

# Gesunder Boden als Ressource für einen nachhaltigen Ackerbau

Ein Diskussionsbeitrag des Industrieverbands Agrar e. V.

Frankfurt am Main, September 2024



## **Inhalt**

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Böden als Ökosystemdienstleister</b>	<b>6</b>
2.1	Bereitstellungsleistungen	6
2.2	Umweltleistungen	7
2.3	Bedeutung von Böden für den Klimaschutz	8
<b>3</b>	<b>Bodenzustand</b>	<b>9</b>
3.1	Bewertung der Bodenqualität und -gesundheit	9
3.2	Gefährdung von Böden	11
<b>4</b>	<b>Nachhaltiges Bodenmanagement – Anbau- und Bewirtschaftungssysteme</b>	<b>16</b>
4.1	Düngemittleinsatz	17
4.2	Pflanzenschutzmitteleinsatz	18
4.3	Fruchtfolgegestaltung und Zwischenfrüchte	19
4.4	Bedeutung der Bodenbearbeitung	20
4.5	Anwendungstechnik und digitale Lösungen	21
<b>5</b>	<b>Referenzen</b>	<b>23</b>

## 1 Einführung

In den vergangenen Jahren ist der Schutz der Böden in den Fokus verschiedener regulatorischer Initiativen gerückt. Neben national bereits bestehenden Gesetzen, wie dem Bundesbodenschutzgesetz,<sup>1</sup> welches vor allem den Umgang mit Altlasten regelt, rücken zunehmend Initiativen auf europäischer Ebene zur landwirtschaftlichen Nutzung von Böden, wie die Diskussion zur Ausgestaltung des *Soil Monitoring Law* (dt. Bodenüberwachungsgesetz)<sup>2</sup> in den Fokus des Gesetzgebers. Diese Vorhaben zielen darauf ab, möglichst naturnahe Zustände zu erreichen und gegebenenfalls wiederherzustellen. Oberstes Ziel ist dabei, Ökosysteme zu schützen und, durch als nachhaltig benannte Bewirtschaftungssysteme und -praktiken, die Ernährungssicherheit auch für künftige Generationen zu erhalten. Um zu verstehen, was einen guten, oder in der meinungsbildenden Öffentlichkeit häufig als “gesund” bezeichneten Boden ausmacht, muss zunächst der Begriff „Boden“ aus landwirtschaftlicher Perspektive beschrieben werden.

Der *Soil Survey Staff* vom *U. S. Department of Agriculture (USDA)* beschrieb 1999 Boden wie folgt: “Boden ist ein natürlicher Körper, der aus festen (Mineralien und organischen Stoffen), flüssigen und gasförmigen Bestandteilen besteht, auf der Landoberfläche vorkommt, Raum einnimmt und durch eine oder beide der folgenden Eigenschaften gekennzeichnet ist: Horizonte oder Schichten, die sich vom Ausgangsmaterial durch Zugaben, Verluste, Übertragungen und Umwandlungen von Energie und Stoffen unterscheiden, oder die Fähigkeit, verwurzelte Pflanzen in einer natürlichen Umgebung zu tragen.”<sup>3</sup> Erste Definitions-Ansätze, die bereits vor über 200 Jahren entwickelt wurden, sahen den Boden vor allem als Produktionsgrundlage für die Landwirtschaft. Im Laufe der Zeit wurde dieser durch eine umfassendere Betrachtungsweise um weitere Ökosystemleistungen erweitert.<sup>4</sup>

Aus landwirtschaftlicher Sicht<sup>5</sup> gilt ein Boden als “gesund”, wenn er den Pflanzenbestand in Abhängigkeit des standortspezifischen Potenzials optimal mit Nährstoffen und Wasser

---

<sup>1</sup> [Bundesbodenschutzgesetz](#)

<sup>2</sup> [Bodenüberwachungsgesetz](#)

<sup>3</sup> Soil Survey Staff. 1999. *Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U. S. Department of Agriculture Handbook 436. [Link zum Dokument](#)

<sup>4</sup> Hartemink, A. E. 2016. *Chapter Two - The definition of soil since the early 1800s*. Editor(s): Donald L. Sparks, *Advances in Agronomy*, Academic Press, Volume 137, Pages 73-126, ISSN 0065-2113, ISBN 9780128046920, DOI: [10.1016/bs.agron.2015.12.001](https://doi.org/10.1016/bs.agron.2015.12.001)

<sup>5</sup> Vgl. Deutscher Bauernverband e. V. 2015. [Situationsbericht Boden: Moderne Landwirtschaft. Gesunde Böden. \(Seite 17\)](#)

versorgen kann und auch langfristig, unter Berücksichtigung weiterer Ökosystemleistungen, diesem Anspruch gerecht werden kann. Somit entspricht Bodengesundheit einer standortabhängig hohen Bodenfruchtbarkeit.

In der Öffentlichkeit wird die konventionell-integrierte Landwirtschaft allerdings häufig mit einer nicht-nachhaltigen Bodennutzung assoziiert. Mineralische Düngung nehmen den Böden ihr natürliches Potenzial der Nährstoffbereitstellung und Bodenorganismen würden durch Düngung, Pflanzenschutz und intensive Bodenbearbeitung beeinträchtigt.

Hier offenbart sich eine Diskrepanz bei

- der Bewertung des Bodenzustands,
- dem Ziel eines natürlichen Zustands,
- bei gleichzeitiger Erhaltung der Ernährungssicherheit
- und der benötigten Ökosystemleistungen,

die durch die Bodennutzung erwachsen.

Um den Zustand eines landwirtschaftlich genutzten Bodens zu bewerten, ist es essenziell die Nutzungsform des Bodens miteinzubeziehen, aber auch die Herkunft beziehungsweise die Lage (häufig als Standort bezeichnet) des Bodens zu beachten. Selbst innerhalb eines Ackerschlags kann der Boden durch die vorhandenen Bedingungen unterschiedliche Qualitäten und Zustände aufweisen.

In weiten Teilen Europas verändert der Mensch seit Jahrhunderten oder gar Jahrtausenden seine Umgebung durch deren Nutzung und beeinflusst damit auch die vorherrschenden Ökosysteme. Im Fall des Bodens beeinflusst die Kultivierung auch den Zustand und langfristige Ertragsfähigkeit. Dies geschieht über Bodenbearbeitung, Kalkung, Nährstoffzu- und -abfuhr, dem Anbau unterschiedlicher Kulturarten sowie der landschaftlichen Gestaltung in der näheren Umgebung. Entsprechend stellen sich Ökosysteme auf diese langjährige Nutzungsform ein oder kommen erst durch deren Bewirtschaftung zustande, sodass das Narrativ eines *ursprünglichen, natürlichen oder naturnahen* Zustands des Bodens auf sehr wenige, kleine Flächen in Europa begrenzt sein dürfte und nur bedingt einen Orientierungspunkt darstellt.

Tatsächlich sagt die Kultivierung des Bodens nur wenig über dessen Gesundheitszustand aus. Laut des EU-Berichts „*Caring for Soil is caring for life*“, der sich unter anderem auf Publikationen des JRC<sup>6</sup> bezieht, seien ackerbaulich genutzte Böden aber *per se* als

---

<sup>6</sup> Joint Research Centre <http://www.jrc.ec.europa.eu>



ungesund oder zumindest als gefährdet einzustufen.<sup>7,8</sup> Hierauf beziehen sich nicht nur politische Debatten, sondern auch die öffentliche Wahrnehmung im Allgemeinen.

Damit werden jedoch kritikwürdige Annahmen aufgrund einer unzureichenden Datengrundlage getroffen. Eine Differenzierung von naturnahen und kultivierten Böden wird nicht vorgenommen.

