

Humusbilanzierung



University of
Natural Resources and
Life Sciences, Vienna



Department of
Sustainable Agricultural Systems

Division of Organic Farming



Marie-Luise Wohlmuth

Agrarpädagogin, wissenschaftliche
Mitarbeiterin, Lektorin

Universität für Bodenkultur, Institut für
ökologischen Landbau

Mit Unterstützung von Bund, Land und Europäischer Union

 Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus

 **LE 14-20**
Entwicklung für den Ländlichen Raum



Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.



Agenda

1. Humusbilanzierung (Was?, Wozu?, Wie?)
2. Methoden
3. Bewertung von Fruchtfolgen - Gruppenarbeit

Humusbilanzierung – Was ist das?

1. Vielzahl von Methoden und Modellen
2. Verschiedene Ziele:
 1. **Agronomische Methoden:** Erhalt oder Aufbau org. Substanz (OS) um die Ertragsfunktion zu erhalten, Änderungen OS nicht berechenbar
 2. Ökologische Methoden zur Berechnung der Veränderung der OS im Boden durch Bewirtschaftung. Modelle

Humusbilanzierung - Grundprinzip

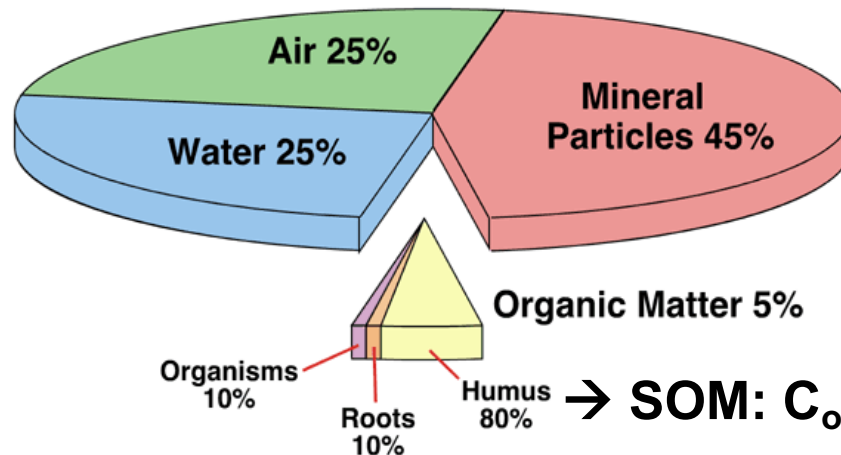
$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Humus-} \\ \text{bilanz} \\ \text{(Saldo)} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Humusreproduk-} \\ \text{tionsleistung aus} \\ \text{organischer} \\ \text{Düngung} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{Humusreprodukti-} \\ \text{onsleistung der} \\ \text{humusmehrenden} \\ \text{Fruchtarten} \\ \hline \end{array} - \begin{array}{|c|} \hline \text{Humusreprodukti-} \\ \text{onsbedarf der hu-} \\ \text{muszehrenden} \\ \text{Fruchtarten} \\ \hline \end{array}$$

VDLUFA 2014

- Aussagen bezüglich Zufuhr und Abfuhr von organischer Substanz eines Schlages
- Beobachtungszeitraum= zumindest 1 **Fruchtfolge**

Wie ist Humus in den Humusbilanzierungsmethoden definiert?

- = Gesamtheit der abgestorbenen **organischen Bodensubstanz**
- = Summe des abgestorbenen Pflanzenmaterials und der Rückstände von Bodenlebewesen inklusive ihrer Umwandlungs- und Abbauprodukteprodukte im und auf dem Boden.



