

Inhalt

Einleitung	1
1 Böden und Bodenleben	3
1.1 Böden als Lebensräume für Organismen	3
1.1.1 Extrazelluläre Enzyme in Böden und ihre Stabilität	5
1.2 Einflüsse des Wassergehaltes, der Belüftung und der Temperatur auf Bodenorganismen und ihre Aktivitäten	6
1.2.1 Wassergehalt	6
1.2.2 Belüftung und Redoxpotential	7
1.2.3 Bodentemperatur	8
1.3 Bodenorganismen – Arten, Mengen und Aktivitäten	8
1.4 Methoden zur Quantifizierung der gesamten Biomasse, von Organismengruppen oder einzelnen Organismen in Böden	10
1.4.1 Methoden zur Erfassung der Biomasse als Gesamtheit	10
1.4.2 Aktivitätszustand der mikrobiellen Biomasse – physiologische Parameter	13
1.4.3 Organismengruppen und Einzelorganismen im Boden – Methoden zur Erkennung	15
Literatur zu Kapitel 1	16
2 Abbau und Umwandlung der Hauptbestandteile in Pflanzenresten	20
2.1 Struktur von Cellulose und Hemicellulosen	21
2.2 Vorkommen und Struktur des Lignins	22
2.3 Abbau der Cellulose: Organismen und Enzymatik	24
2.4 Abbau der Hemicellulosen	26
2.4.1 Polysaccharide in Böden	26
2.5 Umwandlung und Abbau von Lignin	27
2.5.1 Ligninabbauende Organismen und ihre Leistungen	27
2.5.2 Biochemische und enzymatische Vorgänge des Ligninabbaues	29
2.5.3 Ligninolytische Enzymsysteme – derzeitiger Kenntnisstand	30
Literatur zu Kapitel 2	32
3 Bedeutung, Menge, Bildung und Struktur des Humuskörpers	35
3.1 Huminstoffe und ihre Bedeutung im globalen Kohlenstoffumsatz	36
3.1.1 Humusmengen in Böden verschiedener Regionen	37
3.1.2 Zeiträume für die Humusbildung	38
3.2 Vorgänge bei der Humusbildung	39
3.3 Dynamik der Humusbildung aus pflanzlichen Rückständen	40
3.3.1 Umwandlung und Humusbildung unter Laborbedingungen	41
3.3.2 Umwandlung unter Freilandbedingungen – Umsatzkinetik und Humusbildung	42
3.3.2.1 Einflüsse von Temperatur und Feuchte auf Humusbildung und Humusumsatz	44
3.3.2.2 Bodenrespiration und Klima	45

3.3.2.3	Humusumsatz in ‚aktiven‘ und ‚passiven‘ Bodenfraktionen – modellmäßige Beschreibung	46
3.4	Komplexe zwischen der organischen Bodensubstanz und mineralischen Partikeln	48
3.4.1	Mineralpartikel und organische Bodensubstanz – Verteilung auf unterschiedliche Größen	48
3.4.2	Aggregate – ihre Bildung und ihr Einfluß auf Stoffumsetzungen in Böden	49
3.5	Einflüsse der Bodenbewirtschaftung auf Humusbildung und Humusabbau	50
3.5.1	Einflüsse der Bewirtschaftung auf die Humuszusammensetzung	51
3.6	Vorstellungen über die Zusammensetzung, Struktur und Funktion der Bodenhuminstoffe	52
3.6.1	Extraktion, Elementarzusammensetzung und funktionelle Gruppen von Huminstoffen	54
3.6.1.1	Funktionelle Gruppen von Huminstoffen und ihre Rolle bei Mineralverwitterung und Bodenbildung	55
3.6.2	Neuere analytische Techniken in der Huminstoffforschung	56
	Literatur zu Kapitel 3	60
4	Umwandlung und Abbau niedermolekularer organischer Verbindungen	65
4.1	Niedermolekulare Verbindungen biologischer Herkunft – Bildung, Umwandlung und Funktion	65
4.1.1	Niedermolekulare Verbindungen als Komplexbildner	67
4.2	Niedermolekulare organische Fremdstoffe – Umwandlung und Abbau	67
4.2.1	Behinderung der Abbaubarkeit durch Halogenierung oder Nitrierung ...	70
4.2.2	Wachstum und Kometabolismus	72
4.2.2.1	Konzentrations-Schwellen für die Abbaubarkeit	75
4.3	Umweltbedingungen, die den Abbau von Fremdstoffen beschleunigen	76
4.3.1	Beschleunigter Abbau durch wiederholte Applikation von Fremdstoffen zu Böden – Bedeutung extrachromosomaler Plasmide	77
4.3.2	Abbau persistenter Fremdstoffe durch ligninolytische Pilze	80
4.3.3	Der Abbau von Fremdstoffen unter anaeroben Bedingungen	82
4.4	Nicht-extrahierbare, sorbierte und gebundene Rückstände organischer Fremdstoffe	87
4.4.1	Vorgänge bei Sorption und Bindung von Rückständen – ihr Langzeitverhalten und ihre Abbaubarkeit	88
4.5	Nebenwirkungen organischer Fremdstoffe auf das Bodenleben und seine Funktionen	93
4.5.1	Fremdstoffe als Stressoren	93
4.5.2	Beeinflussung mikrobieller Prozesse durch organische Fremdstoffe	95
	Literatur zu Kapitel 4	98

