

Bodenverdichtungen – ein großes Übel auf Rasenflächen

Autor: Dr. Harald Nonn, Vorsitzender DRG

Jeder Boden, der betreten und/oder mit Maschinen befahren wird, reduziert im Laufe der Zeit sein Porenvolumen: er verdichtet sich. Diese Verdichtung geht einher mit einer deutlichen Abnahme der luft- und wasserführenden Poren (weite und enge Grobporen) und einer Zunahme des Feinporenanteils (Abbildung 1). Diese feinen Poren speichern zwar Wasser, es ist aber aufgrund der festen Bindung an die Bodenteilchen für die Wasserversorgung der Gräser bedeutungslos. Der Anteil an Mittelporen, der das pflanzenverfügbare Wasser enthält, bleibt dagegen bei Verdichtungsvorgängen im Boden nahezu unverändert.

Poren	Porendurchmesser (µm)	Sandboden nicht verdichtet	Sandboden verdichtet
Weite Grobporen	> 50	35 %	20 %
Enge Grobporen	10 - 50		
Mittelporen	0,2 - 10	10 %	10 %
Feinporen	< 0,2	5 %	10 %

Abb. 1: Beispielhafte Porenverteilung eines Sandbodens im nicht verdichteten und verdichteten Zustand (nach HORN, R., 2010, ergänzt)

Eine weitere Auswirkung der dichteren Lagerung der Bodenteilchen ist eine Abnahme der Wurzelmasse. Diesen Zusammenhang hat MÜLLER-BECK (1977) bei Untersuchungen an 16 unterschiedlich aufgebauten Rasensportplätzen festgestellt (Abbildung 2). So wird die Wurzelmasse in 5 bis 10 cm Tiefe bei abnehmendem Anteil an weiten Grobporen mehr als halbiert.

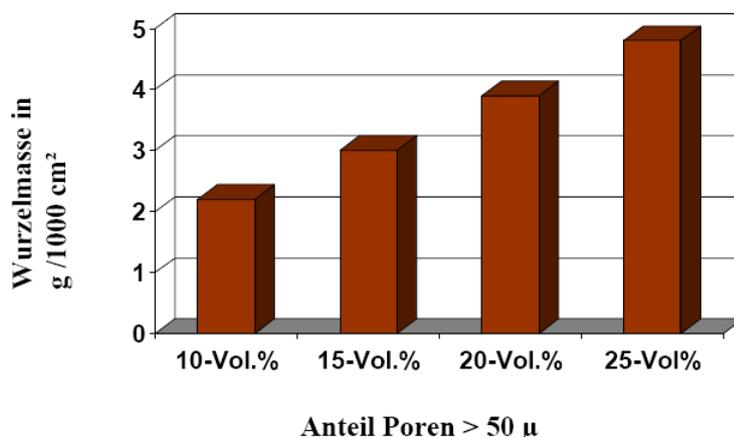


Abb. 2: Korrelation zwischen Anteil an Grobporen > 50 µm und der Wurzelmasse (g/1.000 cm²) in 5 bis 10 cm Tiefe auf Rasensportplätzen (Müller-Beck, 1977)

Vor allem tiefer reichende Wurzeln sind für die Trockenheitsverträglichkeit der Gräser von entscheidender Bedeutung. Sie können die Gräser dann noch mit Wasser aus tieferen Bodenschichten versorgen, wenn die obere Bodenzone, in der sich die

Hauptwurzelmasse befindet, bereits ausgetrocknet ist. Hierin liegt auch die bessere Trockentoleranz bodennaher Bauweisen im Sportplatzbau begründet, bei denen die Wurzeln den Baugrund und dessen pflanzenverfügbares Wasser erschließen (Abbildungen 3 und 4). Neben der zusätzlichen Wasserversorgung können die Wurzeln im meist feinteilreicheren Baugrund zusätzlich auch Nährstoffe aufnehmen. Eine verbesserte Wasser- und Nährstoffaufnahme sind jedoch nur möglich, wenn dauerhaft ausreichend Platz für die Wurzeln vorhanden ist oder wieder geschaffen wird (NONN, 1988).

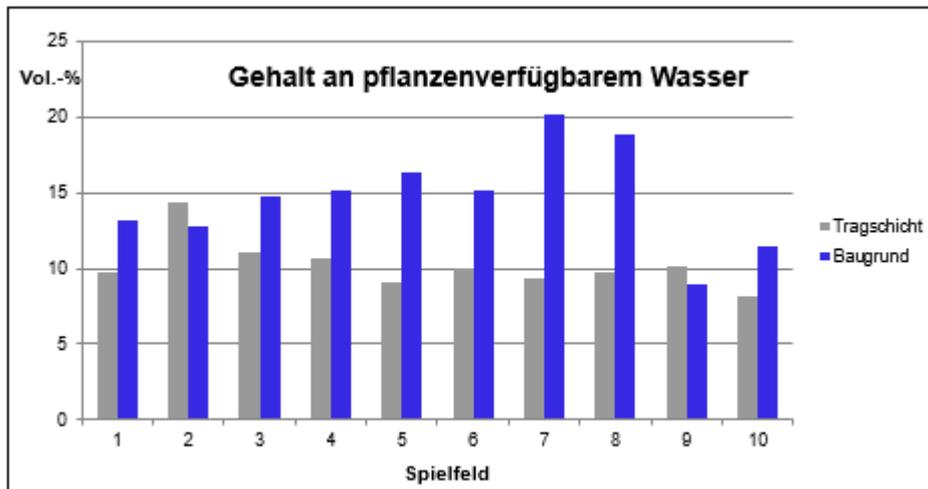


Abb. 3: Gehalt an pflanzenverfügbarem Wasser in Rasentragschicht und Baugrund bei Rasensportplätzen in bodennahen Bauweisen (NONN, 1988)

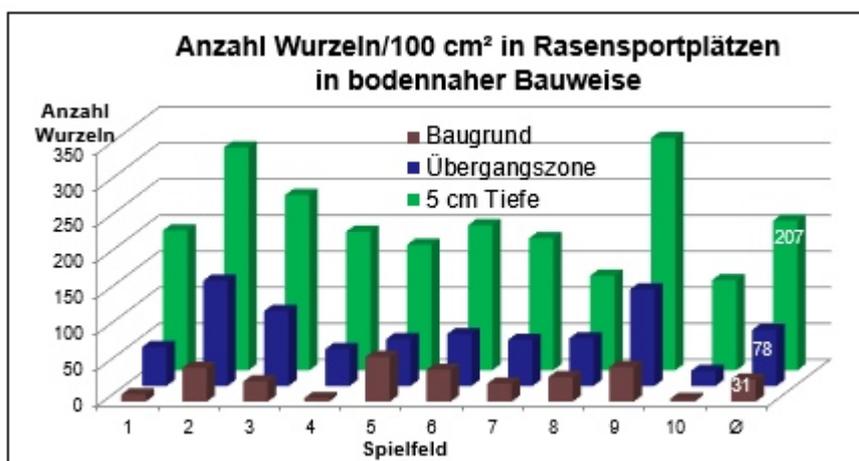


Abb. 4: Anzahl Wurzeln in verschiedenen Tiefen bei Rasensportplätzen in bodennahen Bauweisen (NONN, 1988)

Bodenverdichtungen erkennen

Ein untrügliches Zeichen für fehlende Grobporen und Bodenverdichtungen ist Staunässe (Foto 1). Niederschlags- oder Beregnungswasser kann nicht oder nur zeitverzögert in den Boden versickern. Das an der Bodenoberfläche verbleibende Wasser verhindert den Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre. In der Folge sinkt der Gehalt an Sauerstoff (O_2), der Gehalt an Kohlenstoffdioxid (CO_2) steigt. Optisch geht diese Entwicklung häufig mit einer farblichen Veränderung des Bodens,

der sogenannten Marmorierung, einher. Hierbei wechseln sich braune, sauerstoffreiche Zonen mit grau-blau gefärbten, sauerstoffarmen Zonen ab. Ursache dieser Farbveränderung ist das in den Böden enthaltene Eisen, das entweder oxidiert (braun) oder reduziert (grau) wird (Foto 2).



Foto 1: Staunässe im Aufwärbereich eines Stadionrasens. Folge der Bodenverdichtung durch hohe Belastung. Foto: H. Nonn



Foto 2: Marmorierung am Boden der Schürfgrube und black layer (rechter, oberer Rand der Schürfgrube). Häufig zu beobachtendes Erscheinungsbild bei Bodenverdichtungen. Deutlich sichtbarer Wechsel zwischen sauerstoffreichen (braunen) und sauerstoffarmen (grauen) Zonen. Foto: H. Nonn

Dauert der fehlende Gasaustausch länger an, verändert sich auch die Bodenbiologie. Anaerobe Bakterien gewinnen die Oberhand und es bilden sich beim Abbau der organischen Substanz Faulgase (z. B. Methan, Schwefelwasserstoff). Diese Entwicklung ist sensorisch durch den typischen Geruch der Faulgase und optisch an der Bildung einer schwarzen, verhärteten Schicht (black layer) zu erkennen.

Bodenverdichtungen messen

Auch messtechnisch sind die Auswirkungen von Bodenverdichtungen nachzuvollziehen. Hierzu nutzt man (teure) Gasanalysegeräte, die Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid und Faulgase quantitativ messen. Typische Zusammensetzungen der Bodenluft auf normal und stärker verdichteten Böden zeigen die Fotos 3 und 4. Eine wesentliche Unterschreitung des Sauerstoffgehalts von < 10 Vol.% wird als schädigend für die Wurzeln angesehen, vor allem wenn dieser Zustand länger andauert (BRÜMMER und HORN, 2010).



Foto 3: Zusammensetzung der Bodenluft in nicht verdichtetem Boden: 15-20 % O₂, 1-5 % CO₂, kein Methan (CH₄) oder Schwefelwasserstoff (H₂S). Foto: H. Nonn



Foto 4: Zusammensetzung der Bodenluft in verdichtetem Boden: < 10 % O₂, > 5 % CO₂, Nachweis von Methan (CH₄) und/oder Schwefelwasserstoff (H₂S). Foto: H. Nonn

Eine weitere, kostengünstigere Möglichkeit, Bodenverdichtungen nachzuweisen, ist der Einsatz eines Penetrometers (Bodensonde). Hierbei wird ein Metallstab mit einer Konusspitze manuell oder in den Boden eingedrückt. Die Höhe des Eindringwiderstands wird über eine numerische Anzeige (Foto 5) oder eine farblich gestaltete Skala angezeigt. Je nach Alter und Ausführung des Geräts werden unterschiedliche Messeinheiten verwendet (bar, kN, kg/cm², psi, hPa). Dies ist neben der Größe der eingesetzten Konusspitze bei einem Vergleich von Messwerten zu berücksichtigen.

Ein Penetrometer bzw. eine einfache Bodensonde ohne Messskala gehören zur Grundausstattung eines jeden Pflegeverantwortlichen auf Rasensportplätzen oder auch im Galabau. Bodenverdichtungen lassen sich hiermit schnell und einfach feststellen, die Auswirkungen von Maßnahmen zur Verringerung oder Beseitigung von Bodenverdichtungen sondieren bzw. messen.



Foto 5: Penetrometer mit Messskala zur Messung des Eindringwiderstands in den Boden. Foto: H. Nonn

Korngrößenverteilung gibt Hinweise zum Verdichtungsverhalten

Körnungslinien veranschaulichen die Anteile unterschiedlicher Korngrößen in einem Boden. Aus ihnen lassen sich viele physikalische Eigenschaften ablesen. So gibt die Korngrößenverteilung auch Hinweise zum Verdichtungsverhalten.