<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/10t.html>

Organic Matter 5%

Organisms
10%

Roots
10%

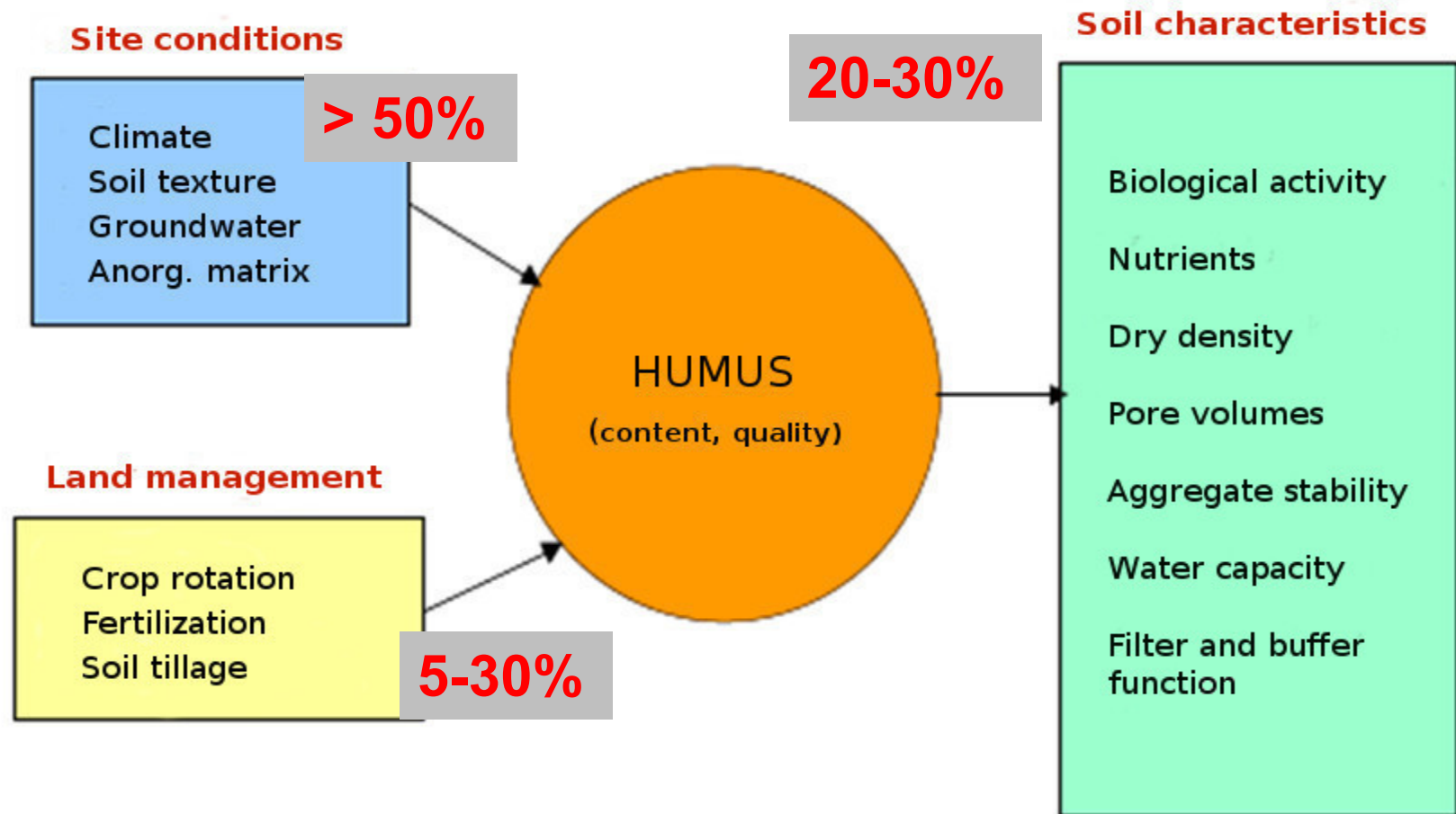
Humus
80%

→ SOM: C_{org} (58%), O₂, H, N_t (< 5%), P, S

- organische Bodensubstanz (SOM) ≠ organischer Kohlenstoff (SOC)

$$\begin{aligned} \text{SOM oder Humus (\%)} \times 0,58 &= \text{C}_{\text{org}} \\ \text{C}_{\text{org}} \times 1.72 &= \text{SOM oder Humus (\%)} \end{aligned}$$

Humus – Einflußgrößen



Regulierungsfaktoren: Zufuhr organischer Substanz (Menge und Qualität) und Abbaurrate der organischen Substanz

Humusbilanzierung agronomisch – Wozu?

Organische Substanz im Boden wichtig für den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit!

- Um Bodenfunktionen aufrecht zu erhalten (z.B. Ertragsfunktion, Speicherfunktion,...)
- Um Bodenfruchtbarkeit aufrecht zu erhalten (Bodenlebewesen, Krümelstabilität, Porenvolumen, Menge organischer Substanz,...)