5	Toxische Metallionen: Wirkungen auf Bodenorganismen und mikrobielle Umwandlungen	102
5.1	Toxische Wirkungen von Schwermetall-Kontaminationen auf die Mikroflora	102
5.1.1	Resistenz-Reaktionen der Mikroorganismen	103
5.1.2	Beeinflussung der Stoffwechsellaktivität von Mikroorganismen durch Schwermetalle	104
5.2	Alkylierung von Metallionen im Boden	104
	Literatur zu Kapitel 5	107
6	Umsatz von Stickstoff, Phosphor und Schwefel in Böden	108
6.1	Umwandlungsreaktionen des Stickstoffs im Boden	109
6.1.1	N-Mineralisation und Immobilisation	111
6.1.2	Festlegung von N in der organischen Bodensubstanz	113
6.1.2.1	Vorstellungen zur Stabilisierung von N im Boden	114
6.1.2.2	Umsetzungen des Ammonium-N in Böden	116
6.1.3	N ₂ -Bindung durch symbiotische und freilebende Stickstofffixierer	117
6.1.3.1	Meßmethoden für die N ₂ -Bindung und ihre Probleme	119
6.1.3.2	Biochemische Vorgänge bei der N ₂ -Bindung	121
6.1.4	Nitrifikation	122
6.1.4.1	Autotrophe nitrifizierende Bakterien	123
6.1.4.2	Unspezifität des NH ₃ -oxidierenden Enzymsystems	124
6.1.4.3	N ₂ O als ein gasförmiges Nebenprodukt der Nitrifikation	124
6.1.4.4	Nitrifikationshemmende Chemikalien	125
6.1.4.5	Heterotrophe nitrifizierende Organismen	126
6.1.5	Denitrifikation	126
6.1.5.1	Denitrifizierende Mikroorganismen	127
6.1.5.2	Boden und Klima als beeinflussende Faktoren der Denitrifikation	128
6.1.5.3	Biochemie der Denitrifikation	128
6.1.5.4	Methoden für die Messung der Denitrifikation	130
6.1.5.5	Größenordnungen der Denitrifikationsverluste und ihre Variationsbreite	132
6.2	Umwandlung von Phosphorverbindungen in Böden	134
6.2.1	P-Verbindungen in Böden und ihre Strukturen	134
6.2.2	Verfügbarkeit und Umsatz von P-Verbindungen in Böden	136
6.2.3	Mikrobielle Beteiligung am P-Umsatz	138
6.3	Umwandlung von Schwefelverbindungen in Böden	139
6.3.1	Anorganische Schwefelverbindungen	139
6.3.2	Organische Schwefelverbindungen	139
6.3.3	Mikrobiell gesteuerte Umwandlungsreaktionen des Schwefels	140
6.3.3.1	Reduktion oxidierter anorganischer Schwefelverbindungen	141
6.3.3.2	Oxidation reduzierter anorganischer Schwefelverbindungen	142
	Literatur zu Kapitel 6	143
7	Böden als Quellen und Senken atmosphärischer Spurengase	149
7.1	Böden und CO ₂ -Umsatz	152
7.1.1	Globale Temperaturerhöhung und Humusabbau	153

7.2	Böden als Quellen und Senken von Methan	156
7.2.1	Methanbildende Organismen und ihr Stoffwechsel	158
7.2.2	Methanoxidation	159
7.3	Böden als Quellen des N ₂ O	160
7.3.1	Landbewirtschaftung und Freisetzung von N ₂ O	160
7.3.2	Abbau und Auswirkung von N ₂ O auf den stratosphärischen Ozongehalt	161
7.4	Böden und die Entstehung anderer Spurengase	163
	Literatur zu Kapitel 7	164

Anhang

Maßeinheiten	168
Glossar	168
Sachregister	171