

# Umwelt

## TASC - eine PC-Anwendung zur Vorbeugung von Schadverdichtungen

Etienne Diserens und Ernst Spiess, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen

Gilbert Steinmann, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), CH-1015 Lausanne

Auskünfte: Etienne Diserens, E-Mail: etienne.diserens@fat.admin.ch, Fax +41 (0)52 365 11 90, Tel. +41 (0)52 368 33 53

### Zusammenfassung

**TASC (TYRES/TRACKS AND SOIL COMPACTION) ist eine Excel-Anwendung als Hilfsmittel für die Praxis im Ackerbau. Die Bodenbeanspruchung durch Rad- und Raupenfahrwerke lässt sich je nach Bodeneigenschaften und Belastung beurteilen. Eine allfällige Schadverdichtungsgefahr wird in den von den Auflockerungswerkzeugen nicht erfassten Zonen angezeigt. Zu den erforderlichen Eingabeparametern gehören die Bodentextur (Fühlprobe), die Oberbodenfestigkeit (Schraubenziehertest), die Auflockerungstiefe, die Reifenbreite, der Reifendurchmesser, die Radlast und der Reifeninnendruck. Anhand von zwölf Feldversuchen\* auf mittel bis stark kohäsiven Böden wurden Algorithmen für die Ermittlung der Kontaktfläche und für die Berechnung der Druckausbreitung im Bodenprofil erarbeitet und im Modell integriert. Der Deckungsgrad der Modellberechnung der Schadverdichtungsgefährdung mit Feldmessungen liegt über 85 %. Die Anwendung eignet sich vorwiegend für Bereifungen mit Traktion- oder Farmer-Profil auf abgesetzten Ackerböden mit einer verfestigten Pflugsohle zwischen 20 und 25 cm. TASC beinhaltet ausserdem technische Angaben von mehr als 1000 Bereifungen aus der Land- und Forstwirtschaft. Dabei können die Reifendimensionen direkt als Eingabe übernommen werden. Gemäss den ETRTO-Normen (European Tyre and Rim Technical Organisation) lässt sich auch die maximal zulässige Belastung je nach Bereifung, Reifeninnendruck und Fahrgeschwindigkeit ermitteln. TASC hat vorab zum Ziel, Ackerböden präventiv gegen schwere reversible bis irreversible Schadverdichtungen zu schützen.**

### Grundlagen

Hinsichtlich der Bodengefährdung durch Schadverdichtung stützt sich TASC auf das Grundkonzept der Vorbelastung. Falls die Druckspannung die Vorbelastung eines vorgegebenen Bodens überschreitet ( $F > R$ ), reagiert der Boden eher plastisch und verformt sich. Wird die Vorbelastung nicht überschritten, so entsteht keine plastische Verformung, der Boden reagiert eher elastisch ( $F < R$ ). Die Bodenstruktur hat sich in diesem Fall nach der Belastung grundsätzlich nicht verändert (Diserens und Bucher 1997).

Unter Schadverdichtung fallen jene Verdichtungen, die ein ungestörtes Pflanzenwachstum

\* In Zusammenarbeit mit Agroscope FAL Reckenholz

belastung bei der Feldkapazität (Grobporen entwässert,  $\emptyset > 50 \mu\text{m}$ , pF1,8) als Funktion der effektiven Lagerungsdichte für fünf Bodenarten aus drei Datensätzen gerechnet (Lebert 1989; Qasem *et al.* 2000; FAL 2003). Die maximalen Vorbelastungswerte des Bodens sind je nach Körnungsklasse im Programm wiedergegeben (Tab.1).

Die Berechnungen der Druckausbreitung (Abb. 2) und der Druckzwiebeln (Drucklinienverlauf, Abb. 3) im Boden lassen sich aus den Grundformeln von Fröhlich (1934) (Gl. 2) beziehungsweise von Boussinesq (Lang und Huder 1982) (Gl. 3) für isotrope Böden mit Korrekturfaktoren (Diserens und Steinmann 2002) je nach Oberbodenfestigkeit errechnen.

