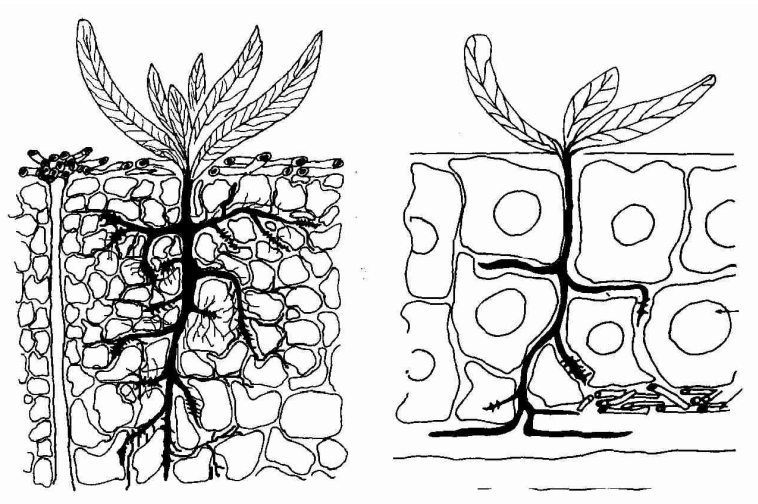


Büro für Bodenschutz
&
Ökologische Agrarkultur

Bodenqualität als Grundlage für Produktqualität im ökologischen Landbau

Andrea Beste



Gesunde Lebensmittel brauchen gesunde Böden

Der Boden ist eine der wichtigsten Ressourcen für das Leben von Menschen auf der Erde. Er liefert uns die wichtigsten Mittel zum Leben - Lebensmittel. Die Fähigkeit des Menschen, sich zielgerichtet die Ressource Boden nutzbar zu machen war und ist Grundlage für die Entstehung der unterschiedlichsten Kulturen weltweit. In den Industrieländern wurde in den letzten Jahrzehnten eine hohe Perfektion darin erreicht, den Boden zur Produktion immer größerer Mengen an Biomasse zu bringen. Dabei ist jedoch die Regenerationsfähigkeit dieses Ökosystems überstrapaziert worden.¹

Die Produktionsfunktion steht bei der aktuellen landwirtschaftlichen Praxis weit im Vordergrund. Unter den Bedingungen aktueller Agrarpolitik bleibt dem einzelnen Landwirt kaum die Chance, neben der Steigerung der Erträge anderen Kriterien einen höheren Stellenwert einzuräumen. Landwirtschaftlich genutzte Böden müssen mit zunehmender Technisierung immer höheren Druckbelastungen standhalten. Das Befahren mit schweren Ackergeräten verdichtet den Boden, der Biozideinsatz erfordert zusätzlich häufiges Befahren. Der Zwang zur Orientierung an marktwirtschaftlichen Terminen führt außerdem dazu, dass der Acker auch unter ungünstigen Witterungs- und/oder Gefügebedingungen befahren wird.²

Die Ursachen für die zunehmende Verdichtung landwirtschaftlich genutzter Böden liegen aber nicht nur im technischen Bereich. In vielen Fällen ist Humusschwund und ein stark reduziertes Bodenleben der Grund für die mangelnde Fähigkeit des Bodens, nach der mechanischen Lockerung ein ausgeglichenes Porensystem aufrechtzuerhalten. Durch die enormen Möglichkeiten der Ertragssteigerung durch die mineralische Düngung war die Bodenfruchtbarkeitsleistung der Mikroorganismen wirtschaftlich gesehen nicht mehr von Interesse und geriet aus dem Blickwinkel. Die Rolle des Bodens wurde fast ganz auf die eines nährstoffaustauschenden Substrats reduziert.³ Die Aktivität der Mikroorganismen ist jedoch beim Aufbau eines stabilen Gefüges von entscheidender Bedeutung. Geht der Organismenbesatz zurück, muss zunächst intensiver gelockert werden. Da die mechanische Lockerung jedoch kein stabiles Gefüge erzeugt und wiederum das Bodenleben stört, stellt sich schließlich Bodenverdichtung ein.⁴ Die Zunahme von Überschwemmungen, der Rückgang der Grundwasserneubildung und eine verminderte Filterwirkung der Böden sind deutliche Symptome gestörter Bodenfunktionen und beginnender Bodendegradation. Durch die Belastung des Trinkwassers mit Nitrat und Bioziden und die Beeinträchtigung der Lebensmittelqualität verursachen diese Auswirkungen volkswirtschaftliche Kosten, die zeigen, dass eine reine Ertragsorientierung der Landwirtschaft in der Gesamtbilanz unökonomisch ist.⁵

Sicherung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Bodens

Böden erfüllen für einen ausgeglichenen Landschaftshaushalt fünf wesentliche Funktionen:⁶

