

Tagungsbeitrag zu: Tagung Kommission V der DBG

Titel der Tagung: Böden der Küste

Veranstalter: Kommission V der DBG

Tagung: 03.-05.09.2008 in Oldenburg

Berichte der DGB: <http://www.dbges.de>

Calcium-Carbonat-Ausfällungen in einer Organomarsch

Luise Giani⁽¹⁾, Friederike Bungenstock⁽²⁾ und Erwin Strahl⁽²⁾

Zusammenfassung

Während archäologischer Grabungen in der Marsch traten Konkretionen auf, deren Zusammensetzung und Entstehung untersucht wurden. Elektronenmikroskopische Element-Scannings zeigten, dass es sich bei diesen Konkretionen um Calcium-Carbonat-Ausfällungen handelt, mit höheren CaCO_3 -Anteilen im Kern als im Mantel. Die röntgendiffraktometrischen Untersuchungen bestätigten diese Ergebnisse und zeigten deutlich höhere Quarz-, Illit- und Kaolinitgehalte in der Hülle. Die Ursache der Carbonatausfällung ist in der besonderen Genese und Morphologie des Bodens mit schnellen und großen Ca-Freisetzen während der Entwicklung aus einer PASS-Situation in eine AASS-Situation, dem präferenziellen Flow und einem undurchlässigen Untergrundhorizont zu sehen.

Schlüsselworte: Ausfällung, Organomarsch, Calciumcarbonat,

Einleitung

Im Verlauf von Ausgrabungsarbeiten eines römisch-germanischen Siedlungsplatzes wurden Konkretionen gefunden, deren Art

und Entstehung unklar waren. Sie sind Eiförmig, und im Schnitt lässt sich ein innerer fester Kern von einer äußeren rostfarbenen und krustig ausgebildeten Umhüllung unterscheiden (Abb. 1). Erste qualitative Tests mit Salzsäure ergaben ein starkes, anhaltendes Aufschäumen und damit den ersten Hinweis auf Carbonat. Dies war umso erstaunlicher, als die Farbe nicht unbedingt daraufhin weist und vor allem weil Carbonat-Ausfällung für Marschböden bisher nicht bekannt ist. Im Gegenteil, Entkalkung zählt zu den charakteristischen Prozessen dieser Böden (Brümmer, 1968). Um die Art und Entstehung dieser Kalk-Ausfällungen zu klären, wurde eine Untersuchung durchgeführt, deren Ergebnisse hier vorgestellt werden.



Abb.1 Morphologie und Querschnittsansicht der Kalkkonkretionen der Organomarsch der Bentumer Siel Grabung

Material und Methoden

Der Untersuchungsstandort war die Grabung Bentumer Siel, die in unmittelbarer Nähe zur Ems in der Nähe der Ortschaft Jemgum, Ostfriesland, liegt. Pedologisch betrachtet handelt es sich aufgrund der Jarositvorkommen um eine schwefelreiche Organomarsch. Meist direkt oberhalb des reduzierten Profilabschnittes, in einer ungefähren Tiefe von 15 dm, befinden sich die Kalk-Konkretionen. Ihr Vorkommen ist kein Einzelfund, sie treten in unregelmäßiger aber häufiger Verteilung im gesamten Grabungsfeld auf.

⁽¹⁾Institut für Biologie und Umweltwissenschaften, C.v.O.-Universität, Postfach 2503, D-26111 Oldenburg

⁽²⁾Niedersächsisches Institut für historische Küstenforschung, Postfach 2062, D-26360 Wilhelmshaven

Wenn nicht explizit ausgeführt, wurden Methoden entsprechend Schlichting et al. (1995) angewendet.