Anhand von Eingaben über Boden und Belastung berechnet TASC die Druckausbreitung und beurteilt die Schadverdichtungsgefährdung unter feuchten Bodenverhältnissen. Gibt die Anwendung die Information «Schadverdichtungsgefahr» aus, dann liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine wirkliche Gefährdung vor. Der Wassergehalt wird indirekt durch die Erhebung der Oberbodenfestigkeit berücksich-

$$LD_{\text{eff}} = LD_s + 0,009 T \quad \text{Gl. 1}$$

wobei  $LD_{\text{eff}}$  [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]: für die effektive Lagerungsdichte

$LD_s$  [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]: für die trockene Lagerungsdichte

$T$  [%]: für den Tongehalt

tigt. Messwerte auf verfestigten Unterböden haben gezeigt, dass sich die Druckausbreitung mit zunehmendem Wassergehalt im teilgesättigten Bereich nicht wesentlich verändert (Diserens und Steinmann 2002).

### Module

Die Anwendung besteht aus drei verbundenen Modulen (Abb.1):

- Eingabebereich mit Ergebnissen über Druckausbreitung und Schadverdichtungs-Gefährdung

- Reifendaten-Tabellen über Dimensionen und Tragfähigkeit

- Berechnung der maximalen zulässigen Radlast nach ETRTO-Normen

### Eingabebereich mit Ergebnissen

**Bodenart im Bereich der maximalen Auflockerungstiefe:** Zur Festlegung des maximal zulässigen Bodenwiderstandes sind

$$\sigma'_z = q \sigma_m \left( 1 - \frac{z^2}{z^2 + r_0^2} \right) \quad \text{Gl. 2}$$

$$\sigma'_z = \frac{2q\sigma_m}{\pi} \left[ \arctan \frac{ab}{Rz} + \frac{abz}{R} \left( \frac{1}{a^2 + z^2} + \frac{1}{b^2 + z^2} \right) \right] \quad R^2 = a^2 + b^2 + z^2 \quad \text{Gl. 3}$$

wobei:  $\sigma'_z$  [Pa]: effektive vertikale Druckspannung in der Tiefe z  
 $\sigma_m$  [Pa]: mittlerer Kontaktdruck  
z [m]: Tiefe  
 $r_0$  [m]: Radius der äquivalenten Kreisfläche  
a [m]: Länge der Kontaktfläche als Rechteck  
b [m]: Breite der Kontaktfläche als Rechteck  
q: Faktor für die Stabilität des Oberbodens (1 = fest, 1,5 = halbfest, 2 = weich)

fünf Körnungsklassen berücksichtigt: (i) tonreiche Böden, (ii) schluffreiche Böden, (iii) tonige Lehm-/Lehmböden, (iv) sandiger Lehm, lehmreicher Sand und (v) sandreiche Böden. Die Bestimmung der einzelnen Klassen (falls unbekannt) lässt sich anhand von Fühlproben (Spiess und Diserens 2001) durchführen.

### Maximale Auflockerungstiefe:

Dieser Parameter legt fest, ab welcher Tiefe eine allfällige Schadverdichtungsgefahr vorkommen kann.

### Oberbodenfestigkeit:

Sie ist hinsichtlich der Tragfähigkeit des Bodens für die Intensität der Druckausbreitung massge-

**Tab. 1. Aequivalente Vorbelastungswerte (pF1,8) in kPa zum Richtwert der effektiven Lagerungsdichte 1,7 g/cm³ für fünf Körnungsklassen aus Regressionsrechnungen. Maximale Werte werden als Referenzwerte ausgewählt.**

