

Inhalt

Zu dieser Broschüre	5	Technische Möglichkeiten zur Minderung von Spannungen im Boden	46
1 Einleitung.....	6	Ausblick und zukünftige Entwicklung	49
Rechtlicher Rahmen des Bodenschutzes	8	Maßnahmenkatalog – 15 Fallbeispiele für Gute fachliche Praxis nach dem Konzept für bodenschonendes Befahren	51
Literatur	10	Acker- und pflanzenbauliche Vorsorgemöglichkeiten ..	51
2 Vorsorge zur Erhaltung des standorttypischen Humusgehaltes	11	<i>Beispiel 1: Auswirkungen auf die Bodenstruktur bei der Zuckerrübenenernte nach unterschiedlicher Bodenbearbeitung</i>	<i>51</i>
Einleitung	12	<i>Beispiel 2: Erhalt und Verbesserung der Durchwurzelbarkeit durch nichtwendende Bodenbearbeitung vor/nach der Zuckerrübenenernte</i>	<i>52</i>
Humus – Definition, Funktionen und Wirkung	12	<i>Beispiel 3: Biomasselogistik bei Silomais – Bodenzustandsänderung nach Ausbringung von Gärsubstrat</i>	<i>54</i>
Humusgehalte in Böden	13	Arbeitsverfahren bei der Bodennutzung	55
„Standorttypischer“ Humusgehalt	15	<i>Beispiel 1: Auslastung von Ernteverfahren bei der Zuckerrübenenernte/flexible Anpassung der Rodekapazität</i>	<i>55</i>
Ursachen für den Verlust an organischer Substanz	16	<i>Beispiel 2: Mähdrusch – Einfluss von Auslastung/Schlagkraft auf Kosten von Qualitätsparametern und Bodenschonung</i>	<i>56</i>
Maßnahmen für die Humuserhaltung	18	<i>Beispiel 3: Regelfahrspurverfahren – Controlled Traffic Farming</i>	<i>56</i>
Erhaltung des Humusgehaltes durch ausreichende Zufuhr an organischer Substanz	18	<i>Beispiel 4: Verfahrensvergleich bei der Silomaisernte – Parallelverfahren contra Bunkerverfahren</i>	<i>58</i>
Erhaltung des Humusgehaltes durch Reduzierung der Bearbeitungsintensität	19	Technische Möglichkeiten zur Minderung der Spannungen im Boden	60
Abschließende Betrachtung	20	<i>Beispiel 1: Aufsattel- und Anhänge- statt Anbaugeräte mit vergleichbarer Arbeitskapazität</i>	<i>60</i>
Literatur	21	<i>Beispiel 2: Bandfahrwerke im Vergleich zu Radfahrwerken</i>	<i>61</i>
3 Vorsorge gegen Bodenverdichtungen	24	<i>Beispiel 3: Verfahrensvergleich bei der Silomaisernte – Beitrag zur Bodenschonung anhand der Entscheidungsmatrix</i>	<i>65</i>
Einführung	25	<i>Beispiel 4: Verfahrensvergleich bei der Zuckerrübenenernte – Beitrag zur Bodenschonung anhand der Entscheidungsmatrix</i>	<i>66</i>
Formen der Verdichtung und ihre Ursachen	26	<i>Beispiel 5: Verfahrensvergleich beim Mähdrusch – Beitrag zur Bodenschonung anhand der Entscheidungsmatrix</i>	<i>67</i>
Definition einer Verdichtung	28	<i>Beispiel 6: Verfahrensvergleich bei der Kartoffelernte – Beitrag zur Bodenschonung anhand der Entscheidungsmatrix</i>	<i>68</i>
Ursachen: Auslösende Faktoren für Verdichtung durch Befahren	29	<i>Beispiel 7: Verfahrensvergleich bei der Gülle-/ Gärsubstratausbringung – Beitrag zur Bodenschonung anhand der Entscheidungsmatrix</i>	<i>69</i>
Belastung des Bodens	29	<i>Beispiel 8: Anpassung des Reifeninnendrucks und Vergrößerung der Kontaktfläche</i>	<i>70</i>
Beanspruchung des Bodens	31	Literatur	72
Verformung der Bodenstruktur – Bodenverdichtung	33		
Wirkungen	35		
Bodenverdichtungen erkennen und beurteilen	36		
Konzept für bodenschonendes Befahren	37		
Acker- und pflanzenbauliche Vorsorgemöglichkeiten ..	39		
Erhalt und Steigerung der mechanischen Belastbarkeit des Bodens/Verbesserung der Tragfähigkeit:	39		
Weitere, die Bodenstruktur stabilisierende Maßnahmen: ...	39		
Arbeitsverfahren bei der Bodennutzung	40		