Das *Intergovernmental Technical Panel on Soils* (ITPS), ein Expertengremium der FAO<sup>9</sup> definiert Bodengesundheit als "die Fähigkeit des Bodens, die Produktivität, Vielfalt und Umweltdienstleistungen terrestrischer Ökosysteme zu erhalten".<sup>10,11</sup>

Dies entspricht auch dem Verständnis der landwirtschaftlichen Erzeuger und der agrochemischen Industrie von Bodengesundheit. Darauf basierend kann von einem nachhaltigen Bodenmanagement gesprochen werden, „wenn die unterstützenden, bereitstellenden, regulierenden und kulturellen Dienstleistungen, die der Boden erbringt, erhalten oder verbessert werden, ohne die biologische Vielfalt oder die Bodenfunktionen, die diese Dienstleistungen ermöglichen, wesentlich zu beeinträchtigen“.<sup>11</sup>

Die vielen Kriterien, die den Zustand des Bodens und somit die Bodengesundheit beeinflussen, lassen sich häufig nur schwer messen und bewerten, insbesondere, da sie standort- und witterungsabhängig einer dynamischen Entwicklung unterliegen. Bodengesundheit kann daher weitestgehend mit Bodenfruchtbarkeit – bezogen auf das natürliche Ertragspotential des jeweiligen Bodens – gleichgesetzt und über den Naturalertrag quantifiziert werden. Überträgt man die Definition der FAO auf die Zielgröße „Bodenfruchtbarkeit“, liegt diese in besonderem Maße vor, wenn die oben zitierten Voraussetzungen erfüllt werden und sich langfristig in ertragsreiche Biomasse überführen lassen.

---

<sup>7</sup> JRC. 2009. Final Report on the Project 'Sustainable Agriculture and Soil Conservation (SoCo)'09. Editors: G. Louwagie, S. Gay & A. Burrell. EUR 23820 EN. DOI: [10.2791/10052](https://doi.org/10.2791/10052) (Seite 18)

*"Six of the soil degradation processes recognised by the Commission (water, wind and tillage erosion; decline of soil organic carbon; compaction; salinisation and sodification; contamination; and declining soil biodiversity) are closely linked to agriculture."*

<sup>8</sup> European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Veerman, C., Pinto Correia, T., Bastioli, C. et al. 2020. *Caring for soil is caring for life – Ensure 75% of soils are healthy by 2030 for food, people, nature and climate – Report of the Mission board for Soil health and food*. Publications Office, DOI: [10.2777/821504](https://doi.org/10.2777/821504)

<sup>9</sup> FAO, engl. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, dt. Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen

<sup>10</sup> ITPS. 2020. Towards a definition of soil health. ITPS Soil Letters #1. Rome, FAO. [Link zum Dokument](#)

<sup>11</sup> FAO. 2023. Technical guidelines on soils for nutrition – Sustainable soil management for nutrition-sensitive agriculture. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc5069en>

Vereinfacht gesagt liegt ein gesunder landwirtschaftlich genutzter Boden dann vor, wenn über einen langen Zeitraum in Abhängigkeit von den bestehenden Witterungs- und Standortverhältnissen gleichbleibende Erträge und Qualitäten des Ernteguts geliefert oder sogar durch angepasste Bewirtschaftungspraktiken gesteigert werden können.<sup>12</sup>

## 2 Böden als Ökosystemdienstleister

Als natürliche Ressource werden Böden bereits seit Jahrtausenden landwirtschaftlich genutzt. Aber erst durch die angepasste Versorgung der Böden mit Haupt- und Spurennährstoffen seit etwa Mitte des 19. Jahrhunderts wurde die Fruchtbarkeit der Böden sukzessive gesteigert<sup>13</sup>. Dank der Erschließung neuer Nährstoffquellen, zum Beispiel mineralischen Stickstoffs durch das Haber-Bosch-Verfahren, konnte die Nährstoffversorgung optimiert sowie Erträge und Qualitäten landwirtschaftlicher Erzeugnisse erheblich gesteigert werden. Entsprechend haben sich verschiedene Ökosysteme in Abhängigkeit der jeweiligen Nutzungsform (Ackerland, Grünland, Forst etc.) etabliert. Die Ökosysteme müssen vielfältige Aufgaben im Hinblick auf die Versorgung mit Rohstoffen und gleichzeitig den Schutz der durch die Nutzung erwachsenen Biodiversität, erfüllen. Außerdem leisten Böden, durch die Speicherung von Kohlenstoff, einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und tragen zum Wasserhaushalt im Offenland bei.

Eine Differenzierung und Gewichtung der Ökosystemleistungen sowie deren Veränderungen zwischen einer räumlichen und zeitlichen Ebene (standortabhängige bzw. jahresabhängige/ witterungsbedingte Schwankungen) ist zwingend erforderlich, um eine fachgerechte Einschätzung der unterschiedlichen Böden und Nutzungsformen zu gewährleisten. Entsprechend muss auch die Bewertung eines nachhaltigen Bodenmanagements diese Faktoren einbeziehen.

### 2.1 Bereitstellungsleistungen

Landwirtschaftliche Nutzung von Böden zielt in erster Linie auf die Bereitstellung von Rohstoffen für Nahrungs- und Futterzwecke ab. Mit steigender Bodenfruchtbarkeit konnten Erträge gesteigert werden. Damit war es im Laufe der Zeit möglich neben Nahrungs- und Futtermitteln auch Pflanzen zur Rohstoffgewinnung, für energetische

---

<sup>12</sup> Gisi, U.; Schenker, R.; Schulin, R.; Stadelmann, F. X. & Sticher, H. 1991. Bodenökologie. 2. Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York. DOI: [10.1002/food.19910351028](https://doi.org/10.1002/food.19910351028)

<sup>13</sup> vgl. Deutscher Bauernverband e. V. 2023. [Situationsbericht 2023/24 Trends und Fakten zur Landwirtschaft. \(Seite 18\)](#)

oder stoffliche bzw. verarbeitende Zwecke anzubauen. So bilden Böden in Deutschland unter anderem auch die Grundlage für die Produktion von Biogas und Biokraftstoffen sowie für eine Koppelnutzung von landwirtschaftlichen Rohstoffen (bspw. Rapsöl zu Nahrungs- bzw. technischen Zwecken und Rapspresskuchen als Futtermittel). Künftig werden Böden also auch eine zentrale Rolle bei der Produktion von Biomasse für die industrielle Nutzung einnehmen. Im Zuge der Defossilierung, also der Reduktion und der Vermeidung fossiler Energieträger innerhalb von Wertschöpfungsketten, kommt der nachhaltigen Bodennutzung daher eine zentrale Rolle zu. Die facettenreichen Nutzungsformen ermöglichen, durch breitere Fruchtfolgen und dem notwendigen Anbau von Zwischenfrüchten, eine vielfältige und adaptierte Nutzung der Böden.

Mögliche Nutzungsformen landwirtschaftlicher Böden sind u. a.:

- Nahrungsmittelproduktion
- Futtermittelproduktion
- Stofflich genutzte Biomasse für die chemische Industrie
- Bau- und Faserstoffe (Dämmmaterial, Bekleidung, Verpackungsmaterial etc.)
- Energetische Nutzung (Holz, Biogas, Hackschnitzel, Biokraftstoffe)

Als Messgröße für die Leistungen des Bodens kann die Höhe des Naturalertrages herangezogen werden. Dieser wird auch als Indikator für Bodenfruchtbarkeit genutzt.<sup>13</sup>

Die Bereitstellungsleistungen ermöglichen es selbstständigen Unternehmen und Familienbetrieben ein Einkommen zu erwirtschaften und stellen somit eine Grundlage für die Wirtschaftskraft der ländlichen Räume dar. Gleichzeitig erbringt die Bewirtschaftung im Sinne der Nahrungsmittelproduktion die Grundlage für ein gesundes Leben, sodass ein gesunder Boden und dessen Bewirtschaftung zum Erhalt und Ausbau des Wohlstands und damit der Ernährungs-Souveränität beiträgt

## **2.2 Umweltleistungen**

Durch die landwirtschaftliche Nutzung der Böden, welche vor etwa 10.000 Jahren ihren Anfang nahm, haben sich dynamische anthropogene Ökosysteme gebildet, die ohne die entsprechende Bewirtschaftung nicht bestehen würden. Solche Systeme besitzen keinen Urzustand. Eine Forderung nach einem natürlichen Zustand landwirtschaftlicher Böden kann es daher auch aus Umweltschutzgründen und hinsichtlich des Erhalts der Biodiversität nicht geben. Hier stellt sich die Frage nach dem Ansatzpunkt, nach dem ein natürlicher Boden definiert wird. Daher erwächst aus der Nutzung auch die Verantwortung, diese durch Bewirtschaftung entstandenen Ökosysteme zu erhalten,

aber auch die Umwelt-Bedürfnisse mit einzubeziehen und Anbauformen entsprechend den vorherrschenden Bedingungen anzupassen.

