

Anleitung zum Simulationsmodell Terranimo® light

Um auf das Programm Terranimo zugreifen zu können, öffnet man einen Internet-Browser (z.B. Internet-Explorer, Firefox, Google Chrome oder Safari) und gibt in der Adressleiste www.terranimodel.ch ein.

Auf der Startseite wählt man bei Bedarf oben rechts die gewünschte Sprache (D, F, E) aus und klickt anschliessend auf die Version Terranimo light (Abb.1).

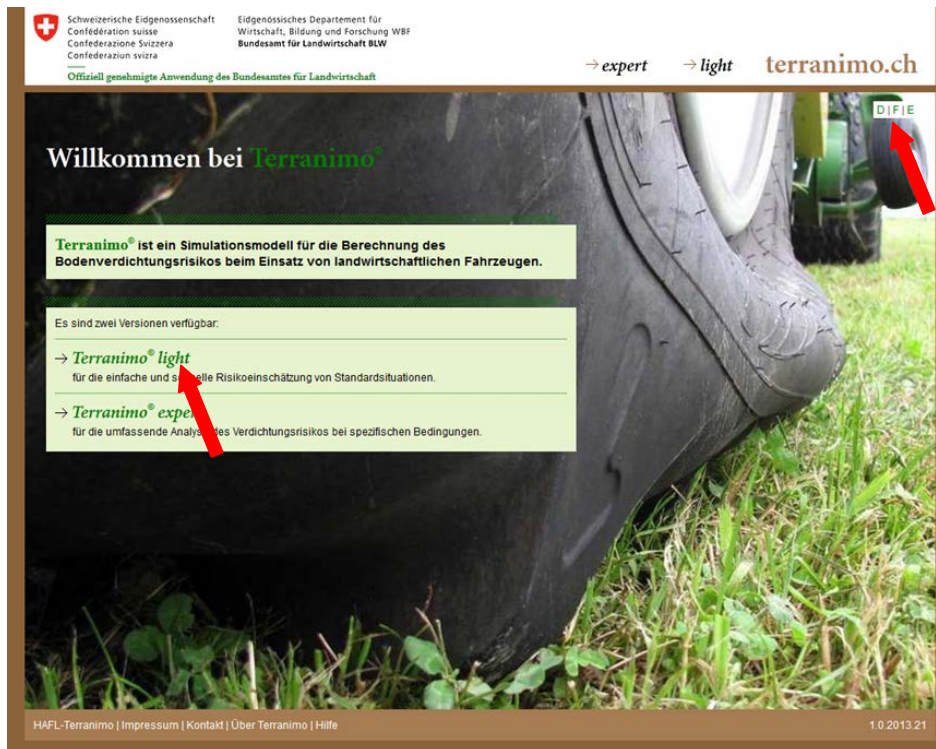


Abb.1

Eingabe der notwendigen Kennwerte zur Berechnung des Bodenverdichtungsrisikos

In einem ersten Schritt werden die Maschinendaten eingegeben. Diese bestehen aus der Radlast und dem Reifendruck, woraus dann der Bodendruck berechnet wird. Sofern die genauen Werte (kg oder bar) bekannt sind, können diese direkt im Eingabefeld erfasst oder via Schieberegler (■) eingestellt werden (Abb.2).

