How can compaction be avoided?”: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bei zu nassem Boden die Erntearbeiten ein paar Tage verschieben, bis der Boden trockener ist</li> <li>○ Immer dieselben Fahrspuren benutzen, dann ist der Boden dort verdichtet, in den Feldern rechts und links jedoch ist er locker. Diese Methode heisst „controlled traffic“</li> </ul> </li> <li>● „I already have a compaction problem: what can I be done?“ <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Die Situation nicht noch verschlimmern, sondern auf nassem Boden nicht fahren</li> <li>○ Wenn der Boden eine ungünstige Struktur hat, wenig organische Substanz enthält und in der Tiefe einen Verdichtungshorizont hat → langfristige Sanierungsmassnahme: einzig durch Graslandbewirtschaftung möglich</li> <li>○ Wenn Oberbodenverdichtung vorliegt → keine oder reduzierte Bodenbearbeitung, controlled traffic.</li> </ul> </li> <li>● Deep ripping</li> <li>● Kosten der Bodenverdichtung</li> </ul>
<p>Soil Flex: A model for prediction of soil stresses and soil compaction due to agricultural field traffic including a synthesis of analytical approaches. Autoren: Keller T., Défossez P., Weisskopf P., Aridsson J., Richard G. 2006.</p>	
<p>Soil quality  <a href="http://soilquality.org/home.html">http://soilquality.org/home.html</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Informative, vielseitige Homepage zu versch. Bodenthemen (USA)</li> </ul>
<p>TASC – eine PC-Anwendung zur Vorbeugung von Schadverdichtung. In: AGRARForschung. 2005. Nr 12(1). Autoren: Diserens E., Spiess E. S.22-27</p>	
<p>Techniques de travail du sol : observer pour simplifier. Autoren : Gillet, J.P. und Trochard, R. In : Perspectives agricoles n°182 – Juillet-Août 1993. S. 41-49.  e-Mail : <a href="mailto:contact@perspectives-agricoles.com">contact@perspectives-agricoles.com</a>  oder Tel: +33 (0)2 31 59 25 00</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● S. 46-47: Übersichtliche Darstellung der empfohlenen Bearbeitungstechniken je nach Zustand der Bodenoberfläche und der Gefügestruktur.</li> </ul>
<p>Tensiometer – Funktion, Einsatz und nützliche Tipps. Merkblatt. Fachstelle Bodenschutz Kt. SO (2002)  <a href="http://www.so.ch/fileadmin/internet/bjd/buma">http://www.so.ch/fileadmin/internet/bjd/buma</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Praktische Beschreibung von Funktion und Einsatz der Methode</li> </ul>

<p><a href="#">a/pdf/boden/bs09n.pdf</a></p> <p>Tensiometer – Hilfsmittel zur Beurteilung der zulässigen Bodenbelastung. Merkblatt. Fachstelle Bodenschutz Kt. SO (2002)  <a href="http://www.so.ch/fileadmin/internet/bjd/buma_a/pdf/boden/bs09n.pdf">http://www.so.ch/fileadmin/internet/bjd/buma_a/pdf/boden/bs09n.pdf</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktische Beschreibung von Funktion und Einsatz der Methode</li> </ul>
<p>TIM. Computertool zur Berechnung des Bodendrucks. ART Reckenholz.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Online-Tool:  <a href="http://www.vol.be.ch/site/home/lanat/landwirtschaft/bodenschutz/bodenschutz-bodenschonende-anbausysteme.htm">http://www.vol.be.ch/site/home/lanat/landwirtschaft/bodenschutz/bodenschutz-bodenschonende-anbausysteme.htm</a></li> <li>• Fragen: Tel. 031 910 53 58</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risiko von Bodenschadverdichtungen durch Güllefässer kann mittels TIM abgeschätzt werden</li> <li>• Input-Parameter: Radlast, Reifendimension und Reifendruck</li> </ul>
