

**Mikromorphologische und archäopedologische
Untersuchungen von Böden und Sedimenten
der bronzezeitlichen Siedlung Tell Chuera, Nord-Syrien**

DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADES

DER NATURWISSENSCHAFTEN

VORGELEGT BEIM FACHBEREICH 11 GEOWISSENSCHAFTEN/GEOGRAPHIE

DER JOHANN WOLFGANG GOETHE-UNIVERSITÄT

IN FRANKFURT AM MAIN

VON

DAGMAR FRITZSCH

AUS WARENDORF

FRANKFURT AM MAIN (2011)

(D30)

Vom Fachbereich Geowissenschaften/Geographie der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main als Dissertation angenommen.

Dekan: Prof. Dr. Robert Pütz

1. Gutachter: Prof. Dr. Heinrich Thiemeyer
2. Gutachter: Prof. Dr. Jürgen Wunderlich

Datum der Disputation: 09.09.10

Vorwort

Herrn Prof. Dr. Heinrich Thiemeyer danke ich herzlich für die Betreuung und Begutachtung dieser Dissertation. Durch seine Diskussionsbereitschaft, seine langjährige Förderung sowie das in mich gesetzte Vertrauen und den etlichen hilfreichen Hinweisen und kritischen Anmerkungen unterstützte er mich während der Promotionszeit sehr.

Besonderer Dank gilt meinem Zweitgutachter Herrn Prof. Dr. Jürgen Wunderlich für anregende Diskussionen.

Beiden möchte ich für die Bereitstellung von Daten, die häufig als Grundlage dieser Dissertationsschrift dienten, danken.

Herrn Prof. Dr. Jan-Waalke Meyer, Sprecher des Graduiertenkollegs „Archäologische Analytik“, langjähriger Grabungsleiter von Tell Chuera sowie Organisator der Geländeaufenthalte danke ich für seine Unterstützung und für zahlreiche Anregungen. In vielen Gesprächen hat er stets großes Interesse am Fortgang meiner Arbeit gezeigt.

Bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) bedanke ich mich für die Bereitstellung meines Promotionsstipendiums.

Besonderer Dank gilt auch Anna-Maria Krätschell und Susann Müller, die mir häufig ihre Zeit für den intensiven Austausch über fachliche und nichtfachliche Belange meiner Arbeit geschenkt haben.

Dr. Ralph Hempelmann, Dr. Christian Falb sowie Klaus Krasnik sei gedankt für die Bereitstellung ihres archäologischen Fachwissens sowie für organisatorische Hilfestellungen, Dagmar Schneider und Doris Bergmann-Dörr für die Durchführung der Laboranalysen am Institut für Physische Geographie (Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main).

Für die Durchsicht meiner Arbeit geht mein Dank an Freunde und Kollegen.

Mein Dank gilt meiner Familie und meinen Freunden, die immer an meine Arbeit geglaubt haben.

Herzlichen Dank!

Frankfurt am Main, April 2010

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	VIII
Verzeichnis verwendeter Abkürzungen	VIII
1. Einleitung und Fragestellung	1
2. Stand der Forschung	4
2.1 Untersuchungsgebiet	4
2.1.1 Naturräumliche Gliederung	4
2.1.2 Böden	5
2.1.3 Siedlungsgeschichte und Paläoklima	10
2.2 Mikromorphologie	14
2.2.1 Mikromorphologie in der Bodenkunde	14
2.1.2 Mikromorphologie in der Archäologie	15
3. Methodik	17
3.1 Prospektion und Feldmethoden	17
3.2 Labormethodik	19
3.3 Probenentnahme und Präparation von Bodendünnschliffproben zur mikromorphologischen Untersuchung	22
3.4 Mikromorphologische Begrifflichkeiten	23
4. Sedimente des Untersuchungsraumes	26
4.1 Natürliche Materialien der Umgebung des Tell Chuera	26
4.2 Tellbestandteile	28
4.2.1 Konstruktionsmaterialien	28
4.2.2 Reste organischen Ursprungs	30
4.2.3 Weitere Bestandteile	36
5. Ergebnisse und Diskussion zur Pedogenese im Untersuchungsgebiet	38
5.1 Natürliche Sedimente	38
5.1.1 Profilaufschluss Gräberfeld	39
5.1.1.1 Diskussion Gräberfeld	59
5.1.2 Lineare Struktur im Süden des Tells	63
5.1.2.1 Diskussion lineare Struktur	73
5.1.3 P9 Baugrube	76
5.1.3.1 Diskussion P9	77
5.1.4 Zusammenfassung der Pedogenese in natürlichen Sedimenten	78
5.2 Telledimente	79
5.2.1 Profil TCH P1	80
5.2.1.1 Diskussion P1	85
5.2.2 Profil TCH P2	87
5.2.2.1 Diskussion P2	92

5.2.3	Profil TCH P3 (Zentralsenke)	93
5.2.3.1	Diskussion P3	94
5.2.4	Profil TCH P4 im Bereich T	95
5.2.4.1	Diskussion P4	96
5.2.5	Profil TCH P8 (fossiler Boden)	97
5.2.5.1	Diskussion P8	104
5.2.6	Profil TCH P10 Glacis	106
5.2.6.1	Diskussion P10	109
5.2.7	Zusammenfassung der Pedogenese im Siedlungsschutt des Tells Chuera	110
5.3	Zusammenfassung Böden	111
6.	Nutzung und Entstehung ausgewählter Bereiche des Tells Chuera	114
6.1	Bereich T	114
6.1.1	Diskussion Bereich T	120
6.2	Stadtmauerschnitt Z, Ringstraße	120
6.2.1	Diskussion Stadtmauerschnitt Z, Ringstraße	126
7.	Laminierte Sedimente	128
7.1	Grab 4 im Häuserviertel K	128
7.1.1	Diskussion Grab 4	134
7.2	Ausgewählte Einzelproben laminiertes Sedimente auf TCH	135
7.2.1	Mikromorphologische Befunde im Häuserviertel H	135
7.2.2	Zentrale Mittelsenke	139
8.	Schlussbetrachtung und Ausblick	141
9.	Literatur	144
A1	Anhang	A1-1
A2	Anhang	A2-1
	Lebenslauf	

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1:	Bronzezeitliche Siedlungen Nordsyriens zwischen den Flüssen Khabur im Osten und Balikh im Westen; Tell Chuera ist hervorgehoben (aus MEYER & HEMPELMANN 2006, verändert).	11
Abb. 2.2:	Tell Chuera vom Süden aufgenommen.	13
Abb. 3.1:	Lage der Aufschlüsse in den natürlichen Sedimenten in der Umgebung des Tells Chuera (Subset eines Coronasatellitenfotos von 1968).	18
Abb. 3.2:	Standorte der Aufschlüsse P1 bis P4, P8 und P10 auf dem Tell Chuera (INSTITUT FÜR ARCHÄOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN, GOETHE-UNIVERSITÄT FRANKFURT AM MAIN 2010, verändert).	19
Abb. 4.1:	Mikritische Matrix des jHFL (XPL).	27
Abb. 4.2:	weniger Mikrit in der Grundmasse zugunsten der sekundären Calcitanreicherung im äHFL (XPL).	27
Abb. 4.3:	Lehmziegel mit typischen Pflanzenpseudomorphosen (M) (PPL).	29
Abb. 4.4:	Wie Abb.: 4.3: Lehmziegel mit typischen Pflanzenpseudomorphosen (M) (XPL).	29
Abb. 4.5:	Wandverputz (PPL).	29
Abb. 4.6:	Kalkgipsestrich (PPL) Gipskristalle (G) und Kalkmatrix (C).	29
Abb. 4.7:	Gipsestrich mit linsenförmigen Gipskristallen (XPL).	30
Abb. 4.8:	Kalkestrich (XPL).	30
Abb. 4.9:	Konstruierter Stampflehm (PPL).	30
Abb. 4.10:	Wie Abb. 4.9: Stampflehm mit <i>crystallitic</i> Matrix (XPL).	30
Abb. 4.11:	Dungreste strukturiert durch organisches Material (PPL).	33
Abb. 4.12:	Wie Abb.: 4.11: Organische Bestandteile des Dungs sind dunkel. Fäkale Sphärolite sind helle, kugelige Strukturen mit Auslöschungskreuz (F) (XPL).	33
Abb. 4.13:	Fäkale Sphärolite (F) verteilt in der Matrix (XPL).	33
Abb. 4.14:	Sphärolite (S) pflanzlichen Ursprungs (PPL).	33
Abb. 4.15:	Wie Abb. 4.14: Sphärolite (S) pflanzlichen Ursprungs (XPL).	33
Abb. 4.16:	Amorphe organische Reste (PPL).	33
Abb. 4.17:	Pflanzenasche mit deutlichen Zellpseudomorphosen (PPL).	34
Abb. 4.18:	Wie Abb. 4.17: Calcifizierte Pflanzenasche im XPL.	34
Abb. 4.19:	Holzkohle mit erhaltener Zellstruktur (PPL).	34
Abb. 4.20:	Phytolithe (P) (PPL).	34
Abb. 4.21:	Geschmolzenes Material (vermutlich Phytolithe) (PPL).	34
Abb. 4.22:	Wie Abb. 4.21: Geschmolzenes Material (vermutlich Phytolithe) (XPL).	34
Abb. 4.23:	Knochen (K) mit gut sichtbaren Havers Kanälen, gefüllt mit sekundärem Mikrit (H) (PPL).	35
Abb. 4.24:	Wie Abb. 4.23: Knochen (K) „frisch“. Gut sichtbar die Havers Kanäle gefüllt mit sekundärem Mikrit (H) (XPL).	35
Abb. 4.25:	Knochen verbrannt (PPL).	35
Abb. 4.26:	Basalt (B) (PPL).	37
Abb. 4.27:	Basalt (B) (XPL).	37
Abb. 4.28:	Flintfragment (F) (XPL).	37
Abb. 4.29:	Ooidbruchstück (Oo) mit Eisen (PPL).	37
Abb. 4.30:	Calcitischer Ooid (PPL).	37

Abb. 5.1:	Probenentnahmestellen am Gräberfeld (P7 (HFL) und P7A (Grabschacht)). Rechts Profil P7 mit Horizontbezeichnungen nach AG BODEN (2005).	40
Abb. 5.2:	TCH 25: Ooid (Fe-haltig) in der stark mikritischen Grundmasse mit zahlreichen Kalksteinfragmenten (XPL).	50
Abb. 5.3:	TCH 25: Einspülung von Schluff (C) in einer Pore (PPL).	50
Abb. 5.4:	TCH 25: Rottereste (oS) und Kalksteinfragmente in Matrix (PPL).	50
Abb. 5.5:	Wie Abb. 5.4: Rottereste (oS) in der mikritischen Matrix im XPL.	50
Abb. 5.6:	TCH 27: Mikritauswaschung (D) um Pore sichtbar. (depletion hypocoating) (XPL).	50
Abb. 5.7:	TCH 28: Exkreme in Wurzel (PPL).	50
Abb. 5.8:	TCH 28: Dicht gelagerte Matrix. Calcitnodule aus Sparit (sC) (PPL).	51
Abb. 5.9:	Wie Abb. 5.8: Wenig Mikrit in der Grundmasse erkennbar Calcitnodule aus Sparit (sC) (PPL).	51
Abb. 5.10:	TCH 30: Halbmondförmiges durch Bioturbation entstandenes Merkmale (PPL).	51
Abb. 5.11:	Wie Abb. 5.10 : Calcitausfällungen im Hohlraum (XPL).	51
Abb. 5.12:	TCH 30: in situ (<i>orthic</i>) und umgelagerte (<i>disorthic</i>) Calcitodules (PPL).	51
Abb. 5.13:	Wie Abb. 5.12: in situ (<i>orthic</i>) und umgelagerte (<i>disorthic</i>) Calcitodules (XPL).	51
Abb. 5.14:	TCH 31: Hypocoating um Pore mit sek. Calcitausfällung. Mikritische Kalkkonkretion am unteren Rand (XPL).	52
Abb. 5.15:	TCH 15: Nadelförmiger Calcit (C) (PPL).	58
Abb. 5.16:	Wie Abb. 5.15: Nadelförmiger Calcit (C) (XPL).	58
Abb. 5.17:	TCH 17: Sekundäre sparitische Calcitkristallisation (sC) und Auswaschung von Calcit (D) (PPL).	58
Abb. 5.18:	TCH 17: Sekundäre sparitische Calcitausfällung (sC) und Decalcifizierung (D) (XPL).	58
Abb. 5.19:	TCH 20: äHFL rechts, jHFL links (PPL).	58
Abb. 5.20:	Wie Abb. 5.19 unter XPL: äHFL rechts, jHFL links (XPL).	58
Abb. 5.21:	TCH 19: Auswaschung von Calcit und sekundäre Anlagerung als Sparit in Poren (XPL).	59
Abb. 5.22:	TCH 23: Rottereste (PPL).	59
Abb. 5.23:	TCH 24: Gipskristalle (G) füllen Hohlraum, Eisenfleck (Fe), Tonlinse (T) (XPL).	59
Abb. 5.24:	Ton- und Kalkgehalte in P7 (Tiefe unter GOK in Klammern).	61
Abb. 5.25:	P5 mit Horizontbezeichnungen. In eckigen Klammern neue Bezeichnungen.	65
Abb. 5.26:	P6 mit Horizontbezeichnungen.	65
Abb. 5.27:	WCH 15.2: Calcitnadeln (XPL).	68
Abb. 5.28:	WCH 15.3: Calcitnodule (XPL).	68
Abb. 5.29:	WCH 15.3: <i>Porostriation</i> nicht sichtbar in PPL.	68
Abb. 5.30:	Wie Abb. 5.29: <i>Porostriation</i> (XPL).	68
Abb. 5.31:	WCH 16: <i>Granostriation</i> nicht sichtbar in PPL.	68
Abb. 5.32:	Wie Abb. 5.31: <i>Granostriation</i> und <i>depletion</i> (XPL).	68
Abb. 5.33:	WCH 16: Schluffeinspülung (PPL).	69
Abb. 5.34:	Wie Abb. 5.33: Schluffeinspülung (XPL).	69
Abb. 5.35:	WCH 17: Zahlreiche Kalksteinfragmente (C) und Feinmaterialeinspülung (Pfeile) (PPL).	69

Abb. 5.36:	Wie Abb. 5.35: Zahlreiche Kalksteinfragmente (C) und Feinmaterialeinspülung (Pfeile) (XPL).	69
Abb. 5.37:	WCH 17: Tonschlieren in Matrix (PPL)	69
Abb. 5.38:	Wie Abb. 5.37: Tonschlieren in Matrix (XPL).	69
Abb. 5.39:	WCH 17: <i>Dusty clay coatings</i> (PPL).	70
Abb. 5.40:	Wie Abb. 5.49: <i>Dusty clay coatings</i> (XPL).	70
Abb. 5.41:	WCH 19: Organische Substanz (oS), sekundärer Calcit (sC) im XPL.	72
Abb. 5.42:	Wie Abb. 5.41 im schräg einfallendem Auflicht (<i>oblique incident light</i> = OIL).	72
Abb. 5.43:	WCH 19: Tondomänen (T) innerhalb der Matrix (PPL).	72
Abb. 5.44:	Wie Abb. 5.43: Tondomänen (T) innerhalb der Matrix (XPL).	72
Abb. 5.45:	WCH 20: Hohlräume mit sekundärer Gipsfüllung (G) (PPL).	72
Abb. 5.46:	Wie Abb. 5.45: Hohlräume mit sekundärer Gipsfüllung (G) (XPL).	72
Abb. 5.47:	P9 Baugrube	77
Abb. 5.48	TCH P4 im Bereich H: 1. Begehungsfläche aus Flusskiesen 2. Bodenbildung parallel zur rezenten Oberfläche	79
Abb. 5.49:	Profil P1.	81
Abb. 5.50:	TCH 40: <i>Passage pedofeature</i> (PPL).	84
Abb. 5.51:	TCH 40: <i>Passage pedofeature</i> (PPL).	84
Abb. 5.52:	TCH 42: Sekundärer Gips überzogen von sekundärem Calcit (XPL).	85
Abb. 5.53:	TCH 42: Kleinkristalliner Gips innerhalb der Poren, große Gipskristalle in der Matrix (XPL).	85
Abb. 5.54:	Profil P2	88
Abb. 5.55:	Vermutlich durch Bioturbation entstandene Pore mit porenbezogen eingeregelter Ton (PPL).	91
Abb. 5.56:	Wie Abb. 5.55: (XPL).	91
Abb. 5.57:	TCH 48: Kleinkristalliner Gips (G) und Sparit (sC) als Poren bzw. Zwischenaggregathohlraumfüllung (PPL).	91
Abb. 5.58:	Wie Abb. 5.57: Mikritverarmung gut erkennbar (D) im XPL.	91
Abb. 5.59:	TCH 48: Dungreste mit gut strukturiertem organischem Material (PPL).	92
Abb. 5.60:	Wie Abb. 5.59: Im XPL deutlich erkennbare fäkale Sphärolite.	92
Abb. 5.61:	Profil P3: Das Gefüge ist durchgehend subpolyedrisch-polyedrisch. Der Maßstab ist unterbrochen.	93
Abb. 5.62:	Profil P4	96
Abb. 5.63:	TCH P8	98
Abb. 5.64:	TCH 58: Dungreste mit Phytolithen (P) in PPL.	102
Abb. 5.65:	Wie Abb. 5.64: Unter XPL sind die isotropen Phytolithe schwarz. Sphärolite (F) sind deutlich erkennbar.	102
Abb. 5.66:	TCH 58: Sekundäre Calcitakkumulation (Ca) über Gipscoatings (G) in teilweise decalcifizierter Matrix (D) (XPL).	102
Abb. 5.67:	TCH 59: Sekundärer Sparit (Ca) nach feinkristallinem Gips (G) (XPL).	102
Abb. 5.68:	TCH 59: Wurzelgang und Wurzelreste mit sekundäre Calcitanreicherung (XPL).	102
Abb. 5.69:	TCH 60: Krümelige Aggregate mit sekundärem Calciumcarbonat (Ca) überzogen (XPL).	102
Abb. 5.70:	TCH 56A: Deutliche Feinmaterialeinspülung (PPL).	103
Abb. 5.71:	TCH 56A: Feinmaterialeinspülung (C) im PPL.	103
Abb. 5.72:	Wie Abb. 5.71: Feinmaterialeinspülung (C) mit nachfolgender sekundärer Calcitkristallisation (Ca) im XPL.	103
Abb. 5.73:	TCH 57: Dungrest mit Phytolithen (P) (PPL).	103

Abb. 5.74:	Wie Abb. 5.73: Dungrest, fäkale Spherulite (F) erkennbar erst unter XPL.	103
Abb. 5.75:	TCH 57: Deutliche Auswaschung (D) sowie sekundäre Auskristallisation von Kalk (Ca) sichtbar in XPL.	103
Abb. 5.76:	TCH 57: Feinmaterial in Pore (C), Gips (G), Calcit (Ca) im PPL.	104
Abb. 5.77:	Wie Abb. 5.76: Feinmaterial in Pore (C), Gips (G), Calcit (Ca) im XPL.	104
Abb. 5.78:	P 10: Schnitt durch das Glacis.	107
Abb. 5.79:	Probenentnahme TCH 55 und TCH 56 (die Kubiënakästchen haben eine Höhe von 9 cm).	107
Abb. 5.80:	TCH 55: Kalkkonkretion (PPL).	108
Abb. 5.81:	Wie Abb. 5.80: Kalkkonkretion (XPL).	108
Abb. 5.82:	TCH 56: Plattiges Gefüge, Tonlinsen (T), Knochenfragment (K), Kalksteinfragment (C) (PPL).	108
Abb. 5.83:	Wie Abb. 5.83: Plattiges Gefüge, Tonlinsen (T), Knochenfragment (K) Kalksteinfragment (C) (XPL).	108
Abb. 5.84:	TCH 56: verbranntes organisches Material (HK). Feinkristalliner Gips in Hohlräumen (G) (XPL).	109
Abb. 5.85:	TCH 56: Detailausschnitt aus Abb. 5.86: verbranntes organisches Material. Zellstrukturen sind gut erkennbar (PPL).	109
Abb. 6.1:	Gebäudekomplex im Bereich T. Die schwarzen Rauten markieren die Probenentnahmestellen im Raum H und im angrenzenden Korridor (KRASNIK 2003, verändert).	115
Abb. 6.2:	TCH 1: Blasig geschmolzenes Material (GM) (PPL).	118
Abb. 6.3:	TCH 2: Verkohltes Getreidekorn (PPL).	118
Abb. 6.4:	TCH 2: Vertikal aufgestellte Schichtung durch „Trampling“ (PPL).	118
Abb. 6.5:	TCH 3: Kalkstein mit deutlichen, fossilen Strukturen (PPL).	118
Abb. 6.6:	Frisches Knochenfragment (K) (PPL) in TCH 3.	119
Abb. 6.7:	TCH 3: Locker gelagerte Phytolithe (PPL).	119
Abb. 6.8:	Vergrößerter Ausschnitt aus Abb. 6.7: Sphärolite (F) sind hier deutlich erkennbar (XPL), Phytolithe sind ausgelöscht.	119
Abb. 6.9:	TCH 3: Pflanzenmatte bestehend aus Phytolithensträngen (P) (PPL).	119
Abb. 6.10:	Pflanzenmatte bestehend aus Phytolithensträngen (P) (XPL).	119
Abb. 6.11:	TCH 3: Senkrechter, verfüllter Riss (PPL).	119
Abb. 6.12:	Stadtmauerschnitt Z, Ringstraße	121
Abb. 6.13:	TCH 78: Frischer Knochen (K), gut sichtbar die mit Mikrit gefüllten Havers-Kanäle (H) (PPL).	124
Abb. 6.14:	Wie Abb. 6.13: Frischer Knochen (K), gut sichtbar die mit Mikrit gefüllten Havers-Kanäle (H) (XPL).	124
Abb. 6.15:	TCH 78 verbrannter oder verdauter oder gekochter Knochen (K) (PPL).	125
Abb. 6.16:	Wie Abb. 6.15: verbrannter oder verdauter oder gekochter Knochen (K) (XPL).	125
Abb. 6.17:	TCH 80: Dungrest innerhalb der Markierung, oberhalb ist ein frischer Knochen (K) sichtbar (PPL).	125
Abb. 6.18:	Wie Abb.6.17: Dungrest innerhalb der Markierung, oberhalb ist ein frischer Knochen (K) sichtbar (XPL).	125
Abb. 6.19:	Geschmolzenes Material (GM) in TCH 80 (PPL).	125
Abb. 6.20:	Wie Abb. 6.19: Geschmolzenes Material (GM) in TCH 80 (XPL).	125
Abb. 6.21:	TCH 81: Asche (A) (PPL).	126
Abb. 6.22:	Wie Abb. 6.21: Auswaschung (D) des Calcits (C) aus der Asche ist deutlich erkennbar unter XPL.	126
Abb. 6.23:	TCH 81 Schluffüberzug (C) (PPL).	126

Abb. 6.24	Wie Abb. 6.23: Schluffüberzug (C) (XPL).	126
Abb. 7.1:	TCH 5 links und TCH 6 rechts mit Schichtenabfolge.	129
Abb. 7.2:	Schicht 2: Pflanzenpseudomorphosen (M) (PPL).	131
Abb. 7.3:	Aschegemisch in Schicht 3 (PPL).	131
Abb. 7.4:	Schicht 6: Verbranntes Pflanzenmaterial (HK), Zellen gut sichtbar (PPL).	132
Abb. 7.5:	Schicht 10: Phytolithe (P) im PPL deutlich erkennbar.	132
Abb. 7.6:	Schicht 10: Isotrope Phytolithe (P) im XPL ausgelöscht. Fäkale Sphärolithe (F) in der Matrix indessen sichtbar.	132
Abb. 7.7:	Schicht 12: Phytolithe (P) (PPL).	132
Abb. 7.8:	Schicht 15: Locker gelagertes Sediment (PPL).	132
Abb. 7.9:	Wie Abb. 7.8: Locker gelagertes Sediment. Im XPL erkennbar die fäkalen Sphärolithe (F).	133
Abb. 7.10:	Pflanzenasche (A) in Schicht 21. Kalksteinfragment mit sparitischen (sC) und mikritischen (mC) Zonen (PPL).	133
Abb. 7.11:	Wie Abb. 7.10: Pflanzenasche in Schicht 21 (XPL). Am linken unteren Bildrand ist ein, im Zentrum noch sparitisches (sC) Calcitfragment erkennbar, das außen wahrscheinlich durch hohe Temperaturen einer Strukturänderung (mC) erfahren hat.	133
Abb. 7.12:	Schicht 23: Knochen (K), stark angewittert (PPL).	133
Abb. 7.13:	Kalkfinish über dem Gipsestrich in Haus H (TCH 9).	136
Abb. 7.14:	TCH 10 Gipsestrich (G) mit Kalkfinish (C) (PPL).	137
Abb. 7.15:	Verlagerung von Kalk. Im XPL sind deutlich die an Mikrit verarmten Zonen (D) und die Kalkausfällung (C) innerhalb der Poren erkennbar.	137
Abb. 7.16:	Phytolithe mit Holzkohleflitter (HK) (PPL).	139
Abb. 7.17:	Phytolithe mit in situ abgelagerter Lehmlinse (PPL).	139
Abb. 7.18:	Auswaschung von Calcit (D) und sekundäre Anreicherung (C) (XPL).	140
Abb. 7.19:	Phytolithe gruppiert um einen organischen Rest (PPL).	140
Abb. 7.20:	Pflanzliche Sphärolithe sind schon im PPL deutlich erkennbar und können aufgrund ihrer Größe von fäkalen Sphärolithen unterschieden werden.	140
Abb. 7.21:	Wie Abb. 7.20: Sphärolithe pflanzlichen Ursprungs im XPL.	140

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1:	In der Literatur beschriebene Referenzbodengruppen/ Bodentypen des Untersuchungsgebietes in unterschiedlichen Klassifikationssystemen (WRB 2007, AG BODEN 2005, U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 2010).	9
Tab. 2.2:	Periodentabelle (HEMPELMANN 2005, WEISS et al. 1993, verändert.	12
Tab. 3.1:	Mikromorphologische Termini nach STOOPS (2003) und JONGERIUS & RUTHERFORD (1979) mit deutscher Übersetzung und Erläuterungen.	24
Tab. 5.1:	Übersicht der Profile (vgl. Abb. 5.1 und Abb. 5.45)	38
Tab. 5.2:	Ausgewählte Daten zu Profil P7	42
Tab. 5.3:	Mikromorphologische Ergebnisse des Profils TCH P 7.	49
Tab. 5.4:	Mikromorphologische Ergebnisse des Profils TCH P7A (Grabschacht).	57
Tab. 5.5:	Übersicht der Böden.	113
Tab. 7.1:	Die Schichten der Schiffe TCH 5 (Schicht 1 bis 14) und TCH 6 (Schicht 14 bis 27) waren überlagert von 37 mm Schutt.	131

Verzeichnis verwendeter Abkürzungen

a	Jahre
ähFL	älterer Hochflutlehm
Aqua dest.	destilliertes Wasser
äsCH	ältere Schotter
B	Breite
BC	<i>Before Christ</i> : vor Christus
BP	<i>Before present</i> : vor heute (1950)
C _{org}	organischer Kohlenstoff
DIN	Deutsches Institut für Normung
EC	<i>Electrical conductivity</i> : elektrische Leitfähigkeit
FAO	Food and Agriculture Organisation
GOF	Geländeoberfläche
GOK	Geländeoberkante
H	Höhe
IRSL	Infrarot Stimulierte Lumineszenz
jHFL	jüngerer Hochflutlehm
ka	Kilojahre
n.b.	nicht bestimmt
OIL	<i>Oblique incident light</i> : schräg einfallendes Auflicht
P _{ges}	Gesamtphosphor
PPL	<i>Plain polarised light</i> : linear polarisiertes Licht
S _{ges}	Gesamtschwefel
T	Tiefe
TCH	Tell Chuera
uDS	schluffige Deckschicht
WCH	Wadi Chuera
WRB	World Reference Base
XPL	<i>X = crossed polarised light</i> : gekreuzt polarisiertes Licht

1. Einleitung und Fragestellung

Die vorliegende Dissertationsschrift wurde im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Graduiertenkollegs 323 „Archäologische Analytik“ innerhalb des Projektschwerpunktes „Östlicher Mittelmeerraum“ erstellt. Der im Nordosten Syriens gelegene frühbronzezeitliche Tell Chuera steht im Fokus der Arbeit.

