

Tagungsbeitrag zur Jahrestagung
 der DBG, Kommission V
 Titel der Tagung: Böden eine
 endliche Ressource
 Veranstalter: DBG
 05.09 – 13.09.2009 in Bonn
 Berichte der DBG (nicht begutachtete
 Publikationen)
<http://www.dbges.de>

Tschernosem, Selbstrestoration,
 Kohlenstoffvorrat

Chronosequentielle

Selbstrestoration post-agraischer Tschernoseme in der Region Kursk (Russland).

1Sven-Erik Krause, 2S.V.Goryachkin, 1Olga
 Kalinina, 2N.A.Karavaeva, 2D.I.Lyuri, 1Luise
 Giani

1AG Bodenkunde, C-v-O. Universität Oldenburg, D-26111
 Oldenburg, Deutschland.

2Geographisches Institut der Akademie der Wissenschaft,
 Moskau, Russland.

1. Einleitung:

In Russland wurden bis vor kurzem
 viele Ackerflächen aus der Nutzung
 genommen (Ramankutty, 2006; Lyuri
 et al. 2006, 2008). Diese Flächen
 durchlaufen ab diesem Zeitpunkt, die
 für die Klimazonen typischen
 pedogenetischen Stadien der
 Selbstrestoration. Mit diesem Prozess
 sind Veränderungen der
 Bodeneigenschaften verbunden, die in
 dieser Studie chronosequentiell am
 Beispiel von Schwarzerden untersucht
 wurden. Die Tschernosem-
 Chronosequenz besteht aus einem
 genutzten Acker, vier Flächen, die seit
 8, 19, 37 und 59 Jahren nicht mehr
 ackerbaulich genutzt sind und sich
 somit in unterschiedlich langen
 Zeiträumen der Selbstrestaurierung

befinden sowie einer nie ackerbaulich
 genutzten Fläche.

2. Material:

Die Proben des Ackers und der 8 und
 19-jährigen Ackerbrachen wurden
 nach Bohrstocksondierung einem
 Leitprofil entnommen. Die Beprobung
 fand dann horizontbezogen statt,
 wobei an mehreren Stellen des Profils
 aus der Mitte des Horizonts beprobt
 und zu einer Mischprobe
 zusammengefügt wurde. Die anderen
 drei befinden sich in geschützten
 Arealen und sind reine Bohrproben (20
 cm Mischproben). Die Auswahl der
 Bohrpunkte geschah zufällig.
 Zusätzlich wurden an allen Standorten
 Stechringproben genommen, in 5 und
 15 cm Tiefe.

Das Bodenmaterial wurde
 homogenisiert und gesiebt (2 mm), alle
 gut sichtbaren und mit Pinzette gut
 greifbaren Wurzeln wurden entfernt.

Acker	51°32'35.2''N 36°04'41.0''E
8 Jahre ungenutzt	51°32'35.2''N 36°04'54.2''E
19 Jahre ungenutzt	51°33'02.7''N 36°08'03.7''E
37 Jahre ungenutzt	51°34'29.1''N 36°05'19.5''E
59 Jahre ungenutzt	51°32'30.4''N 36°18'32.9''E
Ungenutzte Fläche	51°34'18.8''N 36°05'35.5''E

Abb.1 Koordinaten der Probeflächen

 Sven-Erik Krause
 Uni Oldenburg
 AG Bodenkunde
sven-erik7@gmx.de

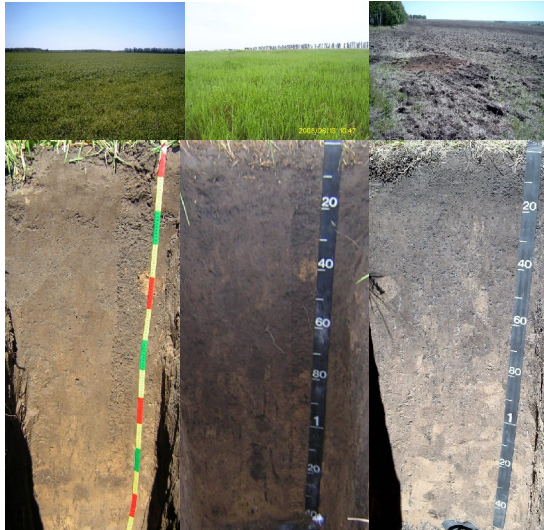


Abb. 2 Bodenprofile und Vegetation des Ackerstandorts (li.), der 8-jährigen Ackerbrache (mi.) und der 19-jährigen Ackerbrache (re.).