Elektronenmikroskopie – kV: 20,00, Tilt: 0,00, Take-off: 29,23; AmpT: 25.6, Detektor: SUTW-Sappire, Resolution: 135,48, Lsec: 64

Röntgendiffraktometrie – Messung nach Ca⁺- und K⁺-Behandlung im Philips X'Pert P_t – photometrische Messung (Vanadat-Molybdat-Färbung) nach Glühen bei 430 °C und HNO₃-Behandlung

pH (H₂O₂) – Messung nach Behandlung mit 30 %iger H₂O₂-Lösung

Phytolythe – mikroskopische Analyse entsprechend Gebhardt et al. (1967)

Ergebnisse

In Tab. 1 sind ausgewählte Bodeneigenschaften zusammengefasst, von denen angenommen wurde, dass sie für archäologische Interpretationen herangezogen werden können. Die Phosphat- und Phytolyt-Anreicherungen im dritten Horizont bestätigen den archäologischen Befund einer Siedlungssituation in diesem Bereich, weil entsprechende Anreicherungen auf anthropogene Aktivitäten und lang andauernde Ackernutzung hinweisen, wie sie zum Beispiel für alte Kultsole, die Plaggenesche typisch sind (Hubbe et al. 2007). Ohne abschließende Beweise unterstützen die hohen Corg-Gehalte und die PASS-Charakteristik im achten Horizont die archäologische Interpretation eines ehemaligen Oberbodens für diesen Bereich.

Zur Identifikation der Element- bzw. Mineralzusammensetzung der Carbonat-Ausfällungen wurden elektronenmikroskopische und röntgendiffraktometrische Messungen durchgeführt. Die Scannings der energiedispersen Röntgenspektroskopie ergaben für den Kern folgende

Chosen soil properties of the Jemgum excavation soil profile

Horizon	No.	P _t mg kg ⁻¹	P _{p.a.} mg kg ⁻¹	Phytolyths % from mUl	C %	pH H ₂ O	pH H ₂ O ₂	pH KCl	pH act.
Ah	1	1833,2	145,3	2,9	3,9	5,3	5	5,1	5,3
Go	2	915,9	78,1	2,2	1,6	5,9	5,4	5,2	5,7
IIIGo	3	5848,5	238,1	10,7	1,8	6,2	5,3	5,7	6,2
Go	4	2202,3	232,7	4,5	1,5	6,7	5,6	6,0	6,6
Go	5	1153,3	203,4	3,5	1,7	7,1	5,9	6,4	7,0
IIIIGo	6	1302,1	127,5	3,2	2,3	7,4	5,1	6,7	7,2
fGo(r)	7	1221,9	25,9	3,4	3,5	7,8	6,2	7,2	7,4
IVfAh ⁺ Sq	8	2249,6	5,9	2,8	5,8	4,1	2,4	4,0	7,3
Gr	9	1680,1	3,1	2,8	3,9	2,4	2,1	2,4	7,3

Tab. 1: Ausgewählte Bodeneigenschaften der Organomarsch der Bentumer Siel Grabung

Elementzusammensetzung: C, O, Fe, Mg, Al, Si, P, K, S, Ca, Mn (Abb. 2). Mit zusätzlichen Na-Anteilen wurde die gleiche Elementzusammensetzung für die Hülle festgestellt, allerdings bei verschiedenen Peak-Intensitäten (Abb. 3).

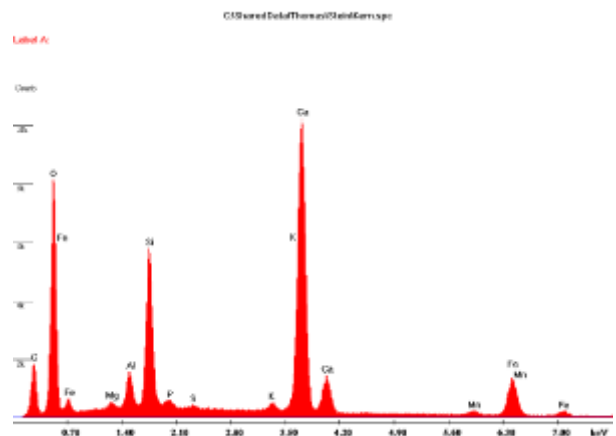


Abb. 2: Linienpektrum identifizierter Elemente des Kerns der Carbonatkonkretionen

Diese unterschiedlichen Peak-Intensitäten bestätigten sich in der quantitative Auswertung, die deutliche Unterschiede in den Gehalten der einzelnen Elemente ergab (Tab. 2). So war der Ca-Anteil im Kern erheblich größer als im Mantel und umgekehrt der Si- und Al-Anteil im Mantel deutlich größer als im Kern.