Warum ist Humus so wichtig?

Organische Bodensubstanz und Bodenfruchtbarkeit



Department für Nachhaltige Agrarsysteme

Institut für Ökologischen Landbau

- physikalisch
 - Erhöhung der **Bodentemperatur**
 - Verbesserung der **Bodenstruktur & Aggregatstabilität:**
 - Lebendverbauung**
 - Verringerung der **Lagerungsdichte**: - 0,01 g cm⁻³ je 0,1 % C_{org}
 - Erhöhung der **Infiltration & Wasserhaltekapazität**: + 0,6% / 0,1% C_{org}
 - Verbesserung der **Durchlüftung**
 - Erhöhung der **Filterkapazität**
 - chemisch
 - Verbesserung der **Nährstoffspeicherung & Pufferfunktion**:
 - Kationenaustauschkapazität
 - **Lieferung von Nährstoffen** (N, P und S)
 - **Mobilisierung von Nährstoffen** aus anorganischen Reserven (Säurebildung, mikrobielle Aktivität)
 - **Immobilisierung** von toxischen Substanzen (z.B. Cu in Anmoorböden)
 - biochemisch
 - **Lebensraum & Nahrungsgrundlage** für Bodenorganismen
- (Sauerbeck, 1992;
Kundler, 1989;
ergänzt)
- Fördernde Effekte auf Pflanzen bei suboptimalen Wachstumsbedingungen durch **Wirkstoffe** (z.B. Wachsstoffe, Vitamine, Chinone)

Humusbilanzierung agronomisch - Wie?

- Die Versorgung des Bodens mit organischer Substanz wird **indirekt** abgeschätzt (schnell, wenige Daten erforderlich, selbst durchführbar).
- Alternative und ergänzend: Bodenuntersuchungen (langsame Veränderungen, teuer)

Methoden in AT, D, CH – agronomische Methoden

Methods	Unit	Description
ROS (Asmus & Hermann 1977)	Reproduktionswirksame organische Substanz (ROS) = Wirksamkeit von Stallmist	Langzeitversuche, führt zu Überschätzungen
HE (Leithold et al. 1997)	Humuseinheiten Methode (HE) = 1 t Humus mit 55 kg N and 580 kg C (1 t ROS = 0,35 HE)	Basis = N-Bilanz, unterscheidet zwischen konv. und ökologischem Landbau
VDLUFA (2014)	Humusäquivalente = 1 kg Humus-C; (1 t ROS = 200 kg Humus-C; 1 HE = 580 kg Humus-C)	Aus ROS und HE entstanden, Unterscheidung zwischen konv. und ökologischem Landbau
STAND (Kolbe 2010)	Humus Koeffizienten (kg Humus-C/ha und Jahr)	Aus VDLUFA entstanden; unterscheidet 6 Böden, unterscheidet zw. konv. und ökol. Landbau

Andere Methoden: HU-MOD (Brock et al. 2013), REPRO

VDLUFA Klassen humusverbrauchender Kulturen

Fruchtarten	Humusreproduktionsbedarf (Häq ha ⁻¹ a ⁻¹)		
Hauptfrüchte	Untere Werte	Mittlere Werte	Obere Werte
Zucker- und Futterrübe ²⁾ , einschließlich Samenträger ²⁾	760	1300	1840
Kartoffel ³⁾ und 1. Gruppe Sonderkulturen ¹⁾	760	1000	1240
Silomais, Körnermais ²⁾ und 2. Gruppe Sonderkulturen ¹⁾	560	800	1040
Getreide (Körnernutzung) ²⁾ , Öl- und Faserpflanzen ²⁾ , Sonnenblumen ²⁾ und 3. Gruppe Sonderkulturen ¹⁾	280	400	520

STAND Methode Abfuhr (Kolbe 2008)

Tabelle1: Anbauspezifische Veränderung der Humusvorräte der Böden in Humusäquivalenten (kg C/ha u. Jahr) nach der VDLUFA- und der standortangepassten Methode