Beispielsweise spielen Böden eine zentrale Rolle für den Wasserkreislauf und -haushalt in der Landschaft. Sie dienen hierbei als Puffer für Trockenereignisse und Hochwasserlagen. Gleichzeitig müssen diese wesentlichen Funktionen durch Vermeidung von Erosion mit geeigneten Maßnahmen (Bewuchs, minimale Bodenbearbeitung etc.) erhalten werden. Die Bereitstellungsleistungen der Böden (vgl. 2.1) werden daher umso besser erfüllt, wenn die Fruchtbarkeit der Böden durch eine gute, für die Pflanzen nutzbare Bodenstruktur sowie Sicherung des Humusgehalts gewährleistet ist. Dies trägt auch zu einer besseren Wasserspeicherkapazität und einem vitalen Bodenleben bei.

Als Lebensraum für eine Vielzahl von Lebewesen erfüllen Böden zudem eine wichtige Aufgabe für Biodiversität und Habitate. Die Gesamtheit der Bodenorganismen wird als Edaphon bezeichnet und beträgt im Durchschnitt 15 Tonnen pro Hektar. Davon entfallen etwa 60 Prozent auf Pilze, 30 Prozent auf Bakterien und 10 Prozent auf Bodentiere.<sup>14</sup> Die Zusammensetzung und Quantität der Bodenorganismen ist stark von der Bodenbeschaffenheit, Bodenart, Nutzungsform und der Art der Bewirtschaftung geprägt, weshalb sich für jede Nutzungsform und Bewirtschaftung im Laufe der Zeit ein eigenes optimales Gleichgewicht einstellt.

### **2.3 Bedeutung von Böden für den Klimaschutz**

Dem Boden wird seit einiger Zeit als Kohlenstoffspeicher eine wichtige Rolle im Klimaschutz zugeschrieben. Darauf zielt beispielsweise das Konzept des *Carbon Farming* ab, mit dem Kohlenstoff in Form von Humus im Boden mindestens erhalten, im besten Fall auch aufgebaut werden soll. Die Europäische Union sieht in ihrer *Carbon Management Strategy* die Kohlenstoffsequestrierung (Aufnahme und Speicherung atmosphärischen Kohlenstoffs) als wichtigen Baustein für den Klimaschutz an. Diesem Ansatz sind aber natürliche Grenzen gesetzt. So ist das Potenzial der Böden zum Humusaufbau durch den Standort und die Bodenart bestimmt (Tongehalt ist positiv mit Humusgehalt korreliert), das heißt, es gibt für jede Bodenart einen dem Standort, der Witterung und der Bewirtschaftungsweise entsprechenden optimalen Humusgehalt. Wird beispielsweise einem Sandboden übermäßig Kohlenstoff in Form von organischer Substanz zugeführt, kann es zu erhöhten Treibhausgasemissionen kommen. Auch

---

<sup>14</sup> [Lebensraum Boden - Boden, Altlasten - sachsen.de](https://www.lebensraum-boden.de)



erhöhte Stickstoffausträge in das Grundwasser können die Folge unangepasster Bewirtschaftungsmaßnahmen sein. Daher dürfen die Potenziale der Böden Humus aufzubauen und damit CO<sub>2</sub> zu speichern nicht überschätzt werden. Gleichwohl muss es im Interesse eines Landwirts sein, Humus, als essenziellen Faktor für die Pflanzenernährung und den Wasserhaushalt, im Gleichgewicht zu halten und diesen als standort- und nutzungsabhängigen Indikator für die Bodenfruchtbarkeit zu verstehen.

### **3 Bodenzustand**

In der öffentlichen Debatte wird der Zustand der Böden in Deutschland häufig kontrovers diskutiert oder gar schlecht dargestellt. Vor allem in den letzten Jahren rückte der Begriff der Bodengesundheit in den Fokus, welche in der öffentlichen Wahrnehmung und besonders bei landwirtschaftlich genutzten Böden als schlecht eingestuft wird.

Dabei beschreibt der Begriff der Bodengesundheit den Boden als ein lebendiges und dynamisches System, dessen Funktionen durch eine Vielfalt von lebenden Organismen beeinflusst werden. Das zu Grunde liegende Gleichgewicht muss bewahrt und gestützt werden, um die verschiedenen Anforderungen an die Ökosystemleistungen des Bodens (vgl. 3.1) zu gewährleisten.<sup>15</sup>

Ein fehlender Überblick hinsichtlich der Vielfältigkeit des Bodens und damit einhergehend fehlender Objektivität, führt dazu, dass immer wieder die unterschiedlichen Parameter, Leistungen und Ziele vermischt werden (vgl. 3). Daher sollte zunächst eine Trennung zwischen den Begriffen Bodenqualität und Bodengesundheit bzw. Bodenzustand vorgenommen werden. Es muss dabei berücksichtigt werden, dass einige dieser Attribute nur bedingt oder über einen längeren Zeitraum verändert werden können.

#### **3.1 Bewertung der Bodenqualität und -gesundheit**

Bodenqualität beschreibt zusammengefasst die standortgegebenen Eigenschaften, die ein Boden aufgrund seiner Entstehungsart, den vorliegenden klimatischen Bedingungen und der Nutzung bzw. Bewirtschaftung aufweist. In Abhängigkeit der standortspezifischen und witterungsbedingten Eigenschaften kann eine Bewertung des Zustands vorgenommen werden.

---

<sup>15</sup> Doran, J. W. & Zeiss, M. R. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*, Vol.15 (1), 3-11, ISSN 0929-1393, DOI: [10.1016/S0929-1393\(00\)00067-6](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(00)00067-6)

Zur Bewertung der Bodenqualität in Deutschland dient seit nunmehr fast 100 Jahren die Reichsbodenschätzung von 1934.<sup>16</sup> Darin werden Böden aus ganz Deutschland, ursprünglich zur steuerlichen Bewertung eines Betriebs, in ein Bewertungsschema (7 bis 100 Punkte) eingeteilt. Diese Bodenwertzahl, landläufig Bodenpunkte genannt, greift bodenkundliche Eigenschaften, wie Textur, Wasserhaltevermögen, Tongehalt, Bearbeitbarkeit etc. auf. Sie drückt Reinertragsunterschiede aus, die bei ordnungsgemäßer und üblicher Bewirtschaftung lediglich durch den Faktor Boden bedingt sind.<sup>17</sup> Erweitert um klimatische und standortspezifische Bedingungen, erhält man die Bodenklimazahl, auch Acker- bzw. Grünlandzahl genannt. Trotz seiner langen Historie sind die Bodenpunkte erstaunlich aktuell und dienen auch nach so langer Zeit als akzeptierter Indikator für die Qualität eines Bodens mit Fokus auf dessen ökonomische Ertragsfähigkeit und Fruchtbarkeit. Gleichzeitig deutet die andauernde Nutzung und Wertschätzung dieses Indikators darauf hin, wie wenig sich hinsichtlich der erfassten Parameter die Bodenqualität verändert hat.

