

# 1 Inhalt

	<b>Vorwort</b> .....	5
<b>1</b>	<b>Inhalt</b> .....	7
<b>2</b>	<b>Allgemeine Voraussetzungen zum mikrobiologischen Arbeiten mit Bodenproben</b> .....	13
2.1	Probenahme, Transport und Vorbereitung .....	13
2.2	Bodenlagerung .....	15
2.3	Vergleichbarkeit der Ergebnisse .....	16
2.4	Bestimmung der Wasserhaltekapazität (WHK) .....	16
2.5	Bestimmung des Bodenwassergehaltes und der Trockensubstanz .....	17
2.6	Bestimmung des pH-Wertes .....	17
2.5	Literatur .....	18
<b>3</b>	<b>Anreicherung, Isolierung und Auszählung von Bodenmikroorganismen</b> ...	21
3.1	Nährmedien .....	21
3.2	Sterilisation .....	24
3.3	Herstellung von Agarplatten .....	25
3.4	Anreicherung ausgewählter Mikroorganismengruppen .....	25
3.4.1	Anreicherung von Nitrifikanten .....	25
3.4.2	Anreicherung von Denitrifikanten .....	26
3.4.3	Anreicherung von N <sub>2</sub> -fixierenden Bakterien (Azotobacter) .....	27
3.4.4	Anreicherung von Pseudomonaden .....	28
3.4.5	Anreicherung aerober Cellulosezersetzer .....	29
3.4.6	Anreicherung von oligotrophen Mikroorganismen .....	29
3.4.7	Gewinnung von Reinkulturen .....	31
3.5	Anreicherung anaerober Mikroorganismen .....	32
3.5.1	Anaerobe Verfahren .....	32
3.5.2	Reduktionsmittellösungen und Redoxindikatoren .....	33
3.5.3	Herstellung von anaeroben Agar-Nährmedien .....	34

1		
3.5.4	Anreicherung von Sulfatreduzierern	35
3.5.5	Anreicherung von cellulosezersetzenden Clostridien	36
3.5.6	Anreicherung von CO <sub>2</sub> -Reduzierern	38
3.6	<b>Auszählung von Bodenmikroorganismen</b>	40
3.6.1	Bestimmung der Gesamtkeimzahl mit dem Plattengußverfahren	40
3.6.2	Mikroskopische direkte Zählverfahren	41
3.6.2.1	Phenol-Anilinblau-Methode	41
3.6.2.2	Acridinorange-Methode	42
3.6.2.3	Fluoreszeinisothiocyanat-Methode	42
3.6.2.4	Agarfilm-Verfahren	43
3.7	<b>Bestimmung der wahrscheinlichsten Zahl – most probable number (MPN)</b>	44
3.7.1	Bestimmung der wahrscheinlichsten Zahl Ammonium-oxidierender Bakterien	49
3.7.2	Bestimmung der wahrscheinlichsten Zahl Nitrit-oxidierender Bakterien	52
3.7.3	Bestimmung der wahrscheinlichsten Zahl denitrifizierender Bakterien	54
3.7.4	Bestimmung der wahrscheinlichsten Zahl von Clostridien	56
3.7.5	Literatur	58
4	<b>Bestimmung der mikrobiellen Aktivitäten</b>	61
4.1	<b>Adenosintriphosphat (ATP)-Bestimmung</b>	62
4.1.1	Die Trichloressigsäure (TCA)-Methode ( JENKINSON und OADES 1979, modifiziert von TATE u. JENKINSON 1982)	64
4.1.2	Die TCA/NRB-Methode (VERSTRAETE et al. 1983)	69
4.1.3	Die alkalische Extraktionsmethode (PAUL und JOHANSON 1977 modifiziert von MARTENS 1985)	71
4.1.4	Die Schwefelsäure-Phosphat-Extraktionsmethode (EILAND 1983)	74
4.1.5	Literatur	76
4.2	<b>Bestimmung des Energiezustandes mikrobieller Zellen im Boden (Adenylate Energy Charge)</b>	78
4.2.1	Die TCA-Extraktionsmethode (BROOKES et al. 1983)	79
4.2.2	Die alkalische Extraktionsmethode (MARTENS 1985)	82
4.2.3	Literatur	84
4.3	<b>Bodenatmung</b>	85
4.3.1	Die Isermeyer-Methode	87
4.3.2	Bestimmung der Bodenatmung mit dem Sapromat	90
4.3.3	Bestimmung der Bodenatmung mit Wösthoffgerät	91
4.3.4	Bestimmung der Bodenatmung mit Infrarot-Gasanalyse	93
4.3.5	Literatur	94
4.4	<b>Bestimmung der Wärmefreisetzung (Heat output)</b>	97
4.5	<b>Dimethylsulfoxid(DMSO)-Reduktion (ALEF und KLEINER 1989, ALEF 1990)</b>	101

<b>4.6</b>	<b>Dehydrogenaseaktivität</b> .....	106
4.6.1	Triphenyltetrazoliumchlorid(TTC)-Methode (THALMANN 1968) .....	108
4.6.2	TTC-Methode (nach CASIDA et al. 1964, CASIDA 1977) .....	111
4.6.3	2(p-iodophenyl)-3-(p-nitrophenyl)-5-phenyltetrazoliumchlorid (INT)-Methode (TREVORS et al. 1982, TREVORS 1984) .....	113
4.6.4	Literatur .....	115
<b>4.7</b>	<b>Stickstoffmineralisation im Boden</b> .....	117
4.7.1	Bestimmung der N-Mineralisation im Brutversuch (KEENEY und BREMNER 1966) .....	119
4.7.2	Bestimmung der N-Mineralisation mit Hilfe der Perkulationsmethode (STANFORD und SMITH 1972) .....	123
4.7.3	Bestimmung der Arginin-Ammonifikation (ALEF und KLEINER 1987) .....	124
4.7.4	Bestimmung der Nitrifikation (BECK 1976) .....	127
4.7.5	Literatur .....	128
<b>4.8</b>	<b>Bestimmung der Hydrolyse von Fluoreszeindiacetat (FDA)</b> (SCHNÜRER u. ROSSWALL 1982) .....	131
<b>5</b>	<b>Anaerobe mikrobielle Aktivitäten im Boden</b> .....	135
<b>5.1</b>	<b>Anaerobes Arbeiten mit Bodenproben</b> .....	137
5.1.1	Transport, Vorbereitung, Lagerung .....	137
5.1.2	Herstellung anaerober Lösungen .....	138
5.1.3	Durchführung des anaeroben Tests .....	139
<b>5.2</b>	<b>Bestimmung der anaeroben Ammonifikation</b> (WARING und BREMNER 1964) .....	142
<b>5.3</b>	<b>Bestimmung der Eisen (<math>Fe^{3+}</math>)-Reduktion</b> (nach WELP und BRÜMMER 1985) .....	143
<b>5.4</b>	<b>Bestimmung des ATP-Gehaltes und des Energiezustandes mikrobieller Zellen in anaeroben Bodenproben (INUBUSHI et al. 1989)</b> .....	146
<b>5.5</b>	<b>Literatur</b> .....	148
<b>6</b>	<b>Bestimmung der mikrobiellen Biomasse</b> .....	151
<b>6.1</b>	<b>Die Fumigation-Inkubation-Methode (JENKINSON und POWLSON 1976a, b)</b> .....	152
<b>6.2</b>	<b>Die Fumigation-Extraktion-Methode (VANCE et al. 1987c)</b> .....	156
<b>6.3</b>	<b>Die Substrat-induzierte Atmung (ANDERSON und DOMSCH 1978a)</b> .....	158
<b>6.4</b>	<b>Die Respiration-Simulation-Methode</b> (VAN DE WERF und VERSTRAETE 1987a, b, c) .....	160
<b>6.5</b>	<b>ATP-Gehalt als Parameter für mikrobielle Biomasse</b> .....	162
<b>6.6</b>	<b>Direkte mikroskopische Zählmethoden</b> .....	163
<b>6.7</b>	<b>Literatur</b> .....	164