	VDLUFA-Methode		Standortangepasste Methode					
	Untere Werte	Obere Werte	Standortgruppe					
			1	2	3	4	5	6
Hauptfruchtarten								
Hackfrüchte: Rüben*	-760	-1300	-510	-610	-710	-660	-760	-900
Kartoffeln, Gruppe 1	-760	-1000	-510	-610	-710	-660	-760	-900
Mais: Silo- u. Körnermais*, Gruppe 2	-560	-800	-310	-410	-510	-460	-560	-700
Getreide*: einschließl. Öl- u. Faserpflanzen, So.-Blume, Gruppe 3	-280	-400	-30	-130	-230	-180	-280	-420
Körnerleguminosen	160	240	410	310	210	260	160	20

Stand 5 entspricht VDLUFA

STAND Methode Zufuhr (Kolbe 2008)

Tabelle 2: Reproduktionskoeffizienten der organischen Materialien in Humusäquivalenten (kg C/t Substrat) nach der VDLUFA- und der standortangepassten Methode

Methode:		VDLUFA-Methode	Standortangepasste Methode		
Zufuhrhöhe:			niedrig	mittel	hoch
Stroh (t/ha u. J.):			bis 3	3 bis 6	über 6
Gründüngg., Stalldg., Komp. (t/ha u. J.)			bis 10	10 bis 20	über 20
Gülle (m³/ha u. J.): (% TM)			bis 25	25 bis 50	über 50
Pflanzenmaterial (Berechnung siehe Tab. 3)					
Stroh	86	80 – 110	83,4	67,9	41,3
Gründüngung, Rübenblatt, Marktabfälle	10	8	5,5	3,2	1,0
Grünschnitt	20	16	11,0	6,4	2,0
Stallmist					
frisch	20	28	25,0	21,0	19,0
	30	40	37,5	31,5	28,5
verrottet (auch Festst. a. Güllesepar.)	25	40	33,0	28,0	24,0
	35	56	46,2	39,2	33,6
kompostiert	35	62	58,5	47,3	37,1
	55	96	91,9	74,3	58,3
Gülle					
Schwein	4	4	3,2	2,9	2,9
	8	8	6,5	5,8	5,8
Rind	4	6	4,9	4,6	4,6
	7	9	8,6	8,1	8,1
	10	12	12,3	11,6	11,6