<p>Tyres/Tracks and soil compaction – Eine PC-Anwendung zur Prävention von Schadverdichtung in der Praxis. MS Excel 2000. FAT (2005).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CD-Rom zur PC-Anwendung.</li> <li>• Bezugsstelle: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. Ettenhausen. Kontakt: E. Diserens  <a href="mailto:etienne.diserens@art.admin.ch">etienne.diserens@art.admin.ch</a>  Tel. 052 368 31 31</li> </ul>
<p>Umgang mit Boden (2007). Merkblatt der Kt. UR, SZ, NW, OW, LU, ZG.  <a href="http://www.ow.ch/dl.php/de/49590d45d429d/Merkblatt_Umgang_mit_Boden.pdf">http://www.ow.ch/dl.php/de/49590d45d429d/Merkblatt_Umgang_mit_Boden.pdf</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 3: Bodenschonender Maschineneinsatz (Nomogramm)</li> <li>• S. 5: Beurteilung der Bodenfeuchte (Fühlprobe)</li> <li>• S. 5: Messung der Saugspannung (Tensiometer)</li> </ul>
<p>Umweltinfo 1/07 Amt für Natur und Umwelt Kt. Graubünden  <a href="http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/dokumentation/Archiv1/Berichte/2007/umweltinfo_1-07.pdf">http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/dokumentation/Archiv1/Berichte/2007/umweltinfo_1-07.pdf</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloss sehr wenige Informationen zum Thema Verdichtung → Art. 6 VBBo: „Wer Anlagen erstellt oder den Boden bewirtschaftet, muss [...] Fahrzeuge, Maschinen und Geräte so auswählen und einsetzen, dass Verdichtungen und andere Strukturveränderungen des Bodens vermieden werden, [...]“</li> </ul>
<p>Verbreitung und Brisanz von Bodenschadverdichtungen –welche Vorsorgemassnahmen sind erforderlich? Institut für Agrartechnologie im Johann Heinrich von Thünen Institut. Braunschweig. Autor: J. Brunotte  <a href="http://www3.fh-swf.de/fbaw/download/T_02.03.09_Soest_08_Brunotte.pdf">http://www3.fh-swf.de/fbaw/download/T_02.03.09_Soest_08_Brunotte.pdf</a></p>	<p>Präsentation von der Fachtagung Soest, 2./3. März 2009</p>
<p>Verfahren zur Ermittlung der Schadverdichtungsrisiken auf ackerbaulich genutzten Böden. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.  <a href="http://www.tll.de/ainfo/pdf/back1004.pdf">http://www.tll.de/ainfo/pdf/back1004.pdf</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren zur Einschätzung der Schadverdichtungsgefährdung</li> <li>• Es beruht auf dem Drucksetzungsverhalten der Böden in Abhängigkeit von ihren Material- und Gefügeeigenschaften und dem Bodenwassergehalt, dem Bodendruck und seine Verteilung im Boden gegenübergestellt wird.</li> <li>• Das Verfahren ist im langjährigen Praxisversuch überprüft worden. Es ist für die Vorsorgeberatung landwirtschaftlicher Betriebe geeignet.</li> </ul>
<p>Wechselwirkung zwischen Fahrwerk und Ackerboden. TASC: Eine PC-Anwendung zum Beurteilen und Optimieren der Bodenbeanspruchung. FAT-Bericht Nr. 613/2004.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das TASC-Tool ist eine Excel-Anwendung zur Beurteilung und Optimierung der Bodenbeanspruchung.</li> <li>• Berechnung der Bodenbeanspruchung und der Schadverdichtungsgefahr je nach Fahrwerkart,</li> </ul>

<p><a href="http://www.art.admin.ch/themen/00769/00902/00913/index.html?lang=de">http://www.art.admin.ch/themen/00769/00902/00913/index.html?lang=de</a></p>	<p>last, Bereifungs- oder Reifendimension, Reifeninnendruck, Bodenart und –festigkeit (letztere beide durch Fühlprobe oder Schraubenziehertest bestimmt)</p>