<i>Lebensraumfunktion</i>	Lebensraum und -grundlage für Pflanzen und Tiere
<i>Regelungsfunktion</i>	Filter-, Puffer-, Speicher- und Transformatorfunktion für Wasser, organische und anorganische Stoffe
<i>Produktionsfunktion</i>	Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln und nachwachsenden Rohstoffen.
<i>Trägerfunktion</i>	Träger von Siedlungen, Verkehr und Entsorgung
<i>Kulturfunktion</i>	Grundlage menschlicher Geschichte und Kultur

Für eine langfristig ökologisch und ökonomisch tragfähige Produktivität müssen Bodenbewirtschaftungssysteme neben der Produktionsfunktion auch die Lebensraum- und die Regelungsfunktion des Bodens vermehrt berücksichtigen. Sie müssen demnach eine langfristige Aufrechterhaltung dieser drei Bodenfunktionen - kurz: die ökologische Funktionsfähigkeit von Böden - gewährleisten können. Die Erhaltung einer gesunden Bodenstruktur ist dabei von zentraler Bedeutung.⁷

Die vom Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (1994) als „angepasst und ressourcenschonend“ und vom Umweltbundesamt (1997) als „umweltverträglichste Bewirtschaftungsform“ bezeichnete Praxis des ökologischen Landbaus, die sich heute als Leitbild darstellt, zeigt, dass eine weitgehende Berücksichtigung der ökologischen Bodenfunktionen in der landwirtschaftlichen Praxis möglich ist. Ein hoher Ertrag ist auch im ökologischen Landbau Ziel der Bewirtschaftung. Dieser soll durch eine möglichst optimale Nutzung und Förderung natürlicher Regelmechanismen erreicht werden. Der Boden wird dieser Auffassung zufolge als Ökosystem verstanden, in dem und mit dem ein 'Stoff-Wechsel' stattfindet. Die Förderung einer gesunden Bodenstruktur und des Bodenlebens ist daher nicht Umweltschutzauflage, sondern zwingende Bedingung für Ertragssicherung und -steigerung.⁸

Kreislaufmanagement im ökologischen Landbau

Auch im ökologischen Landbau ist für den Landwirt ein möglichst hoher Ertrag und Gewinn Ziel der Bewirtschaftung. Dieses Ziel wird im Unterschied zum konventionellen Landbau jedoch mit anderen Methoden verfolgt. Hauptprinzip der verschiedenen ökologischen Landbauformen ist das Wirtschaften in Kreisläufen. Es entwickelte sich aus der Erkenntnis, dass sich der Stoffaustausch in natürlichen Systemen in Kreisläufen abspielt. Der Mensch begreift sich als Teil dieser Systeme und versucht, sein Wirtschaften einzupassen, das heißt, natürliche Regelmechanismen zu nutzen und zu unterstützen. Der Boden wird dieser Auffassung zufolge nicht allein als Produktionsmittel gesehen, wobei er auf seine Funktion als nährstoffaustauschendes Substrat reduziert wird, sondern er wird - wie das ganze Agrarökosystem - als System verstanden, in dem und mit dem ein 'Stoff-Wechsel' stattfindet.

Die Prinzipien des ökologischen Landbaus:

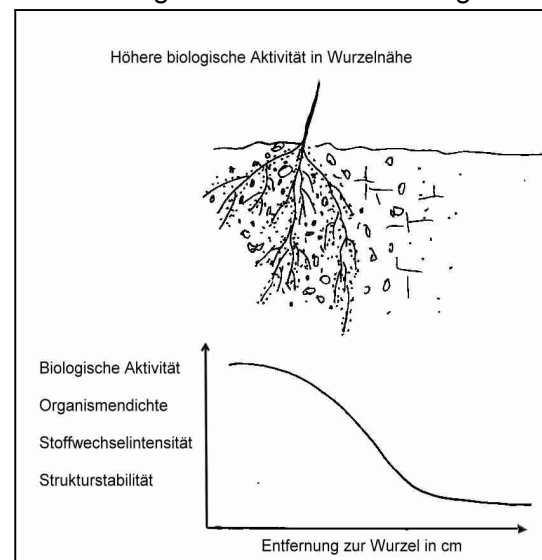
- *Weitgehend geschlossener Betriebskreislauf*
- *Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit als Produktionsbasis*
- *Nutzung natürlicher Regelmechanismen im Agrarökosystem*
- *Energieeffiziente Produktion, Schonung natürlicher Ressourcen*
- *Flächegebundene Tierhaltung*
- *Berücksichtigung ethischer Gesichtspunkte und tierartspezifischer Bedürfnisse in der Tierhaltung*
- *Erzeugung hochwertiger und gesunder Lebensmittel bei bewusstem Verzicht auf Höchstserträge*