Einstufung STAND Kolbe

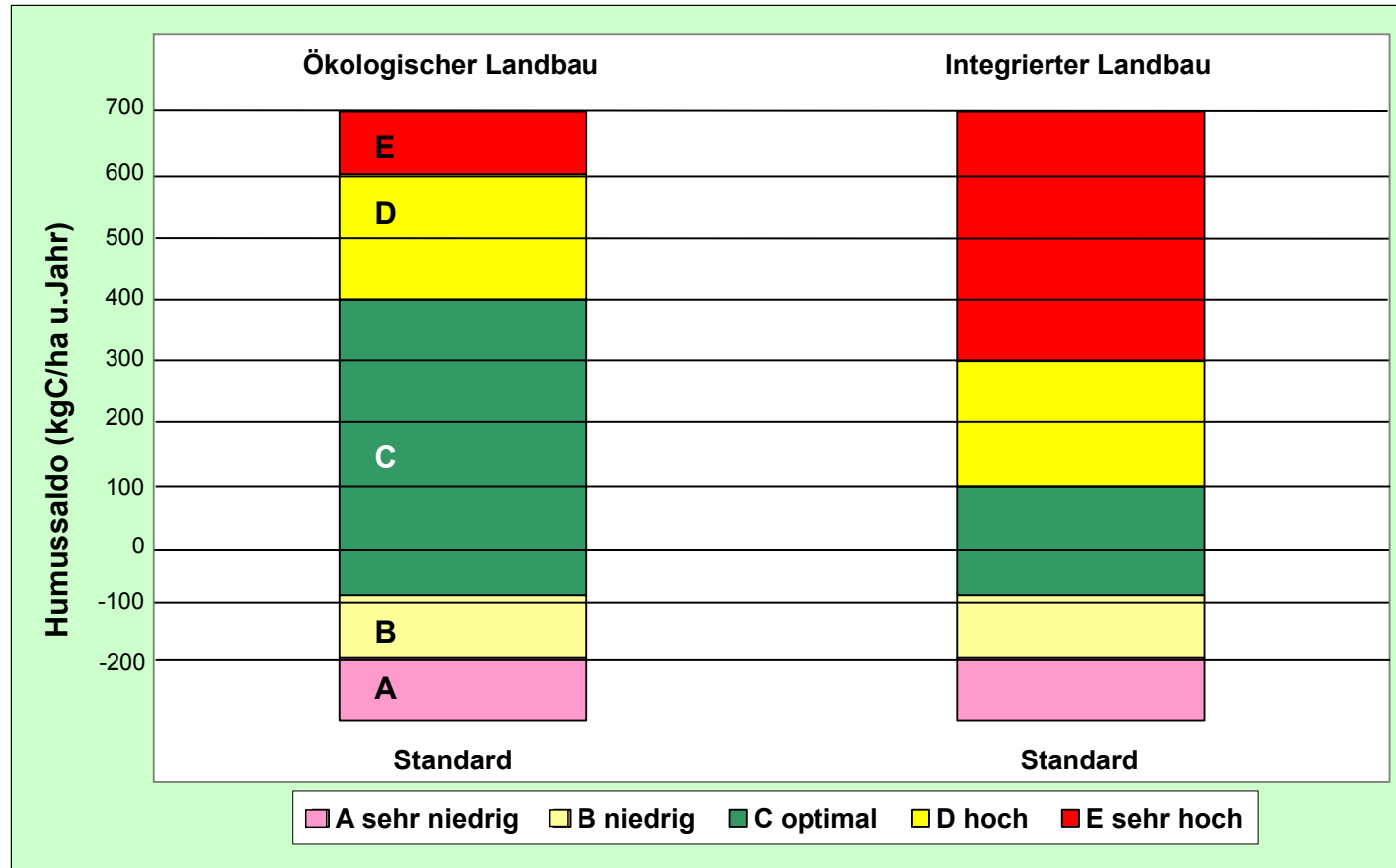


Abbildung 1: Versorgungsgruppen für Humus

Humusbilanzierung – ein Zugang zum Boden

Bewusstsein schaffen
Genauigkeit steht im Hintergrund

Beurteilung von Bodeneigenschaften

1. direkt im Feld: → **Spatenprobe** (nach Görbing 1930)

- sehr einfach und effektiv beurteilbar
- zur Bestimmung von Bodengefüge und Bodenfruchtbarkeit
- Bewirtschaftungsfehler werden sichtbar

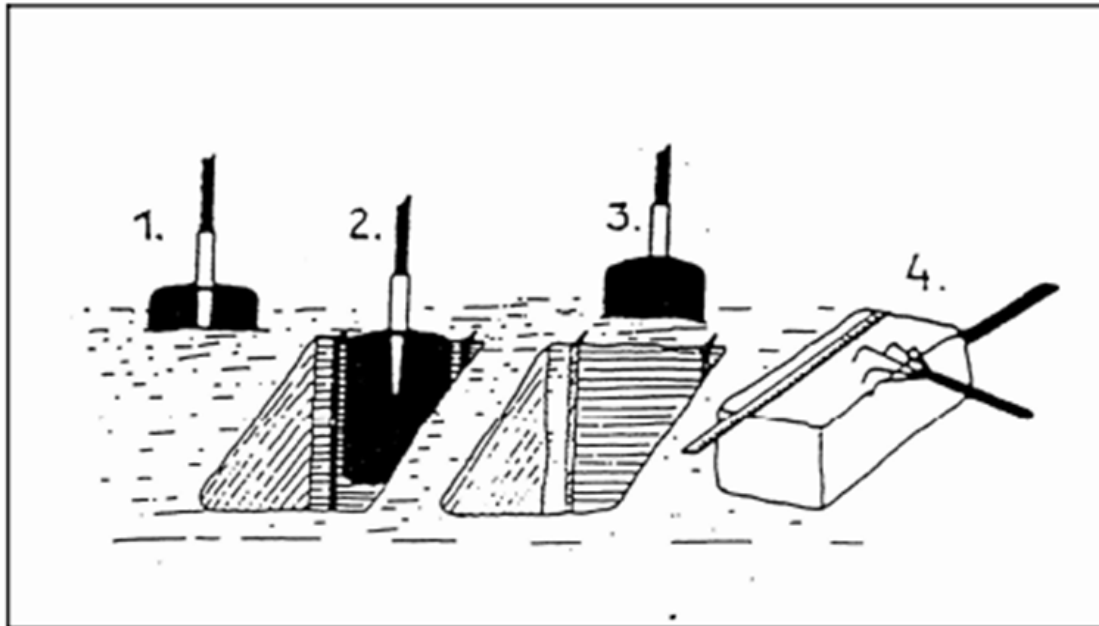
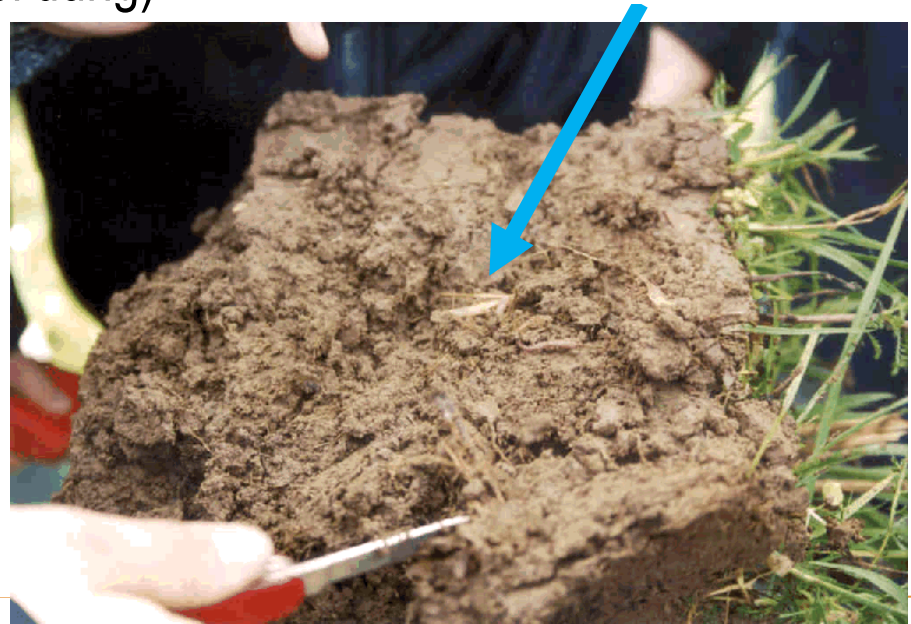