<p>Wegleitung zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit. Bundesamt für Landwirtschaft (1991). Liebefeld-Bern</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schema zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit (Abb. 2)</li> <li>• Bodenphysikalische Methoden mit Relevanz für die Verdichtung: Profilsprache, Spatenprobe, Textur, Struktur, Dichte, Wasserinfiltration etc. (Anhang A)</li> <li>• Kapitel 6 zu den Regenwürmern</li> <li>• Kapitel 8 zu den Erträgen</li> </ul>
<p>Wer direkt sät, erntet Vorteile  <a href="http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/umwelt/00111/00145/index.html?lang=de">http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/umwelt/00111/00145/index.html?lang=de</a> → Landwirtschaft</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei DS: weniger Erosion, weniger Verdichtung, weniger Nitratauswaschung.</li> <li>• Mehr Regenwürmer.</li> <li>• Auch verdichtete Böden werden nach einer längeren DS-Zeit wieder gelockert.</li> <li>• DS: weniger Arbeitsaufwand, weniger Traktoren, weniger Treibstoff, gleich bleibender Herbizid- und Düngereinsatz</li> <li>• Kantone, die Beiträge bezahlen an die DS: BE, LU, AG, SO und FR</li> <li>• Bodenschonende Erntemaschinen erhalten bis anhin keinen finanziellen Zustupf.</li> <li>• Maschinen mit Gummiraupen statt Pneus verteilen das Gewicht auf eine grössere Fläche.</li> </ul>
<p>Willkommen bei TASC – TASC Manual.   Kontakt: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. Ettenhausen.  Kontakt: E. Diserens  <a href="mailto:etienne.diserens@art.admin.ch">etienne.diserens@art.admin.ch</a>  Tel. 052 368 31 31</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detaillierte Anleitung zum Gebrauch des Computertools TASC: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Input-Parameter Boden: Bodentyp, Auflockerungstiefe, Oberbodenfestigkeit</li> <li>○ Input-Parameter Maschine: Reifenwahl, Radlast, Reifeninnendruck</li> </ul> </li> <li>• Mehrfachbefahrungen können bei den Berechnungen nicht berücksichtigt werden, Fahrgeschwindigkeiten ebenfalls nicht</li> <li>• Das Tool liefert eine Einteilung in zwei Kategorien: grün (go) und rot (no go)</li> </ul>
<p>Zuckerrüben, Erntetechnik und Bodenschutz. FAT-Bericht Nr. 567.  <a href="http://www.art.admin.ch/themen/00769/00902/00913/index.html?lang=de">http://www.art.admin.ch/themen/00769/00902/00913/index.html?lang=de</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. 2-11 detaillierte Informationen zu Entwicklungstrends und Angebot zu einzelnen Erntemaschinen</li> <li>• S. 12-19 Informationen Erntezeitpunkt, Bodenbeanspruchung, Einfluss von Radlast und Pnedruck, Fahrspuranteil und Prävention (1. Priorität Unterboden, 2. Priorität Oberboden)</li> <li>• Wertvolle Hinweiskästchen: „Praktische Beurteilung des Bodenzustandes in der Zuckerrübenernte; Empfehlungen“ (S.13), „Schraubenziehertest ist praxistauglich“ (S. 18)</li> </ul>
<p>Zuckerrüben-Erntetechnik und Bodenschutz  <a href="http://www.agrartechnik.ch/file/Zeitschriften/d/lt/2006/9/LT9_04_Zuckerrueben.pdf">http://www.agrartechnik.ch/file/Zeitschriften/d/lt/2006/9/LT9_04_Zuckerrueben.pdf</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präventiver Bodenschutz: Erntezeitpunkt planen, Reifendruck reduzieren, häufiger Abbunkern, in bindigen, schweren Böden nicht spurversetzt fahren.</li> <li>• S. 7 bis S. 9 Beschreibung von sieben grossen Erntemaschinenherstellern</li> </ul>

Zwischenbericht – Thüringer Landesanstalt  
für Landwirtschaft  
<http://www.tll.de/ainfo/pdf/gnut0509.pdf>

- Sehr technischer und theoretischer Bericht. Sehr wahrscheinlich wenig hilfreich für die Vollzugshilfe