Tell Chuera befindet sich in einer für die Archäologie des Vorderen Orients bedeutenden Landschaft. Inmitten der syrischen Jazirah, südlich des Taurus zwischen den beiden Nebenflüssen des Euphrats Balikh und Khabur liegen frühe urbane Zentren, die als Kranzhügel bezeichnet werden. Die auf dieses Gebiet beschränkte Siedlungsform definiert sich über ihre charakteristische Form. Kranzhügel verfügen über prächtige Steinbauten und eine Oberstadt, die von einer niedriger gelegenen Unterstadt umgeben ist. Bekannt ist Tell Chuera bereits seit Anfang des 20. Jahrhunderts. Max Freiherr von Oppenheim (1860-1946) machte als erster auf Siedlungshügel im nordsyrischen Steppengebiet aufmerksam. Unterstützt durch die Max Freiherr von Oppenheim-Stiftung laufen bereits seit 1958 dokumentierte Ausgrabungen unter der Leitung verschiedener Grabungsleiter (A. Moortgat, U. Moortgat-Correns, W. Orthmann, J.-W. Meyer) in Tell Chuera. Seit 1996 ist die Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main an den Grabungen beteiligt. Die archäologischen Untersuchungen werden seit dem Jahr 2000 durch geo- und naturwissenschaftliche Methoden erweitert.

In dieser Arbeit steht die Methode der Mikromorphologie im Vordergrund. Die Mikromorphologie, also die Analyse von Boden- und Sedimentdünnschliffen, ist sowohl auf pedologische Fragestellungen als auch für siedlungsfunktionale Fragen anwendbar. Die Methode dient also ideal der Verknüpfung von Bodenkunde und Archäologie. Der Begriff Archäopedologie beschreibt genau diese Verknüpfung – die Anwendung bodenkundlicher Methoden zur Bearbeitung archäologischer Fragestellungen.

Die Jazirah steht im Mittelpunkt zahlreicher Forschungsarbeiten. Dabei steht häufig die Frage nach dem Grund der Aufgabe nahezu aller Siedlungen in Nordostsyrien im Vordergrund: Brach die frühbronzezeitliche Hochkultur um 2100 BC zusammen, weil die klimatischen Bedingungen lebensungünstiger wurden (WEISS 2000, WEISS & BRADLEY 2001, WEISS et al. 1993)? War eine Degradation der Böden durch Jahrhunderte andauernde intensive Nutzung Ursache für das Abwandern der Bevölkerung (WILKINSON 1997)?

Diese Fragen werden im ersten thematischen Schwerpunkt der hier vorliegenden Arbeit aufgegriffen.

Konkret werden Unterschiede pedogenetischer Prozesse von Paläoböden und Böden unter rezenter Pedogenese untersucht. Die bodenkundlich-mikromorphologische Untersuchungsmethodik kann hier über die Feld- und Laborbefunde hinaus Zusatzinformationen zu unterschiedlichen Prozesse und deren Änderung in Abhängigkeit von Entwicklungsdauer und Standort sichtbar machen. Veränderungen der pedogenetischen Merkmale oder Unterschiede in der Ausprägung könnten auf den Wandel ökologischer Bedingungen zurückzuführen sein. Diese Unterschiede können als Indikatoren für klimatische Veränderung herangezogen werden und zur Beantwortung der oben gestellten Fragen beitragen.

Grundlage des ersten Themenschwerpunktes dieser Arbeit ist der Vergleich von Böden innerhalb des Arbeitsgebietes. Untersucht wurden Böden verschiedener Ausgangssubstrate, unterschiedlicher Entwicklungsdauer und Reliefposition:

- Böden in den Sedimenten der Umgebung von Tell Chuera mit einem Entwicklungszeitraum seit etwa 30000 a BP bis heute,
- Böden im Siedlungsschutt des Tells Chuera, die sich ab etwa 1000 BC bis heute bilden konnten,
- Ein kolluvial überdeckter Boden, der sich in den Telledimenten während des Siedlungshiatus (2100 – 1500 BC) entwickelte.

Ziel ist es anhand der Dünnschliffanalyse auch sehr kleinräumige Veränderungen aufzuzeigen. Dies gilt für die Pedogenese im Untersuchungsgebiet ebenso wie für die Funktionsanalyse der Kulturschichten des Siedlungsschutts.

Der zweite Themenschwerpunkt widmet sich der Analyse von Siedlungsresten. Kulturschichten von ausgewählten Standorten (Oberstadt, Unterstadt, Straßen, Räume) wurden hinsichtlich ihrer Nutzung und der Nutzungsänderung über die Zeit in der mikroskopischen Dimension untersucht.

Welche Spuren sind mikromorphologisch nachweisbar?

Können diese Spuren Aufschluss über Nutzung einzelner Siedlungsbereiche geben?

Kann eine Nutzungsänderung über die Zeit erkannt werden?

So können Einblicke in die Nutzung verschiedener Bereiche (offene Flächen, Räume, Straßen etc.) innerhalb der Siedlung gewonnen werden. Analysen ehemaliger Begehungshorizonte können Daten über die Lebensweise der damaligen Bevölkerung auf Tell Chuera liefern. Dafür wurden in Tell Chuera zur Untersuchung einer Straße, eines Gebäudes und verschiedener auffälliger Stratifizierungen Proben entnommen und auf ihre Inhalte und Strukturen anthropogener Herkunft hin untersucht.

Die Feldarbeiten für die vorliegende Arbeit wurden in Tell Chuera und Umgebung in den Jahren 2004 und 2005 durchgeführt. Gleichzeitig liefen innerhalb des Graduiertenkollegs Untersuchungen von KRÄTSCHHELL (2010), KRÄTSCHHELL et al. (2009) zur Geomorphologie und Sedimentologie, SINGER (2008), SINGER & KALIS (2009) zur Palynologie sowie THIEMEYER (2010) zu bodenkundlichen Fragen. Gemeinsam sollen diese Arbeiten einen Beitrag zur Einordnung der Siedlung in den paläoökologischen und siedlungsstrukturellen Kontext leisten.

2. Stand der Forschung

2.1 Untersuchungsgebiet

Tell Chuera liegt im Nordwesten der syrischen Jazirah in der Provinz Raqqa unweit der im Norden angrenzenden Türkei. Das Arbeitsgebiet befindet sich südlich des Taurus am Oberlauf des Euphrats in der syrischen Jazirah (arab. Insel) zwischen den perennierenden Euphratnebenflüssen Balikh und Khabur (Abb. 2.1).

Der frühbronzezeitliche Siedlungshügel wurde direkt am Wadi Chuera gegründet und nimmt den Talboden des nur episodisch wasserführenden Flusses fast vollständig ein. Das Wadi Chuera führt nur nach starken Regenfällen Wasser und verläuft in einer nahezu geraden Nord-Süd-Linie bis ins Wadi Hamar, das alle Nord-Süd gerichteten Wadis der Region aufnimmt und in den Balikh entwässert. Im tellnahen Bereich mäandriert das Wadi Chuera stark, als sei durch die Besiedlung sein natürlicher Lauf gestört. Dies beschreiben auch WEICKEN & WERNER (1995) und begründen diesen Verlauf und die Umspülung des Tells auf der Ostseite bei größeren Abflussereignissen durch eine künstliche Wadiverlegung im Zuge der Besiedelung an.

2.1.1 Naturräumliche Gliederung

Die Überschwemmungsbereiche des Wadis Chuera sind mit bis zu 4 m mächtigen Hochflut-sedimentpaketen bedeckt, die relativchronologisch in zwei unterschiedliche Entstehungsphasen eingeteilt werden können. Nach THIEMEYER (2010) können älterer Hochflutlehm (äHFL) und jüngerer Hochflutlehm (jHFL) sowie Kies und Schotter des Waditals in eine zweiphasige relativchronologische Gliederung einbezogen werden. So wurden Lehm, Kies und Schotter des äHFL in einer ersten, vortellzeitlichen Phase (KRÄTSCHELL 2011) abgelagert. Danach erfolgte eine zweite Ablagerungsphase mit jüngeren fluvialen (jHFL) und äolischen (uDS) Sedimenten (THIEMEYER 2010). Makro- und mikroskopische Unterscheidungen der fluvialen Sedimente sind in Kapitel 4.1. beschrieben.

Außerhalb des Überflutungsbereichs bedecken Kolluvien, welche von den Rahmenhöhen abgetragen worden sein müssen, die umgelagerten fluvialen, pliozänen und pleistozänen Kalkschotter. Auch das miozäne Evaporitgestein der so genannten *Lower Fars*-Formation wird weitestgehend von Schottern, Hochflutlehm oder Kolluvien überdeckt. WOLFART (1967) charakterisiert die miozänen, lagunären Salinarsedimente der *Lower Fars*-Formation als eine Ab-

folge von Anhydrit, Gips, Steinsalz, sowie einzelnen Kalk- und Dolomitablagerungen, die im Bereich der syrisch-türkischen Grenze als karbonatische Randfazies ausgebildet sind.

Die Umgebung des Tells wird charakterisiert durch weite flachwellige Ebenen. RÖSNER (1995) beschreibt diese Ebenen als quartäre Aufschüttungsflächen, die durch die flächenhafte Erosion am Hangfuß des Taurus unter Einmischung äolischer Sedimente entstanden sein müssen.

Bei durchschnittlichen Jahresniederschlägen von 200-300 mm (WIRTH 1971, Karte 3), einer mittleren Januartemperatur von 4,5-6° C und einer mittleren Julitemperatur von 30-32° C (WOLFART 1967, Abb. 10) wird Regenfeldbau ohne künstliche Bewässerung betrieben. Gerstenanbau (*Hordeum*) ist möglich. Risikoreich sind dabei die hohen Schwankungen der winterlichen Regenmengen, die sich in niederschlagsarmen Gebieten am stärksten auswirken (WIRTH 1971). Aktuell wird jedoch den Feldern durch Pumpen Grundwasser zugeführt, so dass Getreide und vor allem Baumwollanbau (*Gossypium*) durch subventionierten Bewässerungsfeldbau betrieben wird (WIRTH 1971).

Aus dem Siedlungshügel geborgene botanische Makroreste zeigen einen tellzeitlichen Getreideanbau im Regenfeldbau an. Überwiegend ist der Anbau von zweizeiliger Spelzgerste (*Hordeum distichum*) aber auch Weizenarten (*Triticum*) nachweisbar (NEEF unveröffentlicht 2006).

2.1.2 Böden

Die Böden Syriens sind in der Vergangenheit unter Zuhilfenahme von unterschiedlichen Klassifikationssystemen beschrieben worden. Einheitlich ist aber die Darstellung von Steppeböden, die sich in Nordsyrien unter guten Substratverhältnissen gebildet haben. Allgemeine Charakteristika der Böden der syrischen Trockengebiete nach RÖSNER (1995, nach FAO-UNESCO 1988, erweitert,) sind:

1. Ein geringer Gehalt an organischer Substanz von höchstens 1 – 1,5 % (*ochric A-horizon*) und eine rasche Abnahme der organischen Substanz mit zunehmender Profiltiefe.
2. Ein Carbonatgehalt von 30 – 40 % und häufig darüber. Oft *calcic horizons*, häufig auch *petrocalcic horizons*.
3. Ein hoher Gipsgehalt, *gypsic* und *petrogypsic horizons*, sowie oberflächennahe Gipskrusten.

Diesen Eigenschaften muss die ausgeprägte Bioturbation, die vorwiegend auf die starke Aktivität von Ameisen zurückzuführen ist, hinzugefügt werden. Auch kleine Bodenwühler sind an diesem Phänomen, das sich sowohl in den natürlichen Sedimenten als auch in den anthropogenen Materialien beobachten lässt, beteiligt.

RÖSNER (1995) beschreibt die Böden nach der FAO-Klassifikation (FAO-UNESCO 1988). Basis ihrer Arbeit bildet eine Bodenkarte von ILAIWI (1985), die sich jedoch auf die Soil Taxonomy (U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 1985) stützt. Andere Quellen (VAN LIERE 1965 F. KABELAC 1962, MULDER 1969, STREBEL 1965) gründen ihre Forschungen auf veraltete Systematiken. Im Folgenden werden die Bodentypen der Umgebung des Tells Chuera parallelisiert. Jedoch sind nicht alle Bodentypen gleichermaßen in die verwendeten Systematiken übertragbar (vgl. Tab. 2.1).

Kastanozem

Die Benennung *Kastanozem* nach WRB (*World Reference Base for Soil Resources: IUSS WORKING GROUP WRB 2007*, im Folgenden als WRB 2007 zitiert) kommt aus dem Lateinischen „*castanea*“ - Kastanie, was ein Ausdruck für die kastanienbraune Farbe des *mollic horizon* mit einer Chroma von 2 (nach MUNSELL Soil Color Charts 2000) oder weniger in feuchtem Zustand bis in eine Tiefe von mindestens 20 cm ist. Gleichzeitig besitzt dieser Boden einen *calcic horizon* oder sekundäres Carbonat in höchstens 50 cm Tiefe unterhalb des *mollic horizon* und, falls vorhanden, eine Kalkkruste oder eine verhärtete Schicht. Die Basensättigung beträgt >50 % im Übergang von der Bodenoberfläche bis zum *calcic horizon* oder im gesamten Bodenprofil sind sekundäre Carbonate ausgefällt. Durch geringe Niederschläge kommt es nicht zu einer Auswaschung, so dass sekundäre Kalkausscheidungen schon in geringer Tiefe zu finden sind.

Im Feld sind *Kastanozems* bzw. der diagnostische *mollic horizon* anhand seiner dunklen Farbe, hervorgerufen durch die organische Substanz, einem gut strukturiertem Gefüge und einer hohen Basensättigung (abgeschätzt über den pH-Wert >6) erkennbar. Laboranalysen sollten einen C_{org}-Gehalt von 0,6% belegen.

Nach WRB (2007) entsprechen *Kastanozems* den Ustolls (U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 2010) der *Great soil Group* Mollisols. Am nächsten kommen sie den Bodentypen Tschernosem oder Kalktschernosem nach dem deutschen Klassifikationssystem (KA 5 AG BODEN 2005).

Calcisols (WRB, 2007) sind mit den *Haplocalcids* (U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 2010) aus der Great Soil Group der Aridisols gleichzusetzen. Diese Referenzbodengruppe (*Reference Soil Group, RSG*) kommt den Pararendzinen der deutschen Nomenklatur am nächsten. Nach KA 5 (AG BODEN 2005) ist keine sekundäre Kalkanreicherung nötig, um eine Pararendzina auszuweisen. Lediglich der lithogene Carbonatgehalt von 2- < 75 Masse-% charakterisiert diesen Bodentyp. *Calcisols* jedoch sind durch einen *petrocalcic horizon* (aus dem Griechischen *petros*, Fels; vom Lateinischen *calx*, Kalk) innerhalb von 100 cm Tiefe oder durch einen *calcic horizon*, der innerhalb der obersten 100 cm beginnt, gekennzeichnet. Falls der *calcic horizon* tiefer als 50 cm liegt muss die Matrix zwischen 50 cm Tiefe und dem *calcic horizon* durch *calcareous* Eigenschaften gekennzeichnet sein. Gleichzeitig ist der Ausschluss eines *argic horizons* (aus dem Lateinischen *argilla*, weißer Ton) nötig, der tonreicher als der darüber liegende ist, es sei denn der *argic horizon* ist durchzogen von Calciumcarbonat. Meist entwickeln *Calcisols* einen hellen Oberbodenhorizont mit einem Humusanteil von weniger als 1% der nach FAO (1990) als *ochric horizon*¹ bezeichnet wurde.

Gypsisols nach WRB (2007) (*Haplogypsisols, Petrogypsisols* oder *Calcigypsisols* nach U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (2010) Great Soil Group der Aridisols) werden durch einen *petrogypsic horizon* (aus dem Griechischen *gypsus*, Gips) oder einen *gypsic horizon* innerhalb der oberen 100 cm charakterisiert. Diese Referenzbodengruppe findet sich im Arbeitsgebiet oft auf den salinaren Gesteinen der *Lower Fars*-Formation. Wie auch beim Calcisol muss ein *argic horizon* ausgeschlossen werden, wenn er nicht durchzogen von Gips oder Calciumcarbonat ist. Der *Gypsisol* bildet meist einen schwach entwickelten hellen Horizont (*ochric horizon* (FAO 1990)) über dem *gypsic horizon* oder *petrogypsic horizon* aus.

Cambisols (calcaric) (WRB, 2007) können mit den *Cambids* der *Soil Taxonomy* (U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 2010) parallelisiert werden. Dieser Bodentyp aus der Great Soil Group der *Interceptisols* wurde ehemals als „brown soil“ (veraltete Bezeichnung aus den USA) bezeichnet. Nach der deutschen Systematik ist dieser Boden mit der Kalkbraunerde verwandt.

Oft auf mächtigen kolluvialen, lössähnlichen Sedimenten entwickelt, haben die tiefgründigen kalkhaltigen Braunerden Carbonatausblühungen, im Arbeitsgebiet häufig in Form von Pseudomycelien oder weichen, puderigen Kalkausblühungen und/oder einen *calcic horizon*. Bei

¹ Zur Vereinfachung der WRB (2007) wurde der ochric horizon nicht mehr als diagnostischer Horizont weitergeführt.

lehmig-tonigem Substrat kann man vertische Eigenschaften erkennen. Die Kalkbraunerde nach AG Boden (2005) kommt mit ihren Eigenschaften den charakteristischen Merkmalen eines *Cambisols (calcaric)* am nächsten, wobei ein B-Horizont nach KA 5 kein lithogenes Carbonat beinhaltet.

Ein von F. KABELAC (1962) und VAN LIERE (1965) beschriebener Bodentyp ist der **Grumusol**². Dies ist eine veraltete US-amerikanische Bezeichnung für einen Subtyp des *Vertisols* (lateinisch *vertere*, wenden). Diese mittel- bis tiefgründigen dunklen Böden mit vertischen Eigenschaften werden im Arbeitsgebiet als umgelagerte Reliktböden oder umgelagerte fossile Böden vermutet (VAN LIERE 1960/61). Er vermutet, dass die Grumusols im Verlauf ihrer Bildung unbestimmter Zeitstellung entkalkt wurden. Den heutigen hohen Kalkgehalt führt er auf jüngere, möglicherweise äolische Kalkstäube zurück. Im Untersuchungsgebiet sind die Böden weniger dunkel, sondern ockerfarben und weitaus kalkhaltiger als die typischen Grumusols. F. KABELAC (1962) bezeichnet das Ausgangssubstrat der Grumusols als Löss, also als äolischen Kalkstaub, der wahrscheinlich mit der von Thiemeyer (2010) beschriebenen schluffigen Deckschicht (uDS) gleichgesetzt werden kann.

Einen Überblick der häufigsten Bodentypen mit ihren Charakteristika in den unterschiedlichen Systematiken bietet die Tab. 2.1

In der vorliegenden Arbeit wurden die KA 5 (AG BODEN 2005) und die *Guidelines for Soil Description* (FAO 2006) zur Beschreibung der Böden genutzt. Die Benennung erfolgt nach WRB (2007).

² Grumusol: Frühere Bezeichnung in den USA für einen Subtyp des *Vertisols* (HINTERMAIER-ERHARD & ZECH 1997)

Tab. 2.1: In der Literatur beschriebene Referenzbodengruppen/ Bodentypen des Untersuchungsgebietes in unterschiedlichen Klassifikationssystemen (WRB 2007, AG BODEN 2005, U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 2010).

WRB	Merkmale	KA 5	Merkmale	Soil Taxonomy	veraltet
<i>Calcisols</i> A/Bck/Cck oder Ack/Cck oder A/Bmk/Cmk	<i>calcic</i> oder <i>petrocalcic horizon</i>	Pararendzina + sek. Kalk eAh/eCc	2-75 % lithogener Kalk	Haplocalcids	
<i>Kastanozems</i> Ah/Bck/Cck oder Ah/Bmk/Cmk	<i>mollic</i> und <i>calcic</i> oder <i>petrocalcic horizon</i>	Kalktschernosem Acxh/Acxh+eCc/eCc	mächtiger bioturbat durchmischter Oberbodenhorizont Pseudomycelien	Ustolls	
<i>Cambisols (calcaric)</i> (A/Bwk/Ck)	<i>cambic B-horizon</i> und <i>calcic horizon</i>	Kalkbraunerde A(c)h/Bcv/C(c)	sekundäre Carbonate	Cambids	brown soils, yellow soils, cinnamonic soils
<i>Gypsisols</i> A/Bcy/Ccy oder A/Bmy/Cmy	<i>gypsic</i> oder <i>petrogypsic horizon</i>	Rendzina auf Gipsstein Ah/Cc	aus gipsreichem Material	Haplogypsid	
<i>Vertisols</i> A/C oder A/Bt/C	<i>vertic horizon,</i> <i>slickensides</i>	Pelosol Ah/P/C	Tongehalt >45 %, Prismen- oder Polyedergefüge		Grumusol

In den Feinsedimenten der Umgebung des Tells Chuera haben sich Steppenböden entwickelt. Begrenzt wird der Ertrag hier durch die Niederschlagsarmut. In den Substraten der *Lower Fars*-Formation entwickelten sich hingegen Gipsböden. Die jüngste Arbeit von THIEMEYER (2010) zeigt eine Bodenkarte der Umgebung des Tells Chuera. Als dominierende Bodentypen in den Sedimenten der Talfüllung benennt er als Kastanozems, Calcisols und seltener Cambisols (nach WRB 2006).

WIRTH (1971) klassifiziert die dunkelrötlichen, tiefgründigen Grumusole Nordsyriens als fossile Böden. Diese scheinen unter - vom heutigen Klima abweichenden - feuchteren und wärmeren Bedingungen entstanden zu sein (WIRTH 1971). Diese fruchtbaren Böden werden nur durch die Niederschlagsarmut in ihrem Bodenertrag begrenzt. Diese dunkelrötlichen Grumusole nach Wirth (1971) findet man nicht in der direkten Umgebung des Tells Chuera. STREBEL (1965) jedoch ordnet auch die lössähnlichen, gelblich braunen Böden der nordsyrischen Ackerebenen noch den Grumusolen zu, bzw. benennt sie als Yellow Soils (STREBEL 1967). VAN LIERE (1964) bezeichnet die Böden rund um Tell Chuera als Cinnamonic Soils. Unabhängig ihrer Benennungen zeigen die Böden rund um den Tell eine helle Färbung, die nach STREBEL (1967) und VAN LIERE (1967, zitiert in: WEICKEN & WENER 1995) auf einen geringen Humusgehalt zurückführbar ist. Nach US-Klassifikation charakterisieren MULDER (1969) und BOERMA (1988) entsprechende Böden als Calciorthids. Diese Böden sind durch die hohen Kalkgehalte gekennzeichnet und entstehen im semiariden Klima, das durch extreme Sommertrockenheit und Winterniederschläge charakterisiert ist. Durch die Niederschläge der Wintermonate wird Kalk aus den oberen Horizonten gelöst und in tieferen Bereichen des Bodens ausgefällt.

2.1.3 Siedlungsgeschichte und Paläoklima

Kranzhügelsiedlungen sind die typische Stadtform frühbronzezeitlicher Zeitstellung in den semiariden Regionen zwischen den Euphratnebenflüssen Khabur und Balikh (AKKERMANS & SCHWARTZ 2003).

Der Tell Chuera ist mit ~65 ha Fläche einer der größten Kranzhügel dieser Region und befindet sich im Nordosten Syriens unweit der türkischen Grenze. Mit einem Durchmesser von etwa 1 km und einer Höhe von bis zu 18 m ist der Tell im ansonsten flachen Tal des Wadis Chuera von weitem sichtbar (Abb. 2.2).

Erste Besiedlungsnachweise für Tell Chuera wurden für Mitte des dritten Jahrtausends BC in Tell Chuera gefunden (IC = Frühbronzezeit III, vgl. Tab. 2.2). Die Hauptbesiedlungsphase

mit mehreren tausend Einwohnern fällt in die Zeit um 2600 BC (ID = Frühbronzezeit IVA). 2200–2300 BC (IE = Frühbronzezeit IVB) verliert Tell Chuera, wie auch viele andere Siedlungen der Region, an Bedeutung. Es kommt zu einem Zusammenbruch, dem unterschiedliche Ursachen zugesprochen werden. Es konnte bislang noch nicht abschließend geklärt werden, ob ökologische (WEISS et al. 1993, WEISS 2000, WEISS & BRADLEY 2001), ökonomische (WILKINSON et al. 1994) Einflüsse oder gar ein Meteoriteneinschlag (COURTY et al. 2008, COURTY 1998, COURTY & VALLVERDU 2001) für die Siedlungsaufgabe verantwortlich sein könnten. Nach einem etwa 600 Jahre dauernden Hiatus wurde Tell Chuera teilweise wiederbesiedelt. 1200 BC wurde der Tell dann endgültig verlassen (INSTITUT FÜR ALTERTUMSWISSENSCHAFTEN, MARTIN-LUTHER-UNIVERSITÄT HALLE WITTENBERG).

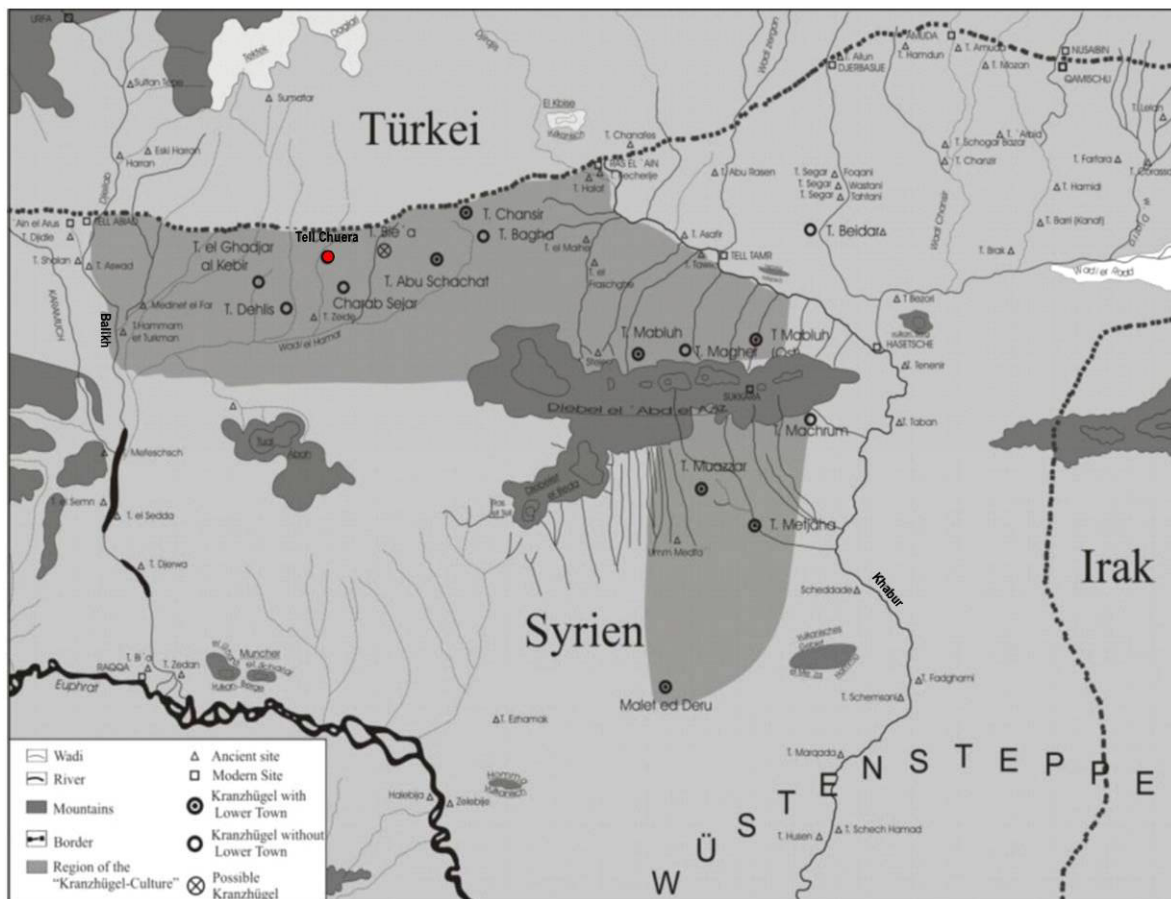


Abb. 2.1: Bronzezeitliche Siedlungen Nordsyriens zwischen den Flüssen Khabur im Osten und Balikh im Westen; Tell Chuera ist hervorgehoben (aus MEYER & HEMPELMANN 2006, verändert).

Tab. 2.2: Periodentabelle (HEMPELMANN 2005, WEISS et al. 1993, AKKERMANS & SCHWARTZ 2005, verändert).