Abb. 1 Spatenprobe nach GÖRBING (aus: HAMPL 1995)

Spatenprobe

- Beurteilung des **Wurzelbildes**
- Bodenfarbe (je dunkler, desto höher der Humusgehalt)
- Bodengeruch (erdig, faulig)
- **Bodenleben** (Regenwurmbesatz, Wurmlosung)
- Bodenverdichtungen (Pflugsohlenbildung)
- **Bearbeitungshorizonte**
- **Rückstände** (wenig zersetzte Pflanzenrückstände → anerobe Bedingungen)
- Bodenfeuchte
- **Bodenstruktur/Bodengefüge**

Ernterückstände der Vorfrucht



Bodenkarten

2. über Bodenkarten:

Karten der Bodenschätzung (Finanzbodenschätzung)

diese Karten liegen für jedes Feldstück beim Finanzamt auf, geben wichtige Hinweise u.a.

- zur **Durchlüftung des Bodens** (ob der Boden *leicht, mittel, schwer* ist),
- **Durchwurzelungstiefe** (Gründigkeit)
- zum **Bodentyp** (z.B. Braunerde, Schwarzerde)
- Gesamtbeurteilung der **Bodenfruchtbarkeit** (**Bodenzahl** und **Ackerzahl**)

Digital Bodenkarte im Internet eBOD

Gruppenarbeit

- Fruchtfolgen werden hinsichtlich ihrer Zufuhr und Abfuhr von organischer Substanz überprüft.



- Neue didaktische Aufbereitung der Methode **Humus-Trend-Waage**
- Methode VDLUFA
- mit Durchschnittswerten für Ertrag und Koppelprodukte

