



Bundesanstalt für
Landwirtschaft und Ernährung



Bundesinformationszentrum
Landwirtschaft

Gute fachliche Praxis – Bodenfruchtbarkeit



Liebe Leserinnen und Leser,

sind Böden uns noch fremd!

“In the end we will conserve only what we love, we will love only what we understand and we will understand only what we are taught.”

„Am Ende werden wir nur erhalten, was wir lieben, werden wir nur lieben, was wir verstehen, und wir werden nur verstehen, was wir gelehrt werden.“

(Bada Dioum, Senegalesischer Umweltschutzexperte auf der UN Conference on Environment and Development in Rio de Janeiro, 1992)

Böden sind Lebensraum für Pflanzen und Tiere, sie erfüllen wesentliche Aufgaben für unsere Trinkwasserversorgung, liefern Nahrungsmittel, tragen Wälder, dienen der Erzeugung von Rohstoffen, sind einer der größten Kohlenstoffspeicher der Welt und sind ein bedeutendes Archiv der Natur- und Kulturgeschichte.

Zusammengefasst: Böden sind unsere Lebensgrundlage

Daher ist der Schutz unserer Böden lebensnotwendig. Um ihre Leistungsfähigkeit sicherzustellen, müssen wir die Bodenfruchtbarkeit erhalten.

Böden in Deutschland sind sehr fruchtbar und sichern hohe landwirtschaftliche Erträge. Unsere Böden sind gleichzeitig aber auch vielen Gefährdungen ausgesetzt: der Wasser- und Winderosion, schädlicher Verdichtung, Kontamination durch eingetragene Schadstoffe, Versauerung und Versalzung bis hin zu flächenhafter Versiegelung durch Siedlung und Verkehr. Deshalb brauchen Böden unseren Schutz.

Diese Broschüre bietet Informationen zur Bodenfruchtbarkeit, den Einflussgrößen und Maßnahmen zum Erhalt und zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit.

Die Beschäftigten in der Land- u. Forstwirtschaft und der Kommunalplanung und wir alle zusammen haben die Aufgabe uns für unsere Böden einzusetzen.

Wir wünschen allen Lesern, dass unsere Broschüre Anregungen dazu gibt.
Gehen wir hinaus, und schauen uns die Böden gemeinsam mit Bodenspezialisten an.

Ihre
Redaktion Landwirtschaft
Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (BZL)



Inhalt

Mitglieder der Expertengruppe	6
Vorwort	7
1 Bodenfruchtbarkeit und rechtlicher Rahmen des Bodenschutzes, Ziel der Broschüre	8
Hubert Honecker, Meinhard List, Karl Severin	8
2 Der Begriff „Bodenfruchtbarkeit“ von Albrecht Thaer bis heute.....	13
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
3 Standort und Nutzung setzen Rahmenbedingungen	27
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 ₂) in der Atmosphäre	34
3.2.5 Fazit	34
4 Einflussgrößen der Bodenfruchtbarkeit	35
4.1 Bodengefüge (Joachim Brunotte, Rainer Duttmann, 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
5 Bodenbewirtschaftung und Bodenfruchtbarkeit		81
5.1	Fruchtfolge 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	Fruchtfolge 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 Fruchtfolge auf N_{min} und Vorfruchteignung im ökologischen Landbau	86
5.1.2.4	Fazit	89
5.1.3	Fruchtfolgen 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 Duttmann, 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 Duttmann, 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 für Regenwürmer und Bodenmikroorganismen schädlichen PSM	120
5.5.7 Fazit	121
Zusammenfassung und Ausblick	122
Anhang	124
Literaturverzeichnis	125
Autorenverzeichnis	135
KTBL-Veröffentlichungen	141
Impressum	143

Mitglieder der Expertengruppe

PD Dr. Joachim Brunotte, Thünen-Institut für Agrartechnologie, Braunschweig
Prof. Dr. Rainer Duttmann, Christian-Albrechts-Universität, Kiel
Prof. Dr. Dr. h.c. Frank Ellmer (i. R.), Humboldt-Universität zu Berlin
Prof. Dr. Christoph Emmerling, Universität Trier
Dr. Dieter Felgentreu, Julius Kühn-Institut, Berlin
Wilfried Henke, BZL in der BLE, Bonn
Dr. Bernd Hommel, Julius Kühn-Institut, Berlin
Hubert Honecker (i. R.), Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Bonn
Dr. Heinz-Josef Koch, Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), Göttingen
Dr. Hartmut Kolbe (i. R.), Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Nossen
Dr. Sylvia Kratz, Julius Kühn-Institut, Braunschweig
Dr. Michael Kuhwald, Christian-Albrechts-Universität, Kiel
Dr. Katrin Kuka, Julius Kühn-Institut, Braunschweig
Dr. Meinhard List, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Bonn
Kirstin Marx, Umweltbundesamt, Dessau
Berthold Ortmeier (i. R.), Thünen-Institut für Agrartechnologie, Braunschweig
Prof. Dr. Bernhard Carl Schäfer, Julius-Kühn-Institut, Braunschweig
Prof. Dr. Stefan Schrader, Thünen-Institut für Biodiversität, Braunschweig
Dr. Susanne Schroetter (i. R.), Julius Kühn-Institut, Braunschweig
Marion Senger, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Hannover
Dr. Karl Severin (i. R.), Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Hannover
Dr. Barbara Urban, Thünen-Institut für Agrartechnologie, Braunschweig
Dr. Thomas Vorderbrügge (i. R.), Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden
PD Dr. Hans-Heinrich Voßhenrich (i. R.), Thünen-Institut für Agrartechnologie, Braunschweig