Jahre BC	Tell Chuera (Balikh)	Tell Kharab Sayyar	Syrien	Tell Leilan am mittleren Khabur (WEISS et al. 1993)
3300 – 2800	Chalkolithikum (Frühbronzezeit)	Ältere Siedlungsreste	Frühbronzezeit IA	Leilan IIIa (2900)
	TCH IA	Bauphase 16-19	Frühbronzezeit IB	Leilan IIIb (2800)
2700	TCH IB alt	Bauphase 12-15	Frühbronzezeit II	Leilan IIIc (2700)
2600	TCH IB jung	Bauphase 9-11	Frühbronzezeit II/III	Leilan IIIId
2500	TCH IC	Bauphase 6-8	Frühbronzezeit III (early Jazirah IIIa nach AKKERMANS & SCHWARTZ (2005))	Leilan IIa mehr pedogenes Carbonat.Trockenzeit.
2350	TCH ID	Bauphase 4-5	Frühbronzezeit IVA (early Jazirah IIIb, nach AKKERMANS & SCHWARTZ (2005))	Leilan IIb (2400-2300) Sicherung
2200	TCH IE	Bauphase 1-3	Frühbronzezeit IVB	Zusammenbruch
2100-1500	Hiatus			
1500	Mitanni			
1300-1100	Assyrisch			
1100	Endgültiges Verlassen der Siedlung			

Studien, die sich mit dem holozänen Klimaverlauf (11500 a BP bis heute) dieses Raumes beschäftigen, konnten den so genannten 4.2 ka-Event über verschiedene Ansätze nachweisen (vgl. Tab 2-1 in KRÄTSCHELL 2011).

Es gibt Hinweise, dass Phasen der Klimaveränderung mit dem Zusammenbrechen von (Hoch-) Kulturen weltweit (MAYEWSKI et al. 2004) und dem Niedergang des Akkadischen Reiches (DEMENOCAL 2001) in Syrien zusammenfallen. CULLEN et al. (2000) haben einen abrupten Anstieg von Staubeinträgen und der Aridität in Mesopotamien für die Dauer von etwa 300 a ab 4025±125 cal a BP nachgewiesen. WEISS et al. (1993) finden auf dem Tell Leilan in gleicher Zeitstellung eine artefaktfreie Schicht, deren mikromorphologische Analysen auf eine Zunahme der Windturbulenzen und der Trockenheit schließen lassen. WEISS (2000) begründet weiterhin den Zusammenbruch der frühbronzezeitlichen Hochkultur in Vorderasien mit dem abrupten Klimawandel, der in Westasien, Zentralasien, Afrika und in Teilen der Neuen Welt gut dokumentiert ist.

Heute gibt es in der semiariden Wüstensteppenregion unabhängig von den antiken Siedlungen nur vereinzelte Dörfer.



Abb. 2.2: Tell Chuera von Süden her aufgenommen.

2.2 Mikromorphologie

2.2.1 Mikromorphologie in der Bodenkunde

Die Methode der Mikromorphologie zur Beschreibung und Charakterisierung von ungestörten Bodenproben hat ihren Ursprung in der Bodenkunde. KUBIËNA (1938) beschäftigt sich in seinem Pionierwerk mit der Technik der Bodendünnschliffherstellung, dem Bodengefüge und den biologischen Prozessen, die in Dünnschliffen erkannt werden können. Mit Hilfe der Dünnschlifftechnik gewann er Erkenntnisse zur Bodengese, die er in seinem Werk "Entwicklungslehre des Bodens" zusammenfasste (KUBIËNA 1948).

Seit dieser Zeit hat sich die Bodenmikromorphologie zu einer bedeutenden, wenn auch selten angewandten Methode entwickelt. Sie kann die bodenkundliche Routineuntersuchungen ergänzen und erlaubt einen Blick in den makroskopisch nicht mehr sichtbaren Ausschnitt eines Bodens oder Sediments. Dieser minimale Teilausschnitt in der mikroskopischen Dimension kann jedoch nur im Zusammenhang mit der makroskopischen Betrachtung eines Bodens Antworten auf bodenkundliche Fragestellungen liefern.

Dynamische Prozesse, welche die Bodeneigenschaften beeinflusst haben könnten und Umweltfaktoren, die diese bedingt haben, können beurteilt werden (COURTY & FEDEROFF 1985, COURTY et al. 1989).

So können unterschiedliche Verläufe der Bodenbildung, die Änderung dieser in Abhängigkeit von Zeitpunkt, Entwicklungsdauer und Standort und damit auch eine Änderung der ökologischen Bedingungen erkannt werden.

Für die vorliegende Arbeit von besonderem Interesse sind beispielsweise die Kennzeichen von Kalklösung und Kalkausfällung als Hinweis auf den Paläo-Bodenwasserhaushalt im Hinblick auf einen Klimawandel (COURTY & WEISS 1997), (WEISS 2000).

KHORMALI et al. (2003) ordnen z.B. die Tonverlagerung in kalkreichen Böden in frühere, feuchtere Klimate ein, in denen der Kalk vor der Verlagerung ausgewaschen worden war. Eine Recalcifizierung ist an Calcitüberzügen auf Toncutanen erkennbar. Rezente Tontranslokation unter basischen Bedingungen wird auf die Dispergierung des Tons durch Salze zurückgeführt (KHORMALI et al. 2003).

KHORMALI et al. (2006) analysierten des weiteren Bodendünnschliffe mit Blick auf die unterschiedlichen Arten von pedogenem Calcit in verschiedenen Klimaten. Eine starke Auswaschung, Verlagerung und Rekristallisation von Calcit ist nach ihren Forschungen abhängig von Bodenfeuchte, Bodentemperatur, Textur, Vegetation und Verfügbarkeit des Calcits. Die Autoren beschreiben die Abnahme von Größe und Häufigkeit der Calcitnodules von ariden

(aridic) zu mediterranen (xeric) Regionen. In wechselfeuchten Gebieten sind sekundäre Kalke stärker auf die biologische Aktivität (z.B. Wurzelpseudomorphosen) zurückzuführen (KHORMALI et al. 2006, BECZE-DEÀK et al. 1997). Kalkbärte unter Kalkgesteinfragmenten und unter Kalkkonkretionen werden als reliktsch angesehen und in ein feuchteres Paläoklima eingeordnet (KHORMALI et al. 2006, BLANK AND FOSBERG 1990 zitiert in KHORMALI 2006).

SHANKAR & ACHYUTHAN (2007) forschten an kalkreichen Böden in Indien an der Entstehung von *calcic* und *petrocalcic horizons* zur Rekonstruktion des Paläoklimas. Sie erkannten fünf Phasen bei der Entstehung von *petrocalcic horizons*, die durch Erosion unterbrochen oder mit Sedimenten überdeckt sein (SHANKAR & ACHYUTHAN 2007).

2.1.2 Mikromorphologie in der Archäologie

Seit den 1980er Jahren werden mikromorphologische Analysen immer häufiger in der Archäologie angewandt. Für archäologische Untersuchungen hat sich die Herstellung von Bodendünnschliffen mit den Maßen 60 mm x 90 mm (Standardformat: 28 mm x 48 mm) etabliert, weil dadurch eine bessere Korrelation der Mikrobefunde zu den Makrobefunden (MATTHEWS et al. 1997) erreicht werden kann.

Der mikromorphologische Nachweis von Knochenfragmenten, Holzkohleresten, Aschen, Schlacken, Pflanzen- und Getreideresten aus der Verarbeitung und/oder Lagerung, sowie Exkrementen können wertvolle Erkenntnisse für die Interpretation von archäologischen Befunden liefern und auf frühere Nutzungsfunktionen hinweisen. Die Betrachtung der Oberflächenstruktur begrabener Begehungsflächen kann z.B. über Unterschiede in der Lagerung Antworten hinsichtlich der Nutzungsfunktionen geben. Durch unterschiedliche Aktivitäten und Nutzung (Stall, Küche, Straße, Hof, etc.) lassen diese ehemaligen Oberflächen, die durch Versturz konserviert wurden, Merkmale erkennen, welche Aussagen über die Lebensweise der Bewohner zulassen (GOLDBERG 1983). Besonders die Kombination verschiedener Merkmale hilft bei der Einordnung der mikromorphologisch untersuchten Flächen in Kategorien wie „überdachte und nicht überdachte Areale – Plätze für die Lebensmittelverarbeitung, Kochstellen, Lager und Räume für saubere Aktivitäten wie Essen oder Schlafen, etc.“ (vgl. MATTHEWS et al. 1997). Weitere intensive Untersuchungen wurden in den folgenden Jahren z.B. zu Aschen (MATTHEWS 2010, CANTI 2003, SCHIEGL et al. 1996) oder Tätigkeiten in Siedlungen (PORTILLO et al. 2009, SCHIEGL et al. 2003, MATTHEWS 2001, MATTHEWS et al. 1997, MATTHEWS 2005, SIMPSON et al. 2005, GOLDBERG & MACPHAIL 2006, COURTY et al. 1989) unternommen. Auch in Vorderasien wurden an unterschiedlichen Siedlungsformen

mikromorphologische Analysen zur Charakterisierung der funktionalen Nutzung gemacht. MATTHEWS (1995-1999 und 2004) erarbeitet seit Mitte der 1990er Jahre an Siedlungen unterschiedlicher Epochen (Neolithische Siedlung in Çatalhöyük, Türkei (Archive Reports 1995-1999 und 2004), Tell Brak, NO Syrien bewohnt im 6.-2. Jahrtausend BC) Nutzungsstratigraphien mit dieser Methodik in interdisziplinären Projekten.

3. Methodik

Die Methode der Mikromorphologie steht im Vordergrund dieser Arbeit. Sie darf jedoch nicht als isolierte Methode betrachtet werden, sondern ist Bestandteil einer Vielzahl von Untersuchungsmethoden, die für diese Arbeit angewandt wurden.

3.1 Prospektion und Feldmethoden

Wichtige Erkenntnisse wurden bereits während Geländekampagnen in den Jahren 2000 und 2003, also vor Beginn des Dissertationsvorhabens, von H. Thiemeyer (AG Bodenkunde der Goethe-Universität Frankfurt) und J. Wunderlich (AG Physische Geographie und Umweltwandel der Goethe-Universität Frankfurt) gewonnen. Dieses Wissen durfte genutzt werden und dient oftmals als Ausgangspunkt dieser Arbeit. Entsprechende Stellen im Text sind gekennzeichnet. In den Jahren 2004 und 2005 wurden bei gemeinsamen Begehungen des Arbeitsgebietes zahlreichen Prospektionsbohrungen (1 m Pürckhauerbohrungen) zur Standortauswahl für die Anlage von Profilgruben ermittelt. Unterschiedliche Ausgangssubstrate der Bodenbildung wurden ausgewiesen. Die Sedimente konnten bei dieser Prospektion in natürliche Substrate (Hochflutlehme, Kolluvien, miozäne Evaporitgesteine) in der Umgebung des Tells (Abb. 3.1) und in anthropogene Substrate (z.B. Lehmziegelmaterial, Asche, Scherben etc.) des Siedlungshügels (Abb. 3.2) differenziert werden.

Grundlage des ersten Themenschwerpunktes dieser Arbeit ist der Vergleich von Böden.

Insgesamt wurden elf Aufschlussprofile mit unterschiedlichen Ausgangssubstraten (mit unterschiedlicher Substratgenese), mit verschiedener Entwicklungsdauer und Reliefpositionen angelegt und erfasst. Die Bezeichnung der Referenzbodengruppen (RBG) mit *Qualifiern* erfolgt durchgängig nach der WRB (2007). Diese dient international als Grundlage zur Zuordnung, Korrelation und zur Kommunikation innerhalb der unterschiedlichen Klassifikationssysteme zur Typisierung von Böden. Eine Bezeichnung der Bodentypen nach AG BODEN (2005) wird der Bezeichnung nach WRB (2007) hinten angestellt. Da der WRB (2007) eine rein deskriptive Systematik zugrunde liegt, ist eine direkte Parallelisierung aufgrund der unterschiedlichen systematischen Ansätze immer nur eingeschränkt möglich.

International werden für die Aufnahme von Bodenprofilen die *Guidelines for Soil Description* (FAO 2006) genutzt. In dieser Arbeit jedoch wurden die Bodenhorizonte nach der deutschen Nomenklatur (KA 5, AG BODEN 2005) benannt, da es durch die Benutzung des internationa-

len Handbuchs zu einem Informationsverlust kommen würde. Beispielsweise kann eine starke bioturbate Durchmischung eines mergeligen Oberbodenhorizontes (eAhx) nicht mit Horizontsymbolen der FAO ausgedrückt werden und würde als Ah-Horizont bezeichnet. Auch fehlt eine internationale Entsprechung für M-Horizonte. In den Ergebnistabellen im Anhang A2 sind zum Vergleich auch die Horizontbenennungen nach FAO (2006) aufgeführt.

Nach der Beschreibung wurden die Profile fotografiert und beprobt. Die Farbansprache im Gelände erfolgte nach MUNSELL (1992) am Profil feldfeucht. Der Carbonatgehalt (Schnelltest mit 10 %iger Salzsäure), das Bodengefüge, die Durchwurzelungstiefe und die Bodenart wurden bestimmt. Die Feinbodenart konnte über die Fingerprobe abgeschätzt werden. Der Anteil des Grobbodens wurde am Profil bestimmt. Der Humusgehalt wurde über die Farbe beurteilt.

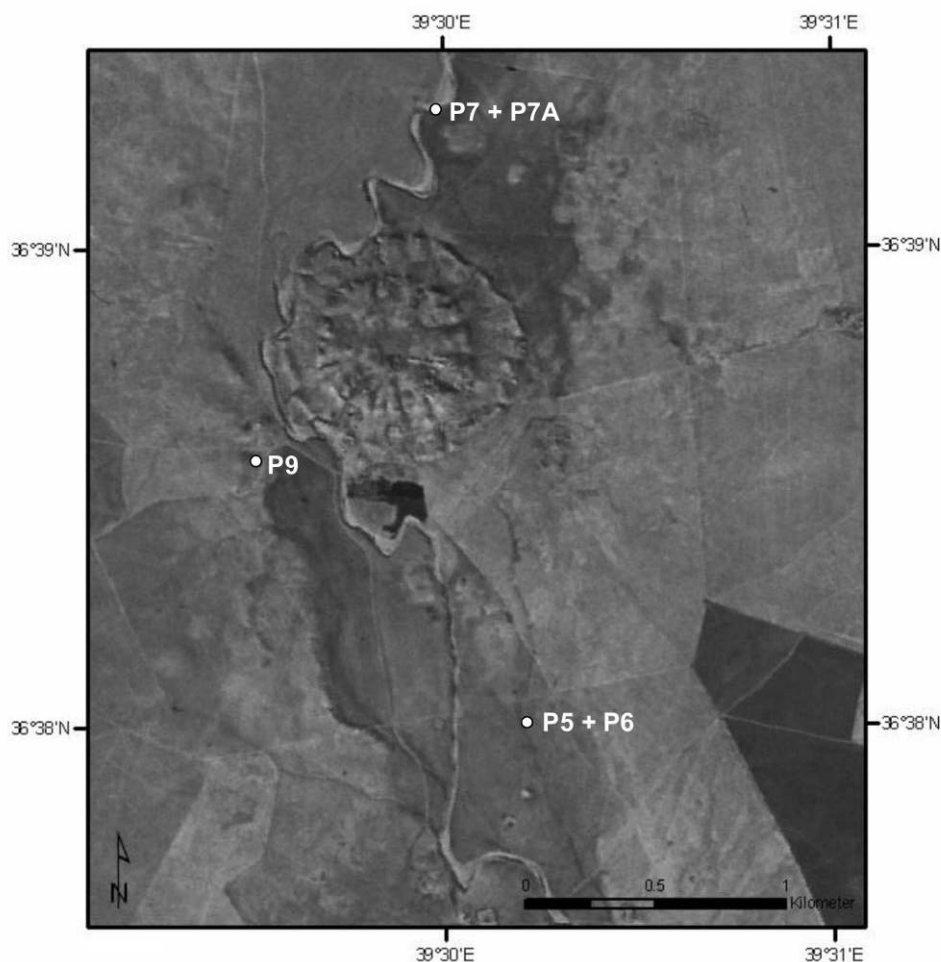


Abb. 3.1: Lage der Aufschlüsse in den natürlichen Sedimenten in der Umgebung des Tells Chuera (Subset eines Coronasatellitenfotos von 1968).

Gezielt wurden repräsentative Böden der unterschiedlichen Ausgangssubstrate erfasst. Außerhalb des Tells in den natürlichen Sedimenten wurden die Profile per DGPS-Messungen (Differentielles Globales Positionierungssystem) mit zwei ProMark2™ GPS-Geräten (Empfängern und Antennen) der Firma Ashtech® von A. Krätschell eingemessen (Abb. 3.1). Auf dem Tell in den anthropogenen Sedimenten wurden die Profile anhand benachbarter archäologischer Schnitte eingeordnet (Abb. 3.2).

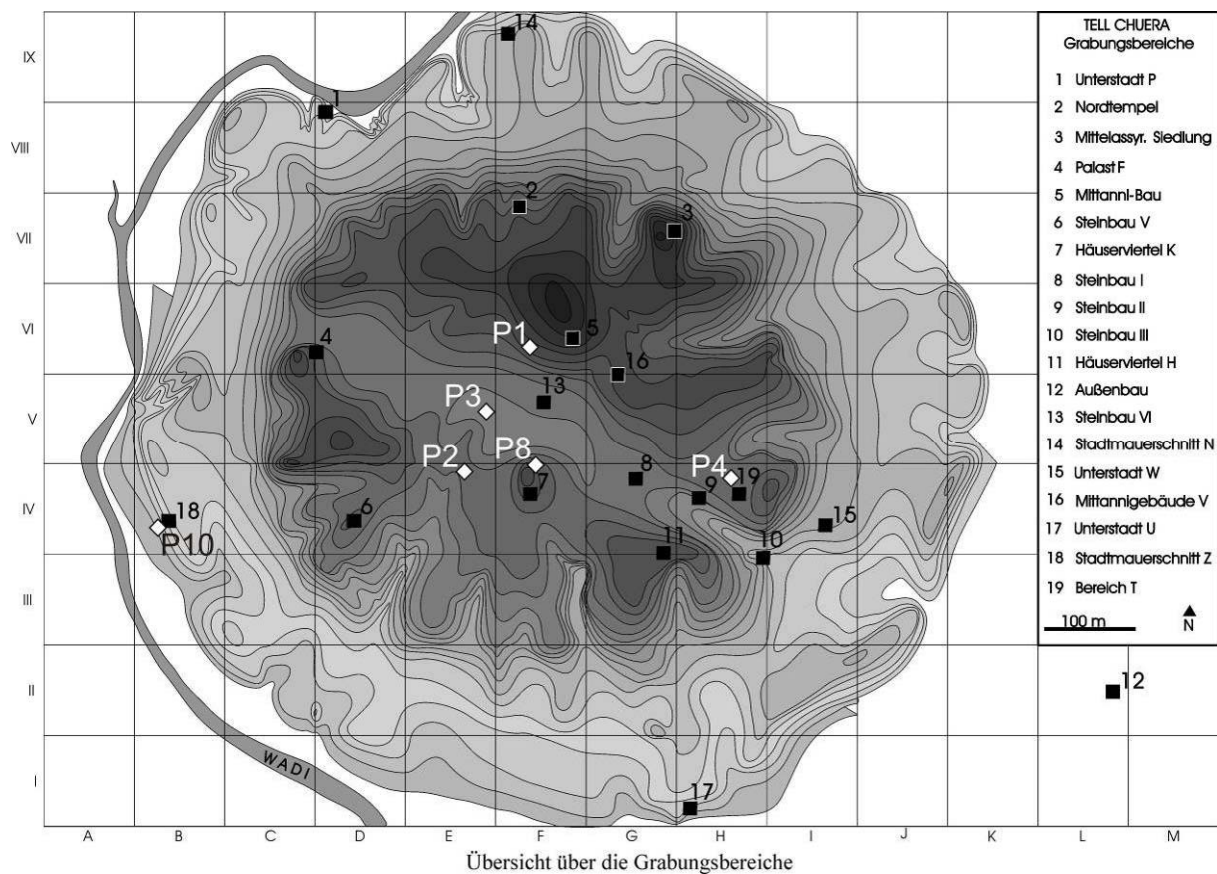


Abb. 3.2: Standorte der Aufschlüsse P1 bis P4, P8 und P10 auf dem Tell Chuera (INSTITUT FÜR ARCHÄOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN, GOETHE - UNIVERSITÄT FRANKFURT AM MAIN 2010, verändert).

3.2 Labormethodik

Luftgetrocknetes Feinbodenmaterial wurde nach Standardverfahren im bodenkundlichen Labor der Goethe-Universität Frankfurt analysiert. Diese Untersuchungen dienen der Kontrolle der Geländebefunde und der Klassifikation der Böden und Sedimente.

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Die Bestimmung der prozentualen Verteilung der unterschiedlichen Korngrößen ist zur Einstufung der Bodenarten des Feinbodens unerlässlich. Luftgetrockneter Feinboden wurde, nach einer Humuszerstörung mit H_2O_2 und anschließender Dispergierung mit 0,4 N $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ – Lösung, mit Hilfe des Nasssiebverfahrens der Kornfraktion bis $63\ \mu\text{m}$ analysiert. Anschließend wurde die Kornfraktionen $<63\ \mu\text{m}$ Sedimentationsanalyse nach KÖHN (Pipettmethode) bestimmt (DIN 19683, Teil 1 und 2 (1973)). Bei Proben mit sichtbarem Gipskristallanteil wurde zuvor eine Gipswäsche durchgeführt (vgl. Tabellen im Anhang 2), um eine Flockung des Tons bei der Verwendung der Pipettmethode zu verhindern.

Bodenfarbe

Die Farbe von Böden und Sedimenten wurde sowohl luftgetrocknet als auch feucht anhand der Munsell Soil Color Charts (MUNSELL 2000) bestimmt.

Bodenreaktion

Der Boden pH-Wert wurde elektrometrisch in wässriger Lösung (Aqua dest.) und in 0,1 M KCl-Lösung nach MEIWES et al. (1984) gemessen.

Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit (EC-Wert: *Electrical conductivity*) wurde zur Bestimmung der Salinität nach DIN 19684-Teil 11 bestimmt.

Calciumcarbonatgehalt (CaCO_3)

Der Calciumcarbonatgehalt (CaCO_3) wurde durch gasvolumetrische Messung mit der SCHEIBLER-Apparatur (DIN 19684, Teil 5 1977) quantitativ bestimmt.

Organischer Kohlenstoffgehalt (C_{org})

Der organische Kohlenstoffgehalt (C_{org}) des Mineralbodens wurde durch nasse Veraschung nach der Methode von LICHTENFELDER (DIN 19684, Teil 2 1977) und colorimetrische Bestimmung der Cr^{3+} -Ionen am Spektralphotometer (CADAS 100) gemessen. Der Gehalt des organischen Kohlenstoffs wurde durch Multiplikation mit dem Faktor 1,724 (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2002, AG Boden 2005) in den Gehalt an organischer Substanz umgerechnet.

Dithionitlösliches Eisen und Mangan

Die Bestimmung des dithionitlöslichen Anteils der Eisen- und Manganoxidverbindungen erfolgte nach der Methode von MEHRA & JACKSON (1960) mit Dithionit-Citrat-Lösung. Messung am AAS Perkin Elmer AAnalyst 300 (DIN 19684, Teil 7 1977).

Bestimmt werden die kristallinen und amorphen Bestandteile der pedogenen Eisen- und Manganoxidverbindungen.

Oxalatlösliches Eisen und Mangan

Zur Kennzeichnung der aktiven, amorphen Oxidverbindungen wurden die oxalatlöslichen Anteile von Eisen und Mangan in Masse-% (DIN 19684, Teil 6 1977) mit oxalsaurem Ammoniumoxalat jeweils mit der Flammen-AAS (AAS Perkin-Elmer AAnalyst 300) gemessen.

Phosphorgehalt (P_{ges})

Der Gesamtphosphorgehalt wurde am Spektralphotometer kolorimetrisch nach Anfärben mit Ammoniummolybdat gemessen.

Schwefelgehalt (S_{ges})

Der Gesamtschwefelgehalt nach EDIN ISO 10694 (1994) durch trockene Verbrennung im Sauerstoffstrom und anschließender Analyse des freigesetzten SO_2 mittels Infrarotdetektion am Kohlenstoff-Schwefel-Analysator LECO gemessen. Der Umrechnungsfaktor von S_{ges} zu $CaSO_4$ ist 4,2464.

3.3 Probenentnahme und Präparation von Bodendünnschliffproben zur mikromorphologischen Untersuchung

Jedes Profil wurde vor der Probenentnahme präpariert, in Anlehnung an AG Boden (2005) beschrieben und mit Maßstab gezeichnet und/oder fotografiert.

Zur Entnahme ungestörter Bodenmonolithe wurden an die jeweiligen Bodenverhältnisse angepasste Probenentnahmekästen bzw. -schiene unterschiedlicher Größe und Machart ausgewählt. Diese wurden möglichst erschütterungsfrei unter Zuhilfenahme von verschiedenen Werkzeugen (Messer, Spachtel, Hufkratzer, Fugenkratzer, etc.) in den Boden eingearbeitet. Nach der eindeutigen Beschriftung erfolgte das Einmessen und Skizzieren bzw. Photographieren der Profilwand mit den Probenbehältern. Anschließend wurden diese vorsichtig aus der Wand herauspräpariert, überstehender Boden entfernt und Fehlstellen mit Papiertüchern aufgefüllt. Nach dem Verschließen wurde die Probe zusätzlich mit Folie fixiert. Zur Aufbereitung wurden die Proben weitestgehend erschütterungsfrei ins Labor transportiert.

Die ungestörten Proben wurden bei 40°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Die Polyesterharzmischung zur Einbettung der Proben wurde folgendermaßen angesetzt:

1000 ml Oldopal P 80-21

1,5 ml Cyclohexanonperoxid (Cyclonox) als Katalysator

0,75 ml Cobald-Octoat als Beschleuniger.

Die Konservierung der Bodenmonolithe und die Präparation zu Bodendünnschliffen erfolgte in Anlehnung an ALTEMÜLLER (1962).

Die Dünnschliffe wurden im Durchlichtscanner eingelesen. Dies ermöglicht einen ersten Überblick der Strukturen und Inhalte in niedriger Vergrößerung (2,5-fach). Eine weitere Beschreibung erfolgte dann am Polarisationsmikroskop (Zeiss Axioskop 40) mit 25- bis 400-facher Vergrößerung. Den Strahlengang betreffend wurden unterschiedliche Methoden verwendet. Der erste Polfilter, der Polarisator, erzeugt linear polarisiertes Licht (PPL = plain polarised light), mit dem der Dünnschliff durchleuchtet wird. Der zweite Polfilter, der Analysator, wird nach dem Objekt in den Strahlengang eingebracht und erzeugt gekreuzt polarisiertes Licht (XPL = crossed polarised light), das doppelbrechende Strukturen sichtbar macht. Diese zwei optischen Verfahren wurden standardmäßig eingesetzt. Schräges Auflicht (OIL = oblique

incident light) wurde ausschließlich zur Unterscheidung von Eisen- und Manganoxiden genutzt.

3.4 Mikromorphologische Begrifflichkeiten

Zur Beschreibung der Bodendünnschliffe wurde überwiegend das Standardwerk von STOOPS (2003) genutzt. Bei den Beschreibungen der anthropogenen Sedimente wurden zusätzlich COURTY et al. (1989) und GOLDBERG & MACPHAIL (2006) herangezogen. Um die vorliegende Arbeit auch dem mit der Begrifflichkeit der Mikromorphologie weniger vertrauten Leser näher zu bringen, werden im nachfolgenden Text mikromorphologische Fachbegriffe aus dem Englischen weitestgehend ins Deutsche übersetzt, bzw. umschrieben. Die englischen Termini werden jeweils in Klammern nachgestellt. Teilweise ist eine direkte Übersetzung auch mehrdeutig, so dass die deutschen Umschreibungen unumgänglich sind. Eindeutige Übersetzungen wurden nach JONGERIUS & RUTHERFORD (1979) vorgenommen.

Tabelle 3.1 erläutert die in dieser Arbeit verwendeten mikromorphologischen Termini in alphabetischer Reihenfolge (JONGERIUS & RUTHERFORD 1979, STOOPS 2003).

Tab. 3.1: Mikromorphologische Termini nach Stoops (2003) und Jongerius & Rutherford (1979) mit deutscher Übersetzung und Erläuterungen.

Bezeichnung nach Stoops (2003)	Deutsche Übersetzung	Erläuterungen (verändert nach Stoops 2003, Jongerius & Rutherford 1979)
aggregated nodule	aggregierte Konkretion	Konkretion aus einer Ansammlung kleiner typischer Konkretionen.
angular blocky ped fabric (bf)	polyedrisches Aggregat Doppelbrechungsstruktur	Gleichförmiges, rechteckiges Aggregat. Struktur innerhalb der Grundmasse, die durch die Doppelbrechung der vorhandenen Minerale, sichtbar als Interferenzfarben im gekreuzt polarisiertem Durchlicht, entsteht.
chamber	Kammer	Unregelmäßiger, meist gleichförmiger, glatter Hohlraum, der (im Dünnschliff meist nicht sichtbar) durch Gänge verbunden sind.
channel	Gang	In Dünnschliffen als runder oder elliptischer Hohlraum mit abgerundeten Enden erkennbar.
coarse/fine related distribution pattern (c/f)	Grob-/Feinverteilungsmuster	Das Muster ergibt sich aus der Verteilung der groben und feinen Bestandteile.
complex packing void	Packungshohlraum	Hohlraum zwischen porösen Aggregaten und Körnern.
crescent pedofeature	halbmondförmiges Merkmal	Halbmondförmige Struktur, die in der Matrix z.B. durch Bioturbation entsteht.
crumb	Krümel	Poröses Aggregat.
crystallitic bf	<i>crystallitic</i> Doppelbrechungsstruktur	Doppelbrechende Mineralkörner, in den vorliegenden Proben mikritische Calcitkristalle, bestimmen die Interferenzfarbe des Feinmaterials als ein Ganzes, da sie als einzelne Kristalle nicht erkannt werden können. Es gibt keine eindeutige deutsche Übersetzung, so dass <i>crystallitic</i> im folgenden Text beibehalten wird.
crystallitic coating	<i>crystallitic</i> Überzug	Überzüge an Hohlraumwänden aus Kristallen, hier meist Calcit und Gips.
dendritic nodule	dendritische Konkretion	Konkretion aus einer Ansammlung kleiner verästelt angeordneter Konkretionen.
dense complete infilling	vollständige Verfüllung	Hohlraumfüllung, z.B. aus Kristallen, die den gesamten Raum füllt
depletion pedofeature	Decalcifizierung/ Calcitwaschung	Abreicherungserscheinung in der Matrix, in den untersuchten Böden typischerweise Calcitwaschung, die im XPL durch eine undifferenzierte Doppelbrechungsstruktur gekennzeichnet ist.
disorthic	umgelagert	Umgelagerte, jedoch aus dem Umgebungsmaterial entstandene Aggregate oder Konkretionen.
enaulic	enaulisch	Feinmaterial, größere Bestandteile und angrenzende Hohlräume sind vorhanden. Das Feinmaterial zeigt sich als deutliche Aggregate in den intergranulären Zwischenräumen der größeren Komponenten.
granostriated bf	kornbezogene Doppelbrechungsstruktur	Streifige Interferenzfarbenanordnung hat eine Beziehung zu den Körnern innerhalb der Grundmasse.

Bezeichnung nach STOOPS (2003)	Deutsche Übersetzung	Erläuterungen (verändert nach STOOPS 2003, JONGERIUS & RUTHERFORD 1979)
incomplete infilling	unvollständige Verfüllung	Hohlraumfüllung, z.B. aus Kristallen, die noch nicht den gesamten Raum füllt.
micritic calcite	Mikrit	Calcitkristalle < 5 µm
moderately separated	mäßig abgegrenzt	Mäßige Abgrenzung zwischen Aggregaten.
monic	einzelkorngeprägt	Durch Einzelkörner geprägt.
needle shaped	nadelig	Nadelige Form von Kristallen, hier Calcit.
nodule	Konkretion	
open	weit	Die größeren Bestandteile haben einen Abstand von mehr als dem Doppelten ihres Durchmessers.
orthic	in situ	An diesem Ort entstanden (in situ).
ped	Aggregat	
plane	Riss	Länglicher Hohlraum, dessen Wandungen sich gut bis sehr gut ergänzen.
porphyric	porphyrisch	Feinmaterial füllt die Zwischenräume der größeren Bestandteile
separated	abgegrenzt	Abgrenzung der Aggregate durch Hohlräume, die unausgefüllt sind.
spartic calcite	Spartit	Calcitkristalle > 5 µm
speckled bf	fleckige Doppelbrechungsstruktur	Struktur aus zufällig orientierte Streifen, die kleiner als 30µm sind.
starlike vugh	sternförmige Höhlung	Hohlraum mit polygonaler Form und konvexen Wänden.
straight plate	Platte/ plattiges Aggregat	Längliche, horizontal angeordnete Partikel.
striated bf	streifige Doppelbrechungsstruktur	Streifen, die Interferenzfarben zeigen und größer als 30µm sind.
subangular blocky ped	subpolyedrisches Aggregat	Gleichförmiges, rechteckiges Aggregat, mit abgerundeten Ecken.
undifferentiated bf	undifferenzierte Doppelbrechungsstruktur	Es sind keine Interferenzfarben erkennbar.
unorthic	allochthon	An anderer Stelle entstanden und umgelagert.
void	Hohlraum	
vugh	Höhlung	Ungleichmäßige, glatte oder raue, längliche oder gleichförmige Poren.
vughy	hohlraumgeprägt	Die Matrix ist von Hohlräumen durchzogen.

4. Sedimente des Untersuchungsraumes

Das folgende Kapitel beschreibt natürliche und anthropogen beeinflusste Sedimente des Arbeitsgebietes.

Die natürlich gelagerten Sedimente werden sowohl makroskopisch als auch mikroskopisch beschrieben. Die anthropogen geprägten Sedimente hingegen werden überwiegend durch mikromorphologisch sichtbare Eigenschaften beschrieben.

4.1 Natürliche Materialien der Umgebung des Tells Chuera

Die natürlichen Sedimente des Waditals konnten während der Geländearbeiten in eine relativ-chronologische Folge gebracht werden (THIEMEYER 2010). Älterer Hochflutlehm (äHFL) und ältere Schotter (äSCH) liegen unter den jüngeren Hochflutlehmepaketen. Der umgelagerte jüngere Hochflutlehm (jHFL) ist im rezenten Wadital zu finden. THIEMEYER (2010) zählt neben den Hochflutlehmen die „schluffige Deckschicht“ („uDS“) zu den Sedimenten der Umgebung. Die „uDS“ ist am weitesten verbreitet, jedoch ist sie überwiegend außerhalb des hier untersuchten Waditals auffindbar. RÖSNER (1989, 1995) benennt diese Sedimente als „lössbürtig“ und charakterisiert sie damit als äolisch eingetragenes Sediment.

Jüngerer Hochflutlehm (jHFL)

Der jüngere Hochflutlehm zeichnet sich im Gelände durch seine hellbraune Farbe aus. Aggregate zeigen auf den Außenflächen die gleiche Farbe wie aufgebrochene Aggregate. Eingebettet in die Grundmasse des Hochflutlehms finden sich häufig tonige Aggregate. Solche Tonlinsen zeichnen sich in der Grundmasse häufig durch eine klare Abgrenzung zur Umgebungsmatrix aus und wurden vermutlich umgelagert. Im Dünnschliff zeigen sie eine deutlich feinere Textur, sind meist homogen und zeigen manchmal Doppelbrechungsstrukturen eingeregelter Tonminerale, die durch Dispergierung, Translokation und Akkumulation mit einer Neueinregelung der plättchenförmigen Tonminerale parallel zur Akkumulationsoberfläche entstehen. Die Matrix des jHFL ist mit mikritischen Kalk ($< 5\mu\text{m}$) durchzogen und weist dadurch eine *crystallitic* Doppelbrechungsstruktur auf. Der jüngere Hochflutlehm erscheint im gekreuzt polarisiertem Durchlicht (XPL) aufgrund des hohen Mikritgehalts heller als älterer Hochflutlehm (Abb. 4.1).

Älterer Hochflutlehm (äHFL)

Der ältere, vermutlich vor der Tellbesiedlung abgelagerte Hochflutlehm hat eine rotbraune, tonreiche Matrix. Eingelagerte Kalkschotter sind stark angewittert und lassen sich gut ritzen. Aufgebrochene Aggregate sind im Innern heller als die Außenflächen. Auch im älteren Hochflutlehm erkennt man unter dem Mikroskop Tonlinsen, die sich von der Grundmasse durch ihre homogene und feinkörnige Textur unterscheiden. Die Tondomänen sind größtenteils gut in die Matrix eingearbeitet und haben keine deutlichen Abgrenzungen mehr. Die Matrix ist kalkärmer als die des jüngeren Hochflutlehms. Kalk ist überwiegend sekundär in Form von Hohlraumfüllungen und Kalkkonkretionen erkennbar (Abb.4.2).

Ältere Schotter (äSch)

Die älteren Schotter sind stark angewittert und gut ritzbar. Der Kalkschotter ist eingebettet in eine stark verfestigte, tonige, dunkel rotbraune Grundmasse, die unter dem Mikroskop als gut eingeregelter Ton erkennbar ist.

Gipsreiche Ablagerungen

Im syrisch-türkischen Grenzgebiet bestehen die Sedimente der *Lower Fars*-Formation aus Kalk- und Dolomitablagerungen (WOLFART 1967). Westlich des Tells Chuera treten diese miozänen salinaren Ablagerungen in Form einer gipsreichen, mürben und gut grabbaren Schicht auf. Die gut sichtbaren Gipskristalle zerfallen beim Abstechen sofort. Sie sind eingebettet in eine rotbraune tonreiche Matrix.

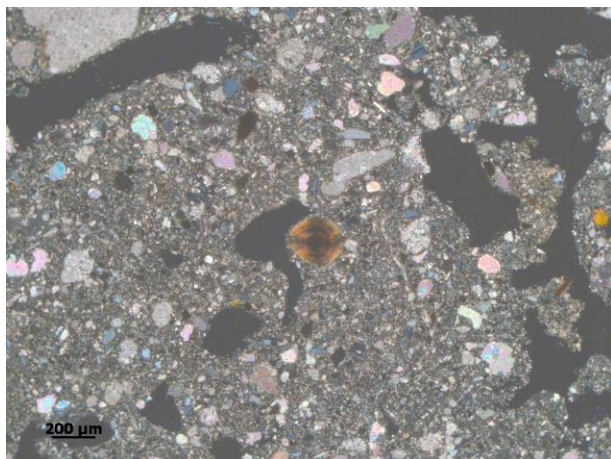


Abb. 4.1: Mikritische Matrix des jHFL (XPL).

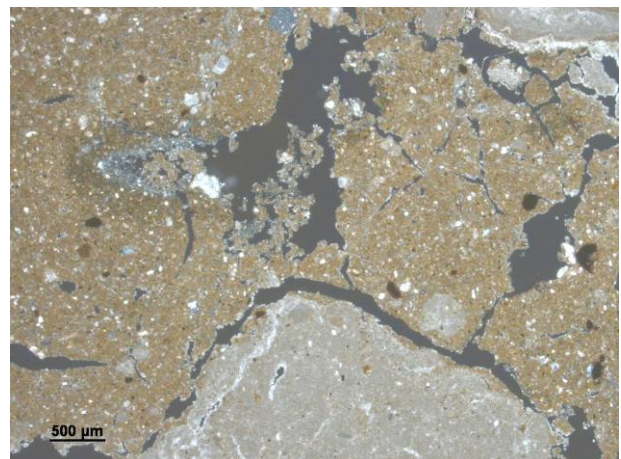


Abb. 4.2: weniger Mikrit in der Grundmasse zugunsten der sekundären Calcitanreicherung im äHFL (XPL).

4.2 Tellbestandteile

Im Folgenden werden die Materialien beschrieben, aus denen sich der Siedlungsschutt des Tells Chuera zusammensetzt.

4.2.1 Konstruktionsmaterialien

Die Konstruktionsmaterialien, die auf dem Tell Chuera wie auch auf anderen Tells (vgl. GOLDBERG & MACPHAIL 2006) gefunden werden können, haben alle gemein, dass sie aus einer feinen Matrix und einer gröberen Komponente, der Magerung bestehen. Magerungsmaterial ist auf dem Tell Chuera charakteristischerweise organisches Material, vermutlich Stroh. Sand, Kalksteinfragmente, Keramikbruchstücke und Fragmente von gebrannten Lehmziegeln kommen nur vereinzelt vor.

Lehmziegel: ungebrannte Lehmziegel und Lehmziegelbruchstücke haben typischerweise eine gelblich braune Farbe und eine homogene, massive Struktur. Diese dichte Struktur wird unterbrochen von Pflanzenpseudomorphosen in Form von länglichen Porenräumen, die durch zersetzte Pflanzenreste (vermutlich Stroh) entstanden sind (Abb. 4.3 und 4.4). Phytolithe sind manchmal die einzigen nachweisbaren Spuren von Pflanzenreste in den Höhlräumen (COURTY ET AL. 1989) (siehe auch Phytolithe in diesem Kapitel). In den Hohlräumen der Lehmziegel des Tells Chuera konnten mikromorphologisch keine Phytolithe nachgewiesen werden.

Verputz: Eine Mischung aus dem Bindemittel Kalk oder Gips mit Wasser und einer Magerung wurde in Tell Chuera wahrscheinlich als Wandverputz genutzt. An den beprobten Stellen wurde ein Verputz aus Kalk und einer sehr feinkörnigen, nicht organischen Magerung vorgefunden. Der Verputz zeigt eine dichte Matrix ohne Hohlräume (Abb. 4.5).

Estrich: Estrich ist in Tell Chuera überwiegend aus einer Mischung aus Gips, Branntkalk und Wasser hergestellt. Im Mikroskop erscheint der Kalk- und Gipsestrich im PPL hellgrau bis grau (Abb. 4.6). Im gekreuzt polarisiertem Licht (XPL) sind im Gipsestrich deutliche, linsenförmige Einzelkristalle des Gipses in weißer Farbe erkennbar (Abb. 4.7). Der Kalkestrich zeigt, aufgrund des Mikrits, eine starke Doppelbrechung mit Interferenzfarben hoher Ordnung. Einzelne Kristalle können nicht unterschieden werden (Abb. 4.8).

Stampflehm (-boden): Häufig sind ehemalige Oberflächen zu finden, die aus Lehm konstruiert wurden. Die dichte Matrix besteht aus tonig schluffigem Feinmaterial mit hohem, natürlicherweise in dem genutzten Feinmaterial vorkommendem Kalkanteil. Durch den mikritisch vorliegenden Kalk entsteht eine crystallitic Doppelbrechungsstruktur (bf) (Abb. 4.10). Innerhalb der Grundmasse sind Pflanzenpseudomorphosen erkennbar, die auf eingearbeitetes organisches Material, vermutlich Stroh, hindeuten. Diese elliptischen länglichen Hohlräume sind überwiegend horizontal ausgerichtet (Abb. 4.9 und 4.10). In vielen Proben des Tells sind sehr geringmächtige Stampflehmschichten erkennbar, die nicht als konstruierte Böden bezeichnet werden können, jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit absichtlich aufgetragen wurden (siehe Kapitel 7).

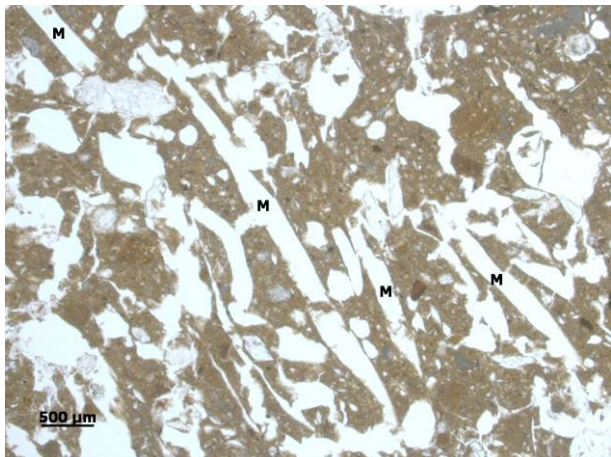


Abb. 4.3: Lehmziegel mit typischen Pflanzenpseudomorphosen (M) (PPL).

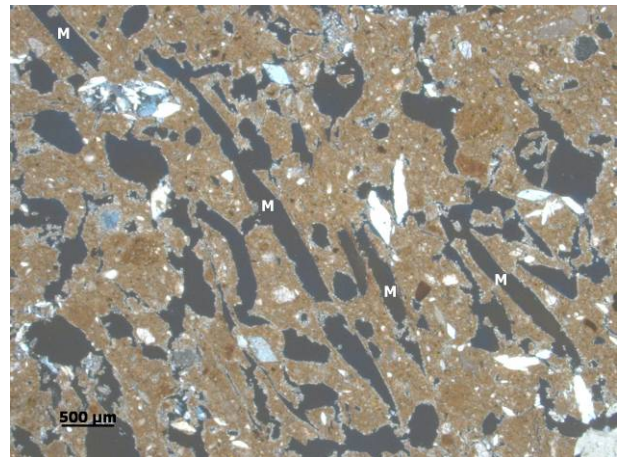


Abb. 4.4: Wie Abb.: 4.3: Lehmziegel mit typischen Pflanzenpseudomorphosen (M) (XPL).

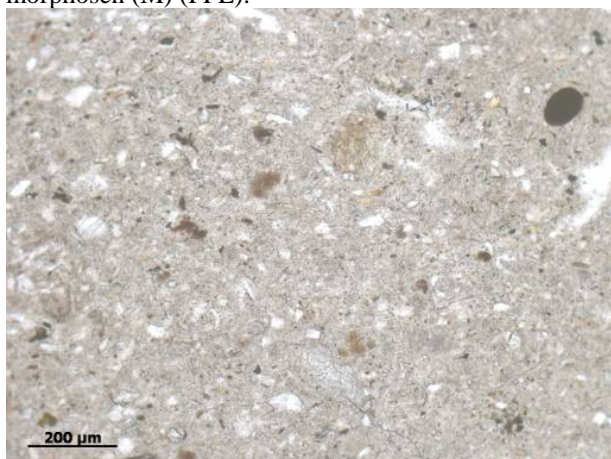


Abb. 4.5: Wandverputz (PPL).

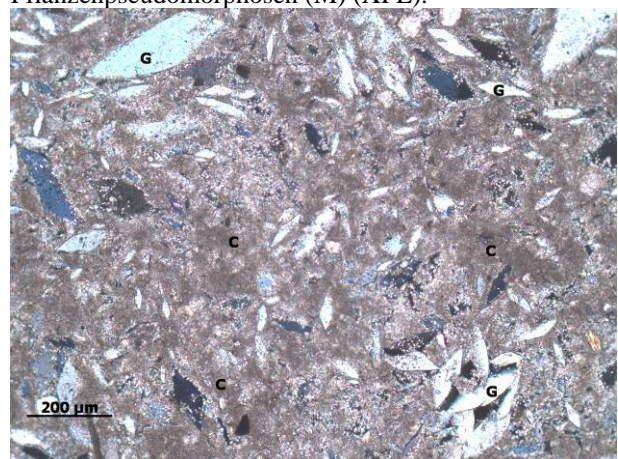


Abb. 4.6: Kalkgipsestrich (PPL) Gipskristalle (G) und Kalkmatrix (C).



Abb. 4.7: Gipsestrich mit linsenförmigen Gipskristallen (XPL).

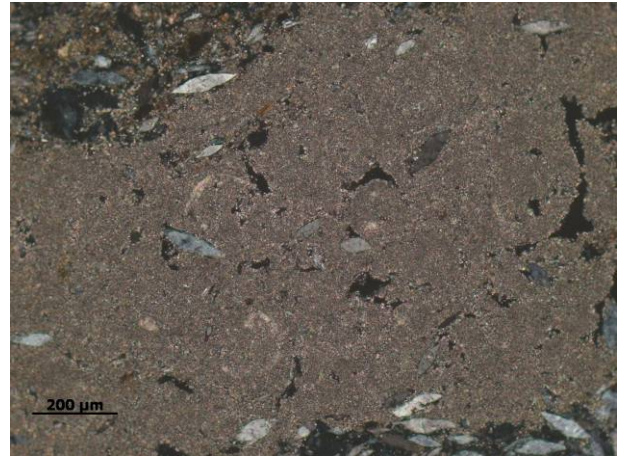


Abb. 4.8: Kalkestrich (XPL).

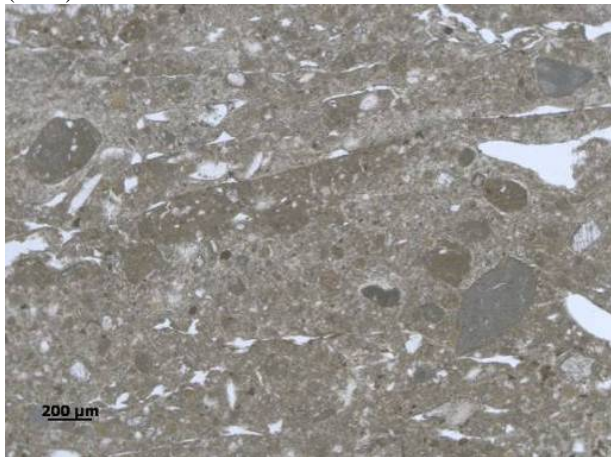


Abb. 4.9: Konstruierter Stampflehm (PPL).

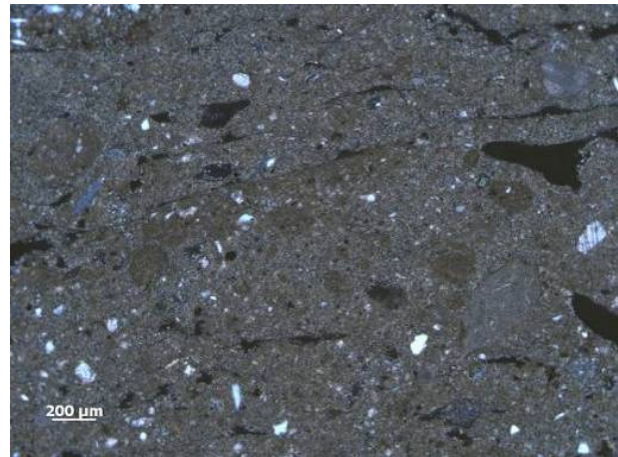


Abb. 4.10: Wie Abb. 4.9: Stampflehm mit *crystallitic* Matrix (XPL).

4.2.2 Reste organischen Ursprungs

Dung von Herbivoren: Die Reste von Herbivorendung beinhalten gut strukturiertes organisches Material, fäkale Sphärolite und mineralische Bestandteile, die bei der Nahrungsaufnahme, z.B. beim Grasens oder Trinken, verschluckt wurden (Abb. 4.11 und 4.12).

Fäkale Sphärolite: Diese sphärischen Strukturen aus CaCO_3 formen sich beim Verdauungsvorgang von pflanzlicher Nahrung (CANTI 1997). Fäkale Sphärolite sind deutlich sichtbar im gekreuzt polarisierten Licht (Abb. 4.13) und erscheinen als Kugeln mit einem Auslöschungskreuz, das beim Drehen des Objektes konstant bleibt. In dem Dung von Wiederkäuern wird

die höchste Anzahl an fäkalen Sphäroliten erreicht. Aber auch in den Fäkalien von Omnivoren und Karnivoren (z.B. Menschen, Hunden) lassen sich diese 5-15 µm großen Sphärolite finden. Lediglich Pflanzenfresser mit Blinddarm (z.B. Pferde, Kaninchen, Feldhasen) produzieren keine fäkalen Sphärolite (CANTI 1999). Sphärolite überdauern hohe Temperaturen, können also auch nach der Verbrennung von Dung in der Asche nachgewiesen werden (CANTI 1998). Häufig findet man sie in dichten Lagen oder linsenförmigen Ablagerungen dort, wo Dung eingetragen oder abgelagert wurde und das Milieu nicht zu sauer ist (MATTHEWS 1999). Aufgrund des alkalischen Milieus auf dem Tell Chuera bleiben Sphärolite erhalten, werden verweht oder verschleppt. Das Auffinden von fäkalen Sphäroliten ist aufgrund dessen kein eindeutiges Anzeichen für die Anwesenheit von Tieren oder Dung.

Sphärolite pflanzlicher Herkunft: Neben den fäkalen Sphäroliten, die auf Tell Chuera sehr häufig aufzufinden sind, gibt es kugelige Calciumoxalate (CaC_2O_4), die pflanzlicher Natur sind (Abb. 4.14 und 4.15). Sie können aufgrund ihrer sphärischen Struktur den fäkalen Sphäroliten sehr ähnlich sein, lassen sich jedoch mikromorphologisch anhand ihrer Größe von 25-50 µm meist eindeutig von diesen unterscheiden (CANTI 1997).

Organische Reste: In vielen Tellsedimenten finden sich organische Reste (Abb. 4.16). Diese können durch die mikromorphologische Analyse häufig nicht weiter differenziert werden.

Asche: Asche von Holz und Laub ist weiß bis grau (PPL) (Abb. 4.17) und im XPL aufgrund ihres Calcitreichtums stark doppelbrechend (Abb. 4.18). Der Calcit in der Asche stammt aus Calciumoxalatanreicherung (CaC_2O_4) in interzellulären Räumen von Holz und Laub (SCURFIELD et al. 1974). Bei der Verbrennung bleibt Mikrit (Calcitkristalle $< 5 \mu\text{m}$) in Form von Pflanzenzellenpseudomorphosen erhalten (CANTI 2003, COURTY et al. 1989, SCHIEGL et al. 1996). Diese Pseudomorphosen sind sehr fragil, so dass sie vermutlich nach der Verbrennung nicht umgelagert wurden. Oft sind in umgelagerter, durchmischter Asche Holzkohlereste, Knochenfragmente und geschmolzenes, wahrscheinlich silikatisches Material opaler Phytolithe (siehe unten) erkennbar.

Holzkohle: Holzkohle entsteht, wenn organisches Material nicht vollständig verbrennt und ist in Böden und Sedimenten inert. Die Verbrennung erfolgt zwischen 280°C und 500°C (WITHLOCK & LARSEN 2001). Holzkohle erscheint opak. Häufig sind Zellstrukturen noch deutlich erkennbar (Abb. 4.19).

Phytolithe: Lösliches Silizium (H_4SiO_4) wird durch die Pflanzenwurzeln aufgenommen und als amorphes SiO_2 (Opal) überwiegend in den oberirdischen Pflanzenorganen vieler höherer Pflanzen eingebaut (PIPERNO 2006). Diese silikatischen Zellinhalte überdauern als so genannte Phytolithe die Verwitterung der organischen Pflanzenbestandteile und können auch in Dünnschliffen nachgewiesen und im Idealfall identifiziert werden. Im PPL erscheinen sie transparent (Abb. 4.20) mit pflanzen- und pflanzenorganspezifischen Formen. Da sie fast vollständig isotrop sind, erscheinen sie im XPL stets ausgelöscht.

Mit der Methode der Mikromorphologie kann aufgrund der Festlegung der Phytolithe im Schliff wenig über die Herkunftspflanze ausgesagt werden. An manchen Ablagerungsstellen, an denen die Opalphytolithe gehäuft auftreten, lässt sich vermuten, dass es sich um Phytolithe handelt, die aus den Halmen von Gräsern stammen (pers. Mitt. K. NEUMANN 2008). Eine spezielle Untersuchung, unabhängig von den Dünnschliffuntersuchungen, könnte genauere Ergebnisse hinsichtlich der Art oder Unterscheidung von Wild- und Zuchtpflanzen liefern.

Geschmolzenes Material: Geschmolzenes, wahrscheinlich silikatisches Material (Abb. 4.21 und 4.22) ist vielfach innerhalb der Matrix erkennbar. Vermutlich handelt es sich bei dem geschmolzenen Material um Phytolithe, die starker Hitze ausgesetzt waren. RUNGE (2004) beschreibt Formveränderung von Phytolithen ab einer Temperatur von über $600^\circ C$. Auf Tell Chuera ist dieses Material häufig in Verbindung mit weiteren Zeichen von Verbrennung, wie z.B. Holzkohleflitter, auffindbar.

Knochen:

Unveränderter Knochen hat eine schwach gelbe Farbe (PPL) (Abb. 4.23). Diese gründet sich auf den Phosphatgehalt (Hydroxylapatit). Die typischen Havers Kanäle, die im Knochen für die Nährstoffversorgung und Reizübertragung sorgen, sind deutlich sichtbar. Im XPL ist Knochen schwach doppelbrechend und erscheint schwarz mit weißen Schlieren (Abb. 4.24). Die Knochen auf Tell Chuera sind aufgrund der hohen Kalkgehalte in dem Siedlungsschutt gut erhalten geblieben. Innerhalb der Havers Kanäle hat sich sekundärer, mikritischer Calcit abgelagert.

Verbrannter Knochen hingegen ist einer strukturellen Änderung durch die Temperatureinwirkung unterlegen. Die organischen Bestandteile werden verändert und unter dem Mikroskop erscheint der Knochen, wie auch schon mit bloßem Auge sichtbar, in veränderter Farbe. Die

Knochenmatrix ist je nach Verbrennungstemperatur braun verfärbt (PPL) (Abb. 4.25). Bei einer Verbrennungstemperatur von mehr als 650°C wird der Knochen vollständig calcifiziert, erscheint im PPL weiß und im XPL mit starken Doppelbrechungsstrukturen (COURTY et al. 1989). Solche calcifizierten Knochen wurden auf Tell Chuera jedoch nicht gefunden.

