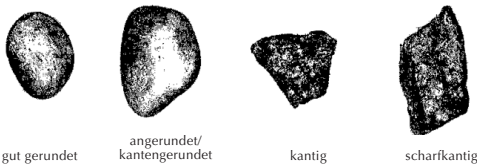
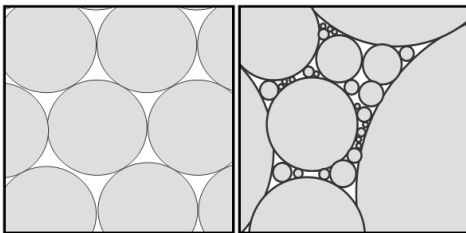




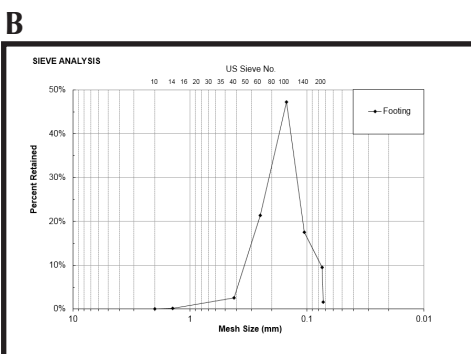
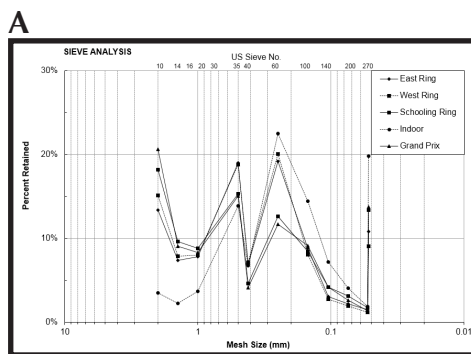
Racing Surfaces
Testing Laboratory
Orono, Maine USA



ABILDUNG 1 Unterschiedliche Sandkornformen, schematische Übersicht der Hauptkategorien.



ABILDUNG 2 Unterschiedliche Sandkorngröße und -verteilung führt zu Unterschieden in der Porengröße.



ABILDUNG 3 Beispiele einer Siebtestanalyse.

A) Reitsportboden mit schlechten Leistungsergebnissen.

B) Reitsportboden mit künstlichen Zuschlagstoffen und erfolgreichen Leistungsergebnissen.

Reitsportboden Teil I – Eigenschaften von Sand

Dr. rer. nat. Maren Stavermann und Dr. med. vet. Elin Hernlund

Einführung

Sand ist eines der wichtigsten Komponenten von Reitsportböden. Ein grundlegendes Wissen über die Eigenschaften von Sand ist von daher Voraussetzung, um dessen mechanische Auswirkungen auf den Boden zu verstehen.

Sand ist ein komplexes Material, das sich zusammensetzt aus Sandkörnern unterschiedlicher Größe und mineralischer Zusammensetzung sowie luft- und wassergefüllten Poren zwischen den einzelnen Sandkörnern. Die relative Zusammensetzung dieser einzelnen Komponenten beeinflusst maßgeblich die mechanischen Eigenschaften von Reitsportböden und definiert somit dessen Qualität.

Sandkornform

Die individuellen Formen von Sandkörnern werden über mikroskopische Analysen identifiziert. Die Sandkörner werden entsprechend ihres Rundungsgrades in gut gerundete bis scharfkantige Kornformen mit entsprechenden graduellen Abstufungen klassifiziert (Abb. 1). Sand entsteht natürlicherweise durch Erosion von Gestein. Je länger die Depositionszeit des erodierten Materials andauert, desto ausgeprägter sind die Auswirkungen von Transport- und Verwitterungsprozessen auf die einzelnen Sandkörner. Eine umso gerundeter Kornform entsteht demnach bei langen Transportwegen. Industriell hergestellter Sand wird durch die mechanische Zerkleinern von großen Felsen in kleine Gesteinsfraktionen produziert. Dadurch entstehen eher kantige bis scharfkantige Sandkornformen.

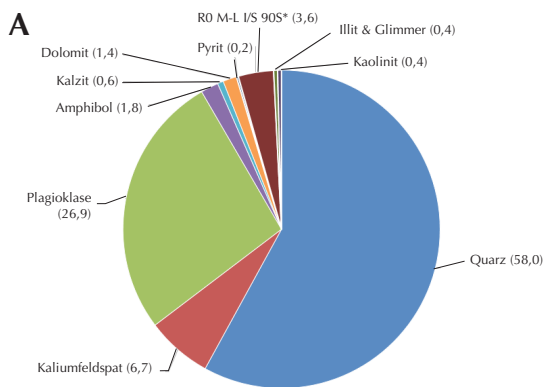
Die Form der Sandkörner beeinflusst die stoßdämpfenden Eigenschaften und die Scherfestigkeit des Reitbodens, wenn der Pferdehuf auftritt. Runde Sandkörner führen zu einem eher rutschigen Boden, da sie einander keinen Halt bieten. Kantige Kornformen weisen eine höhere Reibung auf als runde. Dies erhöht die Rutschfestigkeit des Bodens, aber auch den Abrieb des Hufhorns und der Hufeisen, da die scharfkantigen Sandkörner - ähnlich wie Schleifpapier - sehr rau sein können. Außerdem zerbrechen kantige Sandkörner bei Belastung eher in kleinere Stücke als runde. Dadurch wird der Anteil von feinem Sand im Boden erhöht und der Reitboden hat die Tendenz zu verdichten und zu verhärten. Kantengerundete oder angerundete Kornformen bieten hingegen eine gute Lösung, um ausreichend Elastizität des Bodens bei gleichzeitiger Scherfestigkeit zu gewährleisten.

