

Physikalische Kenngrössen von Schweizer Böden: BAFU-Projekt „Verdichtung – Messmethoden – Normierungsarbeiten“

Peter Weisskopf, Bernhard Buchter, Stephan Häusler

BGS-Plattform „Bodenschutz“
29. September 2009



BAFU-Projekt „Verdichtung – Messmethoden – Normierungsarbeiten“

Ausgangslage

- Verdichtungen des Bodens sind zu vermeiden (USG Art. 33, Abs. 2; VBBo Art. 6, Abs. 1)
- Vorschlag von Richt- und Massnahmenwerten im BGS-Dokument 13 (Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz, 2004)
- Unterschiedliche, z.T. deutlich divergierende Untersuchungsmethoden zur Bestimmung bodenphysikalischer Parameter
- Bisher keine grösseren Vergleiche zwischen den Arbeitsergebnissen verschiedener Labors bei bodenphysikalischen Untersuchungen



BAFU-Projekt „Verdichtung – Messmethoden – Normierungsarbeiten“

Ausgangslage #2

- Labors von Hochschulen und Forschungsanstalten:
 - Lösung spezieller Fragen
 - Resultatvergleich mit anderen Labors nur im Rahmen einzelner Forschungsprojekte
- Labors von kantonalen Fachstellen:
 - Langzeitentwicklung von Böden (Monitoring, Dauerbeobachtung)
 - Vollzug (Erfassen von Bodenbelastungen)
 - Methodenaufwand und Vergleichbarkeit der Resultate zwischen den kantonalen Fachstellen sind wichtige Kriterien
- Labors von privaten Ingenieurfirmen:
 - Aufträge aller Art, z. B. Monitoring- bzw. Dauerbeobachtungsprojekte, punktuelle Untersuchungen
 - Wichtig: Genormte, möglichst stabile Methoden



BAFU-Projekt „Verdichtung – Messmethoden – Normierungsarbeiten“

Ziele

- Verbesserung der Untersuchungsmethodik in den beteiligten Labors, insbesondere hinsichtlich Vergleichbarkeit der Ergebnisse
- Bodenphysikalische Untersuchungsmethoden mittels gezielter Qualitätssicherungsmassnahmen robuster und damit praxistauglich machen
- Drei Kernparameter „effektive Lagerungsdichte“, „Groporenvolumen“ und „gesättigte Wasserleitfähigkeit“
- Nur punktuelle Einzelbestimmungen, keine Charakterisierungen von Flächen oder von Zeitreihen



BAFU-Projekt „Verdichtung – Messmethoden – Normierungsarbeiten“

Gesamtablauf

- Vorstudie
- „informativer Ringversuch“:
 - methodische Standortbestimmung (vorhandene Methodenansätze, Methodenbeschreibungen, Qualitätssicherungsmassnahmen)
 - Erfassung der aktuell möglichen Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) als Hinweis auf Verbesserungsbedarf
- Revision und Validierung der Referenzmethoden der Schweizerischen Landwirtschaftlichen Forschungsanstalten
- „normativer Ringversuch“:
 - Standardisierung der revidierten Referenzmethoden
 - Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen beteiligten Labors
 - Massnahmen zur Verbesserung der Qualitätssicherung



BAFU-Projekt „Verdichtung – Messmethoden – Normierungsarbeiten“

Vorgehen Vorstudie

- Ablauf bodenphysikalischer Laboruntersuchungen und kritische Punkte
 - Parameterwahl
 - Wahl von Probengrösse und Untersuchungsmethode
 - Stabilität der Untersuchungsmethoden
- Literaturstudie kritische Punkte
- Auswertung internationale Normierung (ISO, CEN)

BAFU-Projekt „Verdichtung – Messmethoden – Normierungsarbeiten“
Vorgehen Ringversuch 2007

- Auswahl der Verfahren:
 - Verfahren 1 (V1, **Laborvergleich**)
 - Verfahren 2 (V2, **Probenahmeeffekt**)
 - Verfahren 3 (V3, **Probenaufbereitungseffekt**)
 - Verfahren 4 (V4, **Analyseeffekt**)

BAFU-Projekt „Verdichtung – Messmethoden – Normierungsarbeiten“
Ergebnisse Ringversuch 2007

Grobporenvolumen VPg bei 60 hPa:
 → Labors mit eher kleiner und solche mit eher grosser Variabilität der Werte
 → Zwischen Labors grosse Streubreite der gemessenen Absolutwerte

Grobporenvolumen VPg bei 60 hPa, bestimmt im Verfahren V1:
 → **Laboreffekt**
 Probenahme, Probenaufbereitung und Probenanalyse wurden durch die einzelnen Labors durchgeführt

BAFU-Projekt „Verdichtung – Messmethoden – Normierungsarbeiten“
Ergebnisse Ringversuch 2007

Grobporenvolumen VPg bei 60 hPa:
 → Kleinste Werte: Drucktopf und Luftpyknometer
 → Etwas grössere Werte: Gesamtporenvolumen (Luftpyknometer) – Wassergehalt 60 hPa
 → Grösste Werte: Sandbox (Sättigungsgewicht - Wassergehalt 60 hPa)

Grobporenvolumen VPg bei 60 hPa, bestimmt im Verfahren V1:
 → **Methodeneffekt**
 Probenahme, Probenaufbereitung und Probenanalyse wurden durch die einzelnen Labors durchgeführt

BAFU-Projekt „Verdichtung – Messmethoden – Normierungsarbeiten“
Ergebnisse Ringversuch 2007

Grobporenvolumen VPg bei 60 hPa:
 → **Probenanalyse** führte in 7 von 8 Fällen zu Unterschieden
 → **Probenahme** führte in 5 von 8 Fällen zu Unterschieden
 → **Probenaufbereitung** führte in 4 von 8 Fällen zu Unterschieden

Grobporenvolumen VPg bei 60 hPa, bestimmt im Verfahren V1
 → **Arbeitsschritte-Effekt**
 Differenz R-L berechnet für die Arbeitsschritte Probenahme (X.), Probenaufbereitung (X.) und Probenanalyse (.X.).

BAFU-Projekt „Verdichtung – Messmethoden – Normierungsarbeiten“
Ergebnisse Ringversuch 2007

Gesättigte Wasserleitfähigkeit pKsat:
 → Labors mit eher kleiner und solche mit eher grosser Variabilität der Werte
 → zwischen Labors grosse Streubreite der gemessenen Absolutwerte (Labor 2: fallende Druckhöhe und 100 mm-Proben)

Gesättigte Wasserleitfähigkeit pKsat, bestimmt im Verfahren V1:
 → **Laboreffekt**
 Probenahme, Probenaufbereitung und Probenanalyse wurden durch die einzelnen Labors durchgeführt

BAFU-Projekt „Verdichtung – Messmethoden – Normierungsarbeiten“
Schlussfolgerungen Ringversuch 2007

- Unterschiede zwischen den Untersuchungsergebnissen der einzelnen Labors oftmals nicht aufgrund der verwendeten Methodenprinzipien erklärbar
 → spezifische Realisierung von Arbeitsabläufen in den einzelnen Labors
- Überraschend hat die **Probenanalyse im Labor** den stärksten Einfluss auf die Resultate gezeigt, nicht die Arbeitsschritte Probenahme und Probenaufbereitung und auch nicht die standörtliche Heterogenität
- Der Analyseinfluss hängt auch von **Messfehlern** (Ungenauigkeiten) ab, diese wiederum werden u.a. von der Probengrösse beeinflusst
- Kritische Punkte** bei den Untersuchungsmethoden der einzelnen Parameter
- Die **Qualitätssicherung** wird von den verschiedenen Labors sehr uneinheitlich gehandhabt
 → bislang vernachlässigte Komponente der Qualitätssicherung: systematische Anwendung einer Fehlerrechnung für jede Methode



BAFU-Projekt „Verdichtung – Messmethoden – Normierungsarbeiten“

Stand der Arbeiten

- Weiterentwicklung der Referenzmethoden:
 - Referenzproben für Porositäts- und Wasserleitfähigkeitsbestimmungen (Metallsinter, Keramik, Metallnetze) im Test bzw. getestet
- Vorbereitung des Ringversuches 2009:
 - Untersuchung von Referenzproben (Wasserleitfähigkeit, Porosität) durch Labors (absoluter Vergleich zwischen Probenanalysen der Labors)