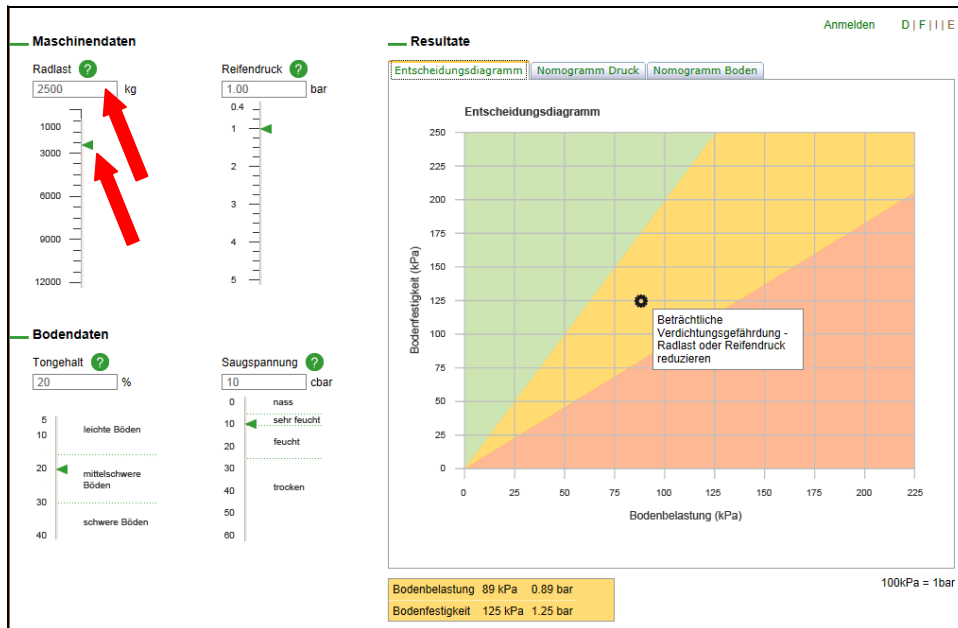


Abb.2

Falls keine genauen Maschinendaten vorhanden sind, können diese mittels Eingabehilfe grob geschätzt werden. Hierzu klickt man auf den Button und die *Maschinendaten Hilfstabelle* erscheint in einem neuen Fenster (Abb. 3). Dort kann im Auswahlmenu oben links die Maschine oder ein typischer Arbeitsgang (z.B. Traktor, Kartoffelernte, Säen usw.) ausgewählt werden. Anschliessend erscheint eine Tabelle mit weiteren Angaben (Fahrzeug, Bereifungsdimension, Radlast, Reifendruck), in welcher bei der zutreffenden Kategorie ein Häkchen gesetzt wird. Die gewählte Einstellung muss durch Klicken auf die Schaltfläche „Übernehmen“ bestätigt werden (das Fenster schliesst sich).

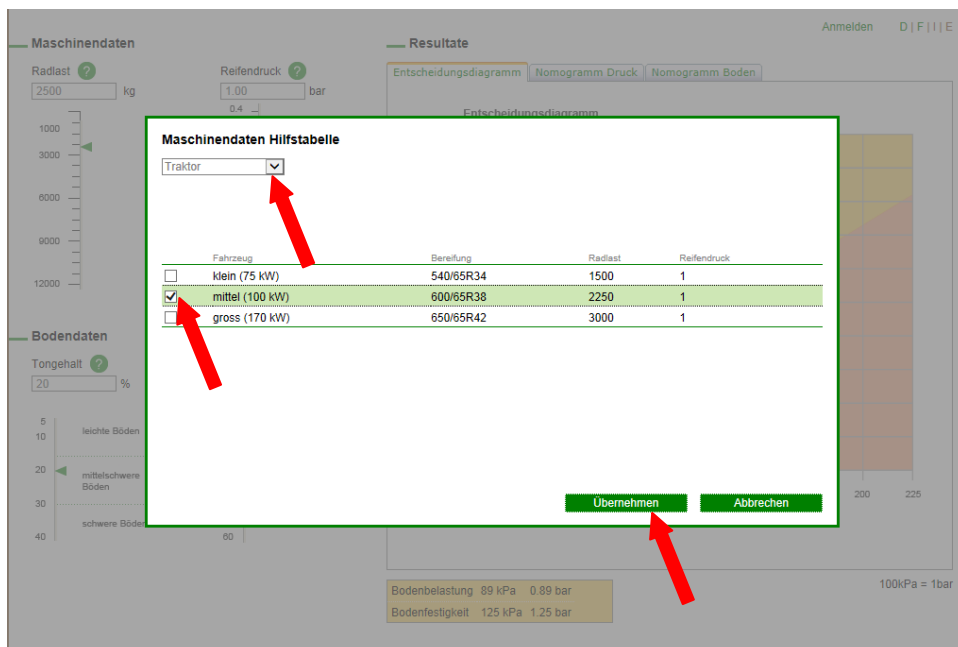


Abb.3

Die unter *Radlast* getroffene Maschinenwahl füllt automatisch auch einen Standardwert für den *Reifendruck* ein. Änderungen können jederzeit via Eingabefeld oder Schieberegler vorgenommen werden.

Unter *Resultate* besteht die Möglichkeit in die Registerkarte *Nomogramm Druck* zu wechseln, wo die gewählte Konfiguration als kleines Rädchen im Diagramm dargestellt wird (Abb. 4). Im abgebildeten Beispiel kann bei einer Radlast von 2500 kg und einem Reifendruck von 1 bar der Bodendruck (berechnet in 35 cm Tiefe) von 89 kPa (0.89 bar) sowohl in der Grafik (Pfeil 1) als auch in den Tabellenfeldern unterhalb der Grafik abgelesen werden (Pfeil 2).

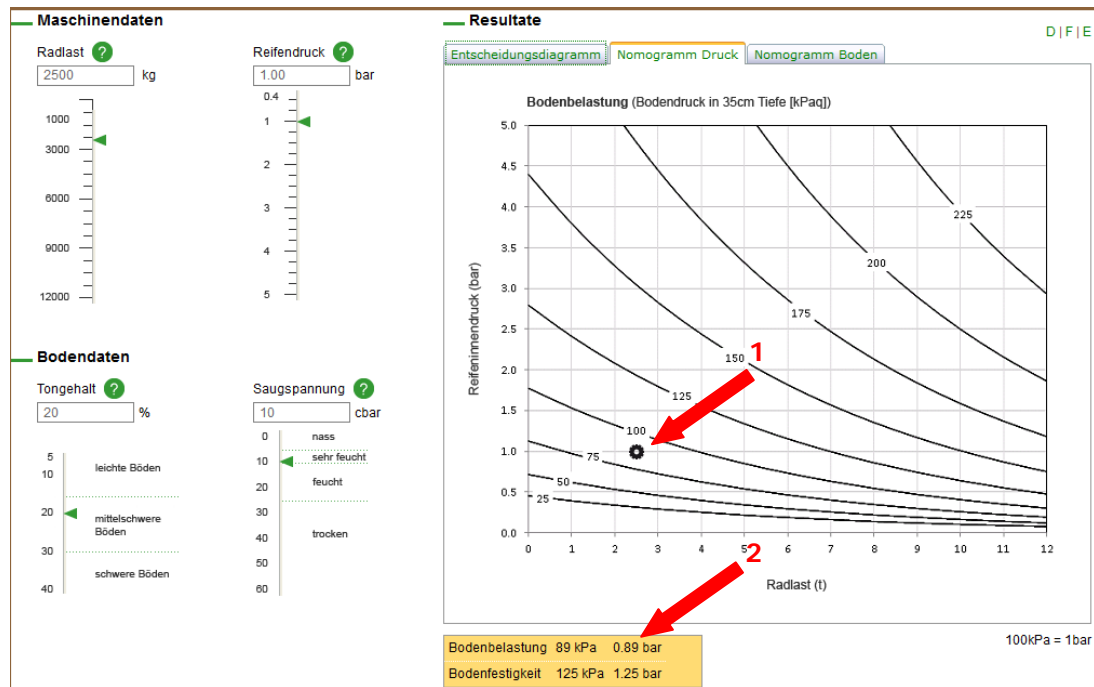


Abb. 4

Sind die Maschinendaten erfasst, braucht es als zweiten Schritt noch die Bodendaten (Tongehalt und Saugspannung) zur Bestimmung der Bodenfestigkeit (Abb.5). Die Eingabe erfolgt nach dem gleichen Prinzip wie bei den Maschinendaten, entweder über das Eingabefeld, den Schieberegler oder mit einem Klick auf den Button (?) über ein Hilfenfenster.

Tipp: Der Tongehalt kann den obligatorischen ÖLN-Bodenanalysen entnommen werden. Sind diese nicht zur Hand kann im Hilfenfenster aus drei Kategorien eine Wahl getroffen werden (Abb. 5).

Die Saugspannung ist ein Mass für die Bodenfeuchtigkeit (tiefe Saugspannung = nasser Boden, hohe Saugspannung = trockener Boden) und kann mit sogenannten Tensiometern gemessen werden. Diese sind aber in der Praxis nicht verbreitet. Deshalb steht auch hier ein Hilfenfenster zur Verfügung (Klick auf ?).

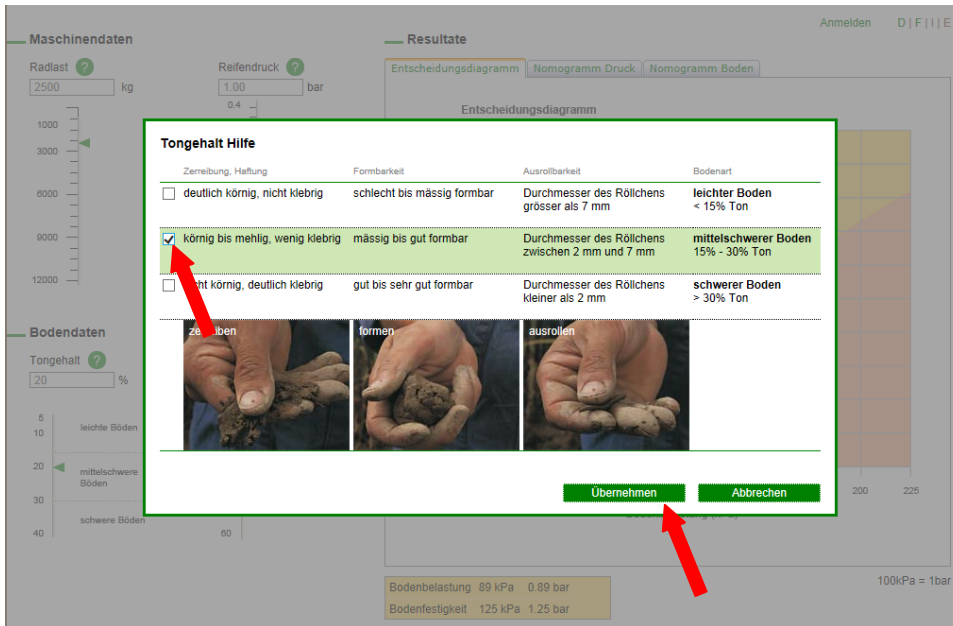


Abb.5

Unter *Resultate* besteht die Möglichkeit in die Registerkarte *Nomogramm Boden* zu wechseln, wo die gewählte Konfiguration als kleines Rädchen im Diagramm dargestellt wird (Abb. 6). Im Beispiel kann bei einem Tongehalt von 20% und einer Saugspannung von 15 cbar eine Bodenfestigkeit von 157 kPa aus der Grafik abgelesen werden (Pfeil 1). Der Wert kann auch den Tabellenfeldern unterhalb der Grafik entnommen werden (Pfeil 2).

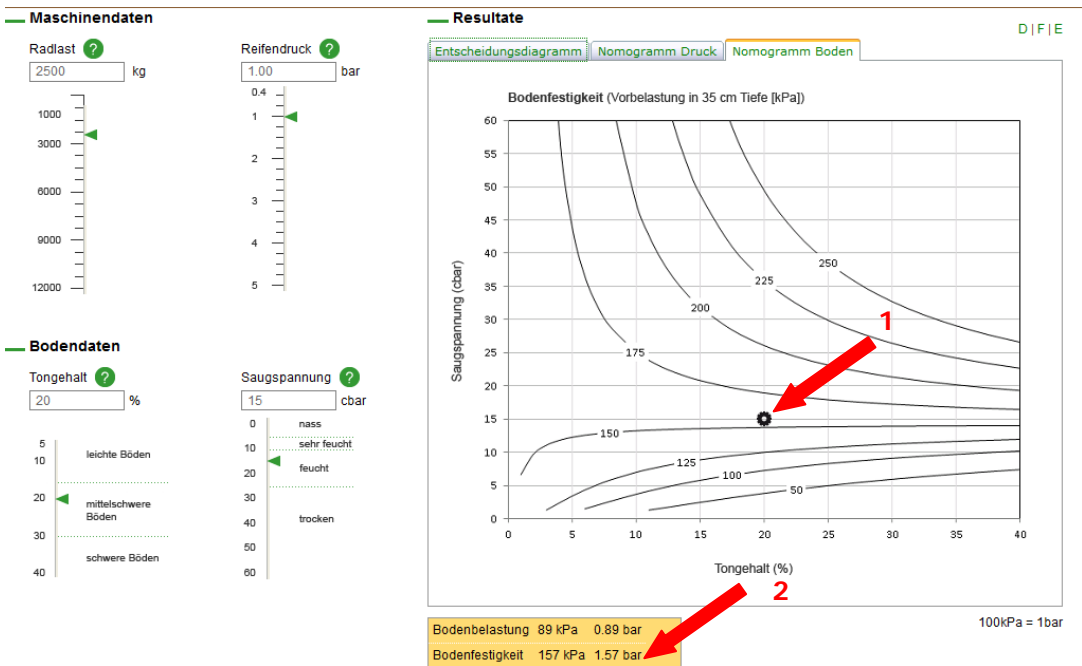


Abb.6

Ablezen des Bodenverdichtungsrisikos und Interpretation der Ergebnisse

Sind die Maschinendaten und die Bodendaten bestimmt, so kann unter Resultate auf der Registerkarte *Entscheidungsdiagramm* das Verdichtungsrisiko und der entsprechende Hinweis zur Befahrbarkeit abgelesen werden (Abb.7).