Sandkorngröße

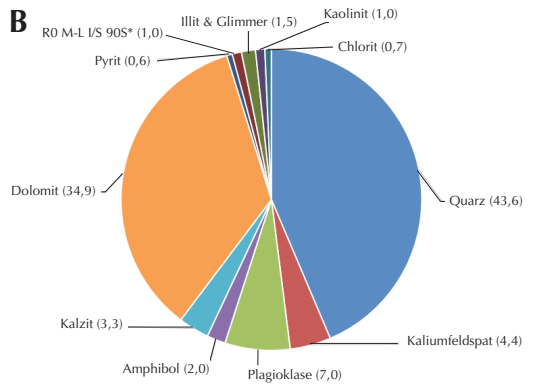
Die Größe der Sandkörner bezieht sich auf den Äquivalentdurchmesser gemessen in Millimeter oder amerikanischer Maschenweite (U.S. sieve). Sand hat mit einem partikulären Gesteinsmaterial von 0,063 bis 2 mm kleinere Körner als Steine (>63 mm) oder Kies (2-63 mm) und größere Körner als Schluff bzw. Silt (0,002-0,063 mm) oder Ton ($\leq 0,002$ mm). Die Porengröße zwischen den Sandkörnern ist ein wichtiger Parameter von Reitsportböden und hängt direkt von der Korngröße und -verteilung ab (Abb. 2). Kleine Poren können entweder durch sehr kleine, gleichmäßig verteilte Sandkörner entstehen oder durch Material, das sowohl Grob- als auch Feinkornanteile aufweist. Die Porengröße beeinflusst die Wasserpermeabilität des Bodens sowie die Eigenschaft von Wasser, die einzelnen Körner zusammenzuhalten. Im Allgemeinen verdichtet ein Boden mit kleinporigem Sand eher – dies geht zu Lasten von Drainagewirkung und Elastizität. Größere Poren, die durch runde und grobkörnige Partikel vergleichbarer Größe entstehen, führen zu einem sehr instabilen Boden mit geringer Scherfestigkeit. Deswegen ist ein guter Kompromiss zwischen einer zu kleinen und zu großen Porengröße anzustreben. Doch nicht nur die Korngröße muss sorgfältig bedacht werden. Auch die relative Verteilung unterschiedlicher Sandkorngrößen ist essentiell für die optimalen mechanischen Eigenschaften von Reitsportböden.

Sandkorngrößenverteilung

Eine Standardmethode zur Ermittlung der relativen Verteilung von Partikelgrößen im Sand ist der Siebtest. Hierbei werden mehrere Siebe mit immer feiner werdender Maschenweite hintereinander angeordnet und die Masse des in jedem Sieb



*R0 M-L I/S 90S - R=0; Sortierter Mischverteilung von Illit / Smektit mit 90 % Smektit-Schichten.



*R0 M-L I/S 90S - R=0; Sortierter Mischverteilung von Illit / Smektit mit 90 % Smektit-Schichten.

ABBILDUNG 4 Röntgenographische Analyse der Feinstruktur von Sandmineralogie.

A) Ein hoher Anteil von harten Siliziummineralien wie Quarz, Feldspat (einschließlich Plagioklasse), Amphibol und Phyllosilikaten (Ton) erzeugt einen widerstandsfähigen Boden.

B) Weniger widerstandsfähiger Sand wird von Sandkörnern aus weichen Karbonatmineralien wie Kalzit und Dolomit gebildet.

Dieser technische Bericht ist Teil einer Publikationsserie für eine Leserschaft, die sich für die Entwicklung von Reitsportböden zuverlässiger und gleichbleibender Qualität interessiert. Sie finden weitere Informationen über dieses Thema in folgenden Publikationen (in englischer Sprache): "Equine Surfaces White Paper" und "Equestrian surfaces – a guide". Beide Dokumente wurden veröffentlicht durch die Fédération Equestre Internationale (FEI) abrufbar auf der FEI Homepage (<http://www.fei.org/fei/about-fei/publications/fei-books>).