Davon abgegrenzt wird die Bewertung des konkreten Zustands. So zielt bspw. die Feldgefügeansprache<sup>18</sup> auf strukturelle Faktoren wie Struktur der Oberfläche, Durchwurzelung des Bodens, Poren und Verdichtungen ab. Damit greift dieses Analyseverfahren vor allem bewirtschaftungsbedingte Eigenschaften auf. Ergänzend kann die Bodenfruchtbarkeit durch klassische Bodenuntersuchungen, bspw. nach VDLUFA<sup>19</sup>, auf Nährstoffgehalte und Humus oder vereinfacht über den Vergleich des Ertrags auf einem Standort im gleichen Jahr bewertet werden. Neben den chemischen und physikalischen Eigenschaften zeichnet sich ein „gesunder“ Boden, entsprechend neueren Definitionen, auch durch eine hohe biologische Aktivität aus (Regenwurmpopulation, Mykorrhizierung, etc.).<sup>15</sup>

Jegliche (acker- und pflanzenbaulichen) Maßnahmen greifen mechanisch, biologisch und/oder chemisch in den Boden ein. Damit beeinflussen sie unweigerlich die Zusammensetzung und ggf. Charakteristika eines Bodens. Eine qualitative Bewertung des Bodens kann aufgrund der nutzungsabhängigen Parameter jedoch nicht getroffen werden.

---

<sup>16</sup> vgl. BMEL: [100er Boden – bestbewerteter Boden in Deutschland](#)

<sup>17</sup> Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen. 2023. [Wertzahlen der Bodenschätzung – Bodenwertzahlen](#). [www.gd.nrw.de](http://www.gd.nrw.de)

<sup>18</sup> erstellt durch Gesellschaft für konservierende Bodenbearbeitung (GKB) e. V. & Thünen Institut, Institut für Agrartechnologie, [Link zu "Anleitung Feldgefügeansprache"](#)

<sup>19</sup> VDLUFA, Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten e. V. [Link zu "Methodenbuch - Das Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik"](#)

Insgesamt ist davon auszugehen, dass neben der Bodenqualität auch die Bodenfruchtbarkeit und -gesundheit in Deutschland von hohem Niveau sind. Die Behauptung, 60-70 Prozent der europäischen Böden seien ungesund oder gar degradiert,<sup>2, 8, 20</sup> ist nach heutigem wissenschaftlichem Kenntnisstand unzutreffend. Dies beweist ein Rückblick über die letzten 5 bis 10 Jahre, in denen unsere intensiv landwirtschaftlich genutzten Böden selbst unter schwierigsten klimatischen und Witterungsbedingungen hohe Erträge und Qualitäten hervorbrachten. Gleichwohl gibt es Gefahrenquellen, die eine nachhaltige erfolgreiche Nutzung von Böden einschränken können.

### **3.2 Gefährdung von Böden**

Trotz der hohen Qualität und Fruchtbarkeit, die landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland aufweisen, bestehen verschiedene Gefährdungspotenziale für den Erhalt dieser Eigenschaften und damit einhergehend der Ökosystemdienstleistungen. Einige davon sind auf natürliche Gegebenheiten, andere wiederum auf eine unangepasste Bewirtschaftung oder sonstige anthropogene Einflüsse zurückzuführen.

#### **3.2.1 Erosion**

Ein weitgehend unumkehrbarer Verlust von fruchtbarem Boden stellen Erosionsereignisse dar. Damit ist der Abtrag der oberen Bodenschicht (Mutterboden) gemeint, also jene, die besonders fruchtbar und biologisch aktiv ist.

Auch wenn im historischen Kontext Erosionen einige fruchtbare Böden erst hervorgebracht haben (z. B. Löß, Auenlehme), ist sie heute als zentrale Gefahrenquelle für den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit anzusehen. Unterschieden wird dabei zwischen Wasser- und Winderosion, wenngleich das Resultat häufig ähnlich ist: Insbesondere für die Bodenfruchtbarkeit und Ökosystemleistungen wichtige Komponenten (Humus- und Tonteilchen), gehen den Böden verloren.

Direkte Ursachen sind häufig extreme Witterungseinflüsse wie bspw. Starkregenereignisse in hügeligem Gelände (Wassererosion) oder hohe

---

<sup>20</sup> Vgl. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Veerman, C., Pinto Correia, T., Bastioli, C. et al. 2020. *Caring for soil is caring for life – Ensure 75% of soils are healthy by 2030 for food, people, nature and climate – Report of the Mission board for Soil health and food*. Publications Office, DOI: [10.2777/821504](https://doi.org/10.2777/821504) (Seite 40)

Windgeschwindigkeiten (Winderosion) im Offenland<sup>21</sup>, insbesondere im Kontext des Fehlens schützender Vegetation. Indirekt kann daher eine unangepasste Bodenbearbeitung zu Erosionsereignissen beitragen. Der voranschreitende Wirkstoffverlust<sup>22</sup> bei der Unkrautbekämpfung wird in der landwirtschaftlichen Praxis u. a. auch durch mehr mechanische Unkrautbekämpfung kompensiert werden müssen, was die Erosionsgefährdung, vor allem in Reihenkulturen, erheblich erhöht.

Aber auch eine Nährstoffunterversorgung (insbesondere hinsichtlich eines nicht optimalen pH-Wertes, was die Bildung von Ton-Humus-Komplexen einschränkt) kann die Erosion begünstigen, vor allem dann, wenn die Aggregatstabilität, bspw. durch einen fehlenden Bewuchs, nicht gegeben ist.

### 3.2.2 Verdichtungen

Ein großer Teil des potenziell pflanzenverfügbaren Wassers wird im Unterboden, also unterhalb von 30 Zentimeter Tiefe, gespeichert. Dessen Erreichbarkeit und damit auch die mögliche Nutzung von Nährstoffen kann durch Verdichtungen eingeschränkt sein. Dreiviertel dieser physikalischen Beeinträchtigungen sind natürlichen Ursprungs. Sie treten besonders häufig auf tonigen Böden und staunassen Flächen auf. Dennoch kann auch eine unangepasste Bewirtschaftung (bspw. Bodenbearbeitung und Befahrung unter nassen Bedingungen) Verdichtungen hervorrufen, die wiederum unter hohem Aufwand gelockert werden müssen. Dem Boden gehen ansonsten wichtige Funktionen, wie z. B. die Infiltrationsfähigkeit bei stärkeren Regenereignissen, die Wasserleitfähigkeit, die Luftleitfähigkeit, der Durchwurzelungsraum, das Porenvolumen und damit die Ertragsfähigkeit verloren. Insbesondere unter trockenen Bedingungen können verdichtete Böden stark ertragslimitierend sein, wenn Wasserreserven nicht genutzt werden können.

Es bleibt auch im Gesetzentwurf des *Soil Monitoring Law* unbeantwortet, ob auch ein aufgrund seiner Eigenschaften und nicht durch fehlerhafte Bewirtschaftung verdichteter Boden, als gefährdet bzw. ungesund anzusehen ist.

---

<sup>21</sup> Vgl. „Dust Bowl“. In den 1930er Jahren erfolgte eine Erosion großer Flächen der Great Plains (USA) was eine Hungerkatastrophe zur Folge hatte. Am „Schwarzen Sonntag“ (14.04.1935) lag New York unter einer Staublocke.  
[Link zu einem Review-Artikel zu den Ursachen der „Dust Bowl“](#)

<sup>22</sup> Dienstleistungszentrum ländlicher Raum (DLR): [Engpass-Analyse für Pflanzenschutzmittel](#)

### 3.2.3 Salinität und Azidität

Bodensalinität (Versalzung) spielt in mitteleuropäischen Böden eine untergeordnete Rolle, ist aber im globalen Vergleich einer der Haupttreiber für den Verlust von Bodenfruchtbarkeit. Insbesondere in ariden und semi-ariden Regionen (Trocken- oder Wüstenklima) trägt intensive Bewässerung, bei hohen Verdunstungsraten und gleichzeitig schlechten Drainagesystemen, zu einer Anreicherung mit Mineralien und dadurch zur Versalzung der Böden bei.<sup>23</sup> Um den Verlust der Bodenfruchtbarkeit durch zu intensive Nutzung in diesen Regionen der Welt zu verhindern, ist es umso wichtiger, auf landwirtschaftlichen Gunststandorten, wie in Deutschland und weiten Teilen Europas, Bodennutzung nachhaltig zu intensivieren und die Böden auf einem hohen Fruchtbarkeitsniveau zu halten.

Für die hiesigen Böden stellt hingegen die Bodenazidität (Versauerung) eine größere Gefährdung dar. Die Versauerung von Böden hat einen signifikant negativen Einfluss auf die Bodenfruchtbarkeit und die Bodenstabilität, da sie die Verfügbarkeit von Nährstoffen einschränkt und über die Schädigung von Ton-Humus-Komplexen die Aggregatstabilität mindert. Der pH-Wert ist daher eine wichtige Messgröße für die Bewertung des Bodenzustands und gibt in Kombination mit anderen Nährstoffgehalten, die bei einer Bodenanalyse untersucht werden, einen guten Überblick über die Bodenfruchtbarkeit- und -gesundheit. Über 40 Prozent der Ackerböden in Deutschland befinden sich nicht in einem für die Landwirtschaft optimalen pH-Wert-Bereich.<sup>24, 25</sup>

Böden, deren pH-Wert zu niedrig ist, sind weniger ertragreich, weil die Pflanzenverfügbarkeit von Nährstoffen, wie beispielsweise Phosphor und einigen Mikronährstoffen, stark vom pH-Wert-abhängig ist. Oft entsteht dadurch ein negativer Kreislauf: Der Boden wird intensiv bearbeitet und gedüngt (ohne ausreichende Kalkdüngung), weshalb er noch mehr versauert. Puffer- und Speicherkapazität des Bodens gehen dadurch verloren, die Pflanzenverfügbarkeit wichtiger Nährstoffe nimmt ab und die Bodenstruktur / das Bodengefüge verschlechtert sich.

---

<sup>23</sup> Eswar, D.; Karuppusamy, R. & Chellamuthu, S. 2021. Drivers of soil salinity and their correlation with climate change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. Vol. 50; 310-318, DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.10.01>

<sup>24</sup> Jacobs, A.; Flessa, H.; Don, A. *et al.* 2018. Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland – Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen Report 64, DOI: [10.3220/REP1542818391000](https://doi.org/10.3220/REP1542818391000)

<sup>25</sup> Müller, T. S., Dechow, R & Flessa, H. 2022. Inventory and assessment of pH in cropland and grassland soils in Germany. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, Volume 185, Issue 1, Pages 145-158. DOI: [10.1002/jpln.202100063](https://doi.org/10.1002/jpln.202100063)



Die Folgen einer Bodenversauerung stellen somit eine ebenso ernsthafte Gefährdung für Böden dar wie Erosion, Bodenverdichtung, Humusschwund und Versalzung. Daher sollte eine bodenspezifisch günstige, standortgerechte pH-Wert-Erhaltung (5,5 bis 7) durch Kalkung, als wichtige Maßnahme zum Bodenschutz berücksichtigt werden.<sup>26</sup>

### 3.2.4 Verlust der Bodenfruchtbarkeit

Bei der Bemessung der Fruchtbarkeit eines Bodens ist sowohl die räumliche und zeitliche Betrachtung als auch die Art und Historie des Bodens einzubeziehen (vgl. 2.1). Neben Versäumnissen in der Bewirtschaftung, wie beispielsweise eine langjährige Unterversorgung mit Nährstoffen und dem Verlust an organischer Substanz (als Beispiel können hier die Ergebnisse von Dauerfeldversuchen, bspw. der ewige Roggenanbau in Halle<sup>27</sup>, genannt werden), beeinflussen auch klimatische Ereignisse zunehmend die Bodenfruchtbarkeit.<sup>28</sup> Die Differenzierung zwischen schlechten Wachstumsbedingungen und einem tatsächlichen Verlust von Bodenfruchtbarkeit ist meist schwer möglich. Der Verlust an Bodenfruchtbarkeit kann reversibel sein und kurzfristig durch eine Anpassung der Bewirtschaftungsmaßnahmen, wie einer Anhebung des Boden-pH-Werts, wieder hergestellt werden. Er kann aber auch, wie es bei Erosion der Fall ist, irreversibel sein. Betrachtet man die Produktivität der in Deutschland landwirtschaftlich genutzten Flächen seit den 1950ern, so ist im Allgemeinen eine steigende Bodenfruchtbarkeit festzustellen.<sup>28</sup>

Dennoch wird von der Öffentlichkeit vermehrt eine generelle Steigerung der Humusgehalte der Böden gefordert, da diese mit einer Steigerung der Bodenfruchtbarkeit gleichgesetzt wird. Dies ist jedoch ein Trugschluss und kann auf vielen Flächen aufgrund von steigenden Stickstoffemissionsraten sogar einen für die Umwelt negativen Einfluss haben. In die Zukunft geblickt ist jedoch davon auszugehen, dass Bewirtschaftungsmaßnahmen anzupassen sind, da besonders klimatische Ereignisse die Bodenfruchtbarkeit und damit die Erträge negativ beeinflussen und eine restriktiv gestaltete Düngegesetzgebung den Spielraum für den Aufbau von Bodenfruchtbarkeit zusätzlich einschränkt. Ziel muss es daher sein, in der jährlichen Betrachtung möglichst viele Nährstoffe über einen optimal versorgten Pflanzenbestand

---

<sup>26</sup> Vgl. VDLUFA. 2000. Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandböden. [Link zum Dokument](#).

<sup>27</sup> An der Martin Luther Universität in Halle-Wittenberg läuft seit 1878 ein Versuch zur Nährstoffversorgung im Roggenanbau: [Ewiger Roggenanbau](#)

<sup>28</sup> Vgl. Deutscher Bauernverband e. V. 2015. [Situationsbericht Boden: Moderne Landwirtschaft – Gesunde Böden. \(Seite 32\)](#)

in pflanzlicher Biomasse zu binden und langfristig über eine gezielte Pflanzenernährung den Nährstoffhaushalt im Gleichgewicht zu halten oder gar Fruchtbarkeit aufzubauen.

### 3.2.5 Anthropogene stoffliche Einträge

Neben der nachhaltigen landwirtschaftlichen Nutzung haben auch weitere menschliche Aktivitäten, die nicht immer unmittelbar an die Nutzung der Böden geknüpft ist, einen erheblichen Einfluss auf den Zustand und die Stoffzufuhr der Böden. Viele dieser Einflussfaktoren, wie bspw. der Eintrag industrieller stofflicher Belastungen, werden bereits heute durch die nationale Bodengesetzgebung<sup>1</sup> reguliert. Dennoch gibt es weitere Gefahrenquellen durch stoffliche Einträge, die durch keinerlei Zulassungsvoraussetzungen begrenzt sind und erheblichen Einfluss auf die Gesundheit des Bodens nehmen können. Im landwirtschaftlichen Kontext ist der Schadstoffeintrag über organische Düngemittel aus außerlandwirtschaftlichen Quellen, bspw. Klärschlamm und Kompost aus Haushaltsabfällen zu nennen. Auf Grund der schlechten Abtrennung von „Fehlwürfen“ im „Bio-Müll“ und der einheitlichen Abwasserentsorgung aus Haushalten, Gewerbe, Gesundheit etc., gelangen mit Kompost und Klärschlamm vermehrt Schadstoffe auf die Äcker (bspw. Cadmium, Mikroplastik, Medikamentenrückstände). Anders als bei Pflanzenschutz- und Düngemitteln, die strengen Zulassungsbedingungen und Grenzwerten unterliegen, werden diese Gefahrenstoffe in vielen Fällen unreguliert ausgebracht.

Aber auch andere Einträge, beispielsweise aus dem Verkehr (Reifenabrieb), Haushalten und Industrieemissionen, können die Bodenqualität negativ beeinflussen (vgl. JRC-Report 7).

### 3.2.6 Siedlungsdruck

Jeden Tag gehen in Deutschland rund 60 ha Boden für Bauland und Infrastruktur verloren, hauptsächlich zulasten der Landwirtschaft<sup>29</sup>. Das Ökosystem Boden verliert dadurch seine Funktion und kann keine der ihm zugeschriebenen Bereitstellungs- oder Umweltleistungen mehr erfüllen. Aus Gründen des Bodenschutzes ist Bebauung daher ein irreversibler Eingriff. Siedlungs- und andere Bauprojekte sollten künftig verstärkt auf möglichst geringen Flächenverbrauch ausgelegt werden und neben reinen wirtschaftlichen Überlegungen auch landschaftsstrukturelle Faktoren und Ökosystemleistungen bzw. Bodenfruchtbarkeit berücksichtigen. Gerade vor dem

---

<sup>29</sup> UBA. 2022. [Flächensparen – Böden und Landschaften erhalten. Link zum Bericht.](#)

Hintergrund der zuvor aufgeführten Gefährdungsquellen (vgl. 3.2) für Böden gilt es die knapper werdende Ressource Boden zu schützen.

