

Bodenverdichtungen entstehen vor allem durch das Befahren des Bodens mit schweren Maschinen und Transportfahrzeugen. Die hohe mechanische Belastung verringert das Porenvolumen der Böden vor allem im Bereich der für den Luft- und Wasseraustausch wichtigen Mittel- und Grobporen. Auch die Porenkontinuität, also die Vernetzung der Poren untereinander, verringert sich. Damit wird der Bodenluft- und Bodenwasserhaushalt beeinträchtigt und es verschlechtern sich damit die Lebensbedingungen für Bodenorganismen, die Durchwurzelbarkeit sowie die Bodenfruchtbarkeit.

Die Gefahr einer anthropogenen Bodenverdichtung steigt mit der Intensität (also dem höheren Einsatzgewicht, der kleineren Aufstandsfläche, der größeren Radlast) und mit der Häufigkeit der Belastung. Sie steigt außerdem mit den höheren Bodenfeuchten infolge aktueller Niederschläge.

Die Verdichtungsempfindlichkeit von Böden vor allem gegenüber Befahrung kann aus den standörtlichen Bodeneigenschaften für die obersten 10 Dezimeter abgeschätzt werden; sie steigt

- mit abnehmendem Grobbodenanteil
- mit zunehmendem Ton- und Schluffanteil
- mit zunehmendem Humusanteil
- mit zunehmender Vernässung

Als besonders verdichtungsempfindlich gelten daher humusreiche Böden und Böden mit starkem Grundwasser- und Staunäseeinfluss.

Wenn die Verdichtungsempfindlichkeit bekannt ist, lassen sich erforderliche und geeignete Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen auswählen. Grundsätzlich sollen Radlasten von über 6 t auf Böden mit hoher Verdichtungsempfindlichkeit bzw. von über 8 t auf Böden mit mittlerer Verdichtungsempfindlichkeit vermieden werden, entsprechend der „Vereinbarung zur Vermeidung von Bodenschadverdichtungen“, siehe unten. Bei Baumaßnahmen müssen auf Böden mit hoher Verdichtungsempfindlichkeit ausreichend dimensionierte Lastverteilungsplatten eingesetzt werden.

Böden mit den nach Tabelle 1 und 2 gruppierten Bodeneigenschaften werden nach Tabelle 3 hinsichtlich ihrer Verdichtungsempfindlichkeit bewertet. Aus bodenschutzfachlichen Gesichtspunkten sind bei Baumaßnahmen vor Ort baulich genutzte, anthropogen vorverdichtete und baulich nicht genutzte Grünflächen sorgfältig zu unterscheiden; letztere unterliegen auch innerhalb des Baufeldes den Anforderungen des vorsorgenden Bodenschutzes.

Tabelle 1

Gruppierung des Bodenmaterials für die Ableitung der Verdichtungsempfindlichkeit mit Grob- und Feinboden nach DIN 4220 und grob ähnlichen Bodenklassen nach DIN 18196

Gruppen	Grob- oder Feinboden oder organischer Boden	Beschreibung	Grob- und Feinboden nach DIN 4220	Bodenklassen nach DIN 18196
GB_1	Grobboden (über 2 mm)	über 75 Vol-%	Blöcke, Steine, Kies, Grus	GE, GW, GI
GB_2	Grobboden (über 2 mm)	über 50 Vol-%	Blöcke, Steine, Kies, Grus	GU, GT, SE, SW, ST
OB	Organischer Boden (Humus = 1,7 * org. C)	Humus über 15 Vol-%	Anmoor, Niedermoor-torf, Hochmoortorf	HN, HZ, OT, OU, OH
FB_1	Feinboden (unter 2 mm)	Ton plus Schluff unter 25 Vol-%	Ss, St2, Su2, Sl2	SU, ST, SU*
Gruppen	Grob- oder Feinboden oder organischer Boden	Beschreibung	Grob- und Feinboden nach DIN 4220	Bodenklassen nach DIN 18196
FB_2	Feinboden (unter 2 mm)	Ton plus Schluff über 25 Vol-%	Su3, Su4, Slu, Sl3, Sl4, St3, alle Schluffe, alle Lehme, alle Tone	ST*, GU*, GT*, UL, UM, UA, TL, TM, TA

