

DIN 19738

**DIN**

ICS 13.080.10

**Bodenbeschaffenheit –  
Resorptionsverfügbarkeit von organischen und anorganischen  
Schadstoffen aus kontaminiertem Bodenmaterial**

Soil quality –

Absorption availability of organic and inorganic pollutants from contaminated soil material

Qualité du sol –

Evaluation de la disponibilité intestinale des polluants organiques et inorganiques des sols contaminés

Gesamtumfang 20 Seiten

Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN

# Inhalt

Seite

Vorwort .....	3
Einleitung.....	3
1 Anwendungsbereich .....	4
2 Normative Verweisungen.....	4
3 Begriffe .....	6
4 Prüfmaterialien.....	6
4.1 Stoffe und Elemente .....	6
4.2 Kontaminierte Materialien.....	7
5 Probenahme, -konservierung, -transport und -lagerung.....	7
6 Reagenzien und Prüfeinrichtungen .....	7
6.1 Reagenzien.....	7
6.2 Enzyme und Verdauungshilfsstoffe .....	8
6.3 Geräte.....	8
7 Prüfsystem .....	9
7.1 Apparativer Aufbau .....	9
7.2 Synthetische Verdauungssäfte .....	11
8 Vorbereitung und Analyse der Probe .....	12
8.1 Probenvorbereitung .....	12
8.2 Mobilisierung.....	13
8.3 Abtrennung der mobilisierten von den partikelgebundenen Schadstoffen .....	15
8.4 Quantitative Bestimmung .....	15
8.4.1 Allgemeines.....	15
8.4.2 Analyse anorganischer Stoffe.....	15
8.4.3 Analyse organischer Stoffe .....	16
9 Auswertung .....	16
10 Qualitätssicherung .....	17
11 Prüfbericht.....	17
Anhang A (informativ) Enzyme und Verdauungshilfsstoffe .....	19
Literaturhinweise .....	20

## Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuss Wasserwesen (NAW), Arbeitsausschuss I 2 „Boden- und Abfalluntersuchung“, ausgearbeitet.

Anhang A ist informativ.

## Einleitung

Bei der oralen Aufnahme von Schadstoffen, z. B. aus Böden, Bodenmaterial, Stäuben, Gebrauchsgegenständen oder Nahrungsmitteln, durch den Menschen sind nicht nur die aufgenommene Menge und die Schadstoffgehalte, sondern auch die Schadstoffresorption im Gastrointestinaltrakt für die Gesundheit des Menschen von Bedeutung. Das Verfahren nach dieser Norm kommt in der Regel erst dann zur Anwendung, wenn sich aufgrund von Untersuchungen zum Gesamtgehalt oder Eluatgehalt von Stoffen die Notwendigkeit zur Prüfung der Resorptionsverfügbarkeit von Schadstoffen ergibt. In Tierversuchen können die Resorption und die Bioverfügbarkeit ermittelt werden. Die Ergebnisse sind jedoch nicht direkt auf den Menschen übertragbar. Ein deutlich weniger aufwendiges und rasch durchführbares Verfahren ist die Bestimmung der Schadstoffmenge, welche von den kontaminierten Materialien durch die Verdauungssäfte des oberen Verdauungstrakts abgelöst werden kann.

An Materialien gebundene Schadstoffe werden in der Regel nur zu einem Teil durch die Verdauungssäfte im Magen-Darm-Trakt abgelöst. Das Ausmaß der Mobilisierung hängt von der Art des Schadstoffs, von der Beschaffenheit der Materialien sowie von den Komponenten der Verdauungssäfte im oberen Verdauungstrakt ab. Die mobilisierten Schadstoffe können im Gastrointestinaltrakt in den Organismus resorbiert werden. Die Schadstoffe, welche gebunden bleiben, werden zum größten Teil unverändert wieder ausgeschieden. Die real resorbierte Menge ist immer kleiner bis höchstens gleich der mobilisierten Menge.

Verdauungssäfte sind komplexe Gemische aus Elektrolyten, Enzymen und Verdauungshilfsstoffen. Die Zusammensetzung der Verdauungssäfte variiert nach Art, Beschaffenheit und Menge und ist von exogenen und endogenen Faktoren abhängig. Ein wesentlicher Faktor ist dabei die Nahrung.

Die Verdauung beginnt bereits im Mund, wobei neben der mechanischen Zerkleinerung eine im Speichel enthaltene  $\alpha$ -Amylase die Hydrolyse von Stärke einleitet. Im Magen wird die Nahrung durch Salzsäure denaturiert. Gleichzeitig setzt die Verdauung von Proteinen durch Peptidhydrolasen (Pepsine) ein. Außerdem beginnen aus dem Duodenum eingeschleuste Lipasen mit der Fettverdauung. Das Maximum der Salzsäuresekretion ist nach 1 h erreicht. Dabei wird die Salzsäure durch Nahrungsbestandteile auf pH 3 bis pH 4 abgepuffert. Erst mit fortschreitender Verdauung sinkt der pH-Wert wieder in den Bereich von pH 1 bis pH 2. Je nach der Beschaffenheit der Nahrung wird sie nach einer Verweilzeit von nur einigen Minuten bis zu mehreren Stunden in den Zwölffingerdarm (Duodenum) weitertransportiert. Hier wird die Salzsäure durch Hydrogencarbonat aus dem Zwölffingerdarmsaft, dem Pankreassaft und dem Gallensaft zunächst auf pH 4 gepuffert. Anschließend steigt der pH-Wert langsamer auf pH 6 bis pH 7,5. Der Pankreassaft enthält eine Vielzahl von Peptidhydrolasen (Trypsin, Chymotrypsin u. a.),  $\alpha$ -Amylasen zur Kohlenhydratspaltung sowie Lipasen zur Spaltung von Triglyceriden in Mono- bzw. Diacylglyceride und Fettsäuren. Lipide können nur in emulgierter Form von Lipasen verdaut werden. Bereits im Magen werden Fette durch die Bewegung des Magens mechanisch suspendiert. Im Zwölffingerdarm kommt es infolge des Zutritts von Gallensaft, welcher Gallensäuren und Lecithine als natürliche Tenside enthält, zu einer starken Emulgierung von Fetten und Fettabbauprodukten (Di- und Monoglyceride sowie Fettsäuren). Im Dünndarm (Jejunum und Ileum) kommen weitere Verdauungsenzyme hinzu, die sich in der Wirkung aber nicht wesentlich von den Enzymen des Pankreassaftes unterscheiden. Insgesamt werden vom Körper