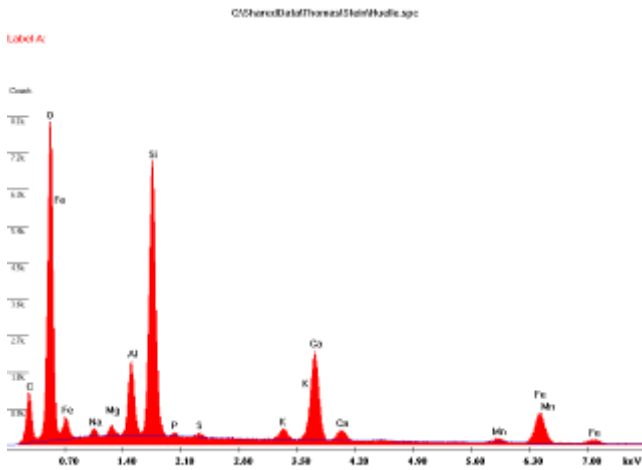


Abb.3: Linienspektrum identifizierter Elemente der Hülle der Carbonatkongretionen

Element	Wt [%]	At [%]	Wt [%]	At [%]
CK	18,07	28,33	21,13	30,92
OK	45,38	53,42	47,96	52,68
Na K			0,68	0,52
Mg K	0,36	0,28	0,61	0,44
Al K	1,81	1,26	3,78	2,46
Si K	7,23	4,85	12,63	7,9
P K	0,32	0,19	0,17	0,09
S K	0,14	0,08	0,24	0,13
K K	0,49	0,24	0,24	0,13
Ca K	18,85	8,86	0,71	0,32
Mn K	0,66	0,23	0,73	0,23
Fe	6,7	2,26	5,55	1,75
Total	100	100	100	100

Tab. 2: Masse- und Atomprozent der identifizierten Peaks des Kern und der Hülle der CaCO₃-Kongretionen

Die Ergebnisse bestätigen, dass es sich bei diesen Kongretionen um Calcium-Carbonat-Ausfällungen handelt, mit höheren CaCO₃-Anteilen im Kern als im Mantel und mit höheren Tonanteilen im Mantel als im Kern. Allerdings zeigen die großen Si/Al-Verhältnisse, dass diese Elemente nicht nur Tonminerale repräsentieren.

Die röntgendiffraktometrischen Messungen bestätigen die elektronenmikroskopischen Untersuchungen dahingehend, dass neben Tonmineralen auch Quarz ein Bestandteil

der Carbonat-Kongretionen ist (Abb. 4). Daneben wird wiederum deutlich, dass es sich bei diesen Kongretionen um CaCO₃-Kongretionen handelt, mit größeren Carbonatanteilen im Kern als in der Hülle und höheren Quarz- und Tonanteilen in der Hülle als im Kern.

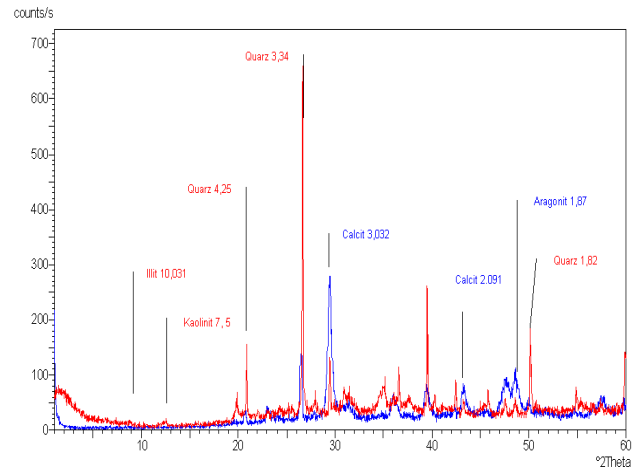


Abb. 4: Mineralzusammensetzung des Kerns und der Hülle der CaCO₃-Ausfällungen

Bezüglich der Bildung der Carbonat-kongretionen ist eine eingehende Analyse der Profilmorphologie und der pedogenetischen Prozesse erforderlich (Abb.5). Das Profil besteht aus vier geologischen Schichten. Die Horizont-Kombination ist mit Ausnahme des sehr dicht ausgebildeten achten Horizonts typisch für einen Marschboden. Mit Ausnahme der Carbonat-Ausfällungen ist das Profil kalkfrei. Die Struktur geht von krümeligen bis subpolyedrischen Formen im Oberboden über prismatischen und säulenförmigen Strukturen in kohärentes Gefüge im Unterboden über. Auffällig ist das Auftreten von Jarosit in den Horizonten 3-5, das AASS-Charakteristik anzeigt. Darüber hinaus sind starke Eisenanreicherungen in den Horizonten 6 und 7 charakteristisch und darunter das Auftreten von Pyrit.

