

## Empfohlene Labor- und Feldmethoden

### Allgemeiner Kommentar:

Im physikalischen Bodenschutz werden zur Zeit von Forschungsinstituten und kommerziellen Labors unterschiedliche Methoden angewandt. In den Labors werden vor allem die Schweizerischen Referenzmethoden der Eidgenössischen landwirtschaftlichen Forschungsanstalten verwendet. Die Referenzmethoden werden in nächster Zeit überarbeitet, da sie zur Zeit für den physikalischen Bodenschutz nur bedingt tauglich sind. In diesem Zusammenhang wurde ein Ringversuch mit den Standardmethoden durchgeführt und laufen zur Zeit Versuche zur Optimierung der Standardmethoden, zur Entwicklung neuer Methoden und zur Anwendung von Referenzmaterialien. An den Forschungsinstituten kommen meist eigene Methoden zur Anwendung, die für bestimmte Fragestellungen optimiert wurden. Sie sind zwar dokumentiert, aber nur in spezialisierter Literatur zu finden und für die Praxis somit schwer verfügbar. Daneben existieren DIN-Normen unterschiedlicher Anwendbarkeit. Neueren Datums sind die ISO-Normen. Seit 20 Jahren gibt es schliesslich den ersten Band der Reihe «Methods of Soil Analysis», in dem nicht nur die möglichen Methoden beschrieben werden, sondern auch deren Stärken und deren Probleme. Diese Zusammenstellung ist wohl die beste Grundlage für Untersuchungen im physikalischen Bodenschutz.

Zudem werden in internationalen Publikationen Methoden veröffentlicht, welche nicht in diesem Dokument aufgeführt sind, diesen aber möglicherweise bezüglich Anwendbarkeit und Aussagekraft ebenbürtig oder überlegen sind. Gegebenenfalls werden in einer späteren Auflage weitere Methoden aufgenommen oder finden direkt Eingang in die revidierten Referenzmethoden.

Ein Teil der im Folgenden beschriebenen Methoden wurde in Projekten der Fachstelle Bodenschutz des Kantons Zürich evaluiert, ein weiterer Teil beruht auf den «Methods of Soil Analysis». Sie sind kompatibel mit den entsprechenden ISO-Normen.

### Kommentar zur Fehlerrechnung:

Grundsätzlich sollte bei allen Messungen der zugehörige Fehler bestimmt, berechnet oder geschätzt und dieser Fehlerwert zusammen mit dem eigentlichen Messwert angegeben werden.

Wird eine gesuchte Grösse  $y$  berechnet, die eine Funktion der Eingangsgrössen  $x_i$ ,  $i = 1, \dots, n$  ist, also  $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ , so berechnet sich der Fehler der gesuchten Grösse wie folgt:

$$\Delta y = \left( \sum_{i=1}^{i=n} \left[ \Delta x_i \frac{\partial y}{\partial x_i} \right]^2 \right)^{0.5}$$

wobei  $\partial y / \partial x_i$  die Ableitung der Funktion nach der Eingangsgrösse  $x_i$  (partielle Ableitung) ist und  $\Delta x_i$  den berechneten oder geschätzten Fehler der Eingangsgrösse  $x_i$  bezeichnet. In Worten: Die Funktion wird nach allen Eingangsgrössen abgeleitet, dann jede Ableitung einzeln mit dem entsprechenden, geschätzten Fehler der Eingangsgrösse multipliziert und quadriert. Die Wurzel der Summe aller Quadrate ergibt den Fehler der gesuchten Grösse.

Die Fehler der Eingangsgrössen sind häufig bekannt oder können mit befriedigender Genauigkeit geschätzt werden.

Die Fehlerrechnung liefert einerseits den Fehler der gesuchten Grösse und zeigt andererseits auf, wie sich die Fehler der einzelnen Eingangsgrössen auf den Fehler der gesuchten Grösse auswirken. Damit ermöglicht sie auch, den Fehler der gesuchten Grösse durch Reduktion des Fehlers der Eingangsgrösse mit dem grössten Einfluss zu reduzieren, und verhindert, dass der Aufwand zur Messung der am gesamten Fehler wenig beteiligten Eingangsgrössen unnötig vergrössert wird.

<b>Beilagen:</b>	Lagerungsdichte	Stand:	April 2009
	Grobporenvolumen	Stand:	April 2009
	Gesättigte Wasserleitfähigkeit	Stand:	April 2009
	Feldmethode zur Bestimmung des Eindringwiderstandes (PANDA-Sone)	Stand:	April 2009