Körnung	Lebert (1989)	Qasem et al. (2000)	FAL (2003)	TASC	DVWK*** (1995)
Lehmiger Ton, Ton					
41-77 % T*	min 49,8	min 61,8	(min 56,7)**		
22-48 % U*	<b>max 69,8</b>	<b>max 78,3</b>	<b>(max 61,1)**</b>	<b>80</b>	mittel
Toniger, lehmiger, sandiger Schluff, Schluff					
9-42 % T	min 68,7	min 83,7	min 69,8		
52-86 % U	<b>max 107,6</b>	<b>max 105,9</b>	<b>max 71,3</b>	<b>105</b>	hoch
Toniger Lehm, Lehm					
21-40 % T	min 70,1	min 74,1	min 62,0		
29-37 % U	<b>max 89,1</b>	<b>max 85,1</b>	<b>max 70,8</b>	<b>85</b>	mittel
Sandiger Lehm, lehmreicher Sand					
11-20 % T	min 94,0	-	min 71,3		
18-39 % U	<b>max 104,8</b>	-	<b>max 74,0</b>	<b>105</b>	hoch
Lehmiger Sand, schluffiger Sand, Sand					
1-9 % T	min 107,6	-	-		
3-22 % U	<b>max 119,9</b>	-	-	<b>120</b>	sehr hoch

\* T: Tongehalt in %; U: Schluffgehalt in %.

\*\* Im Tonbereich gab es unter den FAL-Daten keinen Messpunkt mit einer effektiven Lagerungsdichte gleich oder höher als 1,7 g/cm³

\*\*\* DVWK: Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau

Abb. 1. Flussdiagramm von TASC. Modulen: Dateneingabe mit Ergebnissen, Reifeninformationen und Berechnung der zulässigen Radlast je nach Reifennennendruck und Fahrzeugschwindigkeit (nach ETRTO-Normen).

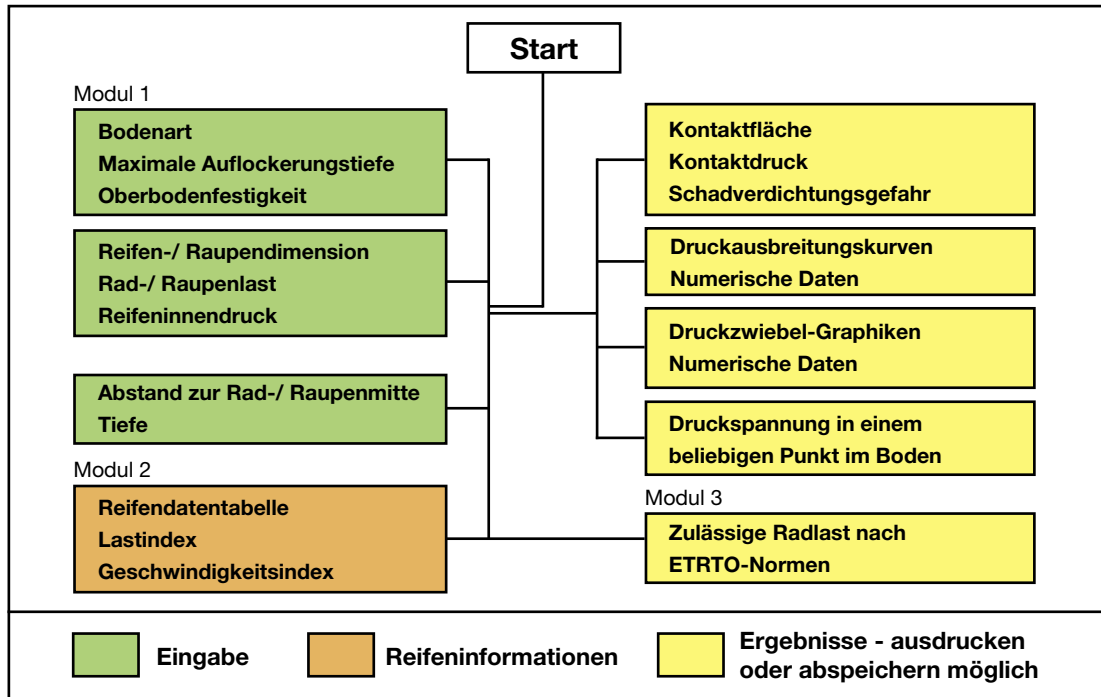
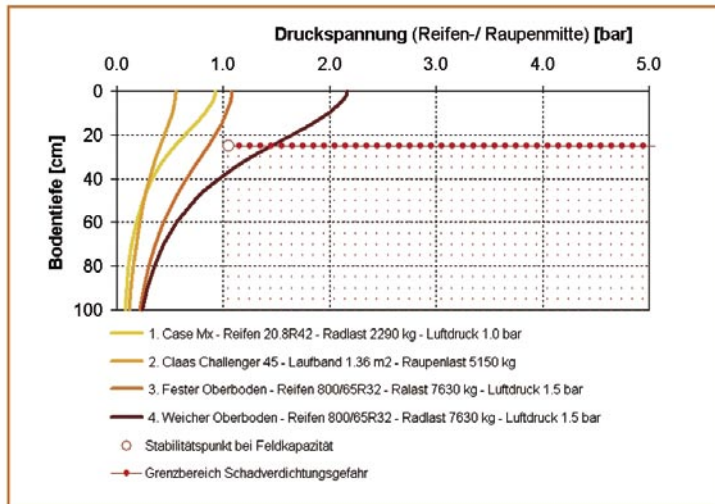


