

# Inhalt

Mitglieder der Expertengruppe .....	6
Vorwort .....	7
<b>1 Bodenfruchtbarkeit und rechtlicher Rahmen des Bodenschutzes, Ziel der Broschüre .....</b>	<b>8</b>
Hubert Honecker, Meinhard List, Karl Severin .....	8
<b>2 Der Begriff „Bodenfruchtbarkeit“ von Albrecht Thaer bis heute .....</b>	<b>13</b>
2.1 Historische Entwicklung (Frank Ellmer) .....	14
2.2 Natürliche Bodenfruchtbarkeit (Thomas Vorderbrügge) .....	16
2.3 Relevante Bodenfunktionen für die Bodenfruchtbarkeit (Susanne Schroetter) ...	19
2.3.1 Produktionsfunktion .....	20
2.3.2 Filter- und Pufferfunktion .....	22
2.3.3 Lebensraumfunktion (Christoph Emmerling und Stefan Schrader) .....	25
2.3.4 Fazit .....	26
<b>3 Standort und Nutzung setzen Rahmenbedingungen .....</b>	<b>27</b>
3.1 Vielfalt und Leistung der Bodenorganismen (Christoph Emmerling und Stefan Schrader) .....	28
3.2 Spezielle Aspekte des Grünlandes (Katrin Kuka) .....	30
3.2.1 Bodenstruktur und Wurzelsystem in Abhängigkeit von der Landnutzungsintensität .....	32
3.2.2 Einfluss der Bewirtschaftung auf die Speicherung organischer Bodensubstanz....	32
3.2.3 Einfluss der Klimaänderung auf die Kohlenstoffspeicherung .....	33
3.2.4 Einfluss von erhöhtem Kohlenstoffdioxid (CO <sub>2</sub> ) in der Atmosphäre .....	34
3.2.5 Fazit .....	34
<b>4 Einflussgrößen der Bodenfruchtbarkeit .....</b>	<b>35</b>
4.1 Bodengefüge (Joachim Brunotte, Rainer Duttman, Marion Senger) .....	36
4.1.1 Bodengefüge zwischen Gesetz und Anspruch .....	36
4.1.2 Beeinträchtigung des Bodengefüges .....	37
4.1.3 Feldgefügeansprache .....	38
4.1.4 Fazit .....	38
4.2 Wasser- und Lufthaushalt (Frank Ellmer) .....	39
4.2.1 Grundlagen .....	39
4.2.2 Fallbeispiel: Dauerfeldversuch .....	41
4.2.3 Fazit .....	43
4.3 Wurzelwachstum (Susanne Schroetter) .....	44
4.3.1 Durchwurzelbarkeit .....	44
4.3.2 Durchwurzelungsintensität .....	45
4.3.3 Effektive Durchwurzelungstiefe .....	47
4.3.4 Faktoren, die das Wurzelwachstum beeinflussen .....	47
4.3.5 Fazit .....	49
4.4 Nährstoff- und Humusversorgung (Hartmut Kolbe) .....	50
4.4.1 Nährstoffversorgung .....	50
4.4.1.1 Grundlagen .....	50
4.4.1.2 Nährstoffbilanzierung .....	51
4.4.1.3 Grund- und Mikronährstoffe .....	55

4.4.2 Humusversorgung .....	55
4.4.2.1 Grundlagen .....	55
4.4.2.2 Möglichkeiten zur Einschätzung der Humusversorgung .....	56
4.4.2.3 Humusbilanzierung .....	56
4.4.3 Fazit .....	58
4.5 Bodenazidität und Kalkbedarf (Karl Severin) .....	58
4.6 Bodenbiologische Aktivität (Christoph Emmerling, Stefan Schrader) .....	61
4.7 Schwermetalle (Sylvia Kratz) .....	62
4.7.1 Definition und Bedeutung von Schwermetallen für die Bodenfruchtbarkeit .....	62
4.7.2 Toxikologische Relevanz .....	62
4.7.2.1 Pflanzentoxizität .....	62
4.7.2.2 Toxizität für Tiere und Menschen .....	63
4.7.2.3 Toxizität für das Bodenleben .....	63
4.7.3 Eintragspfade von Schwermetallen in den Boden .....	64
4.7.3.1 Atmosphärische Deposition .....	64
4.7.3.2 Quellen von Schwermetallen in Phosphor (P)-Düngern .....	64
4.7.3.3 Schwermetallzufuhr mit der P-Düngung .....	65
4.7.4 Risikoabschätzung auf Basis von Hintergrund- und Vorsorgewerten für Schwermetalle in Böden .....	65
4.7.5 Handlungsoptionen zur Begrenzung von Schadstoffeinträgen .....	66
4.7.6 Fazit .....	68
4.8 Veränderungen der Bodenfruchtbarkeit durch Bodenerosion (Rainer Duttmann, Michael Kuhwald, Joachim Brunotte) .....	69
4.8.1 Ausmaß und Formen der Bodenerosion .....	69
4.8.2 Wirkungen der Bodenerosion .....	71
4.8.3 Bodenerosion durch Wasser .....	71
4.8.3.1 Faktoren der Wassererosionsgefährdung .....	74
4.8.3.2 Abschätzung der Bodenerosionsgefährdung durch Wasser .....	76
4.8.4 Bodenerosion durch Wind .....	76
4.8.4.1 Faktoren der Winderosionsgefährdung .....	77
4.8.4.2 Abschätzung der Bodenerosionsgefährdung durch Wind .....	79
4.8.5 Bewertung der Bodenfruchtbarkeitsgefährdung durch Bodenerosion .....	79
4.8.6 Fazit .....	80
<b>5 Bodenbewirtschaftung und Bodenfruchtbarkeit .....</b>	<b>81</b>
5.1 Fruchfolge und Bodenfruchtbarkeit .....	82
5.1.1 Bedeutung von Vor- und Zwischenfrucht (Heinz-Josef Koch, Bernhard C. Schäfer) .....	82
5.1.1.1 Grundlagen .....	82
5.1.1.2 Vorfruchteffekte auf Winterweizen .....	83
5.1.1.3 Vorfruchteffekte auf Zuckerrüben .....	83
5.1.1.4 Vorfruchteffekte von Zwischenfrüchten .....	84
5.1.2 Fruchfolge aus Sicht der Humusversorgung sowie des ökologischen Landbaus (Hartmut Kolbe) .....	85
5.1.2.1 Einfluss der Fruchtarten auf Ernte- und Wurzelrückstände sowie den Humusumsatz .....	85
5.1.2.2 Einfluss der Fruchfolge auf $N_{min}$ und Vorfruchteignung im ökologischen Landbau .....	86
5.1.2.4 Fazit .....	89
5.1.3 Fruchfolgen steuern Bodenorganismen und deren Leistungen (Christoph Emmerling, Stefan Schrader) .....	89