Abb. 3 Die Vegetation der 37-jährigen Ackerbrache (li.), der 59-jährigen Ackerbrache (mi.) und des natur belassenen Standorts (re.).

3. Methoden:

siehe *Schlichting et al.*(1995).

C und N wurden mit dem CHNS-Analyser Flash EA gemessen.

3. Ergebnisse:

Nach 8 Jahren Selbstrestaurierung stellte sich ein Ruderalstadium ein, das von *Agropyron repens* dominiert wurde. Aussagen zum 19-jährigen Standort sind nicht möglich, da die Vegetation und der Oberboden durch Rekultivierung einige Tage zuvor zerstört wurden. Nach 37 Jahren Selbstrestaurierung befand sich die Vegetation in einem artenreichen Übergangsstadium, dominiert von *Bromus riparius*. In der 59-jährigen post-agraischen Fläche entsprach die Vegetation dem für dieses Steppen-Klima charakteristische Klimaxstadium, einer Graslandschaft dominiert von *Arrhenatherum elatius* und *Stipa pennata*.

Bereits nach 8 Jahren Selbstrestaurierung war ein für diese

Böden typisches Krümelgefüge ausgebildet, während im Oberboden des Acker-Tschernosem blockige Strukturen festgestellt wurden. Ein bis zu 15 cm dicker Wurzelfilz bildete sich nach 59 Jahren Selbstrestaurierung (Abb.3). Der Ap-Horizont ist nach 19 Jahren der Selbstrestaurierung gut sichtbar und nach 37 Jahren verschwunden. Dies ist auch an der Homogenität von C und N in den oberen 20 cm, in den ersten 19 Jahren nach dem Ackerbau zu erkennen. Nach 37 Jahren der Selbstrestaurierung in einen vertikalen Gradienten zwischen 5 und 15 cm entwickelt.

Die Kohlenstoffvorräte der Böden bis in 1 m Bodentiefe steigen mit der Dauer der Selbstrestauration, allerdings diskontinuierlich (Abb. 4 a und b).

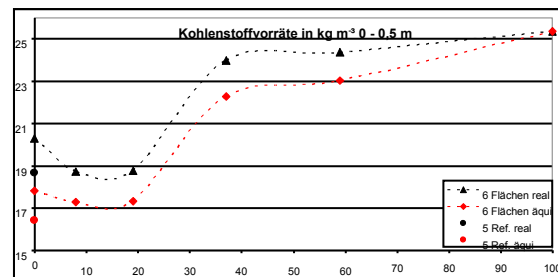


Abb.4a: C-Vorräte in kg m^{-3} (0 – 0,5 m Tiefe) für alle Standorte. Die X-Achse den Jahren der Selbstrestaurierung. Die 100 repräsentiert dem nie genutzten Standort und steht nicht im zeitlichem Zusammenhang. 5 Ref. ist ein Mittelwert aus fünf Oberflächenreferenzproben aus Ackern in der Nähe des Untersuchungsraumes der für die oberen 20 cm eingesetzt wurde. Äqui. = äquivalente Bodenmasse zum natürlichen Standort (kg m^{-3} virgin / kg m^{-3} 0 – 59 Jahre $\times C_{\text{real}}$).

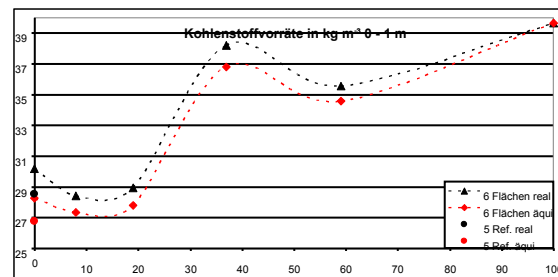


Abb.4a: C-Vorräte in kg m^{-3} (0 – 1 m Tiefe) für alle Standorte. Der Wert für 59 ist untypisch, wahrscheinlich Standortbedingt.

Tab. 1: C, N, C/N, pH, CaCO₃, K₂O und P₂O₅ aller Standorte und Tiefen.