Abb. 2. Druckausbreitung im Boden. Wird der Grenzbereich durch die Druckausbreitungskurve geschnitten, ist die Belastung als zu hoch zu werten. Schadverdichtungsgefahr bei Variante 4 (Mährescher mit vollem Korntank).

**Druckausbreitung und Bodenstabilität**  
Fahrwerksvergleich / Bodenvergleich

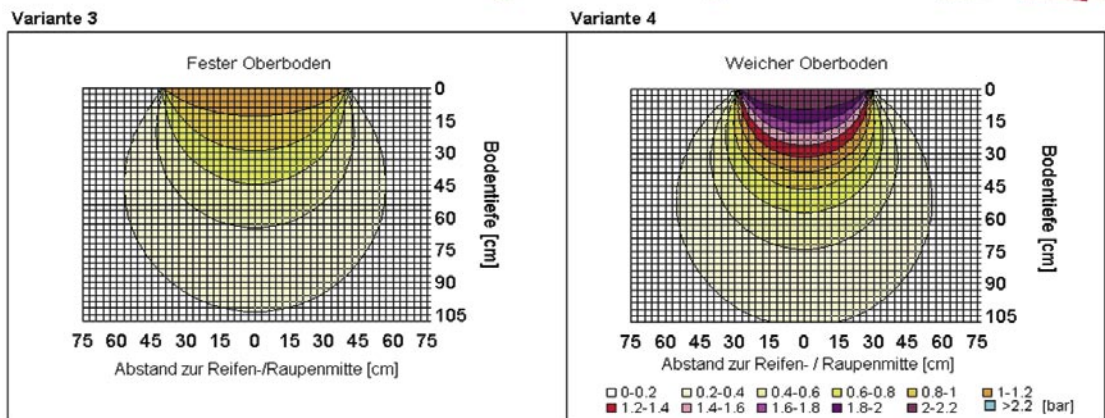


bend. Auf einfache Weise lässt sich die Oberbodenfestigkeit mit dem Schraubenziehertest (Spiess und Diserens 2001) erheben.

**Reifen- beziehungsweise Raupendimensionen:** Reifenbreite und Reifendurchmesser bzw. Raupenbreite und Raupenlänge bestimmen weitgehend die Kontaktfläche zwischen Fahrwerk und Boden. Für die Reifen können die Dimensionen direkt aus den Reifendaten-Tabellen in die Eingabetabelle übernommen oder allenfalls auch manuell eingetragen werden.

Abb. 3. Druckzwiebeln (Drucklinienverlauf) im Boden. Wird der Boden weicher, konzentrieren sich die Isobarien gegen die Mitte der Bereifungen und dringen im Boden tiefer ein. Bei gleicher Radlast, nimmt der Einfluss der Oberboden-Tragfähigkeit mit der Tiefe deutlich ab.