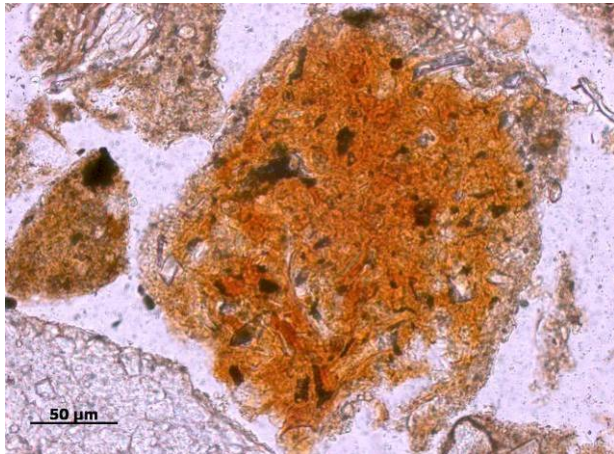


Abb. 4.11: Dungereite strukturiert durch organisches Material (PPL).

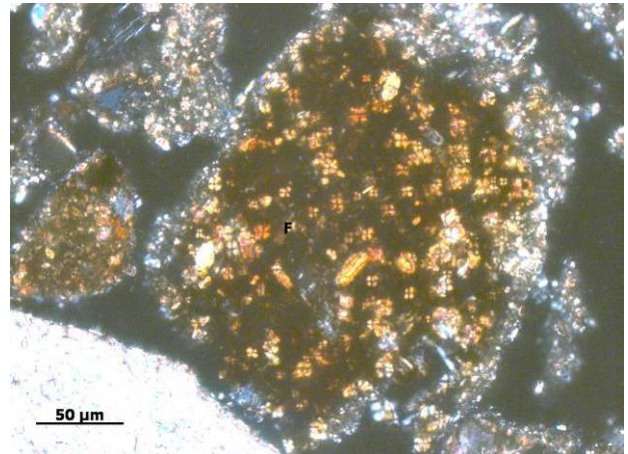


Abb. 4.12: Wie Abb.: 4.11: Organische Bestandteile des Dungs sind dunkel. Fäkale Sphärolite sind helle, kugelige Strukturen mit Auslöschungskreuz (F) (XPL).

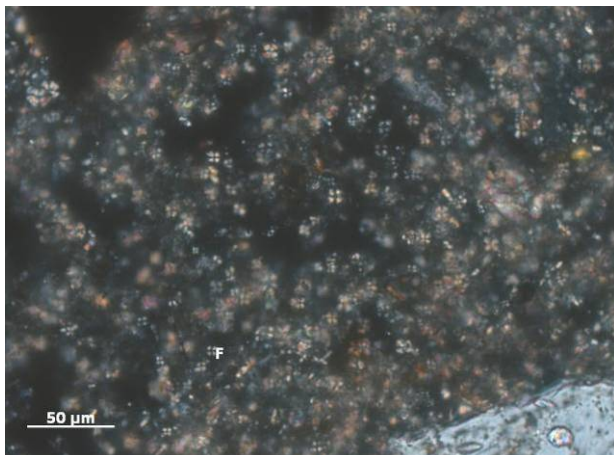


Abb. 4.13: Fäkale Sphärolite (F) verteilt in der Matrix (XPL).

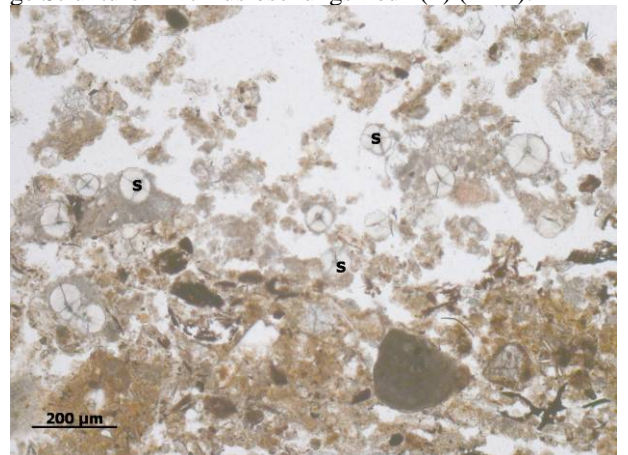


Abb. 4.14: Sphärolite (S) pflanzlichen Ursprungs (PPL).

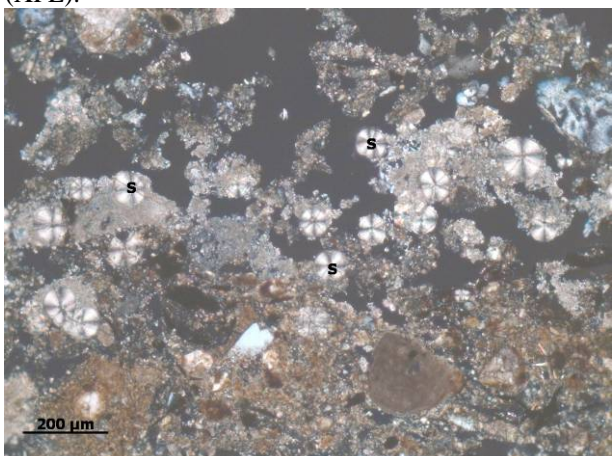


Abb. 4.15: Wie Abb. 4.14: Sphärolite (S) pflanzlichen Ursprungs (XPL).

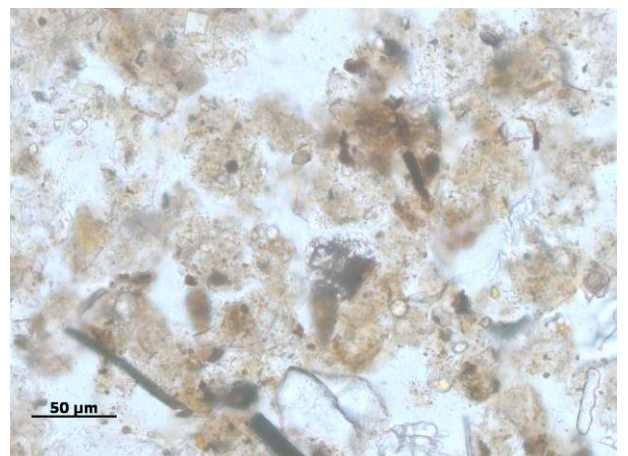


Abb. 4.16: Amorphe organische Reste (PPL).

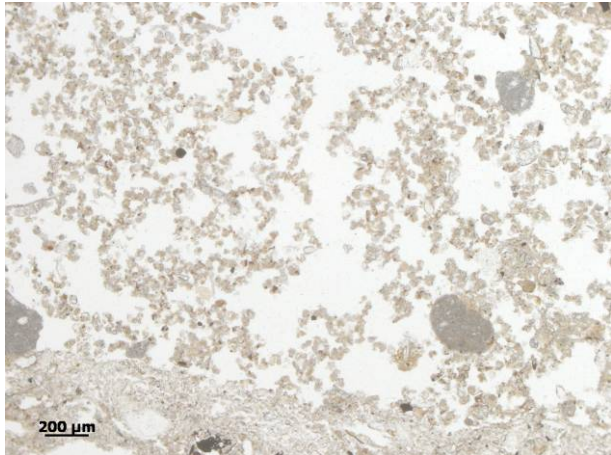


Abb. 4.17: Pflanzenasche mit deutlichen Zellpseudomorphosen (PPL).

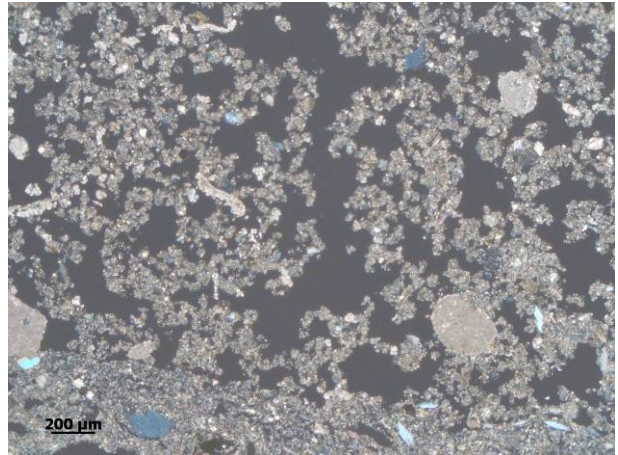


Abb. 4.18: Wie Abb. 4.17: Calcifizierte Pflanzenasche im XPL.

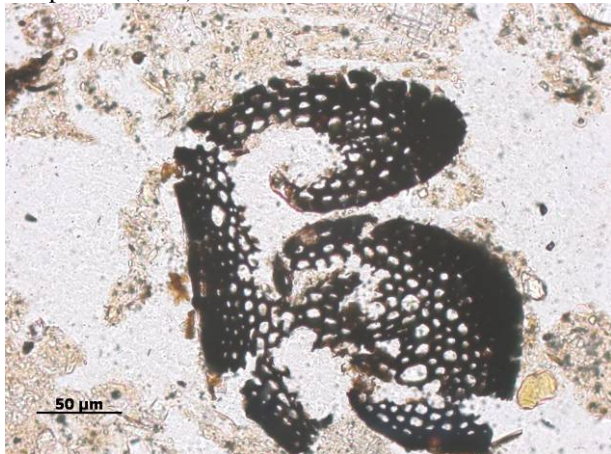


Abb. 4.19: Holzkohle mit erhaltener Zellstruktur (PPL).

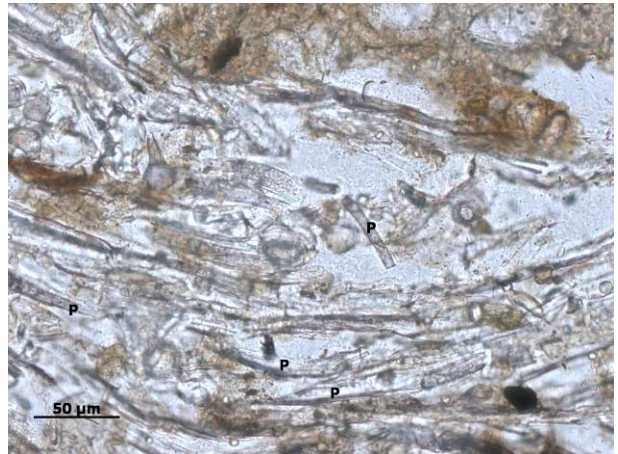


Abb. 4.20: Phytolithe (P) (PPL).



Abb. 4.21: Geschmolzenes Material (vermutlich Phytolithe) (PPL).

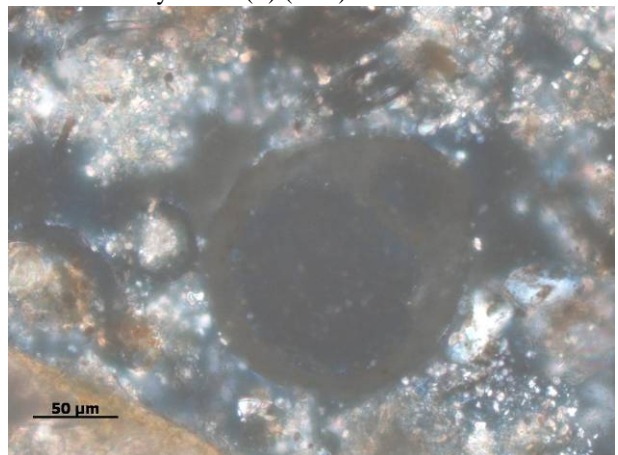


Abb. 4.22: Wie Abb. 4.21: Geschmolzenes Material (vermutlich Phytolithe) (XPL).



Abb. 4.23: Knochen (K) mit gut sichtbaren Havers Kanälen, gefüllt mit sekundärem Mikrit (H) (PPL).

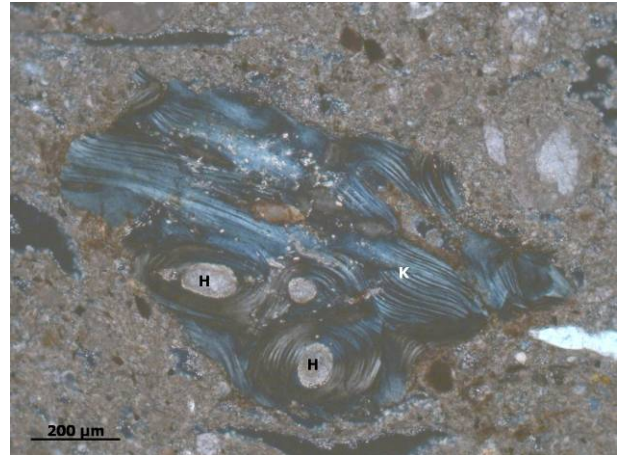


Abb. 4.24: Wie Abb. 4.21: Knochen (K) „frisch“. Gut sichtbar die Havers Kanäle gefüllt mit sekundärem Mikrit (H) (XPL).

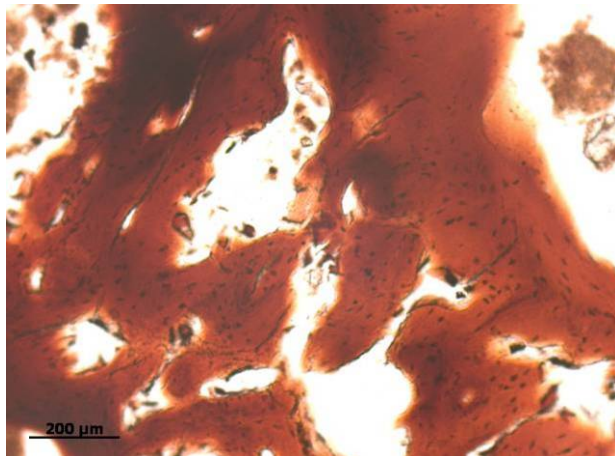


Abb. 4.25: Knochen verbrannt (PPL).

4.2.3 Weitere Bestandteile

Basalt: Basalt wurde als Reibstein zur Bearbeitung von Getreide und sekundär als Türangelstein verwendet. In der direkten Umgebung des Tells sind keine Basaltvorkommen vorhanden. Jungquartäre Basaltlavafelder liegen jedoch östlich von Raqqa, aber auch in der heutigen Türkei existieren ausgedehnte Lavafelder (WIRTH 1971, Karte 2), von wo der Basalt vermutlich importiert wurde. Basaltfragmente (Abb. 4.26 und Abb. 4.27) können durch Abrieb bei der Bearbeitung des Getreides entstehen und sind deshalb häufig an Stellen zu finden, an denen diese Tätigkeit ausgeführt wurde bzw. im Kehrlicht dieser Orte.

Flintfragmente: Flintsteine finden sich häufig in den Sedimenten des Tells. Auf dem gesamten Tell und auch in der Umgebung können Flintwerkzeuge und Flintbruchstücke (Abb. 4.28) gefunden werden.

Ooide und Psoide: Ooide (<2 mm) und Psoide (>2 mm) (PETTIJOHN 1957) und ihre Bruchstücke finden sich in nahezu allen Sedimenten auf Tell Chuera und seiner Umgebung. In den untersuchten Sedimenten sind die runden oder elliptisch geformten Körner entweder aus Calcit (Abb. 4.30) oder aus Calcit mit Eiseneinlagerungen (Abb. 4.29). Sie sind durch die Kristallisation von Calcit um einen Kristallisationskern entstanden. Dies geschieht in Gewässern, durch deren ständige Wasserbewegung die Ooide ihre runde Form erhalten. Die Ooide und Psoide entstammen vermutlich aus Verwitterungsresten der miozänen Gesteine, die sich in der Umgebung des Tells finden.

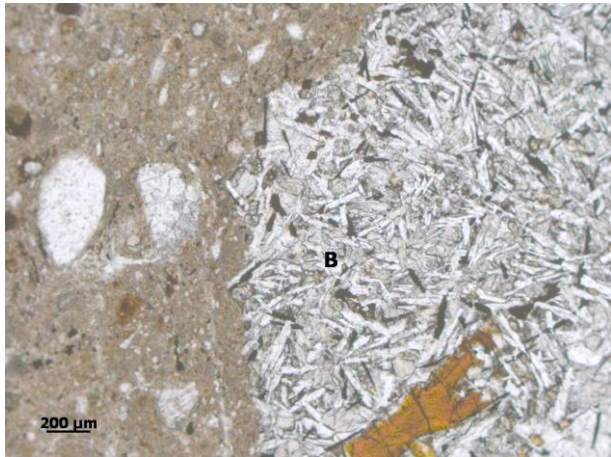


Abb. 4.26: Basalt (B) (PPL).



Abb. 4.27: Basalt (B) (XPL).

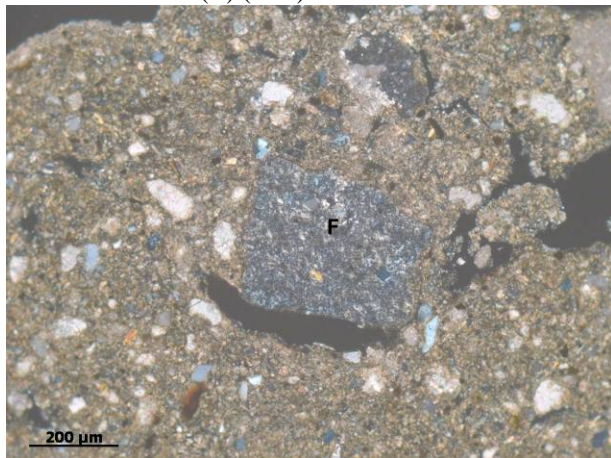


Abb. 4.28: Flintfragment (F) (XPL).

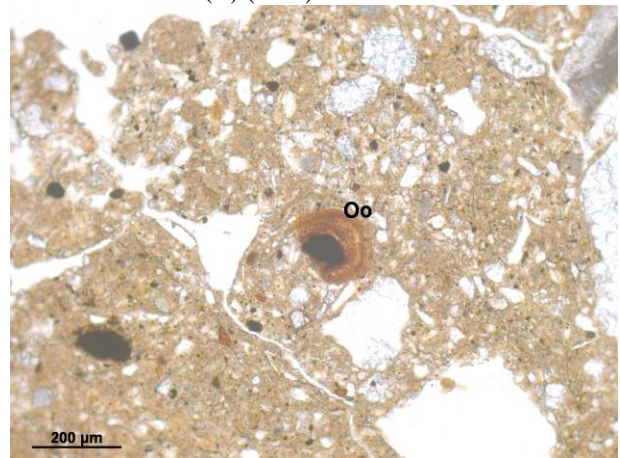


Abb. 4.29: Ooidbruchstück (Oo) mit Eisen (PPL).

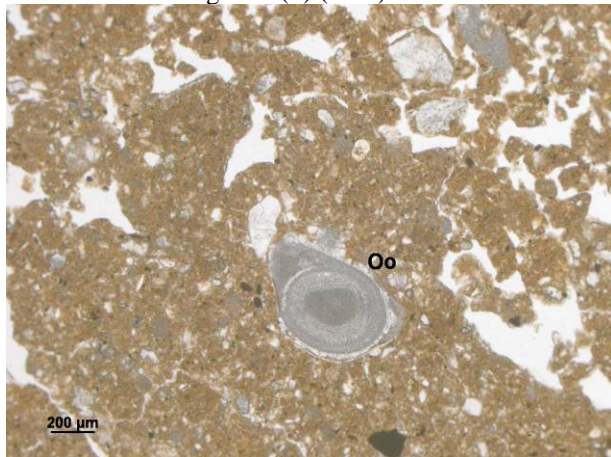


Abb. 4.30: Calcitischer Ooid (PPL).

5. Ergebnisse und Diskussion zur Pedogenese im Untersuchungsgebiet

Elf Bodenprofile repräsentieren die Pedogenese innerhalb des Arbeitsgebietes (Tab. 5.1). Zum einen wurden die Böden in den natürlichen Sedimenten der Umgebung des Tells Chuera untersucht (Abb. 3.1, Kap. 3). Zum anderen wurden Böden, die sich in den anthropogenen Sedimenten des frühbronzezeitlichen Tells entwickelt haben, analysiert (Abb. 3.2, Kap. 3). Aufgrund der unterbrochenen Besiedlungszeit ist es möglich, Aussagen über die Pedogenese, die während dieses Siedlungshiatus bzw. nach Aufgabe der Siedlungen stattgefunden hat zu treffen.

Außerdem wurde die weitestgehend ungestörte Bodenentwicklung auf den natürlichen Ausgangssubstraten der Siedlungsumgebung des Tells Chuera analysiert („Gräberfeld“ im nördlich (P7+7A), „Hohlweg“ südlich (P5+6), „Baugrube“ (P9) südwestlich des Tells). Nachstehend sind die Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Pedogenese getrennt nach Arbeitsgebiet und Ausgangsmaterial dargestellt.

Tab. 5.1: Übersicht der Profile (vgl. Abb. 3.1 und Abb. 3.2 in Kap. 3).

Bezeichnung	Lage	Entwicklungszeitraum	Ausgangsmaterial
P1	Nähe Grabungsareal K	seit der Tellaufgabe (~1100 BC)	Siedlungsschutt
P2	Unterhalb des Mitannibaus	seit der Tellaufgabe (~1100 BC)	Siedlungsschutt
P3	Zentralsenke	seit der Tellaufgabe (~1100 BC)	Siedlungsschutt
P4	H IV H5 Süd-West-Quadrant	seit der Tellaufgabe (~1100 BC)	Siedlungsschutt
P5	Hohlweg Senke	seit der Verfüllung	natürliche Sedimente
P6	Hohlweg Ackerfläche	natürlich	natürliche Sedimente
P7	Gräberfeld Hochflutlehm	natürlich	natürliche Sedimente
P7 A	Gräberfeld Schachtgrab	seit 2400 BC	natürliche Sedimente
P8	Nähe Häuserviertel K	seit etwa 2100-1500 BC	Siedlungsschutt
P9	Baugrube südlich TCH	natürlich	natürliche Sedimente
P10	Stadtmauerschnitt Z	Seit der Tellaufgabe (~1100 BC)	Siedlungsschutt

5.1 Natürliche Sedimente

Zu den natürlichen Sedimenten werden hier die Hochflutlehme des Wadis Chuera gezählt, die im Norden der Siedlung am „Gräberfeld“ und im südlichen Verlauf des Wadis am „Hohlweg“ untersucht wurden, außerdem Sedimente und Ausgangsgesteine der *lower Fars*-Formation.

5.1.1 Profilaufschluss Gräberfeld

Zwei Schachtgräber (36°39'18.2''N/39°29'58.9''E) wurden von H. Thiemeyer 2003 bei der Prospektion des Wadis Chuera etwa 500 m nördlich des Tells entdeckt. An dieser Stelle waren die Gräber infolge des Kiesabbaus im Wadi für Straßenbauarbeiten zufällig angeschnitten und so zugänglich gemacht worden. Die Gräber konnten anhand ihrer Keramikbeigaben in das dritte Jahrtausend BC auf 2800 BC bis 2300 BC datiert werden (pers. Mitteilung HEMPELMANN 2005). Im Jahr 2005 wurde der östlich an das Wadi angrenzende Acker geomagnetisch untersucht und zeigte Hinweise auf weitere Schächte, welche die Interpretation eines Gräberfeldes nahe legen (MEYER et al. 2005) Der Standort des Gräberfeldes eignet sich, um die Pedogenese von etwa 4400 Jahren Dauer mit der Bodenentwicklung im direkt angrenzenden, ungestörten Hochflutlehm zu vergleichen. Die Abbildung 5.1 verdeutlicht die Situation der Fundstelle. Die Legende zu allen Profilzeichnungen findet sich im Anhang A1. Der Grabschacht reicht bis etwa 20 cm unterhalb der heutigen Geländeoberfläche. An der Abbruchkante fehlen jedoch etwa 10 cm des Oberbodens. So muss von einer Überdeckung des Grabschachtes von etwa 30 cm Sediment ausgegangen werden. Diese Tiefe entspricht der charakteristischen Tiefe eines Pflughorizontes. Die Horizontgrenze, die durch die Überlagerung des Grabschachtes erkennbar ist, könnte also allein durch die anthropogene Bodenbearbeitung entstanden sein und nicht, wie auch vermutet werden könnte, durch die Überlagerung mit jüngerem Hochflutlehm. Innerhalb des homogen gelagerten Materials des Grabschachtes und parallel dazu im Hochflutlehm wurden horizontunabhängig zehn ungestörte Proben mit einem Abstand von 10 cm für mikromorphologische Untersuchungen entnommen. Die Probenentnahme erfolgte ab 20 cm unter der Geländeoberfläche (GOF) bis in 210 cm Tiefe. Soweit nicht anders erwähnt, wurden bei der Probenentnahme Kubiënakästchen mit den Maßen 90x60x40 mm (HxBxT) verwendet. Neben den ungestörten Proben wurden Mischproben und Proben zur IRSL-Datierung (Infrarot Stimulierte Lumineszenz) entnommen (KRÄTSCHELL 2011). Diese Datierungen legen den Zeitpunkt der letztmaligen Exposition der Sedimente an das Tageslicht fest (GEYH 2005, WAGNER 1995). Die Verfüllung des Grabschachtes kann damit in Bezug zum umgebenden Hochflutlehm gesetzt werden. Die Datierung des ungestörten Hochflutlehms aus einer Tiefe von ca. 110 cm erreicht ein Alter von bis zu 9,1 ka (7100 BC). Der Hochflutlehm wurde demnach im Holozän abgelagert. Ab einer Tiefe von etwa 170 cm bis 240 cm ergaben sich Alter von 19 ka bis 33,7 ka (17000 BC bis 31700 BC) (KRÄTSCHELL 2011). Diese Ablagerungen gehören demnach in das letzte Glazial. Die Datierung des Grabschachtes lässt sich am zuverlässigsten über die Keramikbefunde erheben. Die-

se lassen sich in die zweite Hälfte des dritten vorchristlichen Jahrtausends einordnen und belegen so eine Anlage der Gräber vor etwa 4400 Jahren (pers. Mitt. HEMPELMANN 2006).

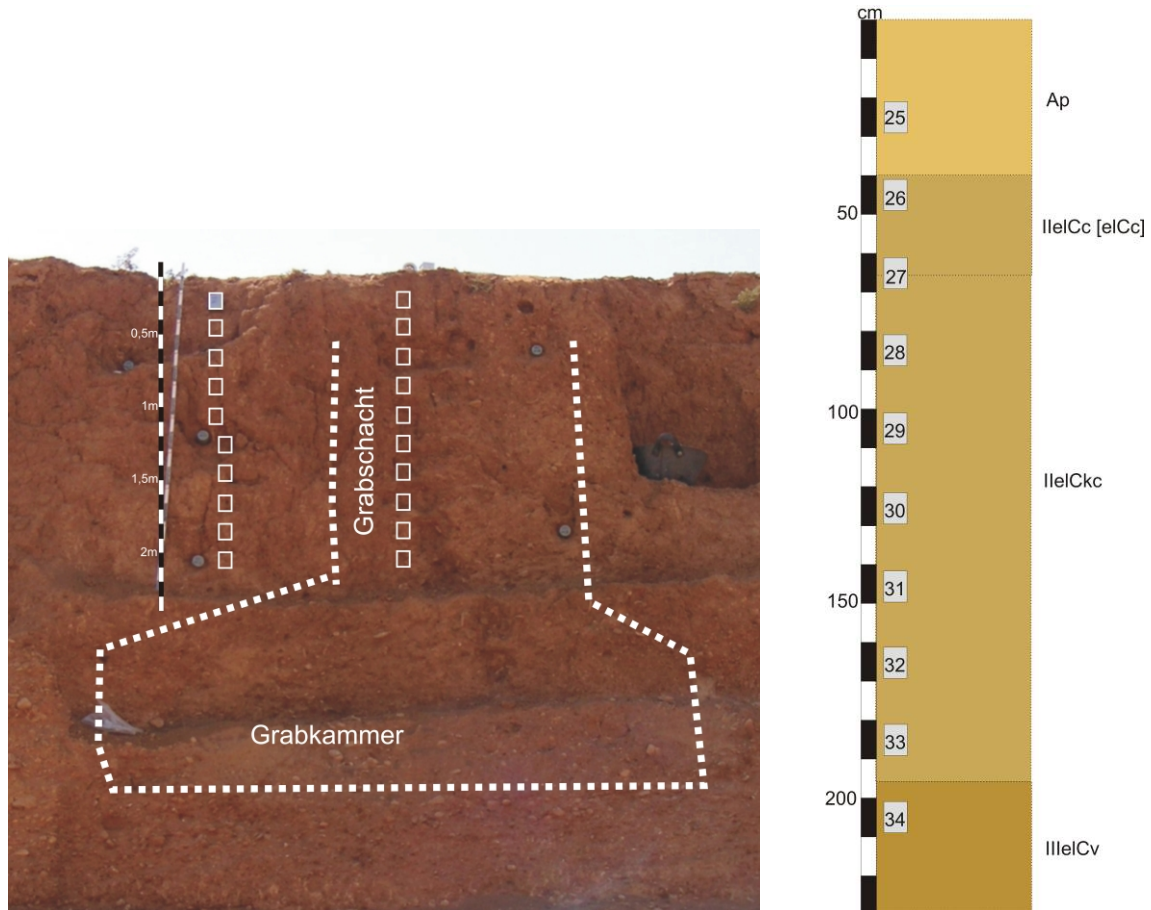


Abb. 5.1: Probenentnahmestellen am Gräberfeld (P7 (HFL) und P7A (Grabschacht)). Rechts Profil P7 (HFL) mit Horizontbezeichnungen nach AG BODEN (2005).