Ein steiler Kurvenverlauf (enge Stufung, Abbildung 5) dokumentiert eine geringe Schwankungsbreite in den Korngrößen. Dies bedeutet, dass relativ viel Porenraum zwischen den Bodenteilchen auch bei Auflasten verbleibt, da die Hohlräume aufgrund des Fehlens kleinerer Partikel nicht zugesetzt werden. Dies gilt vor allem für sandige, feinteilarme Böden, die nur eine geringe Verdichtungsneigung zeigen. Anders verhält es sich bei einer weit gestuften Körnungslinie (Abbildung 6). Hier werden die zwischen den gröberen Körnern vorhandenen Hohlräume mit kleineren Körnern aufgefüllt, die Verdichtung steigt. Ein Vorteil dieser Böden ist die bei entsprechender Verdichtung hohe Tragfähigkeit und eine höhere Scherfestigkeit im Vergleich zu den eher lockeren, eng gestuften Böden.

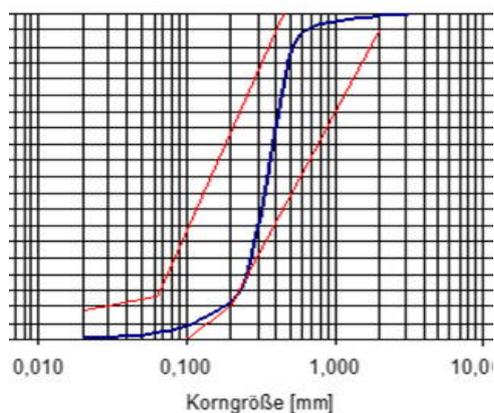


Abb. 5: Beispiel für eine eng gestufte Korngrößenverteilung (steiler Kurvenverlauf). Rote Linien: Grenzbereich für Rasentragschichten nach DIN 18035-4. Grafik: H. Nonn

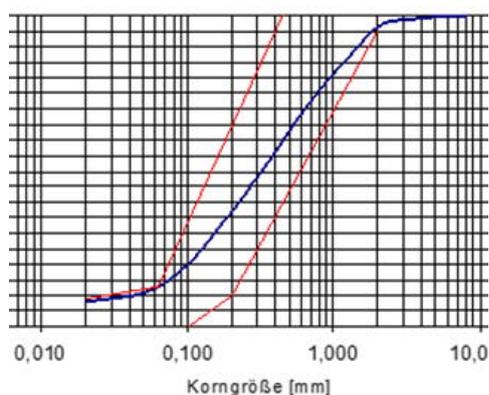


Abb. 6: Beispiel für eine weit gestufte Korngrößenverteilung (flacher Kurvenverlauf). Rote Linien: Grenzbereich für Rasentragschichten nach DIN 18035-4. Grafik: H. Nonn

Bodenverdichtungen, und nun?

Dieser Beitrag stellt eine kurze Einführung in das Thema Bodenverdichtungen dar. In einem Folgebeitrag dieser Publikationsreihe werden Maßnahmen zur Verhinderung bzw. Beseitigung von Bodenverdichtungen vorgestellt.

Literatur

BRÜMMER, G. W. und R. HORN in SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, 2010: Lehrbuch der Bodenkunde. Kapitel 9. 16. Aufl. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

HORN, R. in SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, 2010: Lehrbuch der Bodenkunde. Kapitel 6. 16. Aufl. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

MÜLLER-BECK, K. G., 1977: Sportplätze aus der Sicht des Bodenaufbaues und des Pflanzenbestandes. Diss. Bonn. 183 S.

NONN, H., 1988: Bodenphysikalische, bodenchemische und vegetationskundliche Eigenschaften von Rasensportplätzen in "bodennahen Bauweisen". Diss. Bonn. 160 S.