**Druckzwiebeln im Boden**  
Fahrwerksvergleich / Bodenvergleich



1 bar = 1.019 kg/cm<sup>2</sup> = 10 N/cm<sup>2</sup> = 100 kPa = 0.9872 atmn



**Rad-/ beziehungsweise Raupenlast:** Dieser Parameter wird zur Ermittlung der Kontaktfläche und des Kontaktdruckes benötigt.

**Reifeninnendruck** (Luftdruck): Wird zur Ermittlung der Kontaktfläche berücksichtigt und zwar für grosse Bereifungen mit einem Durchmesser > 1,3 m.

**Kontaktfläche:** Diese Grösse lässt sich aus den Algorithmen für normal gelagerte, feuchte Ackerböden ableiten (Diserens 2002). Die Algorithmen eignen sich vorwiegend für Farmer- und Traktionsprofil.

**Kontaktdruck:** Es handelt sich um den mittleren Kontaktdruck, ein Ausgangswert für die Berechnung der Druckausbreitung. Bei Raupen wird angenommen, dass unter optimaler Handhabung (Raupenspannung, Geräteanbringung) die Last nahezu gleichmässig verteilt ist.

**Bodengefährdung:** Überschreitet die Druckspannung (bei maximaler Auflockerungstiefe) den Wert des festgelegten Bodenwiderstandes bei pF 1,8, so wird «Schadverdichtungsgefahr» angezeigt und auch deren maximale Tiefe angegeben.

**Druckausbreitung:** Die Algorithmen (Gl. 2 und 3) gelten vor allem für kohäsive Böden wie Ton-, Schluff und Lehmböden. Berechnungen für Sand- und Moorböden können eher zu tiefe Werte hervorbringen und sind daher mit Vorbehalt zu interpretieren.

### Reifendaten-Tabellen mit technischen Angaben

In die Anwendung integriert sind die technischen Daten von über 1000 Bereifungen aus der Forst- und Landwirtschaft unterteilt in fünf Hauptgruppen (Antriebs- und Anhängerreifen für die Forstwirtschaft,



schaft, Lenkungs-, Antriebs- und Anhängerreifen für die Landwirtschaft). Unter anderem finden sich auch Informationen zu den Reifen- und Felgendimensionen, der maximal zulässigen Radlast bei minimalem und maximalem Reifeninnendruck (30 km/h), zum

Last- und Geschwindigkeitsindex sowie zu den Reifenherstellern.

### Berechnung nach ETRTO-Normen

Die maximal zulässige Belastung je nach Reifeninnendruck und Fahrgeschwindigkeit lässt

**Raupenfahrwerke sind eine zweckmässige Alternative insbesondere zur Schonung des Oberbodens.**

(Foto: Martin Häberli, Rosshäusern BE)

**Tab. 2. Anwendungsbereich und Einschränkungen im Überblick**

#### Anwendungsbereich

TASC ist vor allem auf praxisbezogene Empfehlungen und Richtlinien für den Maschineneinsatz im Ackerbau ausgerichtet. Im Vordergrund steht die Verhinderung von Schadverdichtungen im Unterboden. Im Einzelfall kann der Zustand des Bodens lokal nicht wiedergegeben werden. Die Anwendung berücksichtigt:

- Kohäsive eher bindige Bodenarten aus Lehm, Schluff oder Ton mit einem geprägten Bearbeitungshorizont (Pfügen, Grubbern) zwischen 20-25 cm.
- Feuchte bis nasse Unterbodenverhältnisse mit einem geringeren Steinanteil.
- Eine Felddurchfahrt mit bis zu drei Reifenüberfahrten (drei Achsen).
- Fahrgeschwindigkeiten zwischen 3 und 8 km/h.
- Bereifungen mit geprägten Stollen (Farmer, Traktionsprofil). Der Reifeninnendruck zur Erfassung der Druckausbreitung wird nur für Reifendurchmesser über 130 cm berücksichtigt.
- Der Druckspannungsverlauf wird ab einer Tiefe von ca. 15 cm realistisch wiedergegeben (bei geringeren Tiefen in der Praxis heterogen).