Literatur - 1

- Asmus, F., Herrmann, V. (1977): Reproduktion der Organischen Substanz des Bodens. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Berlin.
- Bellarby, J., Foereid, B., Hastings, A., Smith, P. (2008): Cool Farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential. Greenpeace International, Amsterdam, the Netherlands. <http://www.greenpeace.org/international/Global/International/planet-2/report/2008/1/cool-farming-full-report.pdf> (15.02.2011)
- Brock, C., Franko, U. Oberholzer, H.R., Kuka, K., Leithold, G., Kolbe, H., Reinhold, J. (2013): Humus balancing in Central Europe – concepts, state of the art, and further challenges. J. Plant Nutr. Soil Sci. 176: 3-11.
- Douglas, J. T., Jarvis, M. G., Howse, K. R. & Goss, M. J., 1986. Structure of a silty soil in relation to management. Journal of Soil Science 37, 137-151.
- FAO (2011): Organic agriculture and climate change mitigation. A report of the round table on organic agriculture and climate change. FAO, December 2011.
- Freyer, B. (2018): The use of rotations in organic crop cultivation. Unpublished manuscript.
- Hülsbergen, K.J., Küstermann, B. (2007): Überzogene Erwartungen. DLG-Mitteilungen 11/2007: 58-61.
- Hülsbergen, K.-J. (2003): Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Shaker, Aachen.
- Johnson, M.G., Levine, E.R., Kern, J.S. (1995): Soil organic matter: Distribution, genesis, and management to reduce greenhouse gas emissions. Water, Air, and Soil Pollution, Vol. 82, 3: 593-615.
- Kasper, M., Freyer, B., Hülsbergen, K.J., Schmid, H., Friedel, J.K. (2015): Humus balances of different farm production systems in main production areas in Austria. J. Plant Nutr. Soil Sci. 178: 25-34.
- Kasterine A., Niggli, U. (2015): Organic Farming and Climate Change, FIBL, <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1500-climate-change.pdf> 3.11.2015.
- KOLBE, H. (2008a): Einfache Verfahren zur Berechnung der Humusbilanz für konventionelle und ökologische Anbaubedingungen. <http://orgprints.org/13626/> (25.3.2020).
- Kolbe, H. (2010): Site-adjusted organic matter-balance method for use in arable farming systems. J. Plant Nutr. Soil Sci. 173, 678–691.
- Körschens, M., Rogasik, J., Schulz, E., Bönig, H., Eich, D., Ellerbrock, R., Franko, U., K.-J. Hülsbergen, Köppen, D., Kolbe, H., Leithold, G., Merbach, I., Peschke, H., Prystav, W., Reinhold, J. & J. Zimmer (2004): Humusbilanzierung. Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Standpunkt. VDLUFA, Bonn.

Literatur - 2

- Leithold, G. Hülsbergen, K.J., Michel, D., Schönmeier, H. (1997): Humusbilanzierung-Methoden und Anwendung als Agrar-Umweltindikator. In: Deutsche Bundesstiftung Umwelt (Hrsg.). Initiativen zum Umweltschutz 5, Umweltverträgliche Pflanzenproduktion, Zeller Verlag Osnabrück 5: 43-54.
- Leithold, G. und Hülsbergen, K.-J. (1998): Humusbilanzierung im ökologischen Landbau, Ökologie & Landbau, 26. Jahrgang (Nr.1), S.32-35, Oekom Verlag, München.
- Leithold (2004): Humusversorgung im ökologischen Landbau: Analyse und Bewertung des Humushaushaltes mit Hilfe von Humusbilanzen. Universität Gießen, 2004.
- Leithold, G., Brock, Chr., Hoyer, U. & K.-J. Hülsbergen (2007): Anpassung der Humusbilanzierung an die Bedingungen des ökologischen Landbaus. In: Bewertung ökologischer Betriebssysteme – Bodenfruchtbarkeit, Stoffkreisläufe, Biodiversität. KTBL-Schrift 458, 24 - 50.
- Muller, A., Bautze, L., Meier, M., Gattinger, A. (2016): Organic farming, climate change mitigation and beyond. IFOAM EU Group. www.ifoam-eu.org
- Rogasik, J., Koerschens, M. (2005): Humusbilanz und Maßnahmen für optimale Humusgehalte. Vortrag, Humustag der FAL, 24.11.2005.
- Rogasik, J., Körschens, M., Rogasik, H., Schnug, E. (2008): C-Sequestrierungspotentiale agrarisch genutzter Böden in Deutschland. In (Ed.): Hüttl, R., Prechtel, A., Bens, O.; Humusversorgung von Böden in Deutschland. Umweltbundesamt Juni 2008: 144-152.
- Smallwood. M. (2017): Regenerative organic agriculture and climate change. Rodale Institute, www.rodaleinstitute.org
- VDLUFA (2014): Humusbilanzierung. Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Eigenverlag VDLUFA, Speyer, Germany.