Im Rahmen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie, wurde daher das Ziel formuliert, die Flächeninanspruchnahme auf 30 Hektar pro Tag zu verringern.<sup>29, 30</sup> Dieses Minimalziel gilt es umzusetzen.

#### **4 Nachhaltiges Bodenmanagement – Anbau- und Bewirtschaftungssysteme**

Ein nachhaltiges Bodenmanagement mit dem Fokus auf landwirtschaftliche Nutzung muss standortspezifische Faktoren berücksichtigen und auf den langfristigen Erhalt der Bodenfruchtbarkeit abzielen. Den unter 3.2 aufgeführten Gefährdungsquellen gilt es dabei entgegenzutreten. Die Fruchtbarkeit eines Bodens wird mit der Fähigkeit beschrieben, Pflanzen als Standort zu dienen und dauerhaft Pflanzenerträge von hoher Qualität zu erzeugen. Da Bodenfruchtbarkeit sowohl die Anwesenheit

- eines stabilen Bodengefüges,
- einer ausreichenden und ausgewogenen Nährstoffausstattung,
- eines funktionierende Bodenlebens, einschließlich eines aktiven Mikrobioms und einer großen Destruentenpopulation (bspw. Regenwürmer),
- und eines dem Standort angepassten Humusgehalts

erfordert, ist sie ein entscheidender Faktor bei der Bewertung der Bodengesundheit.

Die konkrete Ausgestaltung eines acker- und pflanzenbaulichen Produktionssystems muss sich an diesem Anspruch messen lassen. Dies kann bspw. über die langjährig erzielten Naturalerträge und Erntequalitäten oder allgemein über den Biomasseaufwuchs beurteilt werden.

Grundlage für eine nachhaltige Landwirtschaft und somit auch ein nachhaltiges Bodenmanagement bildet das Prinzip des Integrierten Pflanzenschutzes (IPS).<sup>31</sup> Die Einhaltung des IPS ist in §3 des Pflanzenschutzgesetzes (PflSchG) festgeschrieben und auch im Anhang III der Europäischen Richtlinie 2009/128/EG verbindlich festgelegt.

Der Integrierte Pflanzenschutz beschreibt ein Zusammenspiel aus vielen verschiedenen Maßnahmen der landwirtschaftlichen Praxis und beinhaltet u. a. neben der Wahl der

---

<sup>30</sup> Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. 2018. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung. Seite 55. [Link zum Dokument.](#)

<sup>31</sup> [Link zum Dokument "IPSplus"](#)

passenden Kultur und Sorte, eine darauf abgestimmte Bodenbearbeitung, Fruchtfolge und Düngung.

Der Einsatz landwirtschaftlicher Betriebsmittel, zu denen auch Biostimulanzien zu zählen sind, zielt darauf ab, Risikofaktoren für einen gesunden Pflanzenbestand zu reduzieren und eine optimale Bereitstellung und Nutzung aller notwendigen Produktionsfaktoren auf dem jeweiligen Standort zu gewährleisten. Die gezielte Ernährung der Pflanzen und die Versorgung des Bodens mit Nährstoffen stellen den Grundstock für hohe Erträge dar, Pflanzenschutz sichert diesen ab.

#### **4.1 Düngemiteleinsetz**

Der zielgerichteten und auf den Bedarf abgestimmten Rück- und Zuführung aller relevanten Nährstoffe kommt eine tragende Rolle beim Erhalt von Bodenfruchtbarkeit zu und gewährleistet neben der Sicherung hoher Erträge die Verhinderung von Bodendegradation. Eine differenzierte Betrachtungsweise in Abhängigkeit des jeweiligen Nährstoffs erscheint aus Gründen der Nährstoffdynamiken sinnvoll. So kann für alle Nährstoffe zwar ein kulturartenspezifischer Bedarf identifiziert werden, die Bereitstellung erfolgt aber entweder kurz- oder langfristig. Während vor allem Stickstoff ( $N_{\min}$ ) als Makronährstoff und einige weitere Makro- (bspw. Schwefel) und Mikronährstoffe (bspw. Bor) jährlich bereitgestellt werden müssen, ist der Betrachtungszeitraum für die Grundnährstoff- (Kalium und Phosphor) und Kalkversorgung mittelfristig angelegt, bspw. über eine gesamte Fruchtfolge, und kulturartenabhängig. Gleiches gilt häufig auch für über organische Düngemittel bereitgestellten Stickstoff ( $N_{\text{org}}$ ). Eine Verarmung des Bodens wirkt sich ebenso wie ein zu niedriger pH-Wert negativ auf die Bodenfruchtbarkeit und damit auf die Bodengesundheit aus.

Insbesondere die Humusreproduktion geht mit einer guten Nährstoffverfügbarkeit und hohen Erträgen einher, denn je mehr Biomasse gebildet wird umso mehr Wurzeln und überirdische Ernterückstände verbleiben im/auf dem Boden und stehen somit der Humusbildung und dem Bodenmikrobiom zur Verfügung. Eine langfristige Düngung (auch von Stickstoff) unterhalb des Bedarfs wirkt humuszehrend und somit aus Gründen des Klimaschutzes und der Bodenfruchtbarkeit kontraproduktiv, da Kohlenstoff freigesetzt werden kann.

## 4.2 Pflanzenschutzmitteleinsatz

Der chemische Pflanzenschutz stellt im Konzept des Integrierten Pflanzenschutzes die letzte Maßnahme dar, und sollte nach guter fachlicher Praxis erst angewendet werden, wenn alle anderen Maßnahmen zur Abwehr von Ertragsschäden ausgeschöpft wurden.

Das heißt, dass, neben der Nützlingsförderung, auch die optimale Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen bzw. die entsprechende Bodenbearbeitung zur Steigerung der Verfügbarkeit von Nährstoffen, eine essenzielle Rolle im Pflanzenschutz spielen.

Pflanzenschutzmittel spielen aber nicht nur eine Rolle bei der Schädlings-Abwehr nach Aufkommen der Kultur, sondern können auch bei der Aussaat eine unterstützende Rolle einnehmen, indem sie den Aufwuchs von Beikräutern unterdrücken, sodass die Kultur einen zeitlichen Vorsprung erhält. Insbesondere in Direkt- und Mulchsaatsystemen kommt dieser Aufgabe eine zentrale Rolle zu (siehe 4.4). Diese Bewirtschaftungssysteme schonen nicht nur das Bodenleben, sondern auch tierische Arten, die einen bodennahen Lebensraum haben (bspw. Bodenbrüter).

Beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist deren biologische Abbaubarkeit durch Mikroorganismen sichergestellt. Dies gilt insbesondere für Böden mit hoher biologischer Aktivität. So trägt eine hohe biologische Aktivität im Boden auch zum Gewässerschutz bei.<sup>32</sup> Bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln wird durch umfassende Versuche sichergestellt, dass die Anforderungen an die Qualität und das Umweltverhalten der Pflanzenschutzwirkstoffe umgesetzt werden.<sup>33</sup> Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln kann dazu beitragen bodenschonende Bewirtschaftungssysteme umzusetzen und die Pflanzengesundheit zu erhalten. Dies gilt neben dem Einsatz selektiver und nicht-selektiver Herbizide insbesondere für den Schutz gegen pilzliche (bspw. Fungizideinsatz gegen *Fusarium* in Weizen) und tierische Schaderreger. Letztere treten trotz der Förderung von Nützlingen im integrierten Anbau und durch die Aufrechterhaltung und Schaffung grüner Brücken in konservierenden Bodenbearbeitungssystemen verbreitet auf. Als Beispiel sind hier vor allem Schnecken, Mäuse und Blattläuse zu nennen.