Feld- und Laborergebnisse

TCH P7 (Hochflutlehm)

Der Aufschluss TCH P7 grenzt unmittelbar an den Grabschacht, ist ungestört und gibt einen Einblick in die Pedogenese seit der Ablagerung der Hochflutlehme bis heute.

Die Tabelle 5.2 beinhaltet ausgewählte Labordaten. Weitere Laborergebnisse und die Profilbeschreibung sind im Anhang A2 (S. A2-1) aufgeführt.

Die Profilwand ist 215 cm mächtig. Der Profilaufbau gliedert sich folgendermaßen: Ap/I1elCc/I1elCkc/IIIelCv. An der Basis des Profils erfolgt ein Substratwechsel vom grobbo-

denfreien älteren Hochflutlehm (äHFL) hin zu älteren Schottern (äSCH). Der Übergang vom jüngeren Hochflutlehm (jHFL) zum äHFL wurde anhand der im Feld gewonnenen Untersuchungsergebnisse unterhalb des Ap-Horizontes in 20 cm Tiefe eingeordnet und zeigt sich im Profil als Übergang vom Ap- zum IelCc - Horizont. Bis in 215 cm Tiefe haben die ausgewiesenen Bodenhorizonte ein homogenes polyedrisches Gefüge. Ab 80 cm Tiefe findet man vereinzelt prismatische Strukturen, die sich auf einen höheren Tongehalt von bis zu knapp 43 % zurückführen lassen. Der äHFL wird an dieser Stelle durch eine leicht geringere Farbtiefe (Chroma) gekennzeichnet. Im Oberboden ist die Farbe bräunlich gelb (trocken: 10YR 6/6), darunter finden sich braune und gelbliche Töne in unterschiedlichen Nuancen (trocken: 10YR 6/4, 10YR 5/4, 10YR 4/6). Die pH-Werte (KCl) liegen zwischen 7,4 und 7,5. Die pH-Werte_(aqua dest.) erreichen Werte zwischen ~8,7 in der oberen Profilhälfte und nehmen bis auch 7,9 an der Basis ab. Die Werte der elektrischen Leitfähigkeit (EC) steigen ab 150 cm Tiefe von max. $2170 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ bis auf $\sim 150 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ an. Die analysierten CaSO_4 -Gehalte nehmen nicht, wie zu erwarten, im gleichen Maße wie die EC-Werte zu, sondern erreichen im Ap-Horizont lediglich 0,13 %. Bis in 175 cm Tiefe kann man kein CaSO_4 nachweisen. Darunter liegt der Gehalt bei 0,4 % um bis zur Basis auf 7,2 % im IelCkc bzw. 6,1 % im IIIelCv-Horizont anzusteigen (vgl. Tab. 5.2). Diese Werte erscheinen zu niedrig, da schon am Profil große Gipskristalle erkennbar waren. Die chemische Analyse wurde stets am Feinboden (<2 mm) durchgeführt. So gingen am Profil sichtbare Gipskristalle >2 mm für die Untersuchung verloren, was die Analysedaten zu niedrig erscheinen lässt. Die Auskristallisation von CaSO_4 ist im Hochflutlehm vermutlich auf aufsteigendes Grundwasser zurückzuführen. Für die erhöhten EC-Werte jedoch müssen an dieser Stelle andere nicht analysierte Salze verantwortlich sein, die die Ionenkonzentration in der Bodenlösung erhöhen.

Der C_{org} -Gehalt nimmt von 0,42 % im Ap-Horizont über 0,30 % im IelCc-Horizont auf 0,09 % in der 3. Schicht ab. Für einen *mollic horizon* ist der Anteil des organischen Kohlenstoffs mit 0,42 % im Oberboden damit zu niedrig. Dem Ap-Horizont ging aber durch die Erosion an der Abbruchkante mindestens 10 cm des Oberbodenhorizontes verloren. Geht man davon aus, dass der organische Kohlenstoffgehalt mit zunehmender Tiefe abnimmt, kann im Oberboden mit einem höheren Wert gerechnet werden. Die Durchwurzelung ist bis an die Basis des äHFL mit 3-5 Wurzeln/dm² als schwach einzustufen. Die Kalkgehalte liegen im Ap-Horizont bei 39 %, im IelCc-Horizont bei 35 %. Darunter fallen sie auf 27,8% um bei etwa 100 cm unter GOK wieder auf etwa 30% anzusteigen. Die Bodenart ist im Oberboden als schluffiger Lehm (Lu) analysiert worden. In liegenden Schichten wurde mittel schluffiger Ton (Tu3) ermittelt, wobei der Tongehalt ab 40 cm Tiefe (IelCc) auf 32,7 % steigt und unterhalb

von 75 cm zwischen 40-43 % schwankt. In den äSCH ab 195 cm Tiefe sinkt der Tongehalt zugunsten der Sandfraktion, die auf 10 % ansteigt, auf 38 % (vgl. Tab. 5.2).

Die Hochflutlehme charakterisieren den chronologisch mehrschichtigen Aufbau dieses Profils. Die Bezeichnungen „älterer“ und „jüngerer“ Hochflutlehm bzw. Schotter wurden im Feld relativchronologisch genutzt. Die IRSL-Datierungen bestätigten die Annahme der Ablagerung der Sedimente zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

Die Unterschiede der Labordaten vom IelCc-Horizont über den IelCkc-Horizont zum IelCkc-Horizont lassen jedoch an der im Feld aufgestellten Schichtenbenennung zweifeln (vgl. Tab. 5.2). Große Sprünge im Ton- und Sandgehalt und auch im Calciumcarbonatgehalt spiegeln die am Profil aufgestellte Schichtenzuordnung nicht wider.

Tab 5.2: Ausgewählte Daten zu Profil P7.

Horizont (KA5)	Tiefe	IRSL [ka]	CaCO ₃ [%]	CaSO ₄ [%]	pH (Aqua dest)	pH (KCl)	EC [μ s/cm]	Σ S [%]	Σ U [%]	T [%]
eAp	0-40	n.b.	38,7	0,13	8,64	7,54	128.	21,2	55,4	23,4
IelCc [elCc]	-65	n.b.	34,7	0	8,57	7,44	165	13,1	54,2	32,7
IelCkc	-90	n.b.	27,8	0	8,67	7,45	148	6,3	52,9	40,8
	-110	9,1 \pm 0,91	30,9	0	8,51	7,44	214	7,4	52,3	40,3
	-145	n.b.	30,4	0	8,7	7,52	157	7,4	52,6	40,0
	-175	19 \pm 1,81	28,6	0,42	8,02	7,52	1893	6,0	51,4	42,6
	-195	n.b.	28,7	7,18	8,03	7,53	2170	7,0	50,3	42,7
IIIelCv	-215+	21,3 \pm 2 1	31,3	6,07	7,92	7,46	1660	10,0	52,0	38,0

TCH P7A (Grabschacht)

Der Aufschluss TCH P7A repräsentiert die Bodengenese im wiederverfüllten Grabschacht. Der Schacht ist verfüllt mit einem homogenen Gemisch, das sich vermutlich aus jHFL und äHFL, in welchem sich die Grenze des gut durchwurzelten Ap-Horizontes deutlich von den Ausgangssedimenten unterscheiden lässt, zusammensetzt. Ab einer Tiefe von 140 cm bis in die Grabkammer sind Pseudomycelien erkennbar. Die Kammer des Schachtgrabes weitet sich nach unten hin bis zu 2 m Breite aus und ist in die äSch eingetieft (Abb. 5.1). In der Grabkammer wurden neben den Knochenresten und den Grabbeigaben auch Holzkohlereste gefunden.

Mischproben wurden in etwa 60 cm Tiefe und in 160 cm Tiefe unter der heutigen Geländeoberfläche entnommen. Die Analysewerte der chemischen Analysen ähneln sich sehr. Der pH-Wert (KCl) liegt zwischen 7,5 und 7,6. Der pH-Wert_(Aqua dest.) wurde mit 8,6 im oberen und 8,1 im unteren Bereich bestimmt. Auch in diesen Proben sind die EC-Werte mit $174 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ im oberen und $708 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ im unteren nicht mit den CaSO_4 -Gehalten von 0 % korrelierbar. Es konnte kein CaSO_4 nachgewiesen werden.

Mikromorphologische Befunde

TCH P7 (Hochflutlehm TCH 25-34)

Die mikromorphologischen Ergebnisse des Profils TCH P7 sind in der Tabelle 5.3 zusammenfassend dargestellt. Dort werden die im Englischen gebräuchlichen Fachtermini verwendet.

TCH 25 wurde in einer Tiefe von 20-30 cm unter der rezenten Geländeoberkante aus dem Ap-Horizont entnommen (Abb. 5.1). Der Schliff zeigt eine gelblich braune Farbe, die typisch für die Hochflutsedimente des Wadis Chuera ist. Die Matrix hat ein enaulisches (*enaulic*) Grob-Feinverteilungsmuster (*coarse/fine related distribution pattern*; im folgenden Text als *c/f* bezeichnet). Die Matrix ist geprägt durch einen hohen Mikritanteil, der sich innerhalb der Grundmasse als fein verteilter Calcit mit Kristallen, die kleiner als $5 \mu\text{m}$ sind, darstellt. Durch einen hohen Anteil an mikritischem Calcit ist die Doppelbrechungsstruktur (*birefringing fabric*, nachfolgend als *bf* bezeichnet) der Matrix *crystallitic*.

Die Mikroaggregate (*peds*) sind krümelig (*crumb*) und subpolyedrisch (*subangular blocky*). Die Mikrostruktur ist subpolyedrisch (*subangular blocky*) mit einer mäßigen Abgrenzung der einzelnen Aggregate (*moderately separation*). Hohlräume (*voids*) können als Risse (*planes*) und Gänge (*channels*) beschrieben werden. Das Sediment beinhaltet Kalksteinbruchstücke, umgelagerte Kalkkonkretionen, Molluskenschalenfragmente und Ooide ($< 2 \text{ mm}$) oder Pisolide ($> 2 \text{ mm}$). Abbildung 5.2 zeigt einen eisenreichen, dunkelbraun gefärbten Ooid in der stark mikritischen, grobkomponentenreichen Grundmasse. In der oberen Hälfte des Schliffs gibt es eine Feinmaterialeinspülung in Schluffpartikelgröße (Abb. 5.3). Diese Materialverlagerung ist vermutlich durch *preferential flow*, also durch eine Translokation der feinen Partikel mit Wasser in den Grobporen entstanden. Eine umgelagerte, in die Matrix integrierte Tonlinse ist erkennbar. An dieser Stelle ist der Übergang der Tonlinse zur Umgebungsmatrix fließend.

Weiterhin finden sich in dieser Probe, die nahe der rezenten Oberfläche entnommen wurde, Rottereste (Abb. 5.4 und 5.5). In dieser geringen Tiefe konnte auch der Fund eines einzelnen Knochenfragments verzeichnet werden. Dies könnte von der nahen Oberfläche durch die Beackerung des Feldes oder bioturbat in den Boden eingearbeitet worden sein.

TCH 26 wurde 40 cm unterhalb der rezenten Oberfläche aus dem I1elCc-Horizont entnommen (Abb. 5.1). Wahrscheinlich aufgrund der schwierigen Probenentnahme ist die natürliche Lagerung in TCH 26 gestört und erscheint daher als sehr locker. Das *c/f* ist enaulisch (*enaulic*) bis porphyrisch (*porphyric*). Zahlreiche Krümel (*crumbs*) machen die graubraune Matrix aus. Gänge (*channels*), Risse (*planes*) und Kammern (*chambers*) durchziehen die Grundmasse. Bei gekreuzten Polarisatoren zeigt diese aufgrund des hohen Anteils von Mikrit eine *crystallitic bf*. Calcitische Gesteinsfragmente, Molluskenschalenbruchstücke, Ooide und Rottereste sind in die Matrix eingebettet. In Hohlräumen sind nadelige, sekundäre Calcitkristalle ausgebildet. Dies ist ein Initialstadium der Calcitkristallisation, die sich in fortgeschritteneren Stadien als Pseudomycelien zeigt. Umgelagerte, mikritische und wenige in situ entstandene Calcitkonkretionen sind erkennbar. Hydromorphe Merkmale in Form von Eisenoxidflecken sind im gesamten Schliff sichtbar.

TCH 27 wurde in einem kleinen Kubiënakästchen von (HxBxT) 4x2x2 cm Größe in einer Tiefe von 60 cm (I1elCc, Abb. 5.1) entnommen. Ein porphyrisches Grob-/Feinverteilungsmuster (*porphyric c/f*) kann beschrieben werden. Aggregate sind subpolyedrisch (*subangular blocky peds*) oder als poröse Krümel (*porous crumbs*) ausgebildet. Kammern (*chambers*), Risse (*planes*) und Gänge (*channels*) machen die Hohlräume dieser Probe aus. Die *bf* ist in weiten Teilen des Schliffs fleckig (*speckled*) oder *crystallitic*. In dieser Tiefe sind erstmalig Kennzeichen von Calcitwaschung (*depletion pedofeatures*) (Abb. 5.6) in der Grundmasse erkennbar. An diesen Stellen ist neben der in der Grundmasse vertretenen *crystallitic bf* eine undifferenzierte (*undifferentiated*) *bf* sichtbar. Eine stärkere Auskristallisation des Calcits ist jedoch nicht erkennbar. Mikritkonkretionen sind überwiegend umgelagert. Lediglich am unteren Rand des Schliffes sind zwei Hohlräume fast vollständig mit sekundärem, sparitischem Calcitkristallen gefüllt. Sparitischer Calcit (Sparit) ist gekennzeichnet durch Calcitkristalle, die eine Größe von über 5 µm haben.

Eine schwach zur Matrix abgegrenzte, umgelagerte Tonlinse ist sichtbar. Wenige Eisenoxidimpregnierungen sind über die Probe verteilt (Abb. 5.6). Eisenhaltige Ooide, Molluskenschalenfragmente und Kalksteinfragmente sind in die Matrix eingebettet.

TCH 28 umfasst die Probenentnahmetiefe von 80-90 cm (IelCkc) unter der Geländeoberkante. Die Matrix ist gelb-braun und zeigt einige dunklere, rötlich gefärbte Bereiche, die nicht klar abgegrenzt sind. Das *c/f* ist porphyrisch (*porphyric*) (Abb. 5.8). Bei gekreuzten Polarisatoren wird eine überwiegend undifferenzierte *bf* (*undifferentiated*) sichtbar (Abb. 5.9). Es ist deutlich weniger Mikrit in der Grundmasse verteilt (Abb. 5.9). Neben Kalksteinfragmenten, Molluskenschalenbruchstücken und Ooiden sind mikritische und sparitische Kalkkonkretionen (*aggregated* oder *dendritic calcite nodules*) in der Matrix verteilt. Exkremente der Mesofauna, z.B. von Milben, innerhalb einer Wurzel (Abb. 5.7) zeugen von hoher biologischer Aktivität von der das Profil geprägt ist. Das Mikrogefüge ist subpolyedrisch und von Rissen und Gängen durchzogen.

TCH 29 wurde in 100 cm Tiefe aus dem IelCkc -Horizont entnommen. Die satt braune Matrix zeigt ein weites überwiegend porphyrisches (*porphyric*) *c/f*. Im gekreuzt polarisierten Durchlicht ist eine undifferenzierte *bf* (*undifferentiated*) sichtbar. Nur wenig Mikrit ist in der Matrix verteilt. Mikroaggregate sind teilweise krümelig (*crumb*), häufiger zu finden ist eine subpolyedrische Struktur (*subangular blocky peds*). Kammern (*chambers*), Risse (*planes*) und Gänge (*channels*) durchziehen die Grundmasse. In den Kammern und Gängen sind auch hier Exkremente erkennbar. Neben diesen Kotresten zeugen organische Pflanzenreste von hoher biologischer Aktivität bis in diese Tiefe. Über die Probe verteilt finden sich Kalksteinfragmente, Molluskenschalenbruchstücke und drei Knochensplitter. Sekundäre mikritische und sparitische Kalkkonkretionen und porenbezogene mikritische Kalkausfällungen sind sichtbar. Ebenfalls vorhandene Eisenfleckungen sind Zeichen hydromorpher Prozesse.

TCH 30 stammt aus dem IelCkc -Horizont aus 120 cm unterhalb der rezenten Geländeoberkante (Abb. 5.1). Die gelblichbraune Matrix ist durchzogen von Rissen (*planes*), Gängen (*channels*) und Kammern (*chambers*). An einer Stelle kann ein solcher Gang in Form von einer halbmondförmigen, sich in der Matrix befindlichen Struktur (*crescent pedofeature*) weiter verfolgt werden (Abb. 5.10 und 5.11). Das *c/f* ist überwiegend weit (*open*) *porphyric*, unter XPL sieht man eine überwiegend undifferenzierte *bf*. Nur wenig mikritischer Kalk ist in der Matrix verteilt. Einige Stellen zeigen eine starke Auswaschung des wenigen Mikrits aus der Grundmasse (*depletion pedofeature*). Das Mikrogefüge der Probe zeigt überwiegend subpolyedrische (*subangular blocky*) und polyedrische (*angular blocky*) Aggregate. Einige Krümel (*crumbs*), vor allem in den Kammern (*chambers*) und Gängen (*channels*), sind erkennbar.

Der Schliff zeigt viele mikritische Calcitnodules. Teilweise sind diese umgelagert (*disorthic*) (Abb. 5.12 und 5.13). Die wenigen sparitischen Konkretionen wurden umgelagert (*disorthic*). Wenige opake Körner, vermutlich Mangankonkretionen, sind in die Matrix eingebettet.

TCH 31 wurde in 140 cm Tiefe entnommen (IlelCkc, Abb. 5.1). Der Schliff zeigt eine braune, teilweise rötliche Farbe. Die Matrix ist weit porphyrisch (*double spaced to open porphyritic*) und von Rissen (*planes*) durchzogen. Aggregate sind überwiegend in Form von Subpolyedern (*subangular blocky peds*) und auch als Krümel (*crumbs*) ausgebildet. Die einzelnen Aggregate sind sehr gut separiert (*highly separated subangular blocky or granular micro structure*). In einigen Bereichen ist eine komplette Auswaschung des wenigen Mikrits (*depletion pedofeature*) sichtbar. In weiten Teilen ist die *bf* aufgrund des wenigen Calcits in der Grundmasse undifferenziert (*undifferentiated*). An Stellen mit Mikritverarmung ist eine erhöhte Ausfällung von sekundärem Calcit an den Bodenporenwandungen (*crystalline coatings*) sichtbar (Abb. 5.14). Zahlreiche Kalksteinfragmente unterschiedlicher Verwitterungsstufen sind in der Grundmasse verteilt. Die Bruchstücke haben teilweise sekundär auskristallisierte sparitische Calcitüberzüge (*crystalline pendants and coatings*), die aufgrund ihrer nicht orientierten Lagerung vermutlich in einer anderen Position vor ihrer Ablagerung mit dem Hochflutlehm entstanden sein müssen. Einige mikritische Calcitnodules sind in situ entstanden (Abb. 5.14). Wie in den vorangegangenen Schliffen gibt es auch in TCH 31 zahlreiche Molluskenschalenfragmente, Eisenoxydimprägnierungen und Mangankonkretionen, die sich schon makroskopisch als schwarze Einsprenkelungen in der Matrix zeigen.

TCH 32 stammt aus 160-170 cm Tiefe (IlelCkc, Abb. 5.1). Der Hochflutlehm ist hier beige bis satt braun und hat ein weites, *porphyritic cf (double spaced to open porphyritic)*. Die *bf* ist aufgrund des wenigen Mikrits in der Grundmasse undifferenziert (*undifferentiated*). Gänge (*Channels*) Risse (*planes*) und Kammern (*chambers*) dominieren die dichteren Bereiche der Grundmasse. In diesen Zonen erkennt man ein subpolyedrische Gefüge (*subangular blocky*). An locker gelagerten Stellen ist die Struktur krümelig (*crumb*) und von Hohlräumen geprägt (*vughy*). Einige Stellen in der Probe sind wie schon zuvor beschrieben von gänzlicher Auswaschung des mikritischen Calcits aus der Matrix betroffen (*depletion pedofeature*). Gleichzeitig ist hier eine sekundäre Sparitkristallisation in den Porenräumen sichtbar. Mikritische Calcit-coatings haben sich an den Porenwandungen gebildet, mikritische Calcitkonkretionen sind in die Grundmasse eingebettet. Wurzelreste sind auch in dieser Tiefe noch erkennbar. Mangan liegt fein verteilt als noduläre Konkretionen bis 0,2 mm Durchmesser vor. Eisenimprägnie-

rung innerhalb der Grundmasse ist als weiteres Zeichen hydromorphen Einflusses auszumachen. Eine umgelagerte Tonlinse ist an ihrer rötlichen Farbe und an ihrer feinen, gleichmäßigen Struktur erkennbar. Diese Tondomänen konnten auch im Feld als etwa 1x1 cm große Tonaggregate mit scharfen Abgrenzungen innerhalb der Grundmasse beschrieben werden.

TCH 33 aus 180-190 cm Tiefe (IIelCkc, Abb. 5.1) ist gelblich braun mit einem weiten, *porphyric cf.* Wie in den vorherigen Proben beobachtet, ist die *bf* teilweise *crystallitic* aber überwiegend undifferenziert (*undifferentiated*). An einigen Stellen ist die Matrix komplett an Calcit verarmt. Entgegen den vorherigen Proben kann keine sekundäre Calcitkristallisation erkannt werden. Noduläre Calcitkonkretionen sind in der Probe verteilt. Risse (*planes*) und Gänge (*channels*) separieren polyedrische und subpolyedrische Aggregate (*angular blocky and subangular blocky peds*). Höhlungen (*vughs*) prägen die Zonen mit krümeliger (*crumb*) Struktur. Mangankonkretionen und Eisenimprägnierungen sind im gesamten Schliff zu finden. Sekundäre Gipskristalle füllen in vielen Bereichen Poren und Risse vollständig aus.

TCH 34 wurde aus dem IIIelCv-Horizont aus einer Tiefe von 200-210 cm unter der heutigen Geländeoberfläche entnommen. Die Matrix ist gelblich braun und durch ein weites *porphyric cf. (open porphyric)* geprägt. In dieser Tiefe ist wieder ein hoher Anteil von mikritischem Kalk in der Grundmasse erkennbar. Dieser bedingt eine *crystallitic bf*. Diese ist durch Zonen mit Mikritauswaschung (*depletion pedofeature, depletion hypocoating*) durchbrochen von undifferenzierter *bf (undifferentiated)*. Eisen und Mangan sind auch hier über den gesamten Schliff verteilt. Auffällig ist die Aggregierung dieser Probe, die durch plattige Aggregate (*straight plates*), abgegrenzt durch Risse (*planes*), charakterisiert ist. Die Risse sind durch sekundäre Gipskristalle ausgefüllt. In weniger dicht gelagerten Bereichen zeigen sich Kammern (*chambers*) und eine krümelige (*crumb*) Struktur, die von sternförmigen Höhlungen (*starlike vughs*) durchzogen ist. Sparitische Kalksteinfragmente mit deutlichen fossilen Spuren sind in der Probe verteilt.

Zusammenfassung der mikromorphologischen Ergebnisse P 7 (Hochflutlehm, ungestört)

Das Profil TCH P 7 zeigt insgesamt ein sehr homogenes *c/f*. Bereiche mit *porphyric c/f* sind häufiger erkennbar als enaulische (*enaulic*).

Die Doppelbrechungsstruktur (*bf*) ist bis in eine Tiefe von etwa 70 cm (TCH 27 entspricht IelCc), aufgrund des fein verteilten Mikrits in der Matrix als *crystallitic* beschreibbar. Im IelCkc bis in 180 cm unter GOK ist die *bf* undifferenziert (*undifferentiated*) mit sehr wenig mikritischem Kalk. Es ist wahrscheinlich, dass die Schichtentrennung vom jHFL zum äHFL erst in 70 cm Tiefe erfolgt, anstatt wie nach Feldbeobachtungen vermutet, schon unterhalb des Ap-Horizontes in 20 cm Tiefe.

Ab etwa 120 cm unterhalb der Geländeoberkante im IelCkc- und im IelCv-Horizont ist an einigen Stellen eine komplette Kalkauswaschung (*depletion pedofeature*) um Poren herum erkennbar. Eine deutliche sekundäre Calcitkristallisation ist erst ab einer Tiefe von 140 cm bis 180 cm, also auch innerhalb des IelCkc-Horizontes, sichtbar. Unterhalb von 180 cm Tiefe im IIIelCv ist der Schichtwechsel wieder durch einen deutlichen Anstieg des Mikrits in der Matrix erkennbar. Die sekundäre Calcitkristallisation ist hingegen nur noch selten vorhanden. Dagegen sind Hohlräume (*voids*) oft vollständig mit sekundärem Gips gefüllt (*dense complete infillings*).

Das Mikrofeingefüge ist bis in eine Tiefe von 180 cm subpolyedrisch (*subangular blocky*) oder krümelig (*crumb*). Darunter finden sich außerdem polyedrische Aggregate (*angular blocky peds*) und ab 200 cm Tiefe ein plattiges Gefüge (*straight plates*), das sich auf den oberen Teil der Probe beschränkt.

Risse (*planes*), Gänge (*channels*) und Kammern (*chambers*) sind in fast allen Proben vorhanden. Die Krümel bedingen an einigen Stellen Packungshohlräume (*complex packing voids*). Im gesamten Profil können Tonlinsen beschrieben werden, die mit dem Hochflutlehm fluvial umgelagert wurden. In allen Schliften des Profils sind Fe/Mn-Flecken, die *in situ* (*orthic*) entstanden sind, als Zeichen des hydromorphen Einflusses nachweisbar.

Tab. 5.3: Mikromorphologische Ergebnisse des Profils TCH P 7.

Schliff-Nr. Tiefe [cm] (Horizont)	c/f	bf	Hohlräume	Aggregate	Farbe	Kalk	Hydromorphie- merkmale	Besonderheiten
TCH 25 20-30 (Ap)	enaulic	crystallitic	planes; chambers; complex packing voids	crumbs; subangular blocky	gelblich braun; rötlich braun	hoher Anteil Mikrit in der Matrix; <i>disorthic nodules</i>		Ton/Schluffeinspülung; Tonlinse in Matrix
TCH 26 40-50 (Ile(Cc) [e]Cc)	enaulic + porphyric	crystallitic	channels; planes; chambers; complex packing voids	crumbs (wegen Probenentnahme?)	graubraun	hoher Anteil Mikrit in der Matrix; nadelig in Hohlraumwandungen, <i>orthic and disorthic nodules</i>	Eisenflecken	Initiale sek. Calcitkristallisation
TCH 27 60-70 (Ile(Cc) [e]Cc)	porphyric	crystallitic speckled; undifferentiated	chambers; planes; channels; complex packing voids	subangular blocky; porous crumbs	graubraun	hoher Anteil Mikrit in der Matrix; Auswaschung; an zwei Stellen Spartit in Hohlräumen; <i>orthic and disorthic nodules</i>	leichte Eisenfleckung	zwei Stellen mit sek. Calcitkristallisation; Tondomänen in Matrix
TCH 28 80-90 (Ile(Ck)c)	porphyric	undifferentiated	planes; channels	subangular blocky	gelbbraun; rötlich braun	wenig Mikrit in der Matrix; Auswaschung; spartitische und mikritische Konkretionen	leichte Eisenfleckung	Lehmlinse
TCH 29 100-110 (Ile(Ck)c)	open porphyric	undifferentiated	chambers; planes; channels; complex packing voids	subangular blocky; crumbs	satt braun	wenig Mikrit in der Matrix; mikritische Kalkkonkretionen; porenbezogener mikritischer Kalk	Eisenflecken	Exkreme, Knochensplitter
TCH 30 120-130 (Ile(Ck)c)	open porphyric	undifferentiated	planes; channels; chambers; complex packing voids	subangular blocky; angular blocky; crumbs	hell gelblich braun	wenig Mikrit in der Matrix; Auswaschung; <i>orthic micritic and disorthic sparitic nodules</i>	Mangankonkretionen	
TCH 31 140-150 (Ile(Ck)c)	open porphyric	undifferentiated	planes; complex packing voids	subangular blocky; crumbs	braun; rotbraun	wenig Mikrit in der Matrix; sek. Spartit + Auswaschung; <i>orthic and disorthic nodules</i>	Eisenflecken; Mangankonkretionen	
TCH 32 160-170 (II(Ck)c)	open porphyric	undifferentiated	channels; planes; chambers; vughs; complex packing voids	subangular blocky; crumbs	satt braun	wenig Mikrit in der Matrix; sek. Spartit + Auswaschung; mikritische in situ und ungelagerte Konkretionen; mikritische Calcitcoatings	Eisenflecken	Tondomäne; sek. Spartit
TCH 33 180-190 (Ile(Ck)c)	open porphyric	undifferentiated	planes; channels; complex packing voids	angular blocky; subangular blocky; crumbs	gelblich braun	wenig Mikrit in der Matrix; Auswaschung; Nodules	Eisen- und Manganflecken	Gipskristalle füllen Poren und Risse häufig vollkommen aus
TCH 34 200-210 (IIIe(Cv))	open porphyric	crystallitic; undifferentiated	planes; starlike vughs; complex packing voids	plates; crumbs	gelblich braun	hoher Anteil Mikrit in der Matrix; Auswaschung; wenige sek. Kalkkonkretionen	Eisen- und Manganflecken	Gipskristalle füllen Poren und Risse häufig vollkommen aus

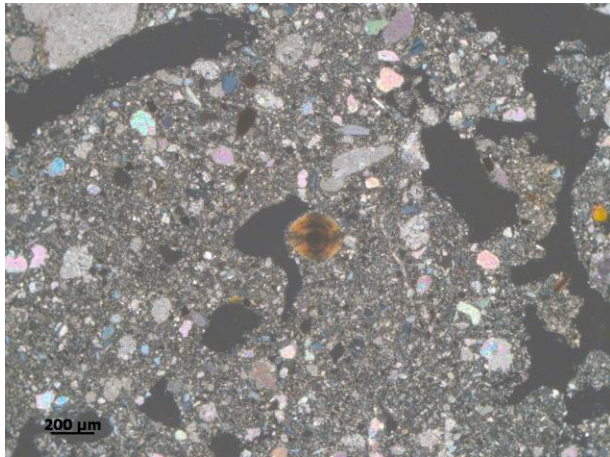


Abb. 5.2: TCH 25: Ooid (Fe-haltig) in der stark mikritischen Grundmasse mit zahlreichen Kalksteinfragmenten (XPL).

