View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Organic Eprints

Vergleich von Bilanzierungsmethoden für Humus an Hand langjähriger Dauerversuche

Kolbe, H., Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Pflanzliche Erzeugung, Gustav-Kühn-Str. 8, 04159 Leipzig

Zielstellung

Es wurden verschiedene Methoden zur Beurteilung der Humusreproduktion auf ihre Genauigkeit und Praxistauglichkeit untersucht. Die Überprüfung der Verfahren erfolgte an Hand von Ergebnissen aus Dauerfeldversuchen. Den mit den Verfahren errechneten Werten bezüglich der Kohlenstoffentwicklung im Boden wurden die experimentell ermittelten Werte gegenüber gestellt.

Material und Methoden

Von einer Projektgruppe wurde die VDLUFA-Methode zur Humusbilanzierung erarbeitet (Körschens et al., 2004) in dem die HE-Methode (HumusEinheit) (Leithold et al., 1997) und die ROS-Methode (Reproduktionswirksame Organische Substanz) (Autorenkollektiv, 1977; Körschens & Schulz, 1999) integriert worden sind. Bei der Humusbilanzierung wird der Humussaldo aus dem Humusverlust (Anbau Humus zehrender Kulturpflanzen) und der Humuszufuhr (Anbau Humus mehrender Kulturpflanzen, organische Düngung) errechnet.

Von den Simulationsverfahren zur C-Dynamik wurde das Teilmodell CANDY-Carbon Balance (CCB) des Modells CANDY (CArbon and Nitrogen DYnamics) ausgewählt. Mit dem CCB-Verfahren wird der zeitliche Verlauf der Akkumulation bzw. des Abbaus des umsetzbaren organischen Kohlenstoffs im Boden in Jahresschritten unter bestimmten Standortbedingungen und in Abhängigkeit von der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung dargestellt (FRANKO, 1996, 1997).

Für die Berechnungen stand eine Datensammlung von über 200 Feldversuchen zur Verfügung (KOLBE, 2003). Bei der Auswahl der Versuche wurde Wert darauf gelegt, möglichst viele Einflussfaktoren (Klimaräume, Bodenarten, Bewirtschaftungssysteme) auf den Humusgehalt zu erfassen.

Ergebnisse

VDLUFA-Verfahren (HE und ROS)

Als Zielgröße wurde die Einhaltung standorttypischer C_{org}-Gehalte geprüft indem die berechneten C_{org}-Veränderungen bei 100%iger Bedarfsdeckung an organischer Substanz den Ausgangsgehalten im Versuch gegenüber gestellt worden sind. Im Durchschnitt der Versuche erfolgt bei Anwendung des ROS-Verfahrens eine etwas geringere Anhebung der C_{org}-Werte als bei Anwendung des HE-Verfahrens (Abb. 1). Die Streubreite der erlangten Ergebnisse ist erheblich. Ursache hierfür ist eine stark unterschiedliche Rechengenauigkeit auf den geprüften Standorten (Tab. 1).

Bei den mittleren Böden (SL, sL) des mehr kontinentalen Klimabereiches Ostdeutschlands betrug die Überbewertung nur 8 %, d.h. der Humusgehalt wird im Durchschnitt der Standortgruppe nur geringfügig angehoben, ein standorttypischer Humusgehalt kann im Durchschnitt der Standortgruppe gewährleistet werden. Auf diesen Böden können daher die ROS-Koeffizienten der VDLUFA-Methode zur Absicherung der Humusgehalte empfohlen werden.

Bei den sehr leichten Böden (S, SI, IS) betrug die durchschnittliche Anhebung bereits 12 % im kontinentalen Klimabereich. Auch die Humusgehalte der sehr schweren Böden (T) werden mit der ROS-Methode bei 100 % Bedarfsdeckung mit 7 - 23 % und die Schwarzerden mit 6 - 15 % überschätzt. Auf diesen Bodengruppen erfolgt eine z. T. deutliche Anhebung der Humusgehalte. Aus diesen Gründen könnten die Humifizierungskoeffizienten noch etwas unter die der ROS-Methode abgesenkt werden, ohne dass zu befürchten ist, dass der standorttypische Humusgehalt absinkt. Bei Anwendung der HE-Methode werden die Humusgehalte demgegenüber auf diesen Standorten noch deutlicher angehoben, so dass die HE-Methode nicht empfohlen werden kann, wenn lediglich eine Aufrechterhaltung der Humusgehalte angestrebt wird.

Für die Lehmböden reichen dagegen die ROS-Koeffizienten nicht aus, um den standorttypischen Humusgehalt aufrecht zu erhalten. Es würde ein Abfall um durchschnittlich 7 % eintreten. Die Humusgehalte dieser umsetzungsintensiven Böden (Lö- und V-Standorte) können demgegenüber bei Verwendung der Koeffizienten der HE-Methode abgesichert werden (Durchschnitt +2 %).

CCB-Verfahren

Unter Einbeziehung aller Versuche wird eine sehr hohe Streubreite der Ergebnisse sichtbar, so dass ein genereller Einsatz des Verfahrens bisher nicht möglich erscheint (Abb. 2). Die erlangten Ergebnisse weisen allerdings für einige Standorte und Böden eine hohe Rechengenauigkeit auf (Tab. 1). Es besteht eine gute Übereinstimmung zwischen berechneten und experimentell ermittelten C_{org}-Gehalten auf den leichten (- 6 %) und mittleren Böden (+ 2 %) sowie den Schwarzerden (- 3 %) des ostdeutschen Gebietes.

Für einen sinnvollen Einsatz auf anderen Standorten ist das Verfahren bisher nicht geeignet, da hohe Abweichungen im Vergleich zu den Felddaten der Versuche berechnet werden. Hierzu zählen vor allen Dingen die Lehmböden (+ 27 %). Auf Grund der verhältnismäßig niedrigen C_{org}-Gehalte dieser Böden erfolgt eine starke Überschätzung der Anbaureaktionen auf die Humusgehalte. Weiterhin zählen hierzu die leichten und mittleren Böden in den deutlicher humiden Einflussbereichen Westdeutschlands. Diese Böden weisen standorttypisch rel. hohe C_{org}-Gehalte auf und es erfolgt eine z. T. starke Unterbewertung der zu erwartenden Reaktion der C_{org}-Gehalte auf Anbauveränderungen.

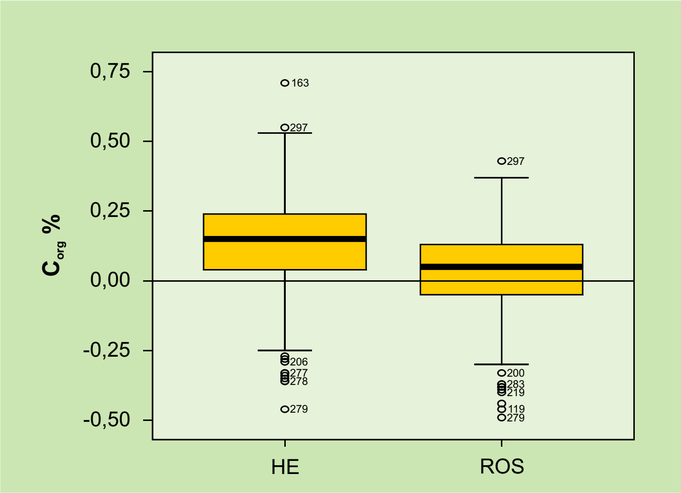

Abb. 1: Median und Streubereiche in den berechneten C_{org}-Gehalten der HE- und ROS-Methode unter Einbeziehung aller praxisrelevanten Versuchsvarianten im Vergleich zu den jeweiligen Felddaten am Versuchsbeginn (= 0,0 % C_{org})

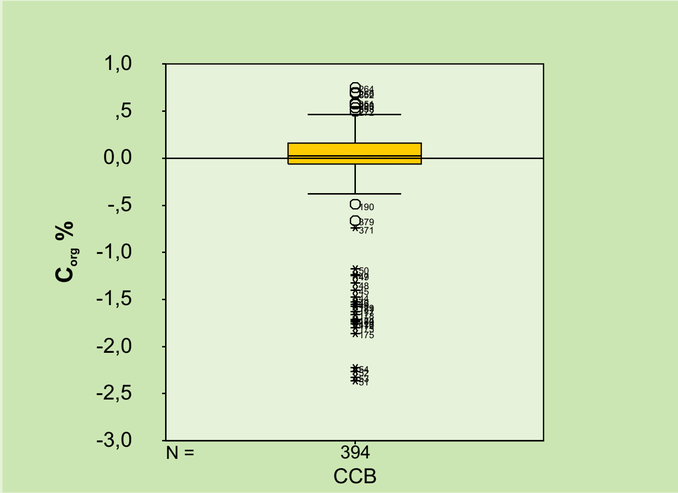

Abb. 2: Median und Streubereiche in den berechneten C_{org}-Gehalten des CCB-Verfahrens unter Einbeziehung aller praxisrelevanten Versuchsvarianten im Vergleich zu den jeweiligen Felddaten am Versuchsende (= 0,0 % C_{org})

Tab. 3: Einfluss einer 100%igen Bedarfsdeckung mit organischer Substanz auf die Gehalte an C_{org} im Vergleich zum Versuchsbeginn bei Anwendung der HE- und ROS-Methode sowie Abweichung zwischen im Feld gemessenen C_{org}-Werten am Versuchende und den mit dem CCB-Verfahren ermittelten Werten (0 % C_{org} = 100 %) im Durchschnitt von 39 Versuchen

Versuchsort/LAND	HE		ROS		CCB	
	C_{org} [%]	C_{org} rel. [%]	C_{org} [%]	C_{org} rel. [%]	C_{org} [%]	C_{org} rel. [%]
Sand						
Dahlem, BER	0,24	136	0,15	122	-0,14	83
Groß Kreutz, BB	0,17	126	0,04	106	-0,04	95
Darmstadt (Öko), RP	0,04	105	-0,04	97	-0,04	95
Niederlande	0,04	101	-0,05	99	-1,42	54
Lentföhrden, SH	0,39	109	0,29	106	-2,29	54
Dülmen, NRW	0,09	107	0,02	101	-0,08	94
anlehmiger Sand						
Thyrow, BB	0,18	134	0,08	114	-0,06	86
Thyrow, BB	0,22	136	0,12	118	-0,10	83
Thyrow, BB	0,21	133	0,10	117	-0,05	91
Müncheberg, BB	0,24	142	0,09	116	0,02	103
Müncheberg, BB	0,19	137	0,07	115	0,10	121
Völkenrode, NI	0,26	132	0,11	113	-0,06	93
Spröda, SN	0,21	125	0,11	113	-0,01	99
lehmiger Sand						
Speyer, RP	0,28	133	0,13	115	-0,08	91
Niederlande	-0,36	90	-0,45	86	-1,70	39
Mittelwerte leichte Böden (S, SI, IS)	**0,20**	**125**	**0,09**	**111**	**-0,40**	**85**
Anzahl der Versuche	15	15	15	15	15	15
Mittelwerte leichte Böden (ohne hohe C_{org}-Gehalte)	**0,19**	**129**	**0,08**	**112**	**-0,05**	**94**
Anzahl der Versuche	12	12	12	12	12	12
stark sandiger Lehm						
Puch, BY	0,05	103	-0,05	98	-0,39	80
Halle, SA	0,25	118	0,08	106	-0,04	97
sandiger Lehm						
Seehausen, SN	0,05	105	0,01	101	0,04	104
Seehausen, SN	0,09	109	0,00	100	-0,03	97
Seehausen, SN	0,39	143	0,24	127	0,03	103
Seehausen, SN	0,23	124	0,04	104	0,06	108
Dikopshof, NRW	0,18	118	0,09	109	0,07	108
Schädtbek, SH	0,25	121	0,14	111	-0,08	94
Mittelwerte mittlere Böden (SL, sL)	**0,19**	**118**	**0,07**	**107**	**-0,04**	**99**
Anzahl der Versuche	8	8	8	8	8	8
Mittelwerte mittlere Böden (ohne hohe C_{org}-Gehalte)	**0,20**	**120**	**0,08**	**108**	**0,01**	**102**
Anzahl der Versuche	6	6	6	6	6	6
Lehm						
Meckenheim, NRW	-0,09	92	-0,16	86	0,32	132
Gießen, HE	0,10	110	-0,05	93	0,38	147
Gießen, HE	-0,17	84	-0,22	79	0,53	157
Gießen, HE	-0,03	97	-0,15	86	0,29	129
Gießen, HE	-0,06	95	-0,17	85	0,32	134
Methau, SN	0,01	101	-0,14	90	0,37	136
Göttingen, NI	0,26	122	0,20	117	0,27	122
Puch, BY	0,11	110	0,01	100	0,19	118
Schweiz (Öko)	-0,29	83	-0,32	81	0,35	130
Puch, BY	0,12	109	-0,02	99	0,08	106
Belgien	0,19	121	0,08	109	0,28	128
Lauterbach, SN	-0,08	98	-0,16	95	-0,25	91
Mittelwerte schwere Böden (L)	**0,01**	**102**	**-0,09**	**93**	**0,26**	**127**
Anzahl der Versuche	12	12	12	12	12	12
toniger Lehm, Ton						
Niederlande	0,45	134	0,30	123	0,14	110
Schweden (Öko)	0,31	112	0,18	107	-0,07	98
Mittelwerte schwere Böden (tL, T)	**0,38**	**123**	**0,24**	**115**	**0,04**	**104**
Anzahl der Versuche	2	2	2	2	2	2
Schwarzerde						
Bad Lauchstädt, SA	0,28	114	0,13	107	-0,09	95
Bad Lauchstädt, SA	0,43	122	0,30	115	0,01	100
Halle, SA	0,25	118	0,08	106	-0,04	97
Mittelwerte Schwarzerde	**0,32**	**118**	**0,17**	**109**	**-0,04**	**97**
Anzahl der Versuche	3	3	3	3	3	3
Mittelwerte Standorte	**0,14**	**115**	**0,03**	**104**	**-0,08**	**103**
Anzahl der Versuche	39	39	39	39	39	39

Schlussfolgerungen

Die Anwendung der VDLUFA-Methode ist mit einem minimalen Einsatz an Eingabemerkmalen verbunden. So sind die Kalkulationen ohne Kenntnis der Anfangsgehalte an Humus sowie ohne Kenntnis der erlangten Erträge der Kulturarten der Fruchtfolge möglich. Dieses ist ein großer Vorteil beim praktischen Einsatz. Einfache Angaben aus der Schlagkartei genügen für die Durchführung der Berechnungen, wozu nicht unbedingt ein PC erforderlich ist.

Die Berechnungen haben ergeben, dass deutlich unterschiedlich genaue Ergebnisse erlangt werden, die in hohem Maße von bestimmten Standortgruppen abhängen. Für leichte und mittlere Böden Ostdeutschlands eignet sich das ROS-Verfahren am besten, um einen standorttypischen C_{org}-Gehalt aufrecht zu erhalten. Für Lehmböden sollte dagegen das HE-Verfahren angewendet werden.

Zur Anwendung der CCB-Methode ist ein etwas höherer Aufwand an Eingabemerkmalen erforderlich. Hierzu zählen Angaben über den Ausgangsgehalt an C_{org}, den Feinanteil des Bodens, die Pflugtiefe, die Durchschnittstemperaturen und die Summe der Jahresniederschläge des Standortes sowie auch die Erntehöhe der Kulturarten. Dieser höhere Aufwand ist unter praktischen Gesichtspunkten und der heute üblichen Anwendung von PC-Modellen tragbar und zu verantworten.

Das Verfahren ist insbesondere dafür geeignet, die Veränderung des C_{org}-Gehaltes zu erfassen und in Abhängigkeit von verschiedenen nicht nur bewirtschaftungsbedingten sondern auch bodenbürtigen und klimatischen Einflussgrößen zu berechnen. Das CCB-Verfahren eignet sich besonders für leichte und mittlere Böden sowie für Schwarzerden Ostdeutschlands. Für Lehmböden ist es bisher nicht geeignet. Weitere Ergebnisse und Hinweise für den praktischen Einsatz können bei KOLBE & PRUTZER (2004) eingesehen werden.

Literatur

AUTORENKOLLEKTIV (1977): Empfehlungen zur effektiven Versorgung der Böden mit organischer Substanz. Akad. d. Landw.-Wissensch. d. DDR, agrarbuch, Leipzig
FRANKO, U. (1996): Simulation der Kohlenstoff-Stickstoff-Dynamik in Agrarlandschaften. Landbauforschung Völkenrode, Heft 3, 114-120
FRANKO, U. (1997): Modellierung des Umsatzes der organischen Bodensubstanz. Arch. Acker- Pfl. Boden., 41, 527-547
KOLBE, H. (2003): Aufnahme und Auswertung von Dauerfeldversuchen. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, FB Pflanzliche Erzeugung, Leipzig
KOLBE, H. & I. PRUTZER (2004): Überprüfung und Anpassung von Bilanzierungsmodellen für Humus an Hand von Langzeitversuchen des Ackerlandes. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, FB Pflanzliche Erzeugung, Leipzig. http://orgprints.org/00003130
KÖRSCHENS, M. & E. SCHULZ (1999): Die Organische Bodensubstanz, Dynamik Reproduktion ökonomisch und ökologisch begründete Richtwerte. UFZ-Bericht Nr. 13, UFZ Leipzig-Halle, Halle
KÖRSCHENS, M. et al. (2004): Humusbilanzierung. Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Standpunkt. VDLUFA, Bonn
LEITHOLD, G., K.-J. HÜLSBERGEN, D. MICHEL & H. SCHÖNMEIER (1997): Humusbilanz Methoden und Anwendung als Agrar-Umweltindikator. In: Initiativen zum Umweltschutz 5, 43-54, Zeller Verlag, Osnabrück

e-mail: hartmut.kolbe@leipzig.lfl.smul.sachsen.de

Freistaat Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft