

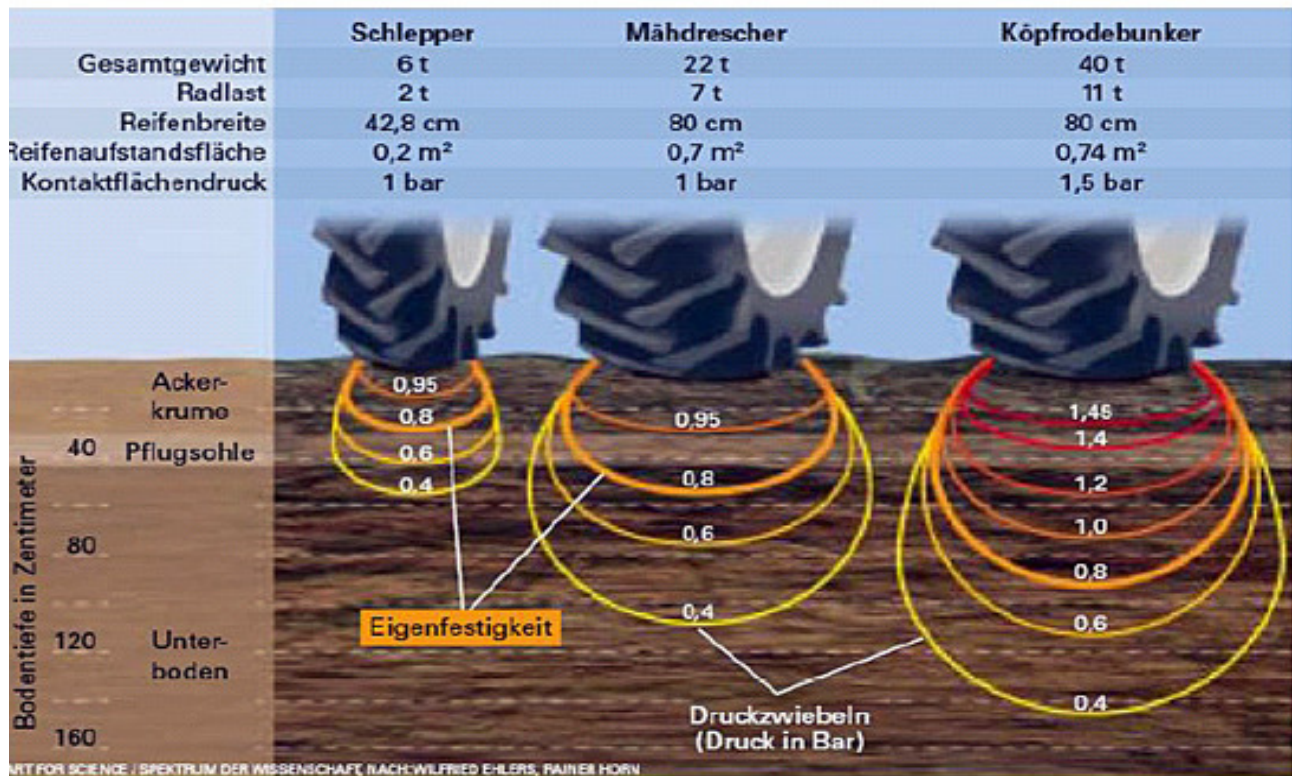
Aufgrund der Entwicklung hin zu größeren landwirtschaftlichen Betriebsstrukturen und damit verbundenen weiteren Feldentfernungen werden auch die Maschinen und deren Gewichte immer größer. Die Landtechnikhersteller bieten für diese schwereren Geräte breitere Reifen an, um die Aufstandsfläche auf den Boden proportional zu erhöhen und so den gleich niedrigen Reifeninnendruck wie bei leichteren Maschinen zu ermöglichen. Dies suggeriert, die Belastung des Bodengefüges bliebe trotz der höheren Gewichte gleich.

→ Im Oberboden ist das im Idealfall auch tatsächlich so (bei gleichbleibendem Reifeninnendruck bleibt der Kontaktflächendruck gleich). Nach unten pflanzt sich der Druck im Boden jedoch in Form einer sogenannten Druckzwiebel fort, wobei die Tiefenwirkung der Bodenbeanspruchung mit steigender Radlast zunimmt, und zwar fast unabhängig vom Reifeninnendruck und von der Aufstandsfläche. Breitere Reifen mit höheren Radlasten ergeben tiefer reichende Druckzwiebeln. (VAN DEN PLOEG ET AL. 2006, DISERENS UND SPIESS 2004, MOITZI UND BOXBERGER 2007, DEMMEL 2014). Diese Problematik ist von enormer Bedeutung, da im Unterboden nach sehr hohen Druckbelastungen auch in Zeiträumen von Dekaden keine signifikanten Regenerierungsprozesse eintreten (WERNER ET AL. 2001, MURER 2014).

→ Ein weiterer physikalischer Aspekt ist, dass bei schmalen Reifen im Falle von zu großem Gewicht und/oder zu hoher Bodenfeuchtigkeit die Erde seitlich wie bei einem Pudding herausgequetscht wird. Die Räder hinterlassen tiefe Spuren und verursachen sichtbare Strukturschäden in der bearbeiteten Krume - jeder sachgerecht arbeitende Landwirt stellt in diesem Fall die Arbeit ein. Falls doch weitergefahren wird, ergeben diese lokalen Strukturschäden unmittelbar Ertragsdepressionen – auch optisch gut abgegrenzt sichtbar – welche durch geeignete mechanische Lockerung in Kombination mit nachfolgender „Lebendverbauung“ (Pflanzenwurzeln stabilisieren Gefüge) relativ leicht und schnell wieder heilbar sind. Denn sie sind nur in der bearbeiteten Krume entstanden, nicht jedoch im Unterboden. Bei breiten Reifen hingegen sieht die Einsinktiefe optisch flacher aus und verleitet oft, auch dank der kraftvollen Zugmaschinen, zur Weiterarbeit – was bei geringem Reifeninnendruck zudem oft nur geringe kurzfristige Schäden im Oberboden zeigt, jedoch schwer reversible Aggregatdeformationen im Unterboden mit langfristigen Ertragsdepressionen folgert.

→ Mehrfache Überrollung der gleichen Spur (beispielsweise Tandem- oder Tridemachsen) erhöht ebenfalls den Bodendruck (BMVEL 2001)

→ Die bisher erwähnten Zusammenhänge beschreiben modellhaft statische, ruhende Lasten auf den Boden. In der Praxis kommt hier aber noch der wichtige Faktor hinzu, dass bei einem abrollenden Rad aufgrund einer gewissen Einsinktiefe in die Erde ein Druck nach vorne gegen einen Erdkeil entsteht, der umso größer ist, je kleiner das Rad ist und je tiefer das Rad einsinkt – der sogenannte „Bulldozing Effekt“ (VOLK 2012)



Quelle: Van der Ploeg, Ehlers, Horn, Spektrum der Wissenschaft, August 2006)

❖ Auswirkungen von Unterbodenverdichtungen:

- Verringerung des Porenvolumens, Sauerstoffmangel, Denitrifikation
- Zerstörung von Regenwurmgängen
- Verringertes Wurzelwachstum
- Humusabbau
- verringerte Wasserversickerung zur Grundwasserneubildung
- erhöhter oberflächlicher Abfluss mit damit einhergehender verstärkter Hochwassergefahr

❖ technische Lösungsansätze:

- schmale Reifen mit großen Durchmessern
- Raupenfahrwerke
- Fixe Fahrspuren als Beetkulturen, CTF (controlled traffic farming per GPS) auf Großflächen
- Optimierung und Variierung der maximal zuträglichen Radlasten je nach Bodenart und Feuchtigkeit

❖ agrarpolitische Lösungsansätze:

- Förderung von Maschinen und Fahrzeugen mit vorgegebener maximaler Radlast und maximalem Reifeninnendruck
- sukzessive Absenkung der Radlasten analog zu Abgasgrenzwerten, um innovativen Landtechnikherstellern die Chance zu geben, neue Produkte zu entwickeln und zu vermarkten
- Paradigmenwechsel hin zu wieder kleiner werdenden Betrieben – mehr Arbeitsplätze, regionale Produktionsweise, höhere Lebensmittelqualität
- Wiederaufnahme der Entwicklung der „Europäischen Bodenschutzrahmenrichtlinie“. Diese wurde ab 2006 seitens der EU ausgearbeitet, jedoch nach intensiver Lobbyarbeit verschiedener Verbände 2014 zurückgezogen.

Lösungsansatz schmale, hohe Räder:



Abschätzung der Bodenbelastung am Betrieb vorhandener Fahrzeuge:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Bundesamt für Landwirtschaft BLW

→ expert → light terranimo.ch

Anmelden | Registrieren D | F | E

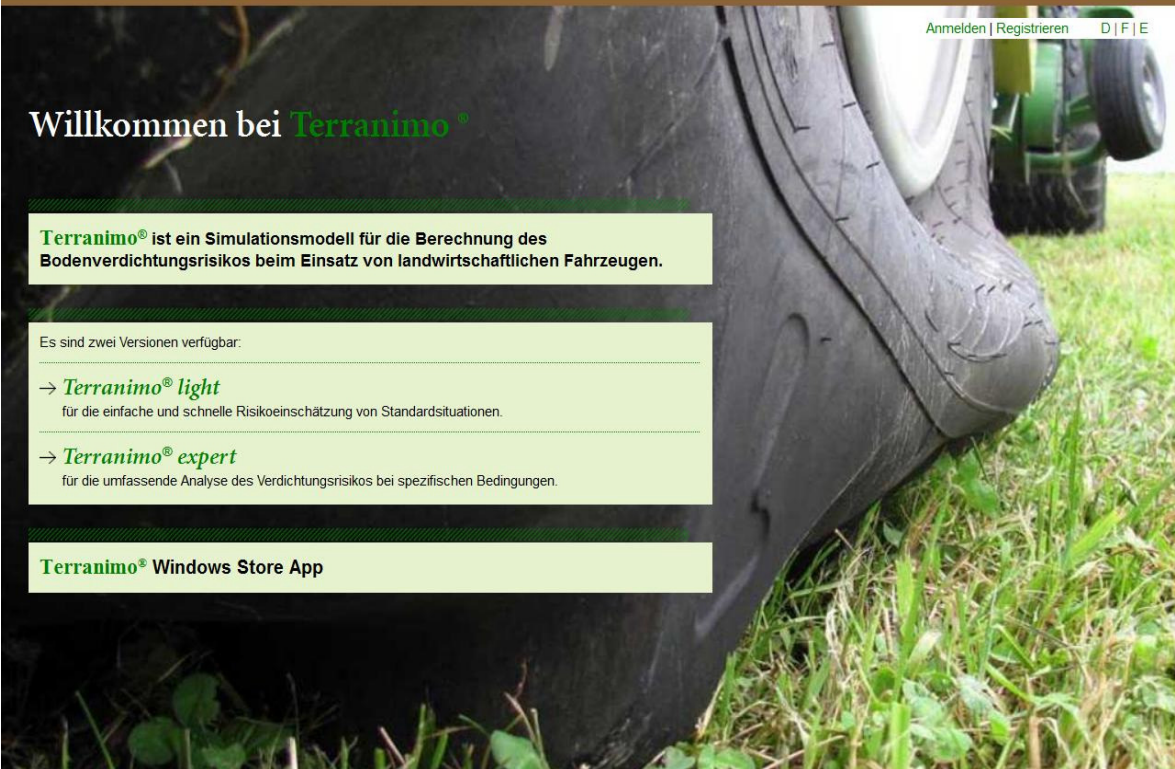
Willkommen bei Terranimo®

Terranimo® ist ein Simulationsmodell für die Berechnung des Bodenverdichtungsrisikos beim Einsatz von landwirtschaftlichen Fahrzeugen.

Es sind zwei Versionen verfügbar:

- **Terranimo® light**
für die einfache und schnelle Risikoeinschätzung von Standardsituationen.
- **Terranimo® expert**
für die umfassende Analyse des Verdichtungsrisikos bei spezifischen Bedingungen.

Terranimo® Windows Store App





Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Bundesamt für Landwirtschaft BLW

→ expert → light terranimo.ch

Anmelden | Registrieren D | F | E

Maschinendaten

Radlast ?
2500 kg

Reifendruck ?
1.00 bar

Bodendaten

Tongehalt ?
20 %

Saugspannung ?
10 cbar

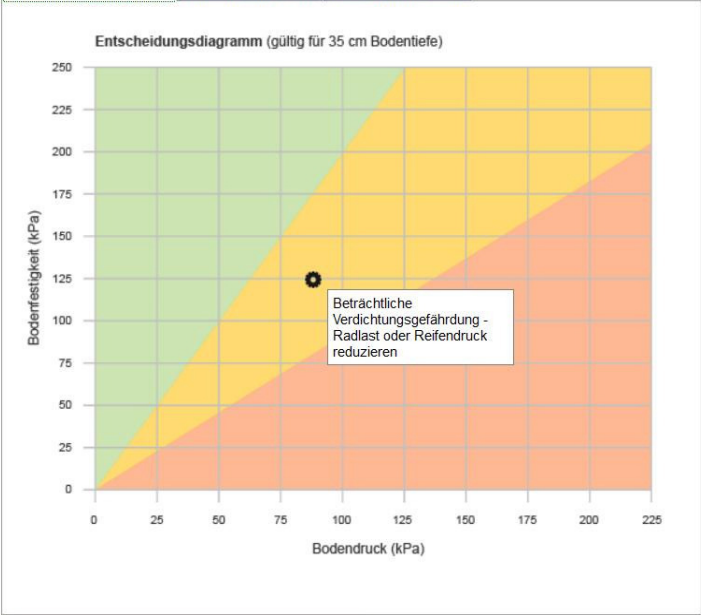
0 nass
10 sehr feucht
20 feucht
30 trocken
40
50
60

5 leichte Böden
10
20 mittelschwere Böden
30
40 schwere Böden

Resultate

Entscheidungsdiagramm Nomogramm Druck Nomogramm Boden

Entscheidungsdiagramm (gültig für 35 cm Bodentiefe)



Beträchtliche Verdichtungsgefahrung - Radlast oder Reifendruck reduzieren

Bodendruck	89 kPa	0.89 bar
Bodenfestigkeit	125 kPa	1.25 bar

100kPa = 1bar

Literatur:

BMVEL (2001): Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion:

http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/boden/Broschuere_GfP_Bodenschutz.pdf

DEMMELE, M. (2014) : Bodenschonender Einsatz von Landmaschinen, Referat Boden.Wasser.Schutz.Tagung 2014 Linz:

https://www.google.at/search?q=Bodenschonender+Einsatz+von+Landmaschinen&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=TIWhVPHIF4vwUqDfgagL

DISERENS, E. UND E. SPIESS (2004): Wechselwirkung zwischen Fahrwerk und Ackerboden – FAT-Bericht 613/2004:

<http://www.agroscope.admin.ch/publikationen/einzelpublikation/index.html?lang=de&aid=18356&pid=19972>

MOITZI, G. UND J. BOXBERGER (2007): „Vermeidung von Bodenschadverdichtungen beim Einsatz von schweren Landmaschinen – eine aktuelle Herausforderung“ in : Ländlicher Raum 2007:

https://www.google.at/search?q=Bodenschonender+Einsatz+von+Landmaschinen&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=TIWhVPHIF4vwUqDfgagL#q=Vermeidung+von+Bodenschadverdichtungen+beim+Einsatz+von+schweren+Landmaschinen+%E2%80%93+eine+aktuelle+Herausforderung

MURER, E. (2014): „Bodenverdichtung vermeidbar“ in: Landwirtschaftliche Mitteilungen 19/2014, 6:

https://www.google.at/search?q=murer+bodenverdichtung+vermeidbar&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=C2KhVMDCM8rlavv3gegK

VAN DER PLOEG, EHLERS, W. UND R. HORN (2006): „Schwerlast auf dem Acker“ in: Spektrum der Wissenschaft 8/2006, 80-88, <http://www.spektrum.de/alias/bodenforschung/schwerlast-auf-dem-acker/848565>

VOLK, L. (2012): Mehr Bodenkontaktfläche mit variablem Reifendruck: [http://www4.fh-](http://www4.fh-swf.de/media/downloads/fbaw_1/reifenregler/pdfs/poster_wdu_berlin/Mehr_Bodenkontaktflaeche_mit_variablem_Reifendruck.pdf)

[swf.de/media/downloads/fbaw_1/reifenregler/pdfs/poster_wdu_berlin/Mehr_Bodenkontaktflaeche_mit_variablem_Reifendruck.pdf](http://www4.fh-swf.de/media/downloads/fbaw_1/reifenregler/pdfs/poster_wdu_berlin/Mehr_Bodenkontaktflaeche_mit_variablem_Reifendruck.pdf)

WERNER, D. UND B. WERNER (2001): [Verdichtung und Regeneration des Gefüges eines schluffigen Tonbodens](#) (Tschernosem): Bodenphysikalische, computertomographische und rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen. J. Plant Nutr. Soil Sci., 164, 79-90