---

<sup>32</sup> Zhan, H.; Feng, Y.; Fan, X. & Chen, S. 2018. Recent advances in glyphosate biodegradation. *Applied Microbiology and Biotechnology*. Vol. 102, 5033-5043. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9035-0>

<sup>33</sup> Heimbach, F. 2007. Ökotoxikologie von Pflanzenschutzmitteln - Entwicklung der Ökotoxikologie von Pflanzenschutzmitteln in den letzten 25 Jahren: Von ersten Diskussionen über Prüforganismen zur probabilistischen Risikoanalyse. *UWSF - Z Umweltchem Ökotox* 19, Sonderausgabe 1, 43-48. Ecomed Verlag. DOI: <http://dx.doi.org/10.1065/uwsf2007.03.178>



Bei der Beurteilung des Einflusses von chemischen und mechanischen Maßnahmen darf es keinen Unterschied hinsichtlich der Bewertungsmaßstäbe geben, da jeglicher Eingriff Auswirkungen auf das Bodenleben hat.

### 4.3 Fruchtfolgegestaltung und Zwischenfrüchte

Für die Bewertung im Sinne eines bodenschonenden Anbausystems, das hohe Ökosystemleistungen erbringt, stellt sich die Frage nach der zeitlichen und räumlichen Perspektive. Die einjährige Betrachtungsweise mit dem Fokus auf eine Kultur kann keine mehrjährige Bewertung von Bodennutzung erlauben. Jedoch kann eine Anpassung des Kulturartenspektrums an standortspezifische Gegebenheiten dazu beitragen, eine optimierte Land- und Bodennutzung umzusetzen. Die Böden können somit ihr standortspezifisches Ertragspotenzial in Abhängigkeit der vorliegenden Bodenfruchtbarkeit ausschöpfen und eine Übernutzung der Ressource Boden wird vermieden. Dies trägt auch dem Effizienzgedanken Rechnung, der für einen modernen und nachhaltigen Acker- und Pflanzenbau unerlässlich ist.

Besser geeignet ist die mehrjährige Betrachtung von ganzen Fruchtfolgen. Während einzelne Kulturen unter Umständen einen negativen Einfluss auf eine Zielgröße der Bodengesundheit haben können, gleichen sie dies durch ein größeres Potenzial bei anderen Ökosystemleistungen oder aufgrund guter Vorfruchteffekte aus. Die Fruchtfolgebewertung greift diesen Gedanken auf und ermöglicht die Bewertung eines ganzen Anbausystems.

Wie im Papier zum IPS+<sup>31</sup>, der Perspektive Pflanzenbau<sup>34</sup> und weiteren IVA-Positionen<sup>35,36</sup> herausgearbeitet, stellen, neben dem Einsatz hochwertiger und sicherer Betriebsmittel, ackerbauliche Maßnahmen die Grundlage für einen zukunftsfähigen Pflanzenbau dar. Einseitige Fruchtfolgen werden dem Ansatz des integrierten Pflanzenbaus nicht gerecht. Stattdessen sollte ein regelmäßiger Wechsel von Sommerung und Winterung und/oder Blattfrucht und Halmfrucht umgesetzt werden sowie ggf. Gesundungsfrüchte wie bspw. Leguminosen oder Hafer, integriert werden, vorausgesetzt, dass ein Markt für diese Kulturen besteht. Die dadurch erreichte Unterbrechung von Infektionsketten trägt zu gesünderen Pflanzenbeständen bei und sorgt durch die gesteigerte Diversität für eine Förderung des Bodenlebens. Dies gilt insbesondere auch für vielfältige Zwischenfruchtmischungen, die standardmäßig vor

---

<sup>34</sup> [Link zum Dokument "Perspektive Pflanzenbau"](#)

<sup>35</sup> [Link zum Dokument „Vorschlag der EU-Kommission für ein Soil Monitoring Law“](#)

<sup>36</sup> [Link zum Dokument „Resiliente Landwirtschaft braucht gesunde Böden“](#)

Sommerungen angebaut werden sollten, sofern die Wasserversorgung des Standortes dies erlaubt. Durch den Anbau verschiedener Pflanzenarten in der Zwischenfrucht wird die Biodiversität im Boden adressiert und unterschiedliche Bodenorganismen begünstigt. Zudem bieten Zwischenfrüchte Deckung für Wild und bei rechtzeitigem Anbau eine Nahrungsquelle für Bestäuber. Daneben wird die Erosionsgefahr über den Winter reduziert, Nährstoffe im System und somit die Bodenfruchtbarkeit erhalten. Zusätzliche positive Effekte im Hinblick auf die Bodenstruktur und die Möglichkeit, Verdichtungen aufzubrechen, sprechen ebenfalls für den Anbau von Zwischenfrüchten.

#### **4.4 Bedeutung der Bodenbearbeitung**

Bodenbearbeitung ist ein mechanischer Eingriff und verändert dadurch auch die biologischen und chemischen Eigenschaften eines Bodens. Unter ungünstigen Bedingungen kann Bodenbearbeitung daher negative Auswirkungen auf die Bodenstruktur haben und Erosion sowie Verdichtungen begünstigen.

Der Ansatz der konservierenden Bodenbearbeitung greift diesen Gedanken auf und versucht mechanische Eingriffe in den Boden zu minimieren. Pflanzenreste auf der Bodenoberfläche reduzieren Erosion sowie Verdunstung und bieten Bodenorganismen, wie z. B. Regenwürmern, Nahrungsquelle und Schutz zugleich. Gleichzeitig verbessert sich durch reduzierte Eingriffe die Aggregatstabilität, da Makro- und Bioporen, sowie Wurzelgeflechte erhalten bleiben. Dies hat vor allem unter ungünstigen bzw. extremen Witterungsbedingungen Vorteile, wie z. B. eine längere Befahrbarkeit, einen besseren Wasserhaushalt (Infiltration und Versickerung) und geringere Ertragschwankungen. Die maximale Umsetzung von konservierender Bodenbearbeitung ist der vollkommene Verzicht durch Direktsaatsysteme. Voraussetzung für die Umsetzung dieser Systeme ist die Verfügbarkeit von sicheren und wirksamen Herbiziden. Wirksamer Pflanzenschutz begünstigt somit die Umsetzung von bodenschonender Bewirtschaftung.

Vorteile für eine Kohlenstoff- und Humusallokation können für die genannten Systeme vor allem für den Oberboden festgestellt werden, während diese in tieferen Bodenschichten, auf Grund mangelnder Durchmischung abnimmt. Daher ist die konservierende Bodenbearbeitung allein kein Garant für höhere Kohlenstoffgehalte im Boden und muss durch weitere Bewirtschaftungsmaßnahmen ergänzt werden. Eine Förderung von konservierender Bodenbearbeitung ist dennoch aus den genannten Gründen sinnvoll.

#### **4.5 Anwendungstechnik und digitale Lösungen**

Die landtechnischen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte ermöglichen erst die Umsetzung der heute als nachhaltig angesehenen Bewirtschaftungspraktiken und eines nachhaltigen Bodenmanagements. Dazu zählen neben Mulch- und Direktsaatmaschinen sowie Bodenbearbeitungsgeräten insbesondere digitale Technologien und Verbesserungen im Bereich der Applikationstechnik von Pflanzenschutz- und Düngemitteln. Negative Auswirkungen durch zu intensive Bodenbearbeitung, unangepasste Nährstoffversorgung und geringeren Wirkungsgraden durch Applikationsfehler im Pflanzenschutz, können dadurch weitgehend ausgeschlossen werden. Dadurch können heute mit wesentlich geringerem Aufwand und Eingriffen ins Bodenleben gesunde Pflanzenbestände etabliert werden, die ein wesentlicher Indikator für einen gesunden Boden sind. Digitale Technologien, wie z. B. georeferenzierte Daten über Bodenart, Nährstoffversorgung und Witterungsverhältnisse bzw. Wetterereignisse helfen heute schon dem Landwirt die Bewirtschaftung an die standort- und witterungsbedingten Anforderungen des Bodens anzupassen. Weitere landtechnische Entwicklungen, wie z. B. Raupenfahrwerke, Reifendruckregelungsanlagen und auch die Anwendung von Drohnen sowie Feldrobotern reduzieren zudem die Belastung durch schwere Maschinen und verhindern dadurch die Gefahr von Verdichtungen.