4 Vorsorge gegen Bodenerosion	77	Orientierungswerte für Wassererosion	97
4.1 Sachstand Winderosion	79	Wassererosionsschäden	97
Bedeutung und Definition	79	Abschätzung von Wassererosion	99
Verlauf der Winderosion	79	Vorsorgemaßnahmen gegen Wassererosion	99
Faktoren	81	Acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen	100
Klimatische Faktoren	81	Anpassungsstrategien bei dauerhaft konservierender Bodenbearbeitung	102
Topographie	81	Vorsorge gegen Bodenerosion durch Kalkung	104
Bodeneigenschaften	82	Zwischenfruchtanbau	107
Bearbeitungs-/bewirtschaftungsbedingte Faktoren	82	Untersaaten in Mais	108
Orientierungswerte	83	Vermeiden hangabwärts gerichteter Fahrspuren	108
Schäden durch Winderosion	84	Fahrgassenbegrünung	109
Schlussfolgerungen aus dem Sachstandsbericht	86	Vollbegrünung von Fahrgassen in Zuckerrüben	109
Maßnahmen der Guten fachlichen Praxis zur Vermeidung von Bodenerosion durch Wind	86	Ergänzende Maßnahmen gegen Wassererosion	110
Abschätzung der Winderosionsgefährdung	86	Schlagunterteilung bzw. Hanggliederung durch Fruchtartenwechsel	110
Standörtliche Winderosionsgefährdung	87	Grünstreifen und begrünte Abflusswege	110
Nutzungsbedingte Winderosionsgefährdung	87	Hanguntergliederung im Rahmen der Flurneueordnung	112
Vorsorgemaßnahmen gegen Winderosion	87	Literatur	
Kurzfristige Maßnahmen	88	(einschließlich Literatur zu „Strategien für eine dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung“ im Anhang)	113
Mittelfristige Maßnahmen	89		
Langfristige Maßnahmen	90		
Literatur	91		
4.2 Wassererosion	92	Anhang	116
Verlauf der Wassererosion	92	Strategien für eine dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung	117
Auslösende Faktoren der Wassererosion	94	(1) Strohverteilung und Stoppelbearbeitung	117
Natürliche Faktoren	94	(2) Mulch- und Direktsätechnik	117
Niederschlag	94	(3) Durchwuchs sowie Problemunkräuter und -ungräser	117
Topographie	94	(4) Maßnahmen gegen Trespen	118
Bodenzusammensetzung	94	(5) Maßnahmen gegen Ährenfusariosen	118
Vom Menschen beeinflusste Faktoren	95	(6) Schnecken und Mäuse	118
Langfristige Nutzung (Wald, Grünland, Acker)	95	Internetadressen	119
Bodenbedeckung	96	Humus	119
Wasseraufnahmefähigkeit	96	Humus – Humusversorgung der Ackerböden	119
Bodenverdichtungen in Krume und Unterboden	96	Was ist Humus? Die wichtigsten 30 cm im Boden	119
Aggregatstabilität, Scherwiderstand	96	CARLOS – E-Learning-Plattform zum Thema Boden als Kohlenstoffsenke	119
Bodenfeuchte	96	Anschriften der Mitglieder der Autoren-/Expertengruppe	120
Fremdwasserzufluss von Wegen	96	KTBL-Veröffentlichungen	123
		Impressum	127