Maßnahmen zur Förderung einer gesunden Bodenstruktur im ökologischen Landbau

Fruchtfolgen

Ackerbauliche Nutzung bedeutet immer die räumliche Dominanz einer bestimmten Pflanzenart im Extremfall bis hin zur Monokultur. Monokulturen sind sehr anfällig gegenüber Verunkrautung und Schädlingsbefall. Möglichst vielfältige Fruchtfolgen wirken der Artenverarmung im und auf dem Boden entgegen und stärken die Fähigkeit zur Selbstregulation im Ökosystem⁹. Dem Prinzip der Artenvielfalt wird in einer ausgeglichenen Fruchtfolgeplanung durch den Wechsel der Hauptfrüchte, durch Zwischenfruchtbau und Untersaaten entsprochen. Weitere Aufgaben von Zwischenfruchtbau und Untersaat sind Gründüngung und Bodenbedeckung. Dies bewirkt den Schutz der Oberfläche vor Verschlammung und Erosion. Das Erreichen einer möglichst ganzjährigen Bodenbedeckung ist ein daher wichtiger Bestandteil ökologischer Bewirtschaftung. Der Anbau von Gründüngungsgemengen mit vielfältiger Durchwurzelung (nicht nur Pfahlwurzler!) trägt zur Ernährung des Bodenlebens bei sowie zur Auflockerung *und* Stabilisierung des Gefüges bei. Dies erfolgt einerseits durch den Verbau der Bodenfragmente durch die Wurzeln, andererseits stellen diese, mehr noch als die später eingearbeitete Blattmasse, die Nährstoffversorgung für das Bodenleben dar, dessen biologische Aktivität dann gleichfalls stabilisierend auf die Struktur wirkt (vgl. Abb. 1).¹⁰

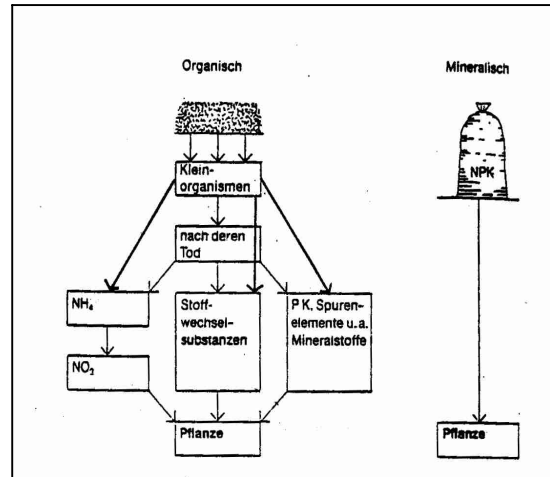
Abb. 1: Anregung der biologischen Aktivität durch Wurzeln (Zeichnung: BESTE nach GISI 1997)



Düngung

Die Düngung gilt im ökologischen Landbau in erster Linie der Nährstoffversorgung des Bodenlebens. Die organische Düngung (Tierexkremte und Erntereste) bewirkt eine hohe Humusversorgung und eine hohe biologische Aktivität. Bei mineralischer Düngung verliert das Bodenleben bestehend aus Myriaden von Lebewesen - Algen, Pilzen, Bakterien und Bodentieren überwiegend seinen Arbeitsauftrag. Nämlich den, organisches Material abzubauen, die Verwitterungsleistung und damit die Bodenbildung zu erhöhen und in vielfältigen Stoffwechselprozessen den unterschiedlichsten Lebensgemeinschaften im Boden und den Pflanzen die dadurch gewonnenen Nährstoffe zukommen zu lassen (vgl. Abb. 2).

Abb. 2: Weg der mineralischen und organischen Düngung zur Nutzpflanze, schematisiert
(Quelle: SÖL 1990)



Ausschließliche Mineraldüngung beinhaltet darüber hinaus eine deutlich höhere Anfälligkeit der Nutzpflanze gegenüber Krankheits- und Schädlingsbefall, was im konventionellen Anbau durch Biozide ausgeglichen werden muss.

Organische Düngung hat äußerst positive Auswirkungen auf das Agrarökosystem:

- Zunahme der Aggregatstabilität, Verbesserung der Bodenstruktur¹¹
- Zunahme des Porenvolumens bei gleichzeitiger Verbesserung der Wasserhalte- und Filterkapazitäten¹²
- Anstieg der biologischen Aktivität¹³
- Anstieg des Humusgehalts¹⁴
- Verringerung der Erosionsanfälligkeit, Hochwasserschutz¹⁵
- Erhöhung der Nährstoffaustauschkapazität¹⁶
- Förderung des pflanzlichen Stoffwechselprozesses und der Wurzelbildung¹⁷
- Geringere Krankheitsanfälligkeit der Kulturpflanzen¹⁸
- Steigerung der Mykorrhizierung und damit Verbesserung der Nährstoffversorgung¹⁹
- Stärkung der biologischen Kontrollmechanismen von Krankheitserregern (Fungizide Wirkung etc.)²⁰
- Erhöhung der Erträge bis zu 30%, sowie der Ertragssicherheit²¹
- Zunahme der Geschmacksqualität²²
- Geringerer Nitratgehalt und höherer Gehalt an wertgebenden Inhaltstoffen, verbesserte Lagerfähigkeit²³