Hinweis 1 zur Anwendung von **Tabelle 1**: Die Angabe zu den Torfen erfolgt für eine Schicht bestimmter Mächtigkeit als Flächenanteil an der Einheit, also als Volumen. Für die organische Substanz über die Fläche sind Zersetzungs- bzw. Vererdungsgrad und auch ihre Lagerungsdichte nicht bekannt; die Reindichte liegt bei etwa 1,4 kg/dm³. Für die Bewertung wird vereinfachend der Masseanteil des Humus im mineralischen Boden mit einem gleichzahligen Volumenanteil gleichgesetzt; exakter müsste der Volumenanteil (2,65 / 1,4) rund 1,9-fach höher sein.

Hinweis 2 zur Anwendung von **Tabelle 1** je Dezimeterschicht des Bodens von 1 bis 10 dm

(„n“ vor Kürzel meint Anzahl der Schichten mit Schichtbewertung wie Kürzel):

WENN nGB_1 + nGB_2 > FB_1 + FB_2

UND nGB1 > nGB2 Gesamtbewertung = GB_1
SONST Gesamtbewertung = GB_2.

WENN nGB_1 + nGB_2 <= FB_1 + FB_2

UND nFB1 > nFB2 Gesamtbewertung = FB_1
SONST Gesamtbewertung = FB_2

sowie übergeordnet:

WENN nOB > 1 Gesamtbewertung = OB.

Hinweis 3 zur Anwendung von **Tabelle 1**:

Zur Vergleichbarkeit von „Grob- und Feinboden nach DIN 4220“ mit den „Bodenklassen nach DIN 18196“ siehe DIN 18915:2018-03 „Anhang D (informativ) „Zuordnung der Bodenarten nach DIN 4220 zu den Bodengruppen nach DIN 18196““

Tabelle 2

Gruppierung Grundwasserstufen bzw. Staunässestufen nach DIN 4220 für die Ableitung der Verdichtungsempfindlichkeit zu Bodenwasserhaushaltsgruppen „Bwh_?“

Gruppe	Grundwasser Stufe	Grundwasser Tiefe unter GOK
Bwh_1	1 und 2	0 bis 8 dm
Bwh_2	3	8 bis 13 dm
Bwh_3	4	13 bis 20 dm
Bwh_4	5 und 6 0	über 20 dm grundwasserfrei

Gruppe	Staunässe Stufe	Staunässe Beschreibung
Bwh_1	4 und 5	stark und sehr stark
Bwh_2	3	mittel
Bwh_3	2	schwach
Bwh_4	1 0	sehr schwach staunässefrei

Tabelle 3

Ableitung der Verdichtungsempfindlichkeit von Böden
im Rahmen der landwirtschaftlichen Nutzung und bei Baumaßnahmen
auf Basis der nach Tabelle 1 und 2 gruppierten Bodeneigenschaften
Für die Farben werden zur Nachvollziehbarkeit auch die RGB-Farbwerte angegeben.

Nr.	Bedingung	Verdichtungsempfindlichkeit
1 ^{a)}	baulich genutzt	keine Bewertung
2 ^{b)}	anthropogen vorverdichtet	sehr gering
3	GB_1	sehr gering 56 168 0
4	GB_2	gering
5	FB_1 UND Bwh_4	gering 170 255 0
6	FB_1 UND Bwh_3	mittel
7	FB_2 UND Bwh_4	mittel 255 255 0
8	FB_1 UND Bwh_2	hoch
9	FB_2 UND Bwh_3	hoch 255 170 0
10	FB_2 UND Bwh_2	sehr hoch 255 127 127
11	OB	extrem hoch
12	Bwh_1	extrem hoch 255 0 0

^{a)} nicht auf Basis der Bodenkarte bewertbar; ATKIS-Daten und aktueller Befund vor Ort sind heranzuziehen

^{b)} nicht auf Basis der Bodenkarte bewertbar; vor Ort gelten überwiegend Flächen als vorverdichtet, die eine Packungsdichte (nach DIN 19682-10) oder eine effektive Lagerungsdichte (nach Kartieranleitung oder Din 4220) der Stufen 4 oder 5 oder eine Trockenrohdichte von über 1,75 g/cm³ aufweisen.