Industrieverband Agrar e. V. (IVA)  
Mainzer Landstraße 55, 60329 Frankfurt

Der IVA ist im Lobbytransparenzregister  
des Deutschen Bundestages R001033 sowie im EU-Transparenzregister registriert.

### **Kontakt**

**Dr. Johannes Monath**  
Wissenschaft und Innovation  
Pflanzenernährung

M +49 152 2719 0463  
E [monath.iva@vci.de](mailto:monath.iva@vci.de)

Stand: September 2024

## 5 Referenzen

Fußnote	Text der Fußnote
1	<a href="#">Bundesbodenschutzgesetz, BBodSchG</a>
2	<a href="#">Bodenüberwachungsgesetz</a>
3	Soil Survey Staff. 1999. <i>Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys</i> . 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U. S. Department of Agriculture Handbook 436. <a href="#">Link zum Dokument</a>
4	Hartemink, A. E. 2016. <i>Chapter Two - The definition of soil since the early 1800s</i> . Editor(s): Donald L. Sparks, <i>Advances in Agronomy</i> , Academic Press, Volume 137, Pages 73-126, ISSN 0065-2113, ISBN 9780128046920, DOI: <a href="#">10.1016/bs.agron.2015.12.001</a>
5	Vgl. Deutscher Bauernverband e. V. 2015. <a href="#">Situationsbericht Boden: Moderne Landwirtschaft Gesunde Böden. (Seite 17)</a>
6	Joint Research Centre <a href="http://www.jrc.ec.europa.eu">http://www.jrc.ec.europa.eu</a>
7	JRC. 2009. Final Report on the Project 'Sustainable Agriculture and Soil Conservation (SoCo)'09. Editors: G. Louwagie, S. Gay & A. Burrell. EUR 23820 EN. DOI: <a href="#">10.2791/10052</a> (Seite 18) <i>"Six of the soil degradation processes recognised by the Commission (water, wind and tillage erosion; decline of soil organic carbon; compaction; salinisation and sodification; contamination; and declining soil biodiversity) are closely linked to agriculture."</i>
8	European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Veerman, C., Pinto Correia, T., Bastioli, C. <i>et al.</i> 2020. <i>Caring for soil is caring for life – Ensure 75% of soils are healthy by 2030 for food, people, nature and climate – Report of the Mission board for Soil health and food</i> . Publications Office, DOI: <a href="#">10.2777/821504</a>
9	FAO, engl. <i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> , dt. Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen
10	ITPS. 2020. Towards a definition of soil health. ITPS Soil Letters #1. Rome, FAO. <a href="#">Link zum Dokument</a>
11	FAO. 2023. Technical guidelines on soils for nutrition – Sustainable soil management for nutrition-sensitive agriculture. Rome. <a href="https://doi.org/10.4060/cc5069en">https://doi.org/10.4060/cc5069en</a>
12	Gisi, U.; Schenker, R.; Schulin, R.; Stadelmann, F. X. & Sticher, H. 1991. <i>Bodenökologie</i> . 2. Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York. DOI: <a href="#">10.1002/food.19910351028</a>
13	vgl. Deutscher Bauernverband e. V. 2023. <a href="#">Situationsbericht 2023/24 Trends und Fakten zur Landwirtschaft. (Seite 18)</a>



14	<a href="#">Lebensraum Boden - Boden, Altlasten - sachsen.de</a>
15	Doran, J. W. & Zeiss, M. R. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. <i>Applied Soil Ecology</i> , Vol.15 (1), 3-11, ISSN 0929-1393, DOI: <a href="#">10.1016/S0929-1393(00)00067-6</a>
16	vgl. BMEL: <a href="#">100er Boden – bestbewerteter Boden in Deutschland</a>
17	Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen. 2023. <a href="#">Wertzahlen der Bodenschätzung – Bodenwertzahlen</a> . <a href="#">www.gd.nrw.de</a>
18	erstellt durch Gesellschaft für konservierende Bodenbearbeitung (GKB) e. V. & Thünen Institut, Institut für Agrartechnologie, <a href="#">Link zu "Anleitung Feldgefügeansprache"</a>
19	VDLUFA, Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten e. V. <a href="#">Link zu "Methodenbuch - Das Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik"</a>
20	Vgl. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Veerman, C., Pinto Correia, T., Bastioli, C. <i>et al.</i> 2020. <i>Caring for soil is caring for life – Ensure 75% of soils are healthy by 2030 for food, people, nature and climate – Report of the Mission board for Soil health and food</i> . Publications Office, DOI: <a href="#">10.2777/821504</a> (Seite 40)
21	Vgl. „Dust Bowl“. In den 1930er Jahren erfolgte eine Erosion großer Flächen der Great Plains (USA) was eine Hungerkatastrophe zur Folge hatte. Am „Schwarzen Sonntag“ (14.04.1935) lag New York unter einer Staubglocke. <a href="#">Link zu einem Review-Artikel zu den Ursachen der „Dust Bowl“</a>
22	Dienstleistungszentrum ländlicher Raum (DLR): <a href="#">Engpass-Analyse für Pflanzenschutzmittel</a>
23	Eswar, D.; Karuppusamy, R. & Chellamuthu, S. 2021. Drivers of soil salinity and their correlation with climate change. <i>Current Opinion in Environmental Sustainability</i> . Vol. 50; 310-318, DOI: <a href="https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.10.01">https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.10.01</a>
24	Jacobs, A.; Flessa, H.; Don, A. <i>et al.</i> 2018. Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland – Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut. Thünen Report 64, DOI: <a href="#">10.3220/REP1542818391000</a>
25	Müller, T. S., Dechow, R & Flessa, H. 2022. Inventory and assessment of pH in cropland and grassland soils in Germany. <i>Journal of Plant Nutrition and Soil Science</i> , Volume 185, Issue 1, Pages 145-158. DOI: <a href="#">10.1002/jpln.202100063</a>
26	Vgl. VDLUFA. 2000. Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandböden. <a href="#">Link zum Dokument</a> .
27	An der Martin-Luther-Universität in Halle-Wittenberg läuft seit 1878 ein Versuch zur Nährstoffversorgung im Roggenanbau: <a href="#">Ewiger Roggenanbau</a>
28	Vgl. Deutscher Bauernverband e. V. 2015. <a href="#">Situationsbericht Boden: Moderne Landwirtschaft – Gesunde Böden. (Seite 32)</a>
29	UBA. 2022. <a href="#">Flächensparen – Böden und Landschaften erhalten. Link zum Bericht.</a>

---

30	Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. 2018. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung. Seite 55. <a href="#">Link zum Dokument.</a>
31	<a href="#">Link zum Dokument "IPSplus"</a>
32	Zhan, H.; Feng, Y.; Fan, X. & Chen, S. 2018. Recent advances in glyphosate biodegradation. Applied Microbiology and Biotechnology. Vol. 102, 5033-5043. DOI: <a href="https://doi.org/10.1007/s00253-018-9035-0">https://doi.org/10.1007/s00253-018-9035-0</a>
33	Heimbach, F. 2007. Ökotoxikologie von Pflanzenschutzmitteln - Entwicklung der Ökotoxikologie von Pflanzenschutzmitteln in den letzten 25 Jahren: Von ersten Diskussionen über Prüforganismen zur probabilistischen Risikoanalyse. UWSF - Z Umweltchem Ökotox 19, Sonderausgabe 1, 43-48. Ecomed Verlag. DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.1065/uwsf2007.03,178">http://dx.doi.org/10.1065/uwsf2007.03,178</a>
34	<a href="#">Link zum Dokument "Perspektive Pflanzenbau"</a>
35	<a href="#">Link zum Dokument „Vorschlag der EU-Kommission für ein Soil Monitoring Law“</a>
36	<a href="#">Link zum Dokument „Resiliente Landwirtschaft braucht gesunde Böden“</a>

---