5.2 Ackerbauliche Maßnahmen zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit – Bodenschutz und Bodenschonung .....	91
5.2.1 Bodenbearbeitung (Hans Voßhenrich, Joachim Brunotte) .....	91
5.2.1.1 Systematik .....	91
5.2.1.2 Bodenbearbeitung und Arbeitstiefe .....	91
5.2.1.3 Bodenbearbeitung steuert Bodenorganismen und deren Leistungen (Christoph Emmerling, Stefan Schrader) .....	93
5.2.2 Strohmanagement (Hans Voßhenrich, Joachim Brunotte) .....	95
5.2.3 Stoppelbearbeitung (Hans Voßhenrich, Joachim Brunotte) .....	97
5.2.4 Mulch- und Direktsaat (Hans Voßhenrich, Joachim Brunotte) .....	98
5.2.5 Streifenbearbeitung und Aussaat (Hans Voßhenrich, Joachim Brunotte) .....	99
5.2.6 Auswirkung unterschiedlicher Bearbeitung auf Bodenbedeckung und Energieverbrauch (Hans Voßhenrich, Joachim Brunotte) .....	100
5.2.7 Schutzmaßnahmen gegen Bodenerosion (Rainer Duttman, Michael Kuhwald, Joachim Brunotte) .....	101
5.2.7.1 Vorsorge .....	101
5.2.7.2 Fazit .....	101
5.2.8 Bodenschonendes Befahren (Joachim Brunotte, Rainer Duttman, Michael Kuhwald) .....	103
5.2.8.1 Bodenphysikalische Parameter .....	103
5.2.8.2 Pflanzenbauliche Parameter .....	104
5.2.8.3 Schlussfolgerungen – bodenschonender Technikeinsatz zur Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit .....	106
5.2.8.4 Fazit .....	107
5.3 Organische Düngung (Hartmut Kolbe) .....	108
5.3.1 Einfluss der organischen Materialien auf den Humusumsatz .....	108
5.3.2 Anhebung der Humusgehalte und Einsatz von Biokohle .....	110
5.3.3 Fallbeispiel: Verbesserungsvorschläge für Betriebe mit unausgeglichener Versorgung bei der organischen Substanz .....	110
5.3.3.1 Unterversorgung .....	110
5.3.3.2 Überversorgung .....	111
5.4 Kalkdüngung (Karl Severin) .....	113
5.5 Schutz von Bodenorganismen im Zulassungsverfahren von Pflanzenschutzmitteln (Bernd Hommel, Dieter Felgentreu) .....	116
5.5.1 Einleitung .....	116
5.5.2 Rechtlicher Rahmen für das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (PSM) .....	116
5.5.3 Bewertung der Auswirkungen von PSM auf den Boden .....	117
5.5.4 Ermittlung der Auswirkungen von PSM auf Bodenmakroorganismen .....	118
5.5.5 Ermittlung der Auswirkungen von PSM auf Bodenmikroorganismen .....	119
5.5.6 Verfügbarkeit von Regenwürmer und Bodenmikroorganismen schädlichen PSM .....	120
5.5.7 Fazit .....	121
<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>122</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>124</b>
Literaturverzeichnis .....	125
Autorenverzeichnis .....	135
KTBL-Veröffentlichungen .....	141
Impressum .....	143