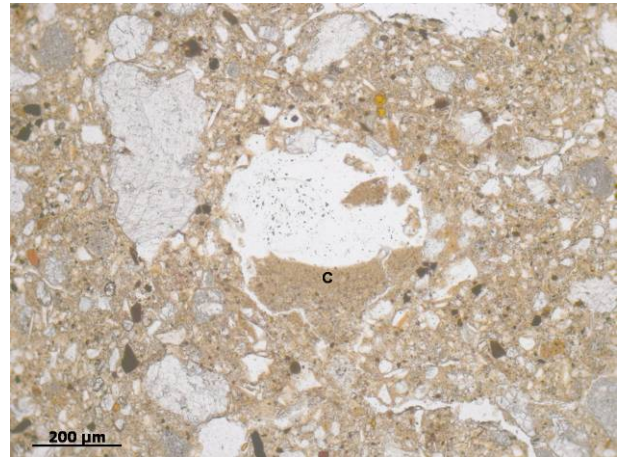


Abb. 5.3: TCH 25: Einspülung von Schluff (C) in einer Pore (PPL).

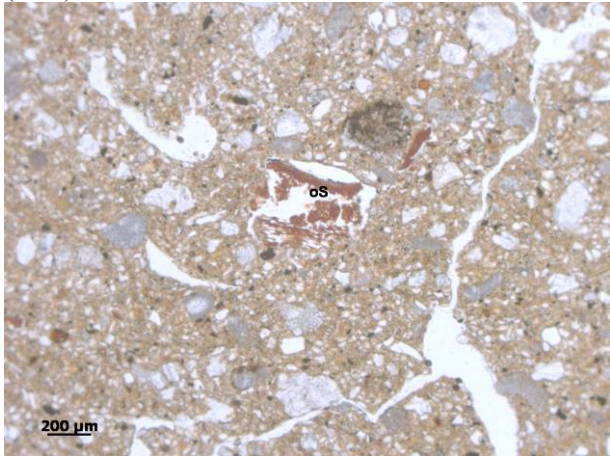


Abb. 5.4: TCH 25: Rottereste (oS) und Kalksteinfragmente in Matrix (PPL).

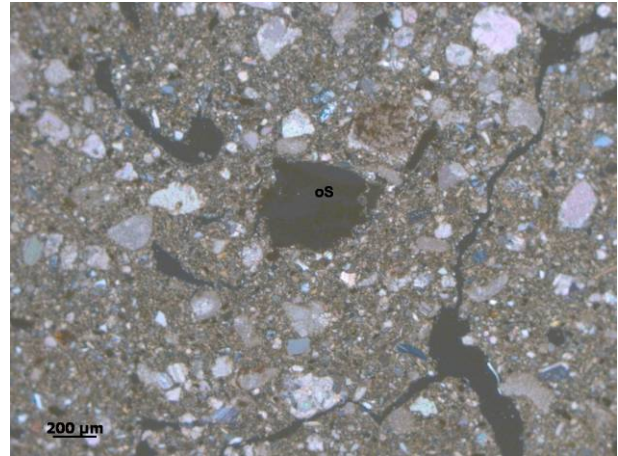


Abb. 5.5: Wie Abb. 5.4: Rottereste (oS) in der mikritischen Matrix im XPL.

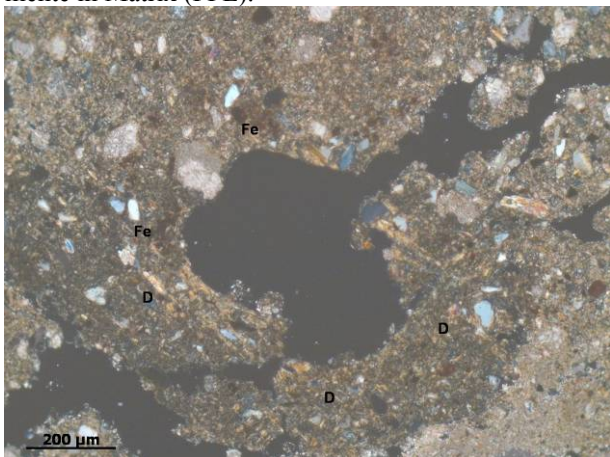


Abb. 5.6: TCH 27: Mikritauswaschung (D) um Pore sichtbar. (*depletion hypocoating*) (XPL).

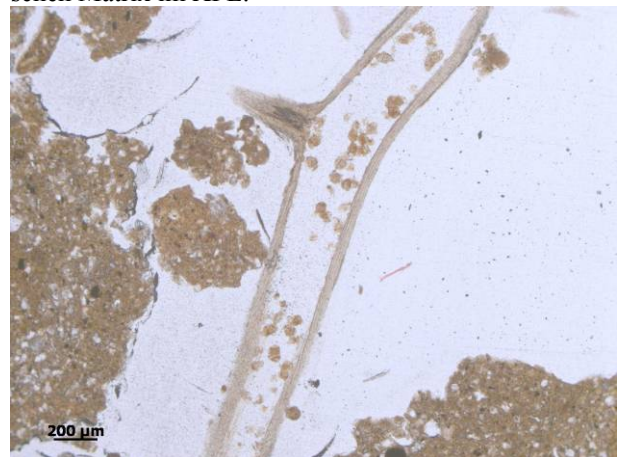


Abb. 5.7: TCH 28: Exkremente in Wurzel (PPL).

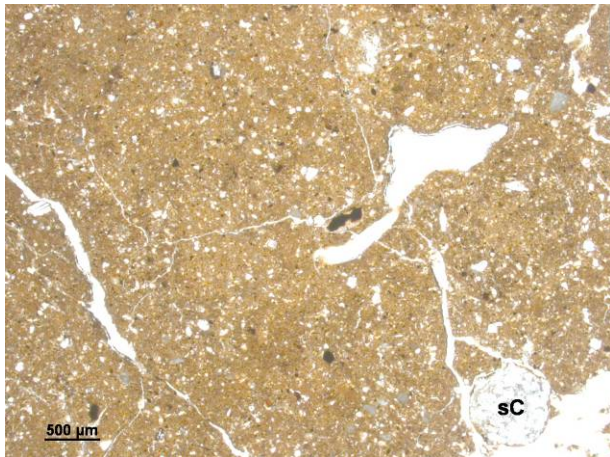


Abb. 5.8: TCH 28: Dicht gelagerte Matrix. Calcitnodule aus Sparit (sC) (PPL).

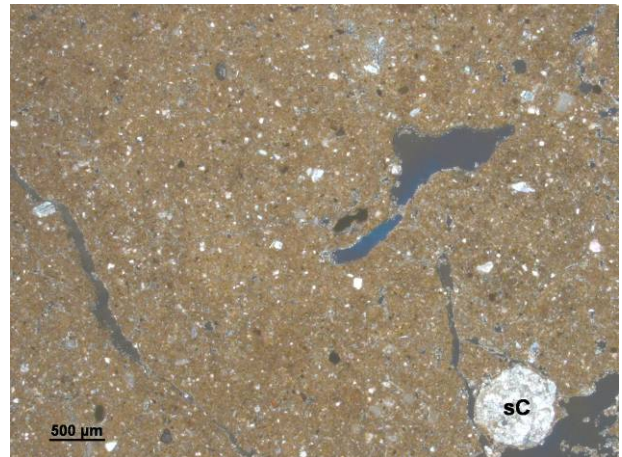


Abb. 5.9: Wie Abb. 5.8: Wenig Mikrit in der Grundmasse erkennbar Calcitnodule aus Sparit (sC) (PPL).

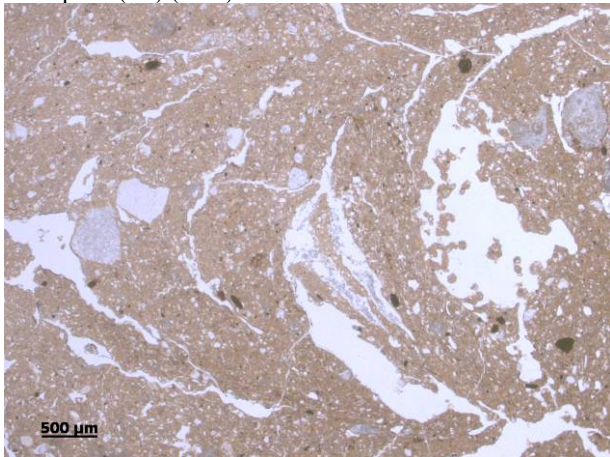


Abb. 5.10: TCH 30: Halbmondförmiges, durch Bioturbation entstandenes Merkmal (PPL).

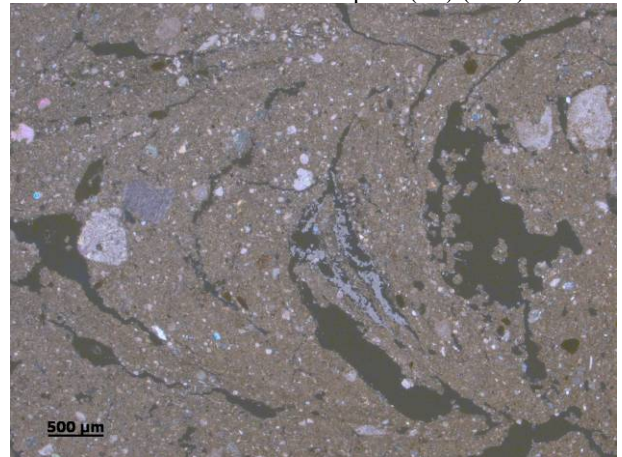


Abb. 5.11: Wie Abb. 5.10: Calcitausfällungen im Hohlraum (XPL).

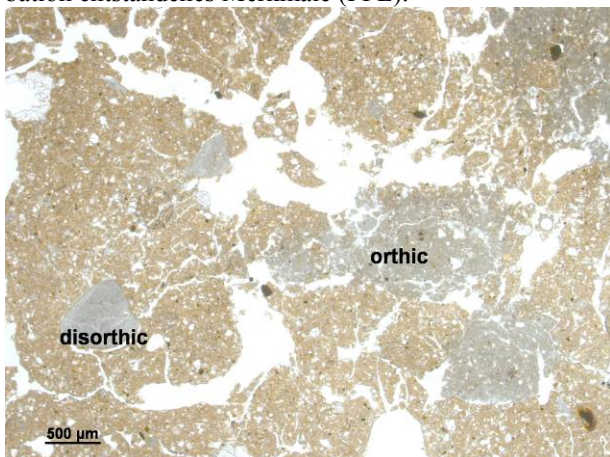


Abb. 5.12: TCH 30: in situ (*orthic*) und umgelagerte (*disorthic*) Calcitnodules (PPL).

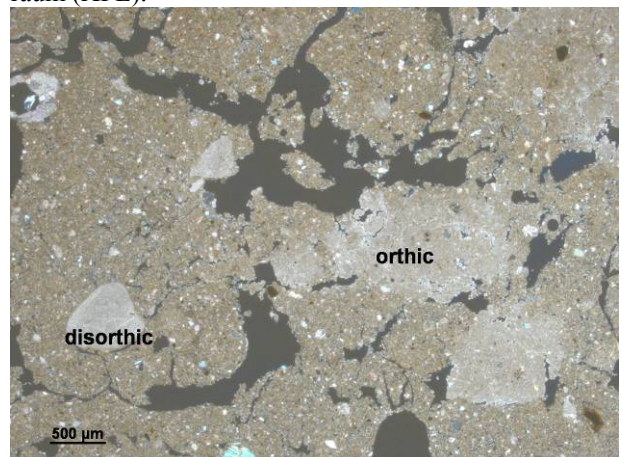


Abb. 5.13: Wie Abb. 5.12: in situ (*orthic*) und umgelagerte (*disorthic*) Calcitnodules (XPL).

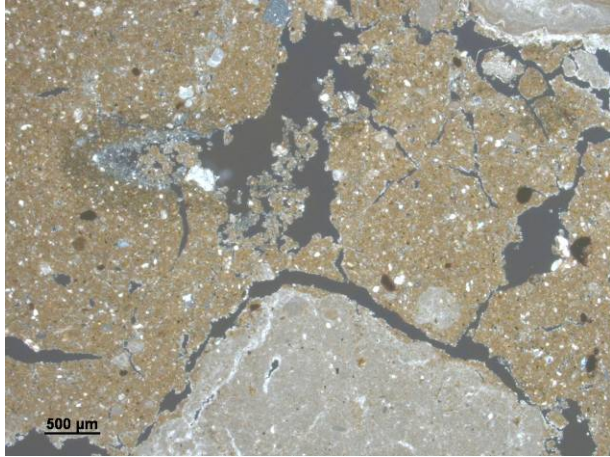


Abb. 5.14: TCH 31: Hypocoating um Pore mit sekundärer Calcitausfällung. Mikritische Kalkkonkretion am unteren Rand (XPL).

TCH P7 A (Grabschacht TCH 15-24)

Die mikromorphologischen Ergebnisse der Proben des Grabschachtes sind in der Tabelle 5.4 zusammenfassend dargestellt.

TCH 15 wurde aus 20 cm unterhalb der rezenten Oberfläche aus dem Ap-Horizont entnommen (Abb. 5.1). Die Matrix ist typisch gelblich braun mit einem enaulischen *cf* (*enaulic cf related distribution pattern*). Die Aggregate (*peds*) sind krümelig bzw. subpolyedrisch (*crumb and subangular blocky*). Das stark mikritische Substrat umschließt sparitische Kalksteinfragmente und Molluskenschalenbruchstücke. Die Calcitfragmente haben teilweise sekundäre calcitische Kristallüberzüge, die vor der Umlagerung der Gesteinsfragmente auskristallisiert sind. Dies ist aufgrund der unterschiedlichen Positionen der Überzüge (teils seitlich, oberhalb oder unterhalb der Gesteinsfragmente) anzunehmen. Die Auswaschung von Calcit bedingt an wenigen Stellen der Matrix eine undifferenzierte Doppelbrechungsstruktur (*undifferentiated bf*) anstelle der typischen *crystallitic bf*. An Wurzelgängen und Rissen kann eine beginnende, leichte sekundäre Auskristallisation von nadelförmigem Calcit (Abb. 5.15 und 5.16) beobachtet werden. Sehr wenige *in situ* (*orthic*) entstandene mikritische Calcitkonkretionen sind erkennbar. Umgelagerte (*disorthic*) Calcitkonkretionen hingegen sind häufig anzutreffen. Trotz der geringen Tiefe der Probenentnahmestelle ist wenig organische Substanz im Dünnschliff erkennbar. Lediglich einige Wurzeln wurden angeschnitten. Leichte Eisenfleckungen sind im gesamten Schliff sichtbar.

TCH 16 stammt aus einer Tiefe von 40 cm direkt unterhalb des Ap-Horizontes (Abb. 5.1). Die natürliche Lagerung der Probe wurde während der schwierigen Probenentnahme zerstört. Das Substrat ist stark mit Mikrit durchsetzt, der eine *crystallitic bf* bedingt. An wenigen, von Calcit auswaschung geprägten Zonen (*depletion pedofeature*) ist die *bf* undifferenziert (*undifferentiated*). Die Auswaschung des Calcits ist chronologisch nach der Grablegung einzuordnen. Die mikritarmen Zonen zeigen keine Abgrenzungsmerkmale zur Umgebungsmatrix, was eine Umlagerung nach der Decalcifizierung unwahrscheinlich macht. Eine Sekundäre Calcitkristallisation ist sehr geringfügig, nadelförmig in einem Hohlraum und in Form von mikritischen und sparitischen Calcitnodules vorhanden.

Kalkgesteinsfragmente und Molluskenschalen sind wie auch in TCH 15 erkennbar. Leichte Eisenfleckungen und Kalknodules sind sichtbar. Auch in TCH 16 sind nur wenige pflanzliche Reste vorhanden.

TCH 17 wurde aus 60 cm Tiefe aus dem Grabschacht entnommen (jelCc, Abb. 5.1). Das gelblich braune Sediment zeigt eine subpolyedrische und krümelige Aggregierung (*subangular blocky and crumb peds*). Umgelagerte sparitische Kalksteinfragmente und Molluskenschalen sind in die Matrix eingebettet. Eisen- und Manganflecken sind über den Schliff verteilt. Rottereste sind in größerer Anzahl vorhanden als in den darüber liegenden Proben. Auch wurden einige Wurzeln angeschnitten. Neben der auch in den vorherigen Schliffen beobachteten Auswaschung (*depletion*) von Calcit aus der Matrix kann hier die sekundäre Anreicherung von sparitischem Calcit (Abb. 5.17 und 5.18) mit direktem Bezug zur Auswaschung beschrieben werden. Weiterhin sind unabhängig von der Abreicherung des Calcits aus der Grundmasse noduläre Mikritanreicherungen innerhalb der Grundmasse sichtbar.

TCH 18: Auch in 80-90 cm Tiefe (Abb. 5.1) zeigen sich Kalkgesteinsbruchstücke mit und ohne sekundäre Calcitüberzüge, wenige noduläre mikritische Kalkkonkretionen sowie Eisen- und Manganflecken. In TCH 18 sind eindeutig zwei Substrate voneinander unterscheidbar. Aggregate mit Mikrit sind deutlich von decalcifizierten Bereichen abgrenzbar. Die Matrix ist weit porphyrisch (*open porphyric*) oder enaulisch (*enaulic*) gelagert. Große Hohlräume sind nur unvollständig mit krümeligen Aggregaten (*crumbs*) verfüllt. Vorherrschend sind subpolyedrische Aggregate (*subangular blocky peds*). Wurzeln wurden in diesem Schliff angeschnitten. An einigen Stellen zeigt die Matrix eine streifige Struktur (*striated bf*), die durch die Einregelung der Tonminerale durch Quellung und Schrumpfung bedingt ist. Je höher der Stress

durch den Wechsel von Feuchte und Trockenheit ist, desto stärker ist die Ausprägung dieses Phänomens.

Die Decalcifizierung der Matrix ist in TCH 18 an wenigen, locker gelagerten Stellen mit sekundärer Calcitausfällung innerhalb der Hohlräume und Poren verbunden (*depletion pedo feature, crystalline coating*).

TCH 19 wurde einen Meter unterhalb der heutigen Geländeoberkante entnommen (Abb. 5.1). Auch in dieser Probe konnten zwei unterschiedliche Substrate erkannt werden (Abb. 5.19 und 5.20). Die Probe ist locker gelagert mit einer typisch gelblich braunen Matrix und einer subpolyedrischen, an einigen Stellen krümeligen Aggregation (*subangular blocky and crumb peds*). Das *c/f* ist weit porphyrisch (*open porphyric*). Innerhalb des Sedimentes lassen sich zwei deutlich abgegrenzte Zonen mit stärker grauem Material, mit höherem Mikritanteil erkennen. Gleichzeitig beinhalten diese Zonen auffällig viele Rottereste (Abb. 5.20).

In dem dominierenden, stärker kalkhaltigen Sediment ist eine Auswaschung des Mikrits (*depletion features*), die an Porenrändern mit sekundärer Auskristallisation des Calcits einhergeht (*crystalline coatings*) deutlich erkennbar (Abb. 5.21). An zwei Stellen können Knochenfragmente erkannt werden.

TCH 20 aus 120-130 cm Tiefe (jelCc, Abb. 5.1) zeichnet sich durch starke Calcitauswaschung (*depletion pedofeature*) und sekundäre Auskristallisation an Hohlraumwandungen (*crystalline coatings*) innerhalb der subpolyedrischen mikritischen Matrix (*subangular blocky peds*) aus. Mikritische, noduläre Kalkkonkretionen (*orthic*), Kalksteinfragmente mit sekundären Calcitkristallüberzügen und Molluskenschalenbruchstücke finden sich auch hier. Ein umgelagertes Toncutanfragment ist in der Matrix erkennbar. Dieses zeigt typische Auslöschungsmerkmale eingeregelter Tonminerale.

TCH 21 stammt aus 140-150 cm Tiefe (jelC, Abb. 5.1). An dieser Stelle verbreitert sich der Schacht des Grabes zur Grabkammer. Makroskopisch zeigt der Schliff etwa in der Mitte eine horizontale Schicht, die auf veränderte Ablagerungsbedingungen hindeutet. Das Material ist in dieser, etwa 1 cm umfassenden Schicht, sehr homogen mit einem porphyrischem *c/f* (*porphyric*). Der Bereich könnte auf eine Unterbrechung bei der Verfüllung des Schachtgrabes hindeuten. Durch die begrenzte Zeit an der Oberfläche ist der oberste Zentimeter den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt gewesen. Durch die nachfolgende Überdeckung könnte diese untypisch homogene Schicht konserviert worden sein.

Neben den substrattypischen Bestandteilen sind Rottereste und einige Knochenfragmente erkennbar. Nur wenig mikritischer Calcit durchzieht die Matrix. Die sekundäre Calcitkristallisation in Form von Pseudomycelien (*crystalline coating and infillings*) nimmt zu. Einige kreisrunde Hohlräume innerhalb der ansonsten dichten Matrix sind erkennbar. An zwei Stellen findet man Kotrückstände der Mesofauna.

TCH 22 findet sich in einer Tiefe von 160-170 cm unter der rezenten Oberfläche im jelC-Horizont (Abb. 5.1). Neben den typischen Inhalten wie in den zuvor beschriebenen Proben des Grabschachtes können in dieser Tiefe Pseudomycelien und auch umgelagerte Tonlinsen beschrieben werden. Ein Knochenfragment und ein Flintfragment sind in der Matrix eingebettet. Wenige Hohlräume sind mit feinkristallinem Gips mit unregelmäßigem Kristallgefüge gefüllt, der bevorzugt nach Anhydrit in Böden und Sedimenten vorkommt (ADAMS et al. 1986, PILCHER & SCHMITT-RIEGRAF 1993)

Neben krümeligen Aggregaten (*crumbs*) sind auch Zonen mit weitem porphyrischem *c/f* (*open porphyric*) erkennbar, die beginnende Toneinregelung durch Wasserstress zeigen. Diese stellt sich durch eine streifige Doppelbrechungsstruktur (*striated bf*) dar. In TCH 22 ist ein hoher Anteil an Mikrit in der Grundmasse erkennbar. Eine starke Auswaschung dieses Kalks geht mit sekundärer sparitischer Kalkanreicherung einher.

TCH 23 (Abb. 5.1, 180-190 cm unter GOF) ist durch subpolyedrische Mikroaggregate (*sub angular blocky*), gepaart mit einem lockeren enaulischen *c/f* (*enaulic*), geprägt. Die Matrix zeigt durch einen hohen Mikritanteil eine *crystallitic bf* im gekreuzt polarisiertem Licht. Einige Wurzeln, die zum Teil calcifiziert sind, wurden angeschnitten. Eine Wurzel liegt in einem kreisrunden Hohlraum. Kreisrunde Hohlräume, wie sie auch in TCH 22 beschrieben werden, könnten durch das Wurzelwachstum erklärt werden. Im gesamten Schliff sind Eisenflecken erkennbar. Auch die schon zuvor beschriebenen Toncutanfragmente sind innerhalb der Matrix sichtbar. Organische Rottereste sind teilweise gut erhalten (Abb. 5.22).

TCH 24 wurde aus einer Tiefe von 200-210 cm aus dem jelC-Horizont entnommen (Abb. 5.1). Neben den typischen Bestandteilen, wie sie in den zuvor beschriebenen Proben vorkommen, zeigen sich in dieser Tiefe sekundäre Gipskristalle, die Porenwände und Hohlräume fast vollständig auskleiden bzw. ausfüllen (*crystalline coatings and infillings*) (Abb. 5.23). Es ist kaum Mikrit in der Matrix vorhanden und die sekundäre Auskristallisation von Calcit ist fast vollständig verschwunden. Das *c/f* ist enaulisch (*enaulic*), die Aggregation

der Matrix ist krümelig oder subpolyedrisch (*crumb or subangular blocky*). Auch in dieser Tiefe wurden Wurzeln angeschnitten.

Zusammenfassung der mikromorphologischen Ergebnisse P7 A (Grabschacht)

Ab 80 cm Tiefe sind graue, stark mikritische Zonen neben der gelblich braunen Grundmasse des Grabschachtprofils P7A erkennbar. Diese Bereiche sind stark kalkhaltig und haben einen erhöhten Anteil an organischem Material. Das *c/f* ist im gesamten Profil enaulisch (*enaulic*), mit enaulisch-porphyrischen (*enaulic and porphyric*) Bereichen zwischen 60 cm und 170 cm. In den stark kalkhaltigen Bereichen erscheint die Doppelbrechungsstruktur (*bf*) bei gekreuzten Polarisatoren *crystallitic*. In Bereichen, in denen der Mikrit ausgewaschen wurde (*depletion pedofeature*), liegt eine undifferenzierte *bf* (*undifferentiated bf*) vor. Auch in durchmischten Bereichen, wo zwei verschiedene Substrate erkannt werden können, ist die mikritarme Grundmasse durch eine undifferenzierte *bf* (*undifferentiated bf*) geprägt.

In den ersten 50 cm unterhalb der heutigen Oberfläche kann eine initiale sekundäre Kristallisation des Calcits erkannt werden. Sekundäre Kalkausfällung erfolgt in dieser Tiefe auch als mikritische und sparitische noduläre Konkretionen. Darunter erfolgte eine deutliche Calcit-ausfällung in den Hohlräumen, erkennbar in allen Proben bis in 170 cm Tiefe. Ab 200 cm unter der GOK füllen sekundäre Gipskristalle die Hohlräume in weiten Bereichen der Probe vollständig aus. In allen Proben des Grabschachtprofils sind hydromorphe Merkmale in Form von Eisenoxidflecken sichtbar. Ab 60 cm bis in eine Tiefe von 190 cm sind umgelagerte Tonlinsen innerhalb der Grundmasse erkennbar. Quellung- und Schrumpfungsvorgänge durch Wasserstress sind anhand von Toneinregelung innerhalb der Matrix sichtbar.

Die Aggregate sind eine Mischung aus Krümeln (*crumbs*) und Subpolyedern (*subangular blocky peds*). Hohlräume stellen sich als Risse (*planes*), Gänge (*channels*), Kammern (*chambers*) und – komplementär zu der krümeligen Struktur der Aggregate (*crumbs*) – als Packungshohlräume (*complex packing voids*) dar.

Tab. 5.4: Mikromorphologische Ergebnisse des Profils TCH P7A (Grabschacht).

