

# E DIN ISO 18400-104:2016-12 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2016-11-18

**Bodenbeschaffenheit - Probenahme - Teil 104: Strategien (ISO/DIS 18400-104:2016);  
Text Deutsch und Englisch**

**Soil quality - Sampling - Part 104: Strategies (ISO/DIS 18400-104:2016); Text in  
German and English**

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
Nationales Vorwort .....	7
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise .....	10
Einleitung .....	11
1 Anwendungsbereich.....	14
2 Normative Verweisungen .....	14
3 Begriffe .....	14
4 Übergeordnete Untersuchungsstrategie .....	18
4.1 Allgemeines.....	18
4.2 Aufteilung in Zonen .....	21
4.3 Arten der Untersuchung.....	21
4.3.1 Allgemeines.....	21
4.3.2 Historische Recherche .....	24
4.3.3 Orientierende Untersuchung.....	25
4.3.4 Detailuntersuchung.....	25
4.3.5 Ergänzende Untersuchungen .....	26
4.4 Konzeptionelles Standortmodell.....	26
4.5 Vorläufige Gefährdungseinschätzung.....	27
5 Probenahmestrategien — Allgemeine Aspekte.....	27
5.1 Probenahmeziele.....	27
5.2 Anwendungsbereich der Probenahmestrategie .....	28
5.3 Entwerfen der Probenahmestrategie .....	29
5.4 Grundlegende Probenahmesituationen.....	30
5.5 Repräsentative und ausreichend repräsentative Proben.....	32
5.6 Merkmale der räumlichen Verteilung.....	33
5.7 Statistische Aspekte.....	34
5.8 Durch Probenahme und Analyse bedingte Unsicherheit von Messungen .....	34
5.9 Sicherheit und Umweltschutz.....	35
5.10 Hindernisse bei der Probenahme .....	35
5.11 Zeitliche Planung von Untersuchungen .....	36
6 Probenahmestrategien — Schwerpunkte und Schlüsselkonzepte .....	36
6.1 Statistik und Geostatistik.....	36
6.1.1 Allgemeines.....	36
6.1.2 Statistik.....	37
6.1.3 Geostatistik.....	37
6.2 Probenahmeansätze.....	38
6.2.1 Allgemeines.....	38
6.2.2 Ermessensprobenahme.....	39
6.2.3 Systematische Probenahme.....	40
6.2.4 Entnahme von Bequemlichkeitsproben (Ad-hoc-Probenahme).....	41
6.3 Durchschnittliche Eigenschaften.....	41

6.4	Probenarten.....	42
6.4.1	Proben in gestörter und ungestörter Lagerung.....	42
6.4.2	Punktproben (Einzelproben).....	42
6.4.3	Sammelproben.....	42
6.4.4	Raumbezogene (Misch-)Proben.....	43
6.4.5	Auswahlproben.....	44
6.5	Anzahl von Proben (Siehe auch Abschnitte 7, 8.6 und 9.6).....	45
6.5.1	Allgemeines.....	45
6.5.2	Anzahl der Proben an diskreten Probenahmepunkten.....	46
6.5.3	Anzahl von Sammelproben.....	46
6.5.4	Anzahl von Mischproben.....	46
6.6	Probenumfang.....	46
6.6.1	Allgemeines.....	46
6.6.2	Praktische Erwägungen.....	48
7	Entscheidung über die Anzahl der zu entnehmenden Proben.....	51
7.1	Allgemeines.....	51
7.2	Ausgangssituationen.....	52
7.3	Bestimmung von mittleren Konzentrationen.....	53
7.3.1	Allgemeines.....	53
7.3.2	Verwendung von raumbezogenen Mischproben.....	53
7.3.3	Verwendung von Punktproben.....	54
7.3.4	Ober- oder unterhalb eines Schwellengrenzwerts?.....	54
7.4	Auffinden von (Hot Spots und) „interessierenden Flächen“ mit einer festgelegten Mindestgröße.....	55
7.5	Probenahme für bestimmte Zwecke.....	56
7.5.1	Bestimmung von Hintergrundwerten.....	56
7.5.2	Klassifizierung von Abfällen.....	56
7.5.3	Ergänzende Untersuchungen in Bezug auf eine Sanierung.....	56
7.5.4	Validierung der Sanierung und anderer Arbeiten.....	57
8	Probenahmestrategien für die unterirdische Probenahme.....	58
8.1	Probenahmeansatz.....	58
8.2	Probenahmemuster.....	58
8.2.1	Allgemeines.....	58
8.2.2	Vermutlich kontaminierte Standorte.....	61
8.2.3	Hot-Spot-Erkennung, Standortuntersuchungsplan und Probenahme.....	62
8.3	Probenarten.....	62
8.4	Probenahmetiefen.....	63
8.4.1	Allgemeines.....	63
8.4.2	Vermutlich kontaminierte Standorte.....	64
8.4.3	Probenahme im Zusammenhang mit dem Grundwasserprofil und dem Grundwasserleiter.....	65
8.5	Probenumfang.....	66
8.6	Anzahl von Proben.....	67
8.6.1	Allgemeines.....	67
8.6.2	Anzahl der Proben an einzelnen Probenahmepunkten.....	67
8.6.3	Anzahl von Mischproben.....	68
9	Beprobung von oberirdischen Ablagerungen.....	68
9.1	Allgemeines.....	68
9.2	Probenahmemuster.....	69
9.3	Probenarten.....	69
9.3.1	Allgemeines.....	69
9.3.2	Entnahme von Bequemlichkeitsproben.....	69
9.4	Probenahmetiefen.....	70
9.5	Probenumfang.....	70
9.6	Anzahl von Proben.....	70
	Anhang A (informativ) Grundlegende statistische Begriffe.....	71

A.1	Einleitung.....	71
A.2	Grundgesamtheit und Teilgesamtheit.....	71
A.2.1	Allgemeines.....	71
A.2.2	Grundgesamtheit.....	71
A.2.3	Teilgesamtheit.....	72
A.2.4	Parameter der Grundgesamtheit.....	72
A.2.5	Abhängigkeit vom Maßstab der Probe.....	72
A.2.6	Streuungsvarianz.....	73
A.3	Variabilität.....	73
A.3.1	Allgemeines.....	73
A.3.2	Arten der Variabilität.....	74
A.3.3	Grundvariabilität.....	74
A.3.4	Räumliche Variabilität.....	74
A.3.5	Variabilität zwischen Bodeneinheiten.....	75
A.4	Schätzfehler.....	75
A.5	Zuverlässigkeit.....	75
A.5.1	Allgemeines.....	75
A.5.2	Systematische Abweichung.....	76
A.5.3	Präzision und Vertrauen.....	76
A.5.4	Schätzung statistischer Parameter.....	76
<b>Anhang B (informativ) Probenahmemuster.....</b>		<b>78</b>
B.1	Einleitung.....	78
B.1.1	Allgemeines.....	78
B.1.2	Bayessche Ansätze für die Untersuchung und Probenahme.....	78
B.1.3	Dreidimensionale Probenahme.....	79
B.2	Muster für die Entnahme von raumbezogenen Mischproben.....	79
B.3	Probenahmemuster für Dauerbeobachtungsstandorte.....	81
B.4	Kreisförmige Raster.....	82
B.5	Einfache Zufallsprobenahme.....	83
B.6	Geschichtete Zufallsprobenahme.....	84
B.7	Regelmäßige Raster.....	85
B.8	Systematische nichtlineare Probenahme.....	86
B.9	Fischgrätenmuster.....	88
B.10	Systematische Probenahme auf einem dreieckigen Raster.....	88
B.11	Probenahme entlang einer linearen Quelle.....	89
B.12	Dreidimensionale Probenahme.....	89
B.12.1	Einfache dreidimensionale Zufallsprobenahme.....	89
B.12.2	Geschichtete dreidimensionale Zufallsprobenahme.....	90
B.12.3	Systematische regelmäßige Probenahme.....	90
B.12.4	Beprobung der Oberfläche von oberirdischen Ablagerungen.....	90
B.12.5	Gerichtete Probenahme.....	92
<b>Anhang C (informativ) Bewertung und Änderung der Unsicherheit bei der Probenahme.....</b>		<b>93</b>
C.1	Allgemeines.....	93
C.2	Beispiel für die Schätzung der Unsicherheit und Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit.....	94
<b>Anhang D (informativ) Beispiele für die Probenahme für bestimmte Zwecke.....</b>		<b>98</b>
D.1	Allgemeines.....	98
D.2	Beispiel 1: Bestimmung der Einhaltung von nationalen Grenzwerten für die Wiederverwertbarkeit bei einer Bodenhalde.....	98
D.2.1	Zweck der Probenahme.....	98
D.2.2	Festlegung der Probenahmeziele.....	99
D.3	Beispiel 2: Verifizierung der physikalischen Kennwerte eines gelieferten Bodens.....	100
D.3.1	Zweck der Probenahme.....	100
D.3.2	Festlegung der Probenahmeziele.....	100
D.4	Beispiel 3: Ausführliche Charakterisierung eines aufgeschütteten Bodens.....	101
D.4.1	Zweck der Probenahme.....	101

D.4.2	Festlegung der Probenahmeziele .....	101
<b>Anhang E (informativ) Maßstab der Probenahme .....</b>		<b>103</b>
E.1	Räumliche Variabilität und Maßstab .....	103
E.2	Drei spezifische Situationen, für die ein Maßstab festgelegt wird .....	104
E.2.1	Situation 1 .....	104
E.2.2	Situation 2 .....	104
E.2.3	Situation 3 .....	105
E.3	Auswirkungen verschiedener Definitionen des Maßstabs auf die Probenahmeergebnisse..	106
E.4	Entscheidungen zum Maßstab der Probenahme .....	107
<b>Anhang F (informativ) Bestimmung von Umfang und Anzahl der Proben und Einzelproben .....</b>		<b>109</b>
F.1	Allgemeines .....	109
F.2	Hintergrund der Bestimmung des Mindestumfangs einer Einzelprobe .....	109
F.3	Hintergrund der Bestimmung des Mindestprobenumfangs .....	111
F.4	Anwendung der Gleichung für den Mindestprobenumfang .....	114
F.4.1	Allgemeines .....	114
F.4.2	Korngrößenverteilung, Faktoren $D_{05}$ , $D_{95}$ und $g$ .....	114
F.4.3	Dichte der Partikel .....	114
F.4.4	Fraktion der Partikel mit der zu bestimmenden Eigenschaft, Faktor $w$ .....	115
F.4.5	Variationskoeffizient, verursacht durch den fundamentalen Fehler, Faktor $\sigma_{rel}$ .....	115
F.4.6	Üblicherweise getroffene Annahmen .....	115
F.5	Bestimmung der maximalen Korngröße, Faktor $D_{95}$ .....	116
F.6	Berechnung des tatsächlichen Umfangs der Einzelproben und Proben .....	117
F.6.1	Entnahme von Punktproben .....	117
F.6.2	Entnahme von Mischproben .....	117
<b>Anhang G (informativ) Statistische Verfahren zur Schätzung von Bodenparametern .....</b>		<b>118</b>
G.1	Allgemeines .....	118
G.2	Schätzung von statistischen Parametern aus $n$ verfügbaren Proben .....	119
G.2.1	Symbole und Abkürzungen .....	119
G.2.2	Mittelwert .....	120
G.2.3	Standardabweichung .....	120
G.2.4	Variationskoeffizient .....	120
G.2.5	Perzentile .....	121
G.2.6	Höchstwert .....	123
G.2.7	Prozentuale Übereinstimmung mit einem vorgegebenen Grenzwert .....	123
G.3	Berechnung der Anzahl von Proben, die zum Erreichen einer gewünschten Präzision erforderlich ist .....	124
G.3.1	Symbole und Abkürzungen .....	124
G.3.2	Schätzung einer mittleren Konzentration .....	125
G.3.3	Schätzung einer Standardabweichung .....	128
G.3.4	Schätzung eines Perzentils .....	129
G.3.5	Schätzung der prozentualen Übereinstimmung mit einem vorgegebenen Grenzwert .....	131
<b>Anhang H (informativ) Geostatistische Verfahren für den Probenahmeentwurf und die Bewertung der Bodenbeschaffenheit .....</b>		<b>133</b>
H.1	Einleitung .....	133
H.2	Charakterisierung der räumlichen Variabilität .....	135
H.2.1	Allgemeines .....	135
H.2.2	Explorative Datenanalyse (EDA) .....	135
H.2.3	Anpassung eines Variogramms .....	140
H.3	Geostatistische Interpolations- und Simulationsverfahren .....	140
H.3.1	Kriging und zugehörige Techniken .....	140
H.3.2	Geostatistische Simulationen .....	142
H.3.3	Integration von Hilfsinformationen .....	144
H.4	Probenahmeentwurf .....	145
H.4.1	Methodologie .....	145
H.4.2	Beispiele .....	146

<b>H.4.3</b>	<b>Erstellung von Ergebnissen für die Entscheidungsfindung.....</b>	<b>148</b>
<b>Anhang I (informativ)</b>	<b>Probenahmestrategien für die Gefährdungseinschätzung.....</b>	<b>149</b>
<b>I.1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>149</b>
<b>I.2</b>	<b>Allgemeines.....</b>	<b>149</b>
<b>I.3</b>	<b>Bodenkonzentrationen und Gefährdungseinschätzung.....</b>	<b>151</b>
<b>I.4</b>	<b>Hot Spots.....</b>	<b>152</b>
<b>I.5</b>	<b>Wirksamkeit von Probenahmemustern zur Feststellung von Hot Spots usw. ....</b>	<b>152</b>
<b>I.6</b>	<b>Anleitung für Probenahmestrategien.....</b>	<b>153</b>
<b>I.7</b>	<b>Ein vorgeschlagener statistischer Ansatz zur Verwendung von allgemeinen Beurteilungskriterien bei der Gefährdungseinschätzung.....</b>	<b>159</b>
<b>I.7.1</b>	<b>Allgemeines.....</b>	<b>159</b>
<b>I.7.2</b>	<b>Anzahl der Proben.....</b>	<b>160</b>
	<b>Literaturhinweise.....</b>	<b>162</b>