#### Einschränkungen

Für die folgenden Situationen/Aspekte wurde TASC bisher noch nicht oder nur unzureichend ausgerichtet bzw. evaluiert:

- Nicht kohäsive Böden wie Sandböden oder organische Böden sowie Naturwiese und Waldböden.
- Trockene bindige Unterböden. Die Schadverdichtungsgefahr nimmt hier stark ab.
- Böden mit hohem Steinanteil. Hier kann davon ausgegangen werden, dass die Tragfähigkeit höher ist.
- Vorgewendeflächen: Durch die Vielfachbefahrungen mit hohen Lasten wird der Boden beim Wenden übermässig stark beansprucht, Schadverdichtungen können die Folge sein.
- Radlastveränderungen am Fahrzeug während des praktischen Einsatzes (Zug- und Drehmomente oder Schwerpunktverlagerungen) müssen bei der Dateneingabe abgeschätzt bzw. berücksichtigt werden.
- Bereifungen mit flachen Stollen für Transport (Implementreifen, Ackerwagen, Flotation Profile, Durchmesser kleiner 130 cm). Der Reifeninnendruck zur Erfassung der Druckausbreitung wurde für diese Bereifungsarten bisher nicht berücksichtigt.

sich für diverse Klassen der Lenkungs-, Antriebsreifen und Anhängersreifen nach den ETRTO-Normen berechnen.

### Anwendungsbereich und Einschränkungen

Trotz einer breiten Datengrundlage aus unterschiedlichen Böden, Festigkeits-Verhältnissen und Bereifungen können die Informationen von TASC immer nur eine mehr oder weniger grosse Annäherung an die realen Verhältnisse erreichen. Im Hinblick auf die grosse räumliche Variabilität der Bodenbeschaffenheit und die nicht immer hinreichend erfassbaren dynamischen Komponenten (Boden, Fahrwerk, Last- und Kraftübertragung) ist dies naheliegend. Diesbezüglich verlangen die Ergebnisse eine entsprechend differenzierte Interpretation (Tab. 2).

### Validierung

An zwölf Standorten konnten von 72 Situationen 66 mit TASC geprüft und die Anwendung dadurch validiert werden (Tab. 3). Die Übereinstimmung zwischen der TASC-Aussage

und den Messwerten liegt im Oberboden bei 42%. Würde man nun aber gemäss Petelkau (1991) einen Abzug von 0.1 g/cm<sup>3</sup> für den Oberboden vornehmen (Richtwert für den Oberboden 1.6 anstatt 1.7 g/cm<sup>3</sup>), könnte die Übereinstimmung im Oberboden 71 % erreichen. Da der Boden im Ackerbau in der Regel aufgelockert wird, kommt der TASC-Aussage zur Vorbeugung von Schadverdichtungen im **Oberboden** keine vorrangige Bedeutung zu.

Im **Unterboden** bei 35 cm Tiefe zeigten sich bei den Feldmessungen keine Schadverdichtungen trotz tiefer Wasserspannungswerte (Fall A). In sechs Situationen wies TASC auf eine Verdichtungsgefahr hin, obwohl sich der Boden nicht gravierend veränderte (Fall B). In drei von diesen sechs Situationen lagen die Werte der effektiven Lagerungsdichte zwischen 1,65 und 1,70 g/cm<sup>3</sup> vor. In einer Situation bei relativ kleiner Belastung wurde der Boden deutlich verdichtet, der Richtwert zwar erreicht, aber nicht überschritten.

In vier Situationen war der Boden vor und nach der Belastung zu stark vorverdichtet und führte zu keinen möglichen Aussagen. In 35 cm Bodentiefe liegt der Übereinstimmungsgrad bei 73 % (Fall B). In 55 cm Bodentiefe gab es keine ausgesprochen hohe Druckspannungen. In zwei Situationen hatten die Böden schon vor dem Befahren eine übermässige Lagerungsdichte (Fall C). Auch bei hohem Feuchtengrad wurden keine Schadverdichtungen durch Bodenanalysen nachgewiesen (Fall A). Die Trefferquote von TASC liegt hier für ungefährdete Fälle bei 100 % (Fall B). Im Hinblick auf die Vorbeugung von Schadverdichtungen steht die Anwendung auch mit der Festlegung der kritischen Vorbelastungspunkten im oberen Teil der Skala (Tab. 1) eher auf der sicheren Seite.