Zu dieser Broschüre

Der Boden ist die wichtigste Grundlage für die landwirtschaftliche Produktion. Der Gesetzgeber hat mit dem 1998 verabschiedeten Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG, § 17) über die Vorsorgepflicht eine Grundlage für den Schutz des Bodens geschaffen. Im Rahmen „Guter fachlicher Praxis“ sind die wichtigsten Bodenfunktionen, wie Produktions-, Filter/Puffer- und Lebensraumfunktion zu schützen, d. h. unerwünschte Nebeneffekte, wie z. B. Bodenerosion, Bodenverdichtungen und Humusabbau sind durch intelligente Ackerbausysteme zu vermeiden.

Die Hochwasserkatastrophen im Jahr 2021 im Westen und Süden Deutschlands haben gezeigt, dass alle Anstrengungen bei der Flussregulierung, bei der Siedlungsplanung und bei der Acker- und Grünlandbewirtschaftung erfolgen müssen, um die Bodenfruchtbarkeit als höchstes Gut einer Gesellschaft zu schützen und zu vermehren.

Mit der Bodenbearbeitung bestimmen Praktikerinnen und Praktiker die Eingriffsintensität in den Boden und gestalten mit dem Grad der Lockerung die Tragfähigkeit, den Bedeckungsgrad mit organischen Reststoffen an der Oberfläche, den Humusgehalt und die Förderung der biologischen Aktivität. Der Bodenbedeckungsgrad ist der Schlüsselindikator für Bodenschutz und Bodenschonung. Aufgelockerte Fruchtfolgen, Zwischenfruchtanbau, nichtwendende Bodenbearbeitung in Verbindung mit Feldhygiene und an den Bodenzustand angepasster Maschineneinsatz ist das Maßnahmenbündel, das Landwirte und Lohnunternehmer gestalten können.

Die Auswahl der Früchte, das Nacherntemanagement und die Bearbeitungsintensität bestimmen im Wesentlichen den Humusgehalt der Böden. Als Gerüstsubstanz und Nahrungsangebot für die Mikroorganismen ist der Gehalt standorttypisch zu erhalten.



PD Dr. Joachim Brunotte,
 Koordinator der
 Expertengruppe*

Im Zentrum für bodenschonendes Befahren steht die Anpassung der mechanischen Belastung durch Landmaschinen an die Verdichtungsempfindlichkeit der Böden – Auslastungsgrade von Maschinen und die Bodenfeuchte bestimmen im Wesentlichen die möglichen Befahrbarkeitstage. DWD, KTBL und Thünen-Institut entwickeln zurzeit eine Online-Anwendung für die Praxis, um den bodenschonenden Maschineneinsatz vor Ort mit den eigenen aktuellen Daten zu planen und durchzuführen.

Das Ausmaß der Bodenverdichtungen wirkt auch in Richtung Infiltration von Regenwasser. Nur eine intakte Bodenoberfläche und Krume können Wasser aufnehmen und an den Grundwasserkörper weiterleiten. Der noch wichtigere Aspekt zur Vermeidung von Bodenerosion ist jedoch der Bedeckungsgrad durch organische Reststoffe. Er bricht die hohe Energie der krümelzerstörenden Regentropfen und fördert die Aktivität der tiefgrabenden Regenwürmer zur Steigerung der Regenverdaulichkeit der Böden. In Verbindung mit begrünten Tiefenlinien und Gewässerrandstreifen kann Bodenerosion weitestgehend verhindert werden, die Hochwassergefahr wird dadurch vermindert. In der Praxis ist es letztendlich immer ein Abwägungsprozess, für den eigenen Standort das Maßnahmenbündel zu wählen, das die Bodenfruchtbarkeit am effektivsten schützt.