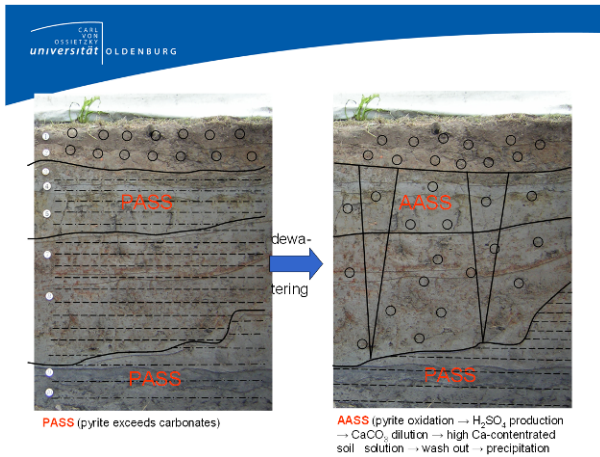


Abb. 5: Bodenmorphologische Hinweise auf die Entstehung der CaCO₃-Ausfällungen

Die Entstehung der CaCO₃-Kokretionen lässt sich anhand der AASS-Charakteristik, des Gefüges und des undurchlässigen Horizonts 8 erklären. Die AASS-Charakteristik mit dem Auftreten von Jarosit zeigt, dass in vergangener Zeit eine PASS-Charakteristik vorhanden gewesen sein muss, in der Pyrit angereichert wurde. Danach kam es durch Senkung des Grundwasserstandes zur Belüftung des Bodens. Die Folge war eine Oxidation des Pyrits und die Produktion von Schwefelsäure. Dieser Prozess hatte wiederum zur Folge, dass Carbonate gelöst wurden und die Bodenlösung stark mit Calcium angereicherte wurde. Die Bodenlösung wurde durch den präferentiellen Flow bis zu dem undurchlässigen Horizont 8 ausgewaschen, wo bei günstigen Wetterbedingungen durch Wasserentzug die Carbonatausfällung einsetzte. Aufgrund des Kontakts mit der Bodenmatrix wurden gleichzeitig Bodenminerale in die Konkretionen eingearbeitet. Zuerst überwogen die Calciumnachlieferung und die Carbonatausfällung und damit die Bildung des Kerns. Als die Pyritoxidation zu Ende ging und die Carbonatnachlieferung nachließ, wurden immer mehr Bodenminerale eingeschlossen und damit der Mantel gebildet. Die Ei-Form der Konkretionen ist vermutlich auf Schwellungs- und Schrumpfungsprozesse zurückzuführen.

Diese Rekonstruktion der pedogenen Prozesse zeigt, dass ganz besondere nicht regelhafte Bedingungen zur Bildung dieser Calcium-Carbonat-Ausfällungen notwendig

sind, so dass diese Konkretionen selten auftreten.

Literatur

BRÜMMER, G. (1968): Untersuchungen zur Genese der Marschen. Dissertation, Universität Kiel.

GEBHARDT, H., MEYER, B. & F SCHEFFER (1967): Mineralogische Schnelluntersuchung der Grobton-, Schluff- und Feinsandfraktion von Böden mit dem Phasenkontrastmikroskop. Zeiss-Mitt. 4, 309-321.

HUBBE, A., KALININA, O., TOLKSDORF-LIENEMANN E. & GIANI L. (2007): Evidence of Plaggen Soils in European North Russia (Arkhangelsk Region). J. Plant Nutr. Soil Sci. 170, 329-334.

SCHLICHTING, E., H.-P. Blume & K. Stahr (1995): Bodenkundliches Praktikum. Pareys Studentexte 81, 2. Aufl., Blackwell, Berlin.