Diese Veröffentlichungen sind ein Gemeinschaftsprojekt von Experten aus England, USA, Schweden, Kanada und Deutschland. Sie involvieren 6 Universitäten, 3 Zentren für Pferdewissenschaften sowie Repräsentanten des Reitsports. Die aktuellsten Daten und publizierten wissenschaftlichen Veröffentlichungen über Reitsportböden und Geläufe und deren Effekte auf die Pferde im Training und Wettkampf stehen jedem interessierten Leser zur Verfügung.

aufgefangenen Materials wird dokumentiert (Beschreibung siehe z. B. ASTM 2007). Im untersten Sieb sammeln sich die feinsten Partikel (<0,0037 mm), die zu feinem Schluff und Ton gezählt werden. Dieses Material kann ferner analysiert werden z. B. mit Hilfe der Nasssiebung, des Hydrometertests oder der Röntgendiffraktion. Diese Methoden werden im Technischen Bericht Nr. 1 der Fortbildung „Geläuf im Galopprennsport“ näher beschrieben.

Die Ergebnisse des Siebttests werden üblicherweise in einem Kurvendiagramm dargestellt, das die prozentuale Verteilung des Materials, welches sich in den unterschiedlichen Sieben sammelt, bezogen auf die Maschenweite der Siebe repräsentiert (Abb. 3). Reitböden mit Sandpartikeln von annähernd gleicher Größe verdichten sich zwar nicht so leicht, können aber sehr rutschig werden und sich tief anfühlen. Demgegenüber hat Reitbodensand mit unterschiedlichen Korngrößen einschließlich Anteilen von sehr feinem Schluff und Ton zwar eine gute Rutsch- und Scherfestigkeit aber birgt auch die Gefahr zu verdichten und damit einen harten Boden mit schlechten Drainage-Eigenschaften zu erzeugen.

Die meisten Reitböden weisen eine Korngrößenverteilung mit nicht mehr als zwei Maximalwerten im Bereich von 0,15, 0,25, 0,5 oder 2 mm auf (Abb. 3). Um sowohl eine geringe Verdichtung als auch eine gute Scherfestigkeit zu erhalten, können Zuschlagstoffe dem Sand beigemischt werden.

Zuschlagstoffe wie Vlieshäcksel und synthetische Fasern im Reitboden erhöhen dessen Scherfestigkeit. Die Sandkörner verbinden sich mit dem Material, wodurch ein Wegrollen der Körner reduziert wird bei gleichzeitiger Vergrößerung der Porenweite. Reitböden mit sowohl feinen als auch groben Vlies- und Faserzusätzen (üblicherweise etwa 2,5 Ma%) und einem sehr geringen Anteil von Feinsanden (Ton <2 %, Schluff <6 %) können Verdichtung und Feinstaubentwicklung minimieren. Ein typisches Siebanalysediagramm eines solchen Bodens weist nur noch einen Maximalwert im Bereich von 0,06-0,2 mm (U.S. sieve #70-230) auf. Abbildung 3B zeigt ein Beispiel eines guten Dressurbodens mit einem Kurvenmaximum bei 0,15 mm (U.S. sieve #100).

Mineralbestand

Sand hat seinen natürlichen Ursprung in Gesteinen mit einer bestimmten Mineralzusammensetzung je nach regionaler Geologie. Diese kann mit Hilfe von Röntgendiffraktion untersucht werden (Abb. 4). Abhängig von der Härte des Ausgangsmaterials können große Sandkörner durch die Nutzung und Pflegemaßnahmen des Bodens in kleinere eckige Partikel zerfallen oder eckige zu runden Sandkörner abgeschliffen werden. Diese Effekte führen zu einer Zunahme an feinen Partikeln im Sand und somit zu einer erhöhten Verdichtung und Verhärtung des Bodens. Harter Quarzsand (SiO₂) macht den Reitboden widerstandsfähiger gegen Abnutzung. Aus diesem Grund wird ein hoher Anteil (bis zu 98 %) von gerundeten Quarzsandkörnern konsistenter Größe auf erfolgreichen Reitsportplätzen eingesetzt. Der Zusatz von synthetischen Fasern und Vlieshäckseln macht aus diesen Böden schließlich ein Material von adäquater Rutschfestigkeit mit einem geringen Verdichtungsrisiko.

Zusammenfassung

Den „richtigen“ Sand für einen Reitboden auszuwählen ist nicht trivial. Dies ist nicht nur der regionalen Verfügbarkeit des Sands geschuldet, sondern hängt auch ab von der Konstruktion und den Nutzungsansprüchen des Reitbodens sowie der Art der beigemischten Zuschlagstoffe. Außerdem ist die richtige Pflege essentiell für die Erhaltung eines guten Reitbodens. Die komplexen Zusammenhänge dieser verschiedenen Einflussfaktoren werden im Rahmen weiterer technischer Berichte dieser Fortbildungsreihe veröffentlicht.

ASTM, 2007, Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils, ASTM Standard D422 – 63, West Conshohocken, PA.

Racing Surfaces Testing Laboratory begrüßt die Verbreitung und Nutzung dieser technischen Berichte. Für weitere Informationen kontaktieren Sie bitte:

Prof. Dr. Michael "Mick" Peterson

Racing Surfaces Testing Laboratory, 2 Summer Street #1, Orono, Maine 04473

PH: +1-207-409-6872 racingsurfaces.org mick@bioappeng.org

Aus dem Englischen übersetzt von Dr. Maren Stavermann mit freundlicher Genehmigung von Prof. Dr. Michael "Mick" Peterson © 2015.