Mechanische Bodenbearbeitung

Neben der Einarbeitung von Ernteresten, der Saatbettbereitung und der Beseitigung unerwünschten Pflanzenwuchses (mechanische Beikrautregulierung) hat die Bodenbearbeitung die Aufgabe, die bewirtschaftungsbedingte Verdichtung der Ackerkrume bei Bedarf aufzulockern. Die Lockerung stellt einen erheblichen Eingriff in den Lebensraum der Bodenorganismen dar. Sie sollte nicht bei zu nassen Bodenverhältnissen und möglichst direkt nach der Ernte erfolgen (Sommerfurche), um die gelockerte Krume schnellstmöglich wieder mit den Wurzeln einer Zwischenfrucht zu verbauen.²⁴ Da der Pflug durch die krumentiefe Wendung den Lebensraum der an verschiedene Bodentiefen angepassten Biozönosen auf den Kopf stellt, ist seine Anwendung in dieser Beziehung problematisch. Nichtwendende Bodenlockerungsgeräte wie der Grubber



(Mulchsaat) verdrehen die Verhältnisse in der Ackerkrume nicht, was Bodenleben und Bodenstruktur schont. Aufgrund der Vorteile, die der Pflug bei der mechanischen Beikrautregulierung bietet, besteht in Bezug auf die optimale Methode der Bodenlockerung im ökologischen Landbau noch Forschungsbedarf²⁵.

Wirkungen der Bodenpflegeprinzipien des ökologischen Landbaus auf die Widerstandsfähigkeit und Qualität der Nutzpflanzen

- ***Förderung des pflanzlichen Stoffwechselprozesses und der Wurzelbildung***
- ***Steigerung der Mykorrhizierung und damit Verbesserung der Nährstoffversorgung***
- ***Geringere Krankheitsanfälligkeit der Kulturpflanzen***
- ***Stärkung der biologischen Kontrollmechanismen von Krankheitserregern (Fungizide Wirkung etc.)***
- ***Höhere Geschmacksqualität, geringerer Nitratgehalt, geringere Biozidbelastung***
- ***Höherer Gehalt an wertgebenden Inhaltsstoffen***
- ***Verbesserte Lagerfähigkeit***

Beurteilung des Bodenzustands

Um Bodenleben, Durchwurzelung, Strukturbildung und -stabilisierung für eine optimale Nährstoffversorgung der Nutzpflanze mit den richtigen Maßnahmen unterstützen zu können, muss der Boden in gewissen Abständen untersucht werden. Die Spatendiagnose eignet sich dafür besonders. Die Spatendiagnose nach GÖRBING ist eine Schätzmethode, keine Meßmethode. Das heißt, dass das Ergebnis nicht aus einer oder mehreren exakt nachprüfbaren *Zahlen* besteht, sondern aus einem Gesamteindruck, der aus der Abschätzung verschiedener Faktoren entsteht, die die Bodenfruchtbarkeit kennzeichnen. Für eine *Noteneinteilung* des Gefügestandes nach *Zahlen* ist die Gefügebönetur nach BESTE hinzuzuziehen. Einige Übung vorausgesetzt - ergibt die Spatendiagnose eine sehr exakte Beschreibung des Bodenfruchtbarkeitszustandes und bringt sofort Ergebnisse und Entscheidungshilfen für praktische Bewirtschaftungsmaßnahmen. Durch regelmäßige Anwendung zu verschiedenen Zeitpunkten, auf verschiedenen Flächen und unter verschiedenen Pflanzenbeständen bekommt man sehr schnell Übung und wird sehr sicher im Bewerten der einzelnen Fruchtbarkeitsfaktoren.

Vorgehensweise

Bei der von Johannes GÖRBING um 1930 zur Bodenbeurteilung im Feld entwickelten einfachen Spatendiagnose wird ein Bodenziegel mit dem Spaten direkt aus der Ackerkrume ausgegraben und sofort auf den Zustand des Gefüges (locker, mittel, fest, eventuell vorhandene Horizonte) und anderer Parameter (Bodenfeuchte: trocken, wenig feucht, sehr feucht, nass; Wurzelwachstum) hin untersucht (vgl. Abb. 2).

Spatenprobe nach GÖRBING				
Datum		Notizen		
Parzelle	Frucht			
		(Organisches Material, Wurmkot)		
	Bodenstruktur	Wurzeln	Bodenfeuchte	
Oberkrume	Locker, Krümelstruktur	Viele Feinwurzeln	feucht	
	Krümel und Bröckel	Wenige Feinwurzeln	mittel-feucht	
0-15 cm	Dichte, scharfkantige Klumpen	Kaum Wurzeln	trocken	
Unterkrume	Locker, Krümelstruktur	Viele Feinwurzeln	feucht	
	Krümel und Bröckel	Wenige Feinwurzeln	mittel-feucht	
15-30 cm	Dichte, scharfkantige Klumpen	Kaum Wurzeln	trocken	

Abb. 3: Spatendiagnoseprotokoll BESTE nach GÖRBING/SEKERA 1947

Diese Methode bietet die Möglichkeit, mit relativ geringem Aufwand den Gefügestand eines Bodens hinsichtlich der Größe und Struktur der Bodenteilchen sowie der Verdichtung, Durchwurzelung und Feuchte einzuschätzen. Sie liefert einen Gesamteindruck, der sich als Entscheidungshilfe für sofortige praktische Bewirtschaftungsmaßnahmen bewährt hat.²⁶

Die Gefüge- und Wurzelbönetur nach BESTE²⁷ lassen sich - nach kurzer Einarbeitung – einfach mit der GÖRBING-Spatendiagnose kombinieren. So kann man auch mit Hilfe einer kurzen Feld-

diagnose zu Notenwerten kommen, die sich bei wiederholten Untersuchungen leichter überschauen lassen als ein wortreiches Schätzwert-Protokoll.