Hinweise zum Einfluss der Witterung

Die Verdichtungsempfindlichkeit hängt besonders stark von der aktuellen Bodenfeuchte ab. Allgemein steigt die Verdichtungsempfindlichkeit mit steigender Bodenfeuchte; wenn die Summe aus Ton- und Schluffgehalt über 20 oder 25 % liegt, steigt die Verdichtungsempfindlichkeit bei Wassergehalten oberhalb der nutzbaren Feldkapazität (wenn alle Mittelporen gefüllt sind) besonders stark an.

Demnach können sowohl wasserfreie, als auch durch Grundwasser oder Staunässe beeinflusste Böden eine höhere Verdichtungsempfindlichkeit aufweisen, als hier ausgewiesen wurde, wenn sie infolge von Niederschlägen, Schneeschmelze oder hinreichend starker Bewässerung eine hohe Bodenfeuchte aufweisen.

Andererseits können durch Grundwasser oder Staunässe beeinflusste Böden nach langen Trockenperioden und unter stark wasserzehrender Pflanzendecke durchaus soweit abtrocknen, dass sie mit geringer oder sehr geringer Verdichtungsgefahr befahren werden können.

Eine Einschätzung der konkreten Verdichtungsempfindlichkeit durch Befahren und Bearbeiten des vor Ort gegebenen Bodens mit seiner aktuellen Bodenfeuchte bieten die Normen DIN 18915 und DIN 19639.

Empfehlungen für Baumaßnahmen

Bei grund- und staunassen Böden (Bwh_1 nach Tabelle 2) führt der für Baumaßnahmen übliche und vorgeschriebene Abtrag des humosen Oberbodens (Mutterbodens) dazu, dass die Belastung durch die Befahrung direkter auf den vernässen Unterboden einwirkt. Insofern Verdichtungen des Unterbodens nach der Baumaßnahme aber nicht oder nur mit erheblichem Aufwand beseitigt werden können, sind Maßnahmen vorzusehen, um den verdichtungsempfindlichen Unterboden vor mechanischen Lasteinträgen besser zu schützen, wenn der abgetragene Oberboden diese Schutzfunktion für den Unterboden mehr erfüllt. Empfohlene Maßnahmen sind das Anlegen von Baustraßen bspw. aus Geotextil mit Grobbodenaufgabe hinreichender Mächtigkeit, das Aufbringen von Lastverteilungsplatten hinreichender Größe und Bauzeiten in den meist trockenen Sommermonaten. Wenn unter solchen Bedingungen der Oberboden nicht abgetragen wird, ist Vorsorge zu treffen, dass er auch nicht in den nassen Unterboden verpresst wird.

Bei Erdarbeiten wird die Anwendung von DIN 18915 sowie DIN 19639 empfohlen.

Vereinbarung für die landwirtschaftliche Nutzung

Unter Federführung des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen hat der "Dialog Landwirtschaft und Umwelt" eine Vereinbarung zur Vermeidung

von Bodenschadverdichtungen auf Ackerflächen beschlossen. Ziel ist es, den Druck auf den Ackerboden zu begrenzen und die Befahrung von Ackerflächen in zu feuchtem Zustand zu vermeiden:
https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/landwirtschaft/beschluss_vereinbarung_zur_vermeidung_von_bodenschadverdichtungen.pdf

In diesem Zusammenhang wurde eine Broschüre zur Beurteilung des Verdichtungszustands von Böden aufgelegt:
https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/Broschueren/bodenverdichtung_broschuere.pdf

Weitere Verweise

DLG MERKBLATT 344 (2008): Bodenschonender Einsatz von Landmaschinen.

https://www.gd.nrw.de/wms_html/bk50_wms/pdf/bodenschonender_einsatz_von_landmaschinen_dlg_merkblatt_344.pdf

WEYER, T. & BOEDDINGHAUS, R. (2016): Bodenverdichtungen vermeiden Bodenfruchtbarkeit erhalten und wiederherstellen Mit Bestimmungsschlüssel zur Erkennung und Bewertung von Bodenschadverdichtungen im Feld, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 40190 Düsseldorf.

https://www.gd.nrw.de/wms_html/bk50_wms/pdf/bodenverdichtung_broschuere.pdf

Literatur

DIN 18915: Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten. - Beuth, Berlin.

DIN 19639: Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben. - Beuth, Berlin.

Zur Ergänzung dieser Informationen wird auf folgende Erläuterungen verwiesen:

=> Grundwasserstufe

=> Staunässegrad

Optionale, nutzungsabhängige Differenzierung der Verdichtungsempfindlichkeit

Wenn für die zu bewertende Fläche zusätzlich zu der mittel- oder großmaßstäbigen Bodenkarte auch Karten zur Realnutzung bzw. ATKIS-Daten vorliegen, die neben den Nutzungen Siedlung, Gewerbe, Verkehr, Gewässer, Wald vor allem eine Unterscheidung von Acker- und Grünland möglich machen, dann kann die beschriebene Verdichtungsempfindlichkeit nach Tabelle 4 differenziert bewertet werden. Dazu werden die Angaben der Grundwasserstufe (und der Staunässe) aus der Bodenkarte an die Nutzung angepasst und die Böden damit nach der Bodenwasserhaushaltsstufe im Bewertungsschema anders eingestuft.

Tabelle 4 Anpassung der Grundwasserstufe aus der Bodenkarte
an die für die gegebene Nutzung optimal vorliegende Grundwasserstufe

Karte	aus der Bodenkarte		an die gegebene Nutzung			
	Stufe	dm	(Intensiv-)Grünland		Acker	
			Stufe	dm	Stufe	dm
BK50	1	0 bis 4	2	4 bis 8	3	8 bis 13
	2	4 bis 8			3	8 bis 13
BK5	1A	0 bis 2	2	4 bis 8	3	8 bis 13
	1B	2 bis 4	2	4 bis 8	3	8 bis 13
	1	0 bis 4	2	4 bis 8	3	8 bis 13
	2	4 bis 8			3	8 bis 13
	2A	6 bis 10			3	8 bis 13

Zusammengefasst

Für Böden unter Grünland werden die Grundwasserstufen aus der Bodenkarte ggf. auf die Stufe 2 (4 bis 8 dm) abgesenkt; für Böden unter Acker auf die Stufe 3 (8 bis 13 dm); davon ist derzeit nur die Absenkung unter Acker bewertungsrelevant.

Staunässe bleibt unter Grünland unverändert; unter Acker wird sie ggf. auf Stufe 3 (mittel) vermindert; auch diese Änderung ist bewertungsrelevant.

Zu beachten

Die produktionstechnische Gunst oder Ungunst ackerbaulich oder als Grünland genutzter Böden mit Grundwasseranschluss hängt in starkem Maße von folgenden Faktoren ab:

- dem Witterungsverlauf, insbesondere die Niederschlagsverteilung, während der Vegetationsperiode
- dem Wasserbedarf der aktuellen bzw. der üblicherweise angebauten Kulturen
- der Höhe des Kapillarsaums über der Grundwasseroberfläche, der wiederum von Bodenart, Lagerung und Fließrichtung (Sickerwasser oder Kapillaraufstieg) abhängt.

Aufgrund dieser kurzzeitig und kleinräumig wechselnden Einflussfaktoren wird die hier skizzierte Anpassung der Grundwasserstufe aus der Bodenkarte an die gegebene Nutzung pauschalisiert angewendet.