Unter- grenze	C g kg ⁻¹	N g kg ⁻¹	C/N	pH _{H2O}	CaCO ₃ g kg ⁻¹	K ₂ O mg kg ⁻¹	P ₂ O ₅
Acker							
10 cm	38,9	2,8	13,9	6,2	0,2	144,0	22,2
20 cm	38,6	3,0	12,9	6,1	0,2	106,7	12,3
40 cm	29,9	2,2	13,6	6,4	0,2	77,5	2,7
55 cm	21,1	1,7	12,4	6,9	11,4	80,1	1,7
85 cm	9,1	0,8	11,2	8,3	14,0	88,8	1,7
1,25 m	9,8	0,8	12,5	8,5	11,3	nd	nd
8 y.							
10 cm	41,9	2,5	16,8	6,2	2,5	206,1	16,8
20 cm	39,1	2,2	17,8	6,0	3,2	98,6	12,7
30 cm	31,5	1,6	19,7	6,6	3,5	77,2	3,3
55 cm	19,9	1,0	19,9	6,9	3,9	83,0	1,4
75 cm	12,4	0,2	62,1	6,7	80,7	65,1	0,6
1,3 m	6,0	nf	nd	7,9	141,0	nd	nd
19 y.							
10 cm	40,9	3,0	13,6	8,0	13,6	104,4	8,0
20 cm	39,7	2,7	14,7	8,2	20,3	72,3	3,3
30 cm	29,1	1,7	17,1	8,3	38,1	65,6	1,2
50 cm	21,8	1,2	18,2	8,4	81,5	60,7	0,6
80 cm	16,9	0,3	56,5	8,5	118,4	58,1	0,6
1,2 m	13,5	0,4	33,8	8,5	134,0	58,7	0,6
1,5 m	9,2	nf	nd	8,5	132,0	nd	nd
37 y.							
10 cm	54,4	4,1	13,3	6,6	0,7	106,4	3,7
20 cm	44,8	3,0	14,9	6,5	0,4	74,6	2,1
40 cm	39,1	2,3	16,9	6,4	0,3	72,7	1,6
55 cm	30,3	1,7	17,8	7,0	0,9	79,2	1,4
80 cm	22,5	1,2	18,8	7,6	3,1	82,7	1,5
1,3 m	16,1	0,3	53,7	8,3	87,8	61,9	0,6
1,5 m	8,4	nf	nd	8,5	122,7	nd	nd
59 y.							
10 cm	54,5	3,9	13,9	6,2	0,8	189,1	3,1
20 cm	45,3	3,0	15,1	6,5	0,9	87,0	1,7
50 cm	39,4	2,5	15,7	6,6	2,7	86,7	1,4
1 m	18,6	1,1	16,9	6,8	15,8	95,1	1,5
1,3 m	5,6	nf	nd	8,5	137,0	nd	nd
Virgin							
10 cm	78,9	6,2	12,7	6,6	0,8	265,8	6,1
20 cm	52,7	3,8	13,9	6,6	1,0	80,7	2,7
60 cm	38,4	1,9	20,2	7,2	2,0	76,1	1,8
80 cm	23,6	1,0	23,6	7,9	1,2	78,4	1,1
1,2 m	16,3	0,8	20,3	8,3	53,6	67,5	0,7
1,4 m	5,6	nf	nd	8,6	160,1	nd	nd
1,7 m	4,4	nf	nd	8,6	122,5	nd	nd

Im Verlauf der Selbstrestaurierung kam es zu einer korrelativen Anreicherung von Kohlenstoff und Stickstoff ($R^2=0,98$). Dabei blieben die C/N-Verhältnisse mit 12 – 15 in 0 – 20 cm und 15 – 20 in 20 – 50 cm Bodentiefe relativ konstant.

Tab. 2: Austauschbare Kationen, KAK und BS = Basensättigung. * zum Teil bei Messmethode gelöstes CaCO₃

Unter- grenze	Austauschbare Kationen				Σ	KAK	BS
	Na	K	Mg	Ca			
	cmol _c kg ⁻¹						%
Acker							
10 cm	< 0,3	0,33	1,9	18,5	20,8	33,8	61
20 cm	< 0,3	0,11	2,3	17,6	19,9	33,6	59
40 cm	< 0,3	0,06	2,5	21,5	24	29,7	81
55 cm	< 0,3	0,07	1,8	27,4*	29,3	25,5	100
85 cm	< 0,3	0,07	1,5	30*	31,5	19,3	100
1,25 m	< 0,3	0,08	1,6	22,8*	24,4	16,5	100
8 j.							
10 cm	< 0,3	0,37	2,3	18,1	20,8	31,1	67
20 cm	< 0,3	0,13	2,1	17,3	19,5	30,8	63
30 cm	< 0,3	0,06	1,9	18,1	20	29,7	67
55 cm	< 0,3	0,07	1,5	16,1	17,6	26,6	66
75 cm	< 0,3	0,07	1,1	14,2	15,4	23,9	64
1,3 m	< 0,3	0,08	1,2	22,8*	24,1	11,7	100
19 j.							
10 cm	< 0,3	0,15	1,4	30,9	32,5	36	90
20 cm	< 0,3	0,07	1,3	28,7	30	31,5	95
30 cm	< 0,3	0,06	1,3	29,7	31,1	29,8	100
50 cm	< 0,3	0,06	1,3	18,9	20,2	24,6	82
80 cm	< 0,3	0,05	1,1	14,2	15,3	20,1	77
1,2 m	< 0,3	0,06	1,2	21,9*	23,2	16,3	100
1,5 m	< 0,3	0,06	1,6	34,7*	36,3	13,7	100
37 j.							
10 cm	< 0,3	0,19	2,5	19,3	22	36,2	61
20 cm	< 0,3	0,08	1,8	15,1	17	33,9	50
40 cm	< 0,3	0,07	1,7	16,3	18,1	32,9	55
55 cm	< 0,3	0,08	1,4	15	16,5	28,5	58
80 cm	< 0,3	0,08	1,2	13,7	15	24,3	62
1,3 m	< 0,3	0,07	0,9	21,6*	22,6	16,6	100
1,5 m	< 0,3	0,08	1,2	28,6*	29,9	12,1	100
59 j.							
10 cm	< 0,3	0,42	2,3	17,1	19,8	39,7	50
20 cm	< 0,3	0,11	2,1	19,8	22	36,5	60
50 cm	< 0,3	0,09	1,9	16,7	18,7	32,8	57
1 m	< 0,3	0,08	1,4	29,1*	30,5	22,8	100
1,3 m	< 0,3	0,09	1,3	20,1*	21,5	15,2	100
Virgin							
10 cm	< 0,3	0,73	3,5	26,1	30,3	44,1	69
20 cm	< 0,3	0,12	2,7	20,2	23	38	61
60 cm	< 0,3	0,10	1,6	17,2	18,9	32,1	59
80 cm	< 0,3	0,08	1,3	13,8	15,2	26,1	58
1,2 m	< 0,3	0,09	1,1	35,1*	36,2	20,8	100
1,4 m	< 0,3	0,07	0,9	23,3*	24,3	10,2	100
1,7 m	< 0,3	0,08	1,2	21,6*	22,9	8,5	100

Durch den erhöhten Humusgehalt stieg die KAK (Korrelation KAK und C $R^2=0,93$). Aufgrund der angestiegenen KAK nahmen auch die austauschbaren Kationen zu, wobei die prozentuale Verteilung konstant blieb. Entsprechend zeigte die Basensättigung keine Veränderungen, die im Zusammenhang mit der

Selbstrestaurierung steht. Die pH-Werte und CaCO₃-Gehalte wiesen standörtliche Unterschiede auf, aber ein Zusammenhang zur Selbstrestaurierung war auch hier nicht feststellbar. Die pflanzenverfügbaren Nährstoffe Phosphat und Kalium verringerten sich stark in den Anfangsstadien der Selbstrestaurierung und reicherten sich erst in späten Stadien wieder an. Der Phosphatgehalt des Ackerstandortes wird in der natürlichen Steppe nicht annähernd erreicht. (Alle Ergebnisse siehe Tabelle 1)

4. Diskussion:

Im Verlauf der Selbstrestaurierung kam es zu einem Anstieg der OC-Vorräte in 0 – 1 m von $\approx 8 \text{ kg m}^{-3}$ auf 35 – 38 kg m^{-3} . Damit bilden die Böden während dieses Prozesses eine deutliche Kohlenstoffsенke.

Die niedrigen Kohlenstoffakkumulationsraten der ersten 20 Jahre sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die Ruderalgesellschaften wesentlich weniger Biomasse produzieren als die Klimax-Steppe. Das niedrige Biomasseangebot hat eine relativ vollständige Mineralisierung zur Folge. Die anderen Parameter sind relativ stabil oder verändern sich durch die Kohlenstoffanreicherung. Das absinken der pflanzenverfügbaren Nährstoffe Phosphat und Kalium deutet auf eine Düngung während der Nutzung hin.

5. References: *Schlichting* et al.(1995); Ramankutty, N., 2006. In: Lambin,E.F.,Geist,H.J.(Eds.),Land-Use and Land-Cover Change. Springer,Berlin,s. 9 – 41.; Mikhailova u. Post,European Journal of Soil Science, June 2006, 57, 330 – 336.

Diese Studie wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert (GI-171/20-1).