Die Durchführung der Spatendiagnose ist bei einer Bodenfeuchte im Bereich der Feldkapazität oder höher nicht ratsam.

Je nach gewünschter Tiefe der Untersuchung kann jeder beliebige Gärtnerspaten verwendet werden. Für Untersuchungen bis in den Unterboden empfiehlt sich die Anschaffung eines GÖRBING-Spatens (vgl. Abb. 3).



Abb. 4: GÖRBING-Spaten mit flachem (hier leicht gerilltem), 40 cm langem Spatenblatt

Den Gärtner- oder GÖRBING-Spaten kann man durch Daraufstellen und Schaukeln schonend in den Boden treiben (vgl. Abb. 4). Schon beim Einbringen des Spatens in den Boden kann man am unterschiedlichen Widerstand Verdichtungen vom lockeren Bodenzustand unterscheiden. Dann wird vor dem Spaten eine kleine Grube ausgehoben und senkrecht zum ersten Spatenschlitz zwei Seitenspaten ausgeführt (2.). Eine gute handbreit hinter dem ersten Spatenschlitz wird ein zweites Mal der Spaten in den Boden getrieben (3.). Der so entstandene „Ziegel“ kann nun zur Grube hin aus dem Boden gehoben (Stiel ruckartig nach hinten ziehen) und zur Beurteilung platziert werden (4.).

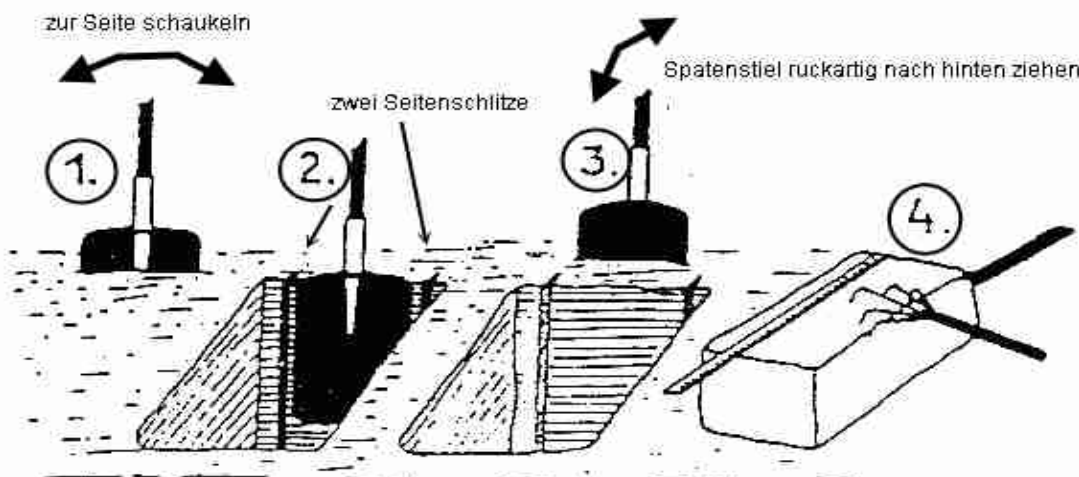


Abb. 5: Aushub des Spatendiagnose-Profiles

Die seitlichen Kanten des Boden- "ziegels" werden mit Hilfe einer Gärtnerkralle vorsichtig vom Bodenklotz gelöst, so dass ein möglichst natürliches Abbröckeln erreicht wird und das Gefüge besser erkennbar wird.

Als Probenahmestellen eignen sich solche, die für den Zustand der zu untersuchenden Parzelle in Bezug auf Bewuchs und Oberfläche insgesamt repräsentativ sind oder aber als Beispiele deutlicher Unterschiede (schlechter Bewuchs, vermutete Verdichtung) beabsichtigt sind.

Der Zeitpunkt für eine Spatendiagnose richtet sich natürlich nach der Fragestellung. Generell gilt: Je mehr Wurzelmasse im Boden ist, desto besser lässt sich das Zusammenspiel aus Durchwurzelung und Bodenstruktur zur Bodenbeurteilung heranziehen. Dennoch ist eine Bodenbeurteilung auch ohne Vegetation möglich.