* Anschriften der Mitglieder der Autoren-/Expertengruppe, s. Seite 120



Bild: J. Brunotte

1 Einleitung

Autoren: Hubert Honecker und Dr. Meinhard List;
aktualisiert und geändert durch Caroline Hendrichke und
Marion Senger, März 2022

„Boden ist das mit Wasser, Luft und Lebewesen, unter Einfluss der Umweltfaktoren an der Erdoberfläche entstandene und im Ablauf der Zeit sich weiterentwickelnde Umwandlungsprodukt mineralischer und organischer Substanzen mit eigener morphologischer Organisation, das in der Lage ist, höheren Pflanzen als Standort zu dienen und die Lebensgrundlage für Tiere und Menschen bildet.“ (SCHROEDER, 1983)

In Deutschland stehen rund 16,6 Mio. Hektar Boden für die landwirtschaftliche Nutzung zur Verfügung. Davon werden etwa 11,7 Mio. Hektar ackerbaulich und etwa 4,7 Mio. Hektar als Grünland genutzt.

Insbesondere die ackerbauliche Nutzung stellt hohe Anforderungen an die Bewirtschaftung und setzt eine gute Ausbildung in der Landwirtschaft mit Kenntnissen über die Bodenfunktionen und Bodenökologie sowie die spezifischen Bedingungen des Standortes auf dem gewirtschaftet wird voraus, wenn eine nachhaltige Bodenbewirtschaftung gelingen soll.

Der Boden ist neben Luft und Wasser für die Herstellung von gesunden Lebensmitteln der wichtigste Produktionsfaktor für die Landwirtschaft. „Böden sind Lebensgrundlage und Lebensraum für Pflanzen, Tiere, Bodenorganismen und den Menschen sowie Bestandteil der natürlichen Wasser- und Stoffkreisläufe. Als wichtiger Teil der globalen Kohlenstoff- und Stickstoffkreisläufe sind Böden eng mit dem Klimasystem verzahnt. Dass sich der Zustand der Böden durch Nutzung verschlechtert, ist möglichst zu vermeiden, denn damit werden wichtige Bodenfunktionen beeinträchtigt oder können sogar unwiederbringlich verloren gehen.“ (5. Bodenschutzbericht der Bundesregierung 2021)

Bei der Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln sowie nachwachsenden Rohstoffen ist es Aufgabe der Landwirtschaft, mit dem Boden verantwortungsvoll umzugehen, die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und wenn möglich zu stärken. Wichtigstes Ziel dabei ist, dass eine nachhaltige Bewirtschaftung des Bodens und Wirtschaftlichkeit hierbei Hand in Hand gehen.

Im Rahmen der nachhaltigen Bewirtschaftung des Bodens sind die Grundsätze der Guten fachlichen Praxis zu berücksichtigen. Diese beschreiben die Bodenbewirtschaftung als ein sich ständig weiterentwickelndes System, getragen von den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen. Die Gute fachliche Praxis geht hierbei in vielen Bereichen bereits weit über den gesetzlich vorgeschriebenen Rahmen der Acker- und Grünlandbewirtschaftung hinaus.

Besondere Bedeutung kommt dabei den eingesetzten Maschinen und dem durch sie verursachten Bodendruck zu. Bodenschadverdichtungen, insbesondere des Unterbodens, die durch überhöhte Radlasten, Reifeninnendruck

und Überrollungen und durch Befahren in Zeiten hoher Wassersättigung des Bodens entstehen können, sind nur schwer wieder rückgängig zu machen. Eine Befahrung des Bodens unter widrigen Bedingungen entspricht daher oft nicht den Grundsätzen der Guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft.

Zur Stärkung und zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und damit des Bodenwertes für die landwirtschaftliche Produktion ist ein wirksamer Schutz des Bodens vor Erosionsereignissen durch Wind oder Wasser unumgänglich. Während in der norddeutschen Tiefebene mit Böden, die einen hohen Sandanteil aufweisen, insbesondere Winderosion zum Problem werden kann, sind die Regionen der Mittelgebirge Deutschlands mit mittleren bis schweren Böden und hängigen Lagen eher durch die Wassererosion gefährdet. Erosionsereignisse treten vor allem auf Ackerland auf und im Wesentlichen dann, wenn der Boden nicht ausreichend mit Reststoffen oder Kulturpflanzen bedeckt ist.

Ein bedeutender Faktor zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und Bodengesundheit ist darüber hinaus der Humusgehalt des Bodens. Der Humus unterliegt Auf-, Um- und Abbauprozessen. Durch Bodenbearbeitung und den Anbau von Kulturpflanzen wird der im Boden vorhandene Humus verstärkt zersetzt und letztlich abgebaut. Die Pflanzen nutzen die mineralisierten Nährstoffe aus dem Humus für ihr Wachstum. Im Rahmen der Guten fachlichen Praxis ist eine humusschonende, d. h. humuserhaltende oder sogar humusaufbauende Bodenbewirtschaftung Voraussetzung für den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit.

Eine komplexe Aufgabe ist die Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und der Bodengesundheit. Qualitativ hochwertige Lebens- und Futtermittel sowie nachwachsende Rohstoffe setzen voraus, dass ein intakter und gesunder Boden vorhanden ist. Dem Bewirtschafter des Bodens kommt daher die Aufgabe zu, durch ausreichende Nährstoffversorgung und entsprechenden Fruchtwechsel im Anbau den ihm zur Verfügung stehenden Boden in einem optimalen Versorgungs- und Gesundheitszustand zu erhalten. Dabei gilt es bodenbürtige Krankheiten und Schädlinge durch angepasste Bodenbewirtschaftung und wechselnde Kulturen im Anbau soweit wie möglich zu vermindern. Bedingt durch den Klimawandel muss außerdem die Widerstandskraft (Resilienz) des Bodens gestärkt werden.

„Bodenfruchtbarkeit und Bodengesundheit sind zwei grundlegende Voraussetzungen menschlicher Existenz auf unserer Erde. Beides auf Dauer zu gewährleisten ist eine weltweite Aufgabe. Nur wenn die Voraussetzungen für ein optimales Pflanzenwachstum erhalten bleiben und wenn die Fruchtbarkeit der Böden in vielen Gebieten noch gesteigert wird, kann die in den kommenden Jahrzehnten weiterwachsende Weltbevölkerung ernährt werden.“ (DR. HELMUT KOHL, 1986)

Rechtlicher Rahmen des Bodenschutzes

Im Rahmen des Fachrechts gilt das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) „zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten“. Die Umsetzung des Gesetzes soll sowohl vorsorgend den Boden schützen, als auch bei eingetretenen Beeinträchtigungen die Funktionen des Bodens wiederherstellen.

Im §1 des BBodSchG werden der Zweck und die Grundsätze des Gesetzes wie folgt festgelegt:

„Zweck dieses Gesetzes ist es, nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Hierzu sind schädliche Bodenveränderungen abzuwehren, der Boden und Altlasten sowie hierdurch verursachte Gewässerunreinigungen zu sanieren und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen. Bei Einwirkungen auf den Boden sollen Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte so weit wie möglich vermieden werden.“

Insbesondere die Vorsorgepflicht gegen das Entstehen schädlicher Bodenveränderungen wird im §7 des BBodSchG festgehalten. Hierunter fallen auch Bodenschadverdichtungen durch nicht sachgerechten Maschineneinsatz. Daher ist die Landwirtschaft verpflichtet, im Sinne des BBodSchG im Rahmen der Anwendung der Guten fachlichen Praxis den Maschineneinsatz so zu planen, dass Bodenschadverdichtungen soweit als möglich vermieden werden. Sie dient damit der nachhaltigen Sicherung der Fruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit der Böden als natürliche Ressource. Wie die Vorsorgepflicht nach §7 bei der landwirtschaftlichen Bodennutzung zu erfüllen ist, wird in §17 des BBodSchG ausgeführt.

Im §17 des BBodSchG werden die Grundsätze der guten fachlichen der landwirtschaftlichen Bodennutzung genannt. Diese umfassen:

- » eine standortangepasste Bodenbearbeitung unter Berücksichtigung der Witterung,
- » den Erhalt der Bodenstruktur,
- » die Vermeidung von Bodenverdichtungen,
- » die Verhinderung von Bodenabträgen,
- » den Erhalt von Strukturelementen,
- » die Förderung der biologischen Aktivität des Bodens durch Fruchtfolgegestaltung und
- » die langfristige Sicherung des standorttypischen Humusgehaltes.

Neben dem landwirtschaftlichen Fachrecht sind auch im Förder- und Beihilferecht Festlegungen zum Schutz des Bodens und der Bodenfruchtbarkeit geregelt. Hier liegen oft gemeinschaftsrechtliche Beihilferegelungen zugrunde, deren Tatbestandsvoraussetzungen erfüllt werden müssen, um in den Genuss der aus diesen Rechtsakten resultierenden Zuwendungen zu kommen.

Jeder Empfänger von Direktzahlungen und flächen- oder tierbezogener Zahlungen aus der 2. Säule der EU-Agrarförderung ist verpflichtet, seine Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand (GLÖZ-Standards) zu erhalten und Grundanforderungen an die Betriebsführung (GAB) zu beachten. Die GAB beinhalten Rechtsakte, die zum Fachrecht gehören und auch unabhängig von evtl. gewährten Agrarzahlungen gelten. Bei den GLÖZ-Standards handelt es sich um zusätzliche Verpflichtungen für die Antragsteller der genannten EU-Zahlungen. Die Einhaltung der GAB und GLÖZ-Standards wird nach EU-rechtlichen Regelungen systematisch kontrolliert. Bei Nichteinhaltung können die o. g. Agrarzahlungen gekürzt werden. Bei Verstößen gegen die GAB treten diese Kürzungen ggf. neben eventuelle Bußgelder aufgrund des Fachrechts.

In der Förderperiode seit 2014 sind die GLÖZ-Standards in Deutschland im Agrarzahlungen-Verpflichtungengesetz bzw. der Agrarzahlungen-Verpflichtungenverordnung geregelt. Hierzu zählen mit Blick auf den Schutz des Bodens und der Bodenfruchtbarkeit des Ackerlandes Regelungen zu Mindestanforderungen an die Bodenbedeckung, zum Erosionsschutz oder zum Erhalt der organischen Substanz im Boden.

Im Rahmen des GLÖZ-Standard „Mindestpraktiken der Bodenbearbeitung zur Begrenzung von Erosion“ weisen die Länder landwirtschaftlich genutzte Flächen nach dem Grad ihrer Erosionsgefährdung durch Wasser und Wind aus. Auf als erosionsgefährdet eingestuften Flächen sind Mindestanforderungen bei der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung einzuhalten. Der GLÖZ-Standard „Mindestanforderung an die Bodenbedeckung“ gibt vor, dass brachliegende Flächen, Feldrand-, Waldrand- und Pufferstreifen, die vom Landwirt als sog. ökologische Vorrangfläche ausgewiesen sind, sowie sonstige stillgelegte Flächen, zu begrünen oder der Selbstbegrünung zu überlassen sind. Darüber hinaus gibt es u. a. Anforderungen an Zwischenfrüchte und Gründdecken, die als ökologische Vorrangflächen ausgewiesen sind. Zum Schutz des Bodens durch Erhalt der organischen Substanz verbietet der GLÖZ-Standard „Erhaltung des Anteils der organischen Substanz im Boden“ das Abbrennen von Stoppelfeldern.

In der Förderperiode ab 2023 werden die Direktzahlungen an die Beachtung erhöhter Basisanforderungen geknüpft, die sog. Konditionalität. Neu hinzu kommen sog. Öko-Regelungen. Damit können Landwirte im Rahmen der Direktzahlungen zusätzlich Leistungen für Umwelt- und Klimaschutz oder die Biodiversität erbringen, die finanziell ausgeglichen werden.

Die GLÖZ-Standards in der Förderperiode ab 2023 werden im GAP-Konditionalitäten-Gesetz bzw. in der GAP-Konditionalitäten-Verordnung geregelt. Die GAP-Konditionalitäten-Verordnung wird ebenso wie wesentliche Teile des GAP-Konditionalitäten-Gesetzes erst nach Genehmigung des nationalen