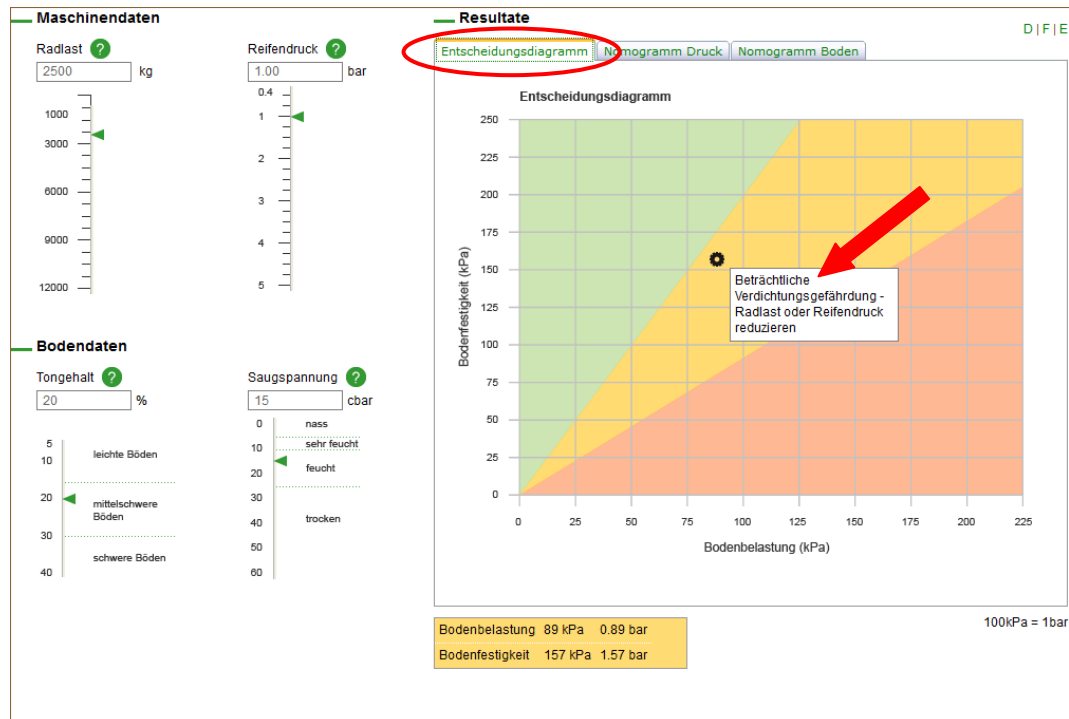


Abb. 7

Das Ergebnis im Entscheidungsdiagramm (Abb. 7) ist folgendermassen zu interpretieren:

Grün:

Dieser Bereich zeigt keine Verdichtungsgefährdung an, d.h. der Boden kann im aktuellen Feuchtezustand gefahrlos mit dem ausgewählten Fahrzeug befahren werden.

Gelb:

Der gelbe Bereich zeigt den kritischen Übergangsbereich mit einer beträchtlichen Verdichtungsgefährdung. Die Gefährdungsabschätzung kann hier durch die Kenntnis zusätzlicher Bodeneigenschaften präzisiert werden. Zum Beispiel sinkt die Gefährdung bei hohen Skelettgehalten (> 10 % Steine im Unterboden) und bei Böden mit einer guten Struktur (z. B. dank konservierender Bodenbearbeitung, intensiver Durchwurzelung, hohem Humusgehalt oder guter Kalkversorgung). Auf jeden Fall sollten die Möglichkeiten zur Belastungsreduktion genutzt werden (z. B. Reifeninnendruck herabsetzen - wobei die Reifenratgeber der Hersteller zu beachten sind, Bunker nur teilweise füllen oder Doppelräder montieren). Die Auswirkung der getroffenen Massnahme kann nach entsprechender Anpassung der Eingabedaten mit Hilfe des Entscheidungsdiagrammes überprüft werden.

Rot:

Der rote Bereich zeigt an, dass eine Schadverdichtung im Unterboden zu erwarten ist. Das Befahren des Bodens ist zu unterlassen, ausser es können geeignete Sofortmassnahmen umgesetzt werden, die die Verdichtungsgefährdung auf die Stufe Gelb herabsetzen (z. B. Reduktion der Radlast oder des Reifeninnendruckes).

Erläuterung der Grenzlinien:

Grenze grün-gelb:

Bodendruck = 50% der Bodenfestigkeit. Diese Grenze repräsentiert gemäss aktuellem Kenntnisstand den Übergang vom vollkommen elastischen Verhalten zu ersten plastischen Deformationen der Bodenstruktur bei einer Belastung.

Grenze gelb-rot:

Bodendruck = 110% der Bodenfestigkeit. Wenn der Bodendruck die (um einen Toleranzbereich erhöhte) Bodenfestigkeit überschreitet, müssen aufgrund der bisherigen Ergebnisse aus Befahrungsversuchen beträchtliche plastische Deformationen (und damit Bodenschadverdichtungen) erwartet werden

Detaillierte Informationen zur Interpretation der Resultate des Modells finden sich in Kapitel 4 der Vollzugshilfe Bodenschutz in der Landwirtschaft der Bundesämter BLW und BAFU.