Tab. 1: Zu empfehlende Zeitpunkte für eine Spatendiagnose bei unterschiedlichen Kulturen

Kultur	Zeitpunkt
Getreideflächen, Rüben und Kartoffeln	etwa drei Wochen vor der Ernte
Feldfutterflächen	kurz vor dem zweiten Schnitt
Dauergrünland/Grünbracheflächen	zwischen Juni und September
Zwischenfrucht-, Gründüngungsflächen	Ende September / Anfang Oktober

Für den Praktiker ist eine kurze Beurteilung des Bodenzustands vor jeder Bodenbearbeitung sinnvoll.²⁸ Eine ausführliche Beschreibung der GÖRBING-Spatendiagnose sowie der Gefügebonitur nach BESTE und zahlreiche Grundlagen und Anleitungen für einfache Methoden, die die Einschätzung der Bodenart und der Bodenfeuchte, bei der Beurteilung im Feld erleichtern, finden sich in BESTE (2001).

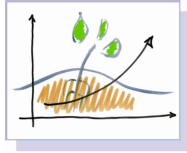
Fussnoten

- ¹ WBB (2001)
- ² ZAPF (1997)
- ³ BAUCHHENSS (1999), ALTEMÜLLER (1991)
- ⁴ BESTE (2005), BESTE (2004)
- ⁵ TAUSCHER (2003), BESTE (2002), LAWA (2002), WAIBEL/FLEISCHER (1998)
- ⁶ KEU (2002), UBA (1998), DE KIMPE/WARKENTIN (1998)
- ⁷ BESTE (2005)
- ⁸ BESTE (1999 a), BESTE (2000)
- ⁹ SIEFERT (1977), DIERKS/HEITEFUSS (1994)
- ¹⁰ BESTE (2005), SCHELLER (2002), BESTE (2000), BESTE (1999 a), HAMPL (1996)
- ¹¹ SCHREIBER (2005), GUTSER/EBERTSEDER (2003), RBS (1994)
- ¹² SCHREIBER (2005), GUTSER/EBERTSEDER (.2003), RBS (1994)
- ¹³ SCHREIBER (2005), SCHINNER/SONNLEITNER (1996 a/b), RBS (1994)
- ¹⁴ SCHREIBER (2005), GUTSER/EBERTSEDER (.2003)
- ¹⁵ SCHREIBER (2005), HARTMANN (2002), PETELKAU (1998)
- ¹⁶ SCHREIBER (2005), SCHINNER/SONNLEITNER (1996 a/b), RBS (1994), SAUERBECK (1992)
- ¹⁷ SAUERBECK (1992)
- ¹⁸ BRUNS (2003), SCHELLER (1998), SAUERBECK (1992)
- ¹⁹ SCHELLER (2002, 1998), RBS (1994)
- ²⁰ SCHELLER (2002), BRUNS (2003), ABELE (1988)
- ²¹ SCHREIBER (2005), HARTMANN (2002),
- ²² MEIER-PLOEGER/VOGTMANN (2003), MEIER-PLOEGER (1993 a u. b, 1989), ABELE (1988), FÜRST (1983)
- ²³ MEIER-PLOEGER/VOGTMANN (2003), TAUSCHER (2003), RAUPP (1998), MEIER-PLOEGER (1993 a u. b, 1989), FÜRST (1983)
- ²⁴ BESTE (2005), HAMPL (1996)
- ²⁵ BESTE (2005), KAINZ et al.(2002), LPP (2002)
- ²⁶ BESTE (2005), BESTE (2003)
- ²⁷ BESTE (2003)
- ²⁸ BESTE (2005), AID (1992)

Literatur

- ABELE, U. (1988): Produktqualität und Düngung – mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch, In: Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Angewandte Wissenschaft, Heft 345
- AID (Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung und Landwirtschaft und Forsten, Hg.) (1992): Bodenschutz und Landwirtschaft
- ALTEMÜLLER, H.-J. (1991): Der morphologische Bau des Bodens in Abhängigkeit vom Bodentyp und der Bodennutzung. In: Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit 2, Bodengefüge. BMELF (Hg.), Hamburg, Berlin
- ANDERSON, T.-H. (1991): Bedeutung der Mikroorganismen für die Bildung von Aggregaten im Boden. (= Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, H. 154)
- BAUCHHENS J. (1999): Die Bedeutung der Bodenorganismen für die Bodenfruchtbarkeit. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising
- BESTE, A. (1999 a): Wie muss Boden bewirtschaftet werden, damit seine ökologische Funktionsfähigkeit langfristig erhalten bleibt? In: Positionen und Vorschläge, 3. Gaytaler Gespräche. Wege zu einer nachhaltigen Entwicklung in der Region. Die Rolle des Bodens.
- BESTE, A. (1999 b): Weiterentwicklung und Erprobung der Spatendiagnose als Feldmethode zur wissenschaftlichen Beurteilung ökologisch wichtiger Funktionsparameter landwirtschaftlich genutzter Böden. In: Boden und Bodenschutz. Bildungsseminar für die Agrarverwaltung Rheinland-Pfalz. Emmelshausen.
- BESTE, A. (1999 c): Bodenbeurteilung mit dem Spaten in Praxis, Beratung und Wissenschaft. In: Berater-Rundbrief 1/99, Bad Dürkheim.
- BESTE, A. (1999 d): Bodenbeurteilung mit dem Spaten in Praxis, Beratung und Wissenschaft. In: Ökologie & Landbau, H. 110, Bad Dürkheim
- BESTE (2000): Ökologischer Landbau - wie funktioniert er und was kann er leisten? In: SPIEß-WALLBAUM/ZEPF/BOCKELMANN (HG.) Ökologischer Landbau und regionale Vermarktungsstrategien - eine Chance für Klimaschutz und Beschäftigung. Arbeitspapier 26, Hans Böckler Stiftung, Düsseldorf
- BESTE, A. et al. (2001): Bodenschutz in der Landwirtschaft. Einfache Bodenbeurteilung für Praxis, Beratung und Forschung. baerens & fuss – verlag, Schwerin
- BESTE, A. (2002): Das Problem mit dem Wasser ist ein Bodenproblem. In: Ökologie & Landbau 124
- BESTE, A. (2003): Erweiterte Spatendiagnose. Weiterentwicklung und Erprobung einer Feldmethode zur Bodenbeurteilung. Dissertation Universität Gießen, Verlag Dr. Köster, Berlin
- BESTE, A. (2004): Vorsorgender Erosionsschutz im Ackerbau - Förderung der Lebendverbauung durch Fruchtfolge, organische Düngung und angepasste Bodenbearbeitungstechnik. In "local land and soil news", the bulletin of the European Land and Soil Alliance (ELSEA) e.V., "Erosion and Landslide - When Soil is moving away" 10/11, 04
- BESTE, A. (2005): Landwirtschaftlicher Bodenschutz in der Praxis. Grundlagen, Analyse, Management. Erhaltung der Bodenfunktionen für Produktion und Gewässerschutz sowie zur Hochwasservermeidung, Verlag Dr. Köster, Berlin
- BRUNS, C. et al. (2003): Suppressive Effekte von Komposten gegenüber bodenbürtigen Krankheiten – Qualitätsmerkmal hochwertiger Komposte. Ein Überblick zum Stand des Wissens. In: 64. Informationsgespräch des ANS e.V. in Witzhausen. Tagungsband, Weimar
- DE KIMPE, C. & R. WARKENTIN (1998): Soil Functions and the Future of Natural Resources. In: Blume H.-P. (Hg.): Towards sustainable land use. Furthering cooperation between people and institutions. Selected papers of the 9th conference of the International Soil Conservation Organisation (ISCO). Reiskirchen
- DIERKS R.; HEITEFUSS R. (Hg.) (1994): Integrierter Landbau. Systeme umweltbewusster Pflanzenproduktion. München
- FÜRST, L. (1983): Qualität von Obst, Kartoffeln und Getreide. In: DLG Arbeitsunterlagen: Zur Qualität pflanzlicher Produkte aus modernem und alternativem Landbau a/83
- GISI, U. (1997): Bodenökologie. Stuttgart, New York
- GÖRBBING, J.; SEKERA, F. (1947): Die Spatendiagnose - Ziel und Grundlage der zweckmäßigen Bodenbearbeitung. Hannover
- GUTSER, R. u. EBERTSEDER, TH. (2003): „Kompostverwertung – Sicherung von Bodenfunktionen“. In: 64. Informationsgespräch des ANS e.V. in Witzhausen. Tagungsband, Weimar
- HAMPL, U. (1996): Gründüngung Grundlage der Bodenfruchtbarkeit. Graz

- HARTMANN, R. (2002): Studien zur standortgerechten Kompostanwendung auf drei pedologisch unterschiedlichen, landwirtschaftlich genutzten Flächen der Wildeshäuser Geest, Niedersachsen. Dissertation Universität Bremen, Fachbereich 2 (Biologie/Chemie), = Bremer Beiträge zur Geographie und Raumplanung, Band 39
- KAINZ et al. (2002): Pflug – ja, nein oder weniger? In: Ökologie & Landbau 124, Schwerpunkt: Gesunder Boden als Ziel
- KEU (Kommission der Europäischen Union) (2002): Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Wirtschafts- und Sozialausschuss sowie an den Ausschuss der Regionen. Hin zu einer spezifischen Bodenschutzstrategie. Brüssel http://europa.eu.int/comm/environment/soil/pdf/opinion020918_de.pdf
- LAWA (2002): Gemeinsamer Bericht von LAWA und LABO zu Anforderungen an eine nachhaltige Landwirtschaft aus Sicht des Gewässer- und Bodenschutzes vor dem Hintergrund der Wasserrahmenrichtlinie, Hannover
- LPP (Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Hg.) (2002): Bodenbearbeitung und Bodengesundheit. Zwischenergebnisse im Projekt Ökologische Bodenbewirtschaftung. Mainz
- MEIER-PLOEGER, A. et al. (1993a): Enhanced Food Quality: Effects of Composts on the Quality of Plant Foods. Compost, Science and Utilization, 1
- MEIER-PLOEGER, A. et al. (1993b): Enhanced Food Quality Induced by Compost Applications. Science and Engineering of Composting, Ohio, May 1992
- MEIER-PLOEGER, A und VOGTMANN, H. (2003): „Qualitätsaspekte der Düngung mit Bioabfallkompost.“ In: 64. Informationgespräch des ANS e.V. in Witzenhausen. Tagungsband, Weimar
- MEIER-PLOEGER, A. (1989): Quality of food plants grown with compost from biogenic waste. Agriculture, Ecosystems and Environment, 27:1, Elsevier Science Publishers B.V.
- PETELKAU, H. (1998): Bodenbearbeitung und Bodenschadverdichtungen. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL). Arbeitspapier 266 „Bodenbearbeitung und Bodenschutz“. Darmstadt
- RAUPP, J. (1998): Examination of some microbiological and biochemical parameters and tests of product quality used in a long term fertilization trial. Amer. J. Alternative Agric. 13
- RBS, ROBERT BOSCH STIFTUNG (Hrsg.) (1994): Schwäbisch Haller Agrarkolloquium zur Bodennutzung, den Bodenfunktionen und der Bodenfruchtbarkeit. Denkschrift für eine umweltfreundliche Bodennutzung in der Landwirtschaft. Gerlingen
- SAUERBECK, D. (1992): Funktionen und Bedeutung der organischen Substanzen für die Bodenfruchtbarkeit – ein Überblick. In: Bodennutzung und Bodenfruchtbarkeit 4, Humushaushalt. BMELF (Hg.), Hamburg, Berlin
- SHELLER, E. (1998): Pflanzenernährung und Düngung im organischen Landbau. In: Springer Loseblatt System Ökologische Landwirtschaft. Pflanzenbau, Tierhaltung, Management 1, Lünzer, I.; Vogtmann, H. (Hg.), Heidelberg, New York, Sektion 02.02
- SHELLER, E. (2002): Eiweißstoffwechsel und Bodenfruchtbarkeit. In *bioland* 1/2002, Mainz
- SCHINNER, F.; SONNLEITNER, R. (1996 a): Bodenökologie 1: Grundlagen, Klima, Vegetation, Bodentyp. Mikrobiologie und Bodenenzymatik. Berlin
- SCHINNER, F.; SONNLEITNER, R. (1996 b): Bodenökologie 2: Bodenbewirtschaftung, Düngung und Rekultivierung. Mikrobiologie und Bodenenzymatik. Berlin
- SCHREIBER, A. (2005): Ökonomische und ökologische Beurteilung der Kompostverwertung in der Landwirtschaft. Dissertation Universität Hohenheim
- SEKERA, M. (1984): Gesunder und Kranker Boden. Ein praktischer Wegweiser zur Gesunderhaltung des Ackers. Graz
- SIEFERT, E. (1977): Der organisch - biologische Landbau. (In: Ökologischer Landbau, eine europäische Aufgabe: Agrarpolitik und Umweltprobleme = Alternative Konzepte, 21). Bad Dürkheim
- TAUSCHER et al. (2003): Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren: Statusbericht 2003. FAL, Braunschweig
- UBA, UMWELTBUNDESAMT (1998): Maßstäbe bodenschonender landwirtschaftlicher Bodennutzung - Erarbeitung von Beurteilungskriterien und Meßparametern als Grundlagen für fachliche Regelungsansätze. Umweltbundesamt (Hg.), Berlin
- WAIBEL, H. und G. FLEISCHER (1998): Kosten und Nutzen des chemischen Pflanzenschutzes in der deutschen Landwirtschaft aus gesamtwirtschaftlicher Sicht. Kiel
- WBB (Wissenschaftlicher Beirat Bodenschutz) (2001): Brainstorming Globaler Bodenschutz. Ergebnisprotokoll, Berlin
- WBGU (1994): Die Welt im Wandel - Die Gefährdung der Böden. (= Jahresgutachten 1994). Bonn
- ZAPF, R. (1997): Mechanische Bodenbelastung durch die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion in Bayern. In: Bodenkultur und Pflanzenbau, Heft 7, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, München



**Büro für Bodenschutz
& Ökologische Agrarkultur**

**Bodenschutz, Naturschutz,
Regionale Vermarktung
Beratung, Fortbildung, Analyse**

Dr. Andrea Beste
Osteinstr. 14
D-55118 Mainz
Tel/Fax: +49 +6131-639901
E-Mail: A.Beste@t-online.de
Website: www.gesunde-erde.net

Aus dem Bodenschutz-Angebot:
Fortbildung, Seminare und Vorträge:

- Bodenökologie
- Bodenbewirtschaftung/-bearbeitung
- Bodenschutz
- Einführung in die Erweiterte und GÖR-BING -Spatendiagnose und ihre Eignungsbereiche

Analyse

- Qualitative Strukturanalyse, Eindringwiderstand und Aggregatstabilitätstest