TASC erweist sich demzufolge als praxistaugliches Hilfsmittel und als Entscheidungshilfe zur Abstimmung und Optimierung der technischen Parameter im Einklang mit dem Boden, zur Verminderung der Bodenbeanspruchung, insbesondere zur Prävention von Schadverdichtungen im Ackerbau.

Bezug von TASC V1.0 2004 in D/F/E bei Agroscope FAT Täikon, [www.fat.ch](http://www.fat.ch), [info@fat.admin.ch](mailto:info@fat.admin.ch)

**Tab. 3. Validierung von TASC. Soll der Richtwert 1,7 g/cm<sup>3</sup> nicht überschritten werden, stimmt die Vorhersage der Schadverdichtungsgefährdung im Unterboden zu 86 % überein.**

Effektive Lagerungsdichte	Oberboden		Unterboden			Boden gesamt	
	10 – 15 cm	1,6*	35-40 cm	55-60 cm	gesamt	1,7	1,6*
Richtwerte in g/cm <sup>3</sup>	1,7	1,6*	1,7			1,7	1,6*
Fall A: Boden schadverdichtet erst nach dem Befahren							
Anzahl Situationen	9	11	0	0	0	9	11
Übereinstimmung in %	100	100	-	-	-	100	100
Fall B: Boden nicht schadverdichtet vor und nach oder nur nach dem Befahren							
Anzahl Situationen	15	6	22	20	42	57	48
Übereinstimmung in %	7	17	73	100	86	65	77
Fall C: Boden schadverdichtet vor und nach dem Befahren (gilt für die Validierung nicht)							
Anzahl Situationen	0	7	4	2	6	6	13
Übereinstimmung in %	-	-	-	-	-	-	-
<b>Gesamt gültig</b>							
Anzahl Situationen	24	17	22	20	42	66	59
<b>Übereinstimmung in %</b>	<b>42</b>	<b>71</b>	<b>73</b>	<b>100</b>	<b>86</b>	<b>70</b>	<b>81</b>

\* Richtwert Oberboden 1.6 g/cm<sup>3</sup> nach Abzug gemäss Petelkau (1991)

### Literatur

- Diserens E., 2002. Ermittlung der Reifen-Kontaktfläche im Feld mittels Rechenmodell. *FAT Berichte* Nr. 582. 12 S.
- Diserens E. und Buchter F., 1997. Bodenverdichtung aus der Sicht der Bodenmechanik. *Agrarforschung* 4 (2), 83-86.
- Diserens E. und Spiess E., 2004. Wechselwirkung zwischen Fahrwerk und Ackerboden. *FAT-Berichte* Nr. 613, 15 S.

- Diserens E. und Steinmann G., 2002. Calculation of pressure distribution in moist arable soils in eastern Switzerland: a simple model approach for the practice. In: Environmental Geomechanics - Monte Verità 2002. Ed. L. Vulliet, L. Laloui, B. Schrefler. EPFL Press., 413-421.
- DVWK, 1995. «Gefügestabilität ackerbaulich genutzter Mineralböden. Teil I: Mechanische Belastbarkeit», (Structural stability of mineral soils used for arable farming. Part I: Mechanical stability under load), Merkblätter zur Wasserwirtschaft 234.
- FAL 2003. Vorbelastungsmessungen von zwölf Standorten im Ackerbaugebiet der Schweiz. (Unveröffentlicht).
- Fröhlich O.K., 1934. Druckverteilung im Baugrunde, Verlag Julius Springer, Vienna, 185 S.
- Lang H.J. und Huder J., 1982. Bodenmechanik und Grundbau, Springer Verlag, Berlin, 226 S.
- Lebert M., 1989. Beurteilung und Vorhersage der mechanischen Belastbarkeit von Ackerböden, (Evaluation and prediction of the mechanical stability of arable soils under load). Band 12. Bayreuther Bodenkundliche Berichte.
- Petelkau H., 1991. Ertragliche Auswirkungen technogener Schädverdichtungen der Ackerkrume. *Agrartechnik*, Berlin 41 2, 54-57.
- Qasem H., Attinger W., Berli M. und Schulin R., 2000. Zusammenhänge zwischen ödometrischer Verdichtungsempfindlichkeit und morphologischer Merkmale von Böden, untersucht an ausgewählten Standorten auf den Trasse der Transitgasleitungen Däniken-Grimsel (TRG 2) und Rodersdorf-Lostorf (TRG 3). Institut für Terrestrische Ökologie der ETH Zürich.
- Spiess E. und Diserens E., 2001. Zuckerrüben: Erntetechnik und Bodenschutz. *FAT-Berichte* Nr. 567, 20 S.

## RÉSUMÉ

### TASC – Une application Excel pour prévenir les dégâts sévères de tassement

TASC (TYRES/TRACKS AND SOIL COMPACTION) est une application-excel tenant lieu de guide pour le praticien des grandes cultures. Une appréciation des sollicitations du sol induites par le train de roulement des machines est rendue possible, en tenant compte des propriétés du sol et des machines. Lorsqu'il y a lieu, le risque de compactage sévère est indiqué pour les zones du sol non repris par l'outil d'ameublissement. Parmi les paramètres à recueillir, on notera la texture (examen tactile), la portance du sol en surface (test au tournevis), la profondeur maximale d'ameublissement, la largeur et le diamètre du pneumatique, la charge à la roue et la pression de gonflage. A partir de mesures répétées\* au champ des algorithmes ont été développés puis intégrés dans l'application pour calculer les surfaces d'empreinte et la propagation des contraintes de charges dans le sol. La concordance du modèle de calcul avec les valeurs mesurées pour l'estimation des risques de compactage sévère s'élève à plus de 85 %. L'application convient d'abord pour des sols arables rassis, avec une semelle compacte de labour entre 20 et 25 cm ainsi que pour les pneumatiques moteurs (Profil traction et farmer). L'application TASC dispose en outre d'une base de données techniques sur plus de 1000 pneumatiques agricoles et forestiers. Compte tenu de la pression de gonflage et de la vitesse, l'application calcule également la charge maximale autorisée suivant les normes ETRTO (Organisation Technique Européenne du Pneumatique et de la Jante). Cette application TASC a pour but premier de protéger les sols de manière préventive contre les dégâts sévères de tassement à caractère peu, voire non réversible.

\* Avec la collaboration de Agroscope FAL Reckenholz

## SUMMARY

### TASC: an Excel tool to prevent severe soil compaction damage

TASC (TYRES/TRACKS AND SOIL COMPACTION) is an Excel tool designed foremost as an aid in arable farming. The vulnerability of the soil to the passage of wheels or tracks is assessed after considering soil and load property factors. Danger of soil compaction is also apparent in the unworked underlayers. Factors included soil texture (finger test), penetration resistance in the pan layer (screwdriver test), depth of pan layer, size of tyres (width, overall diameter), load and inflation pressure. After examination of several field trials\*, new algorithms will be developed and integrated into the model to obtain the contact area and the vertical stress propagation in the soil. For the assessment of the soil severe compaction risk, the concordance between the model data and field measurements is over 85 %. The tool is particularly well suited for traction tyres used on settled arable soil with a compacted plough pan between 20 and 25 cm depth. Technical data on more than 1'000 tyre types used in agriculture and forestry are available too. Information on tyre size can be directly imported into the program. According to ETRTO standards (European Tyre and Rim Technical Organisation), the tool gives the maximum load considering the tyre size, inflation pressure and speed of travel. TASC is developed firstly to protect prevently the soil from severe soil compaction damage with low reversible or irreversible character.

**Key words:** computer tool, tyres, tracks, soil compaction, arable farming

\* with the collaboration of the Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture, FAL, Zürich-Reckenholz