Schiff-Nr. Tiefe [cm] (Horizont)	c/f	bf	Hohlräume	Aggregate	Farbe	Kalk	Hydromorphe- merkmale	Besonderheiten
TCH 15 20-30 (Ap)	enaulic	crystallitic; undifferentiated	channels; planes; complex packing voids	crumbs; subangular blocky	gelblich braun	hoher Anteil Mikrit in der Matrix; initiale nadelige sek. Kristallisation; few orthic and disorthic nodules	leichte Eisenfleckung	
TCH 16 40-50 (jelCc)	close enaulic	crystallitic; undifferentiated	complex packing voids	crumbs	gelblich braun	hoher Anteil Mikrit in der Matrix; wenig Auswaschung; wenig nadelige sek. Kristallisation; mikritische + spartische Nodules Poren	leichte Eisenfleckung	Lagerung gestört
TCH 17 60-70 (jelCc)	porphyric to enaulic	crystallitic; undifferentiated; striated (Tonlinse)	channels; planes; chambers; complex packing voids	subangular blocky; crumbs	gelblich braun	hoher Anteil Mikrit in der Matrix; Auswaschung; sek. Kristallisation; mikritische Nodules, Sparrit in Poren	Eisen- + Manganflecken	umgelagerte Tonlinse (hier streifige bf)
TCH 18 80-90 (jelCc)	porphyric to enaulic	crystallitic; undifferentiated; striated (in Matrix)	channels; planes; chambers; complex packing voids	subangular blocky; crumbs (in Hohlräumen)	gelblich braun	teilweise Mikrit in der Matrix; Auswaschung + sek. Kristallisation; mikritische Nodules,	Eisen- + Manganflecken	umgelagerte Fragmente
TCH 19 100-110 (jelCc)	open porphyric	crystallitic; undifferentiated	channels; planes; chambers; complex packing voids	subangular blocky; crumbs	gelblich braun mit grauen Zonen	teilweise Mikrit in der Matrix;; Auswaschung + sek. Kristallisation; Nodules	Eisen- + Manganflecken	Knochenfragmente; Lehmrinne; umgelagerte Fragmente; Durchmischung von äHFL und jHFL
TCH 20 120-130 (jelCc)	open porphyric to enaulic	crystallitic; undifferentiated	complex packing voids; vughs; channels; planes	subangular blocky	gelblich braun	hoher Anteil Mikrit in der Matrix; starke Auswaschung + sek. Sparrit; mikritische Nodules	leichte Eisenfleckung	Tonlinse; Zellulosefasern
TCH 21 140-150 (jelC)	open porphyric to close enaulic	crystallitic; undifferentiated	channels; vughs; simple and complex packing voids; planes; vesicles	granules; crumbs, subangular blocky; plates (Laminierung)	gelblich braun	wenig Mikrit; kaum Auswaschung + sek. Kristallisation	leichte Eisenfleckung	Fluviale, laminierte Ablagerung in der Mitte der Probe; Knochenfragmente; Tonlinse
TCH 22 160-170 (jelC)	open porphyric	crystallitic; undifferentiated; striated	simple and complex packing voids;	granules; crumbs; subangular blocky	gelblich braun	Mikrit in der Matrix; starke Auswaschung + sek. Kristallisation	leichte Eisenfleckung	Tonlinse rot; Knochenfragmente; beginnende Tonemregelung in der Matrix
TCH 23 180-190 (jelC)	enaulic	crystallitic; undifferentiated; striated	simple and complex packing voids; planes; channels; chambers	subangular blocky; crumbs;	gelblich braun	hoher Anteil Mikrit in der Matrix; wenige mikritische Nodules	Eisenflecken	
TCH 24 200-210 (jelC)	enaulic	crystallitic	complex packing voids; planes; channels;	crumbs;	gelblich braun	wenig Mikrit; Nodules	Eisenflecken	Gips füllt Hohlräume fast vollständig aus

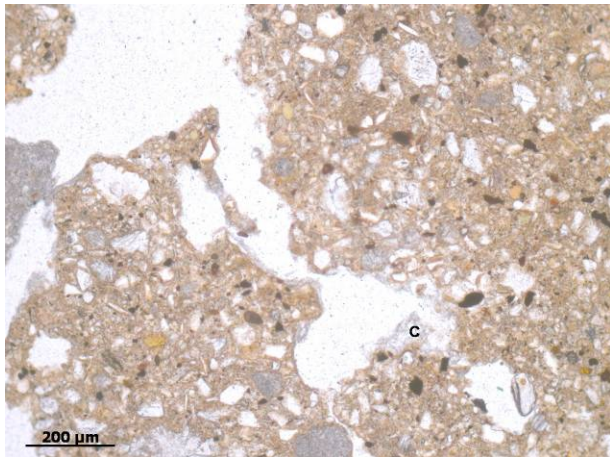


Abb. 5.15: TCH 15: Nadelförmiger Calcit (C) (PPL).

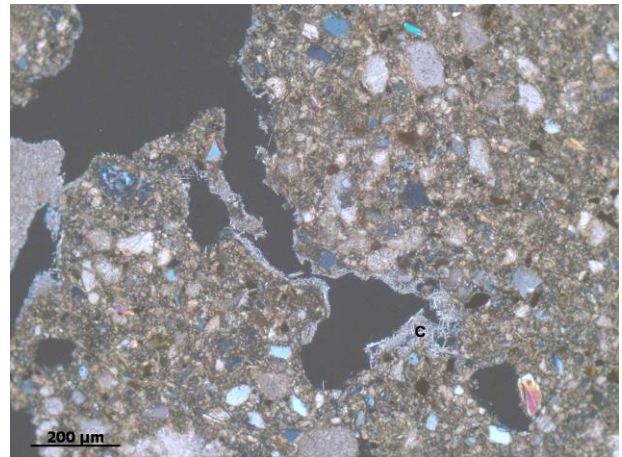


Abb. 5.16: Wie Abb. 5.15: Nadelförmiger Calcit (C) (XPL).

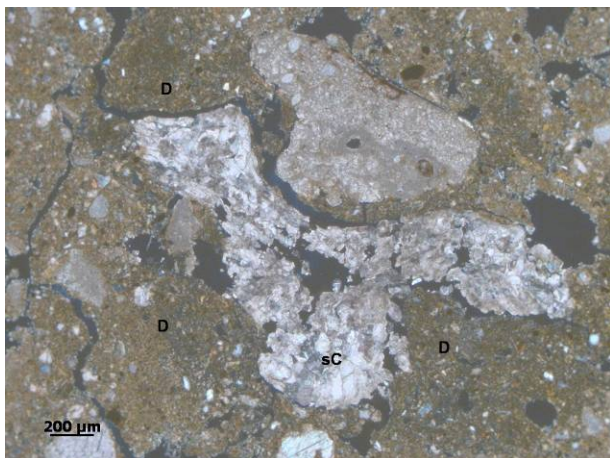


Abb. 5.17: TCH 17: Sekundäre sparitische Calcitkristallisation (sC) und Auswaschung von Calcit (D) (PPL).

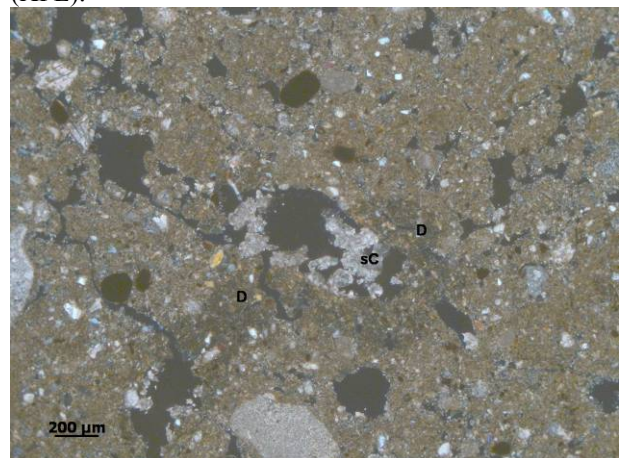


Abb. 5.18: TCH 17: Sekundäre sparitische Calcitausfällung (sC) und Decalcifizierung (D) (XPL).

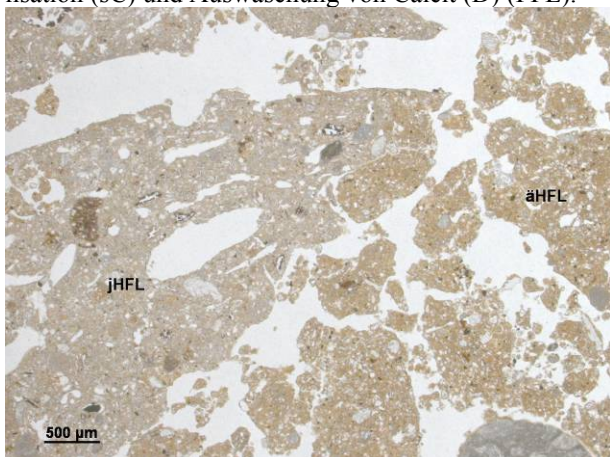


Abb. 5.19: TCH 19: äHFL rechts, jHFL links (PPL).

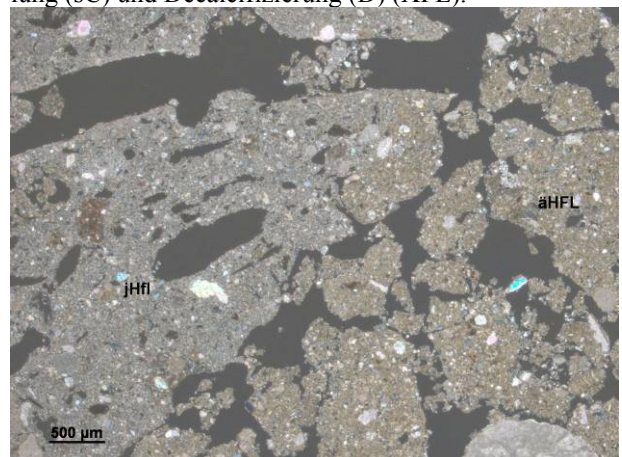


Abb. 5.20: Wie Abb. 5.19 unter XPL: äHFL rechts, jHFL links (XPL).

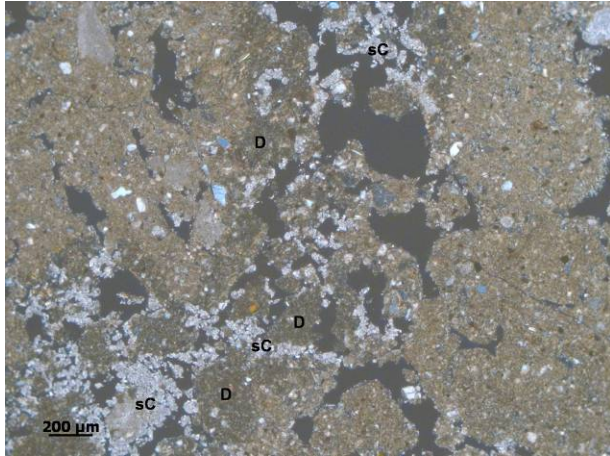


Abb. 5.21: TCH 19: Auswaschung von Calcit und sekundäre Anlagerung als Sparit in Poren (XPL).

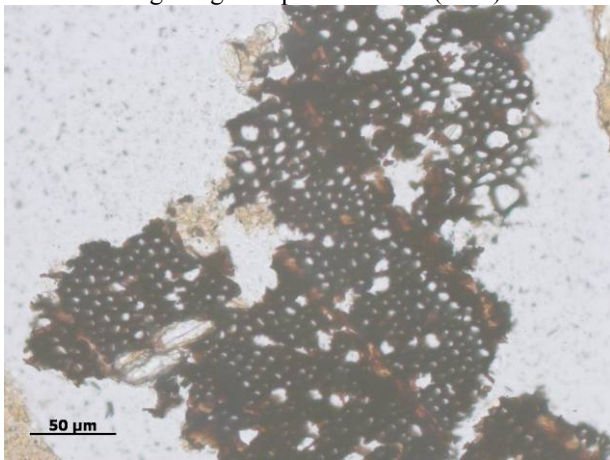


Abb. 5.22: TCH 23: Rottereste (PPL).

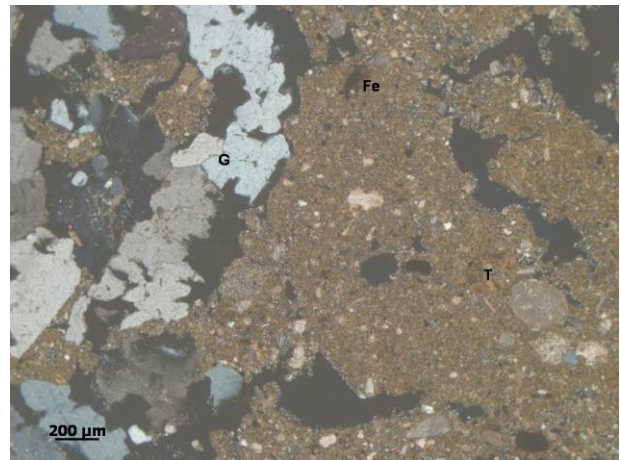


Abb. 5.23: TCH 24: Gipskristalle (G) füllen Hohlraum, Eisenfleck (Fe), Tonlinse (T) (XPL).

5.1.1.1 Diskussion Gräberfeld

Mikromorphologisch ist die Grenze zwischen jHFL und äHFL deutlich erkennbar. Der jüngere Hochflutlehm ist stark durch mikritischen Calcit beeinflusst und beinhaltet an diesem Standort einen deutlich höheren Grobkomponentenanteil in Form von umgelagerten Kalksteinfragmenten. Der ältere Hochflutlehm setzt nicht, wie in der Feldansprache beschrieben in 20 cm Tiefe unter der heutigen Oberfläche ein, sondern erst in 65 cm Tiefe. Dies war anhand der Laboranalysen vermutet worden und konnte durch die mikromorphologischen Ergebnisse belegt werden. Der äHFL ist hier deutlich anhand seines geringen Anteils an groben Komponenten und der weniger calcithaltigen Grundmasse unterscheidbar. Der IelCc-Horizont muss aufgrund dieser Ergebnisse dem jüngeren Hochflutlehm zugeordnet werden. Der IelCc-Horizont wird in einen eIcC-Horizont umbenannt.

Innerhalb des Grabschachtes kann man die beiden Sedimente trotz der Durchmischung noch deutlich unterscheiden. Lediglich im Pflughorizont sind die Hochflutlehme so stark durch

Bearbeitung und Bioturbation homogenisiert, dass sie nicht mehr unterschieden werden können. In den liegenden Horizonten können einzelne Bereiche teilweise sehr gut voneinander abgegrenzt werden.

Die beiden im Hochflutlehm und im ungelagerten Hochflutlehm entwickelten Böden ähneln sich stark in ihrer Pedogenese. Geringe Unterschiede im Grob-/ Feinverteilungsmuster (*c/f*), das ein Maß für die Lagerung darstellt, sind erkennbar. Der Grabschacht zeigt die lockerere Lagerung mit überwiegend enaulischem (*enaulic*), also ein von Hohlräumen durchsetztes Verteilungsmuster. Dieses bedingt eine höhere Wasserdurchlässigkeit und die dadurch stärkere Auswaschung des Calcits bei direkt benachbarter sekundärer Auskristallisation. Diese lokale Decalcifizierung bei gleichzeitiger sekundärer Kristallisation ist zeitlich nach der Grablegung einzuordnen. Sekundärer Sparit hat sich in Hohlräumen, zumeist in zusammenhängenden Überzügen ausgebildet, so dass eine Umlagerung nach der Akkumulation unwahrscheinlich ist.

Beide pedogenen Merkmale – Auswaschung und Akkumulation des Calcits –, die in unterschiedlicher Intensität in den direkt benachbarten Profilen erkennbar sind, sind nicht auf unterschiedliche Umweltbedingungen, die wiederum Hinweis auf veränderte Klimabedingungen sein könnten, zurückzuführen, sondern auf den anthropogenen Einfluss. Die Umlagerung des Sediments durch den Menschen beim Anlegen der Grabkammer und damit die Auflockerung des Sediments bedingt die unterschiedlich starke Ausprägung der sekundären Anreicherung von Kalk.

Nach WRB (2007) zählt der Boden im ungestörten Hochflutlehm des Wadis Chuera zur Referenzbodengruppe der *Calcisols*. Er ist als **Haplic Calcisol (endoclayic)** (*ha CL cen*) (Pararendzina; RZ) einzustufen. Charakteristisch ist der *calcic horizon* (eICc), dessen CaCO₃-Gehalt mehr als 5 % über denen der darunter liegenden Horizonte liegt (Abb. 5.24). Auch mikromorphologisch ist eine Kalkverlagerung aufgrund der geringeren Calcitkonzentration um die Poren zugunsten einer Konzentration in den Poren (*depletion pedofeatures* und *crystallitic infillings*) als sekundäre Auskristallisation des Kalks erkennbar. Teilweise war dies auch am Profil makroskopisch in Form von Pseudomycelien sichtbar. Aufgrund des Tongehaltanstieges ab 65 cm Tiefe im IICc-Horizont (Abb. 5.24) darf man basierend auf der zweiten Klassifikationsebene der WRB (2007) den Zusatz *endoclayic* zulassen. Als *clayic* werden tonreiche Horizonte betitelt, die nicht durch Tonverlagerung entstanden sind, aber einen deutlich höheren Tongehalt zeigen. Der Anstieg des Tongehalts ist an dieser Stelle auf

den Schichtwechsel vom jHFL zum äHFL zurückzuführen. *Endoclayic* Eigenschaften müssen sich, neben ihrem *clayic* Charakter in einer Tiefe zwischen 50-100 cm unter GOK befinden. Am Schichtwechsel steigt der Tongehalt deutlich auf über 40 % an. Der insgesamt hohe Tongehalt bedingt in allen Horizonten ein gut definiertes polyedrisches, makroskopisch erkennbares Gefüge, das in der zweiten Schicht als beginnende Prismen ausgebildet ist.

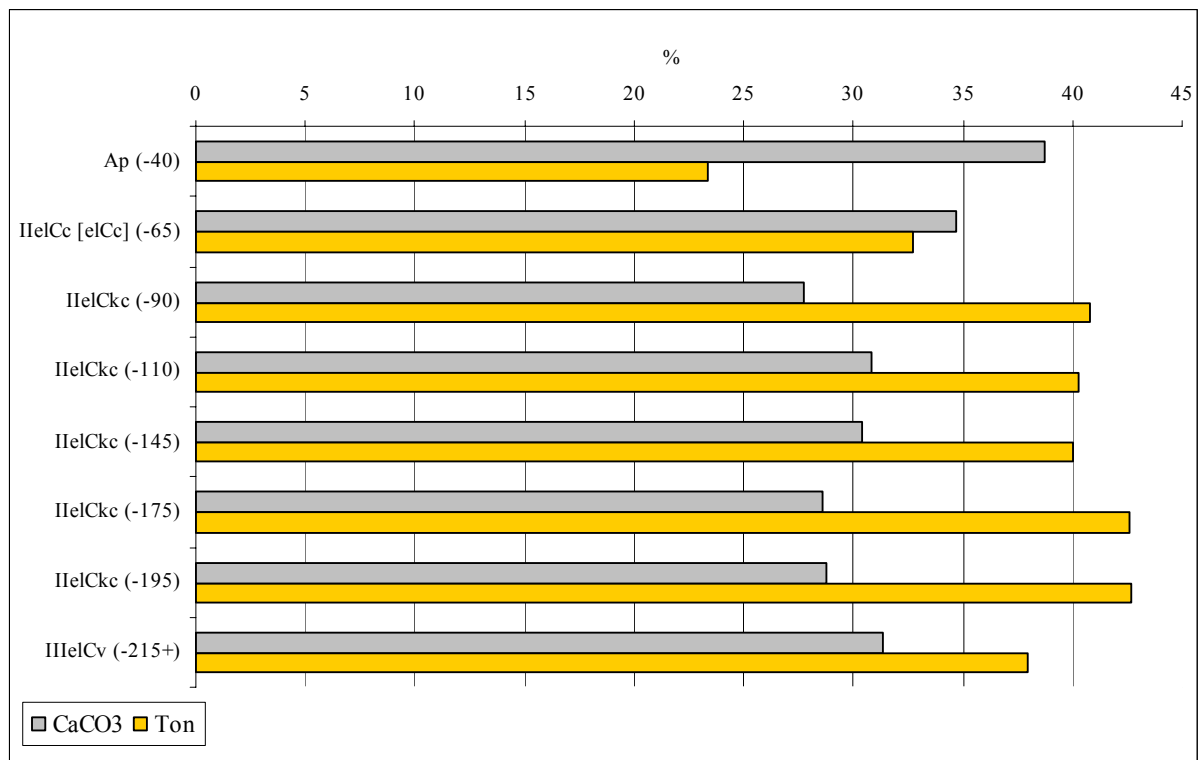


Abb. 5.24: Ton- und Kalkgehalte in P7 (Tiefe unter GOK in Klammern).

Im umgelagerten Hochflutlehm des Grabschachtes hat sich nach der Grablegung ein ähnlicher Boden entwickelt. Kalkauswaschung und sekundäre Auskristallisation sind durch die lockere Lagerung geringfügig stärker ausgeprägt. Eine Schichtgrenze kann aufgrund der Umlagerung und Durchmischung bei der Anlage des Schachtes nicht mehr erkannt werden. Die bodenchemischen und -physikalischen Analyseergebnisse sind aufgrund dessen sehr homogen. Eine tonreiche Schicht (*clayic*) kann nicht erkannt werden. Deshalb wird der Bodentyp an dieser Stelle nach WRB (2007) als **Haplic Calcisol** (*ha CL*) (Pararendzina; RZ) charakterisiert. Die leicht unterschiedliche ausgeprägte Entwicklung ist allein auf den anthropogenen Einfluss, also die Durchmischung des Bodens, zurückzuführen.

Berücksichtigt man bei der Benennung der Bodentypen jedoch, dass etwa 10 cm des Ap-Horizontes an der Abbruchkante erodiert wurden und nicht mit in die Analysen eingingen, kann man davon ausgehen, dass sich ursprünglich ein *mollic horizon* ausgebildet hatte. Die diagnostischen Kriterien bezüglich Bodengefüge, Basensättigung (abgeschätzt über den pH-Wert) und Mächtigkeit werden im Oberboden erfüllt. Die Farbeigenschaften sind insgesamt zu hell. Wertet man aber den hohen Anteil an CaCO_3 als aufhellend, bei der gleichzeitigen Annahme, dass eine potentielle natürliche Vegetation den C_{org} -Gehalt erhöhen und damit die Farbsättigung intensivieren würde, darf man von der Bildung eines *mollic horizons* ausgehen. Ein solcher würde, zusammen mit den anderen Eigenschaften, die Benennung des Bodens als ***Calcic Kastanozem*** (*cc KS*) zulassen. Nach KA 5 (AG Boden 2005) kommt dieser Boden in seiner Entwicklung dem Bodentyp des Kalktschernosems (TC) am nächsten.

5.1.2 Lineare Struktur im Süden des Tells

Auf der Ackerfläche südlich des Tells Chuera (Abb. 5.1) konnte mit Hilfe von Satellitenfotos der Coronamission aus den Jahren 1968 und 1972 eine deutliche lineare Struktur geortet werden, die sich im Feld als schwache Rinne wieder finden ließ (KRÄTSCHELL 2011). Ohne die Satellitenbilder lassen sich diese Strukturen im Gelände aufgrund der geringen Höhenunterschiede nur schwer erkennen. Liegt eine solche Struktur in einem bewirtschafteten Feld, kann sie anhand der Vegetationsunterschiede erkannt werden. Beobachtet werden konnte dies in einem Baumwollfeld nördlich des Tells Chuera, auf dem die Pflanzen, die innerhalb einer solchen Struktur gewachsen waren, eher zur Reife gelangt waren, was auf einen Wassermangel hindeutet (FRITZSCH 2001), der hier durch die Verdichtung im Untergrund hervorgerufen worden sein könnte. Nach WILKINSON (1993) WILKINSON (2004) WILKINSON et al. (1994) können diese linearen Strukturen auch Hohlwege (*hollow ways*) sein, die strahlenförmig von einem Tell zu anderen Tells oder zu den Weideplätzen des Viehs führten. Die Lage in der Landschaft, aber auch die Abwesenheit von hydrotechnischen Anlagen, wie Tunnel oder Brücken, die bei der Anlage von Kanälen zur Wasserabfuhr angelegt worden sein könnten, sind für WILKINSON (1993) Hinweis für die Funktion dieser radial von den Tells wegführenden Lineamente als *hollow ways*. Diese Wege sind durch die Begehung von Mensch und Tier entstandene flache Hohlformen, die durch die Verdichtung des Bodens und den dadurch bedingten oberirdischen Abfluss von Wasser und das Auswehen von Staub entstehen können.

Eine dieser gradlinigen Strukturen, die 1,5 km südlich des Tells etwa 400 m östlich des rezenten Verlaufs des Wadis Chuera liegt, wurde bodenkundlich-mikromorphologisch untersucht. Ein Profil (P5) wurde innerhalb der Senke, ein zweites (P6) auf der Ackerfläche gegraben (Abb. 5.1), die von der linearen Struktur unbeeinflusst scheint. In Profil P5 wurden fünf Proben für die mikromorphologische Analyse entnommen. Aus dem angrenzenden Referenzprofil wurden zwei Kubiënakästchen zur Aufbereitung und Analyse entnommen.

Feld- und Laborergebnisse

WCH P5 Senkenposition

WCH P5 ist mitten in der tiefer gelegenen linearen Struktur bis in eine Tiefe von 130 cm gegraben worden. Es handelt sich um ein vierschichtiges Profil, mit einer eAp/eM1/eMc2/IIelCc/IIelCv/IIIelCv-Horizontierung (Abb. 5.25 und Abb. 5.26). Eine tabellarische Übersicht befindet sich im Anhang (A2-5). Der eAp-Horizont ist bis in 25 cm Tiefe ausgebildet. Dies entspricht der typischen Pflugtiefe beackelter Standorte. Die darunter liegenden M-Horizonte sind durch Materialumlagerung entstanden und reichen bis in 45 cm Tiefe. Sie lassen sich anhand ihrer Farbe (trocken, eM1: 10YR 5/6 über eMc2: 10YR 5/4) unterscheiden. An der Basis des eMc2-Horizontes liegt eine Kieslage. Der IIIelCv-Horizont hat einen sehr hohen CaCO₃-Gehalt von 73 %. Die Schichten I und II haben durchweg einen prozentualen Tonanteil von mehr als 30 % und liegen in der Bodenartengruppe der Schlufftone. Im IIIelCv sinkt der Anteil des Tones soweit, dass ein Normallehm ausgewiesen werden kann. Der Anteil des C_{org} liegt im Ap-Horizont bei 0,72%. Darunter fällt er kontinuierlich ab. Die Bodenfarbe (trocken) ist in allen Horizonten als gelblich braun zu beschreiben. Das Gefüge ist überwiegend polyedrisch, im IIelCc-Horizont zeigen sich neben den Polyedern erste Prismen.

WCH P6 Fläche

Wenige Meter neben der Senke wurde WCH P6 bis in 140 cm Tiefe ausgehoben (Abb. 5.26) (tabellarische Übersicht im Anhang A2-6). Unter dem 25 cm mächtigen eAp-Horizont finden sich C-Horizonte mit unterschiedlich stark ausgeprägten Kalkkonkretionen im kräftig braunen jüngeren Hochflutlehm. Bei 100 cm Tiefe erfolgt der Wechsel vom jüngeren Hochflutlehm hin zu Wechsellagen von älterem Hochflutlehm und älteren Schottern. An der Obergrenze der älteren Sedimente, die als zweite Schicht ausgewiesen werden, liegt ein bearbeiteter Feuerstein.

Die C-Horizonte der ersten Schicht haben ein überwiegend prismatisches Gefüge. Die einzelnen Aggregate weisen dabei nach MUNSELL (2000) die Farben (trocken) rötlich braun (5YR 4/4) in den Prismen und kräftig braun (7,5YR 4/6) auf den Aggregatoberflächen auf. Dieses Phänomen konnte auch an anderen Wadiseditimenten erkannt werden.

Mischproben für die pedochemischen und physikalischen Analysen wurden ab 70 cm Tiefe parallel zu den mikromorphologischen Proben WCH 19-WCH 20 entnommen.

Der CaCO_3 -Gehalt liegt in 70 cm Tiefe bei 27,3 % und steigt an der Basis bis auf 37,1 % an. Der pH-Wert nimmt dementsprechend von 7,6 auf 7,7 zu. Die CaSO_4 -Gehalte liegen im eIC(c)-Horizont bei 0,76 % und korrelieren mit dem EC-Wert, der bei $1120 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ liegt. Auch in den anderen Proben kann dieser Zusammenhang verfolgt werden. Der prozentuale Anteil der organischen Substanz nimmt von 0,3 % auf 0,17 % an der Basis ab. Der Gesamtphosphatgehalt liegt bei 0,11-0,13 % und liegt in den natürlichen Sedimenten deutlich niedriger als in den Tellsedimenten (siehe Kap. 5.2). Die Tongehalte in den Proben nehmen von 39,6 % über 36,6 % auf 32,8 % ab. Die Bodenarten wechseln dementsprechend von mittel schluffigem Ton (Tu3) über mittel tonigen Lehm (Lt3) zu schwach tonigem Lehm (Lt2). Auffällig ist der Anstieg der Sandfraktion von 14 % in der Schicht I (eICc) auf 26 % in Schicht II (IIeICv). Die Bodenartengruppen der Schicht I bewegen sich innerhalb der Schlufftone, während in der Schicht II aus Normallehm besteht. Die Schicht II wurde im Gelände als älterer Hochflutlehm eingestuft.