1		
7	<b>Feldmethoden</b>	169
7.1	<b>Bestimmung der Bodenatmung</b>	169
7.1.1	Bestimmung der CO <sub>2</sub> -Bildungsraten (Langzeitmessungen)	169
7.1.2	Bestimmung der CO <sub>2</sub> -Bildungsraten (Kurzzeitmessungen)	172
7.1.3	Bestimmung der Konzentrationen von CO <sub>2</sub> und O <sub>2</sub> in verschiedenen Bodentiefen (RICHTER 1972)	174
7.2	<b>Bestimmung der N-Mineralisation im Freiland</b>	176
7.3	<b>Litter-bag-Methode</b>	178
7.4	<b>Literatur</b>	179
8	<b>Differenzierung mikrobieller Populationen</b>	181
8.1	<b>Der Einfluß von Antibiotika auf die Bodenatmung</b> (ANDERSON und DOMSCH 1975)	182
8.2	<b>Biomarker</b>	185
8.2.1	Ergosterolbestimmung (GRANT und WEST 1986)	185
8.2.2	Ergosterolbestimmung (ZELLES et al. 1987a)	187
8.2.3	Bestimmung der Muraminsäure (ZELLES 1988)	189
8.2.4	Bestimmung der Teichonsäuren (GEHORN et al. 1984)	192
8.2.5	Bestimmung der Lipid A-Fettsäuren (PARKER et al. 1982)	196
8.2.6	Bestimmung der Diaminopimilinsäure (GRANT und WEST 1986)	200
8.2.7	Bestimmung des Glucosamins (ZELLES et al. 1988)	202
8.2.8	Bestimmung des Glucosamins (GRANT et al. 1986)	203
8.2.9	Literatur	205
9	<b>Enzymaktivitäten im Boden</b>	209
9.1	<b>Proteaseaktivität</b>	210
9.1.1	Bestimmung der Proteaseaktivität (LADD und BUTLER 1972)	211
9.1.2	Bestimmung der Proteaseaktivität (BECK 1973)	213
9.1.3	Literatur	215
9.2	<b>Ureaseaktivität</b>	216
9.2.1	Bestimmung der Ureaseaktivität (TABATABAI und BREMNER 1972)	218
9.2.2	Bestimmung der Ureaseaktivität (KANDELER und GERBER 1988)	221
9.2.3	Literatur	224
9.3	<b>Phosphataseaktivität</b>	226
9.3.1	Bestimmung der Phosphomonoesteraseaktivität (Dinatriumphosphat-Test, HOFFMANN 1967)	228
9.3.2	Bestimmung der Phosphomonoesteraseaktivität (p-Nitrophenylphosphat-Test, TABATABAI und BREMNER 1969; EIVAZI und TABATABAI 1977)	230
9.3.3	Bestimmung der Phosphodiesteraseaktivität (Bis-p-Nitrophenylphosphat-Test, BROWMAN und TABATABAI 1978)	232
9.3.4	Literatur	234
9.4	<b>Cellulaseaktivität</b>	236
9.4.1	Bestimmung der Cellulaseaktivität (SCHINNER und VON MERSI 1990)	237
9.4.2	Bestimmung der Cellulaseaktivität (HOPE und BURNS 1987)	239

---

9.4.3	Bestimmung der Cellulaseaktivität (PANCHOLY und RICE 1973) .....	241
9.4.4	Literatur .....	243
9.5	<b><math>\beta</math>-Glucosidaseaktivität</b> .....	245
9.5.1	Bestimmung der $\beta$ -Glucosidaseaktivität (EIVAZI und TABATABAI 1988; TABATABAI 1982) .....	245
9.5.2	Bestimmung der $\beta$ -Glucosidaseaktivität (HOFFMANN und DEDEHEN 1965) .....	247
9.5.3	Literatur .....	249
9.6	<b>Saccharaseaktivität</b> .....	249
9.6.1	Bestimmung der Saccharaseaktivität (HOFFMANN und PALLAUF 1965) ....	250
9.6.2	Bestimmung der Saccharaseaktivität (SCHINNER und VON MERSI 1990) ...	252
9.6.3	Literatur .....	254
9.7	<b>Katalaseaktivität</b> .....	255
9.7.1	Bestimmung der Katalaseaktivität (BECK 1971) .....	256
9.7.2	Bestimmung der Katalaseaktivität (TREVORS 1984) .....	258
9.7.3	Literatur .....	259
9.8	<b>Arylsulphataseaktivität</b> (TABATABAI und BREMNER 1970a) .....	260
9.9	<b>Amidaseaktivität</b> (FRANKENBERGER und TABATABAI 1980) .....	264
	<b>Anhang: Stoffdaten der aufgeführten Chemikalien</b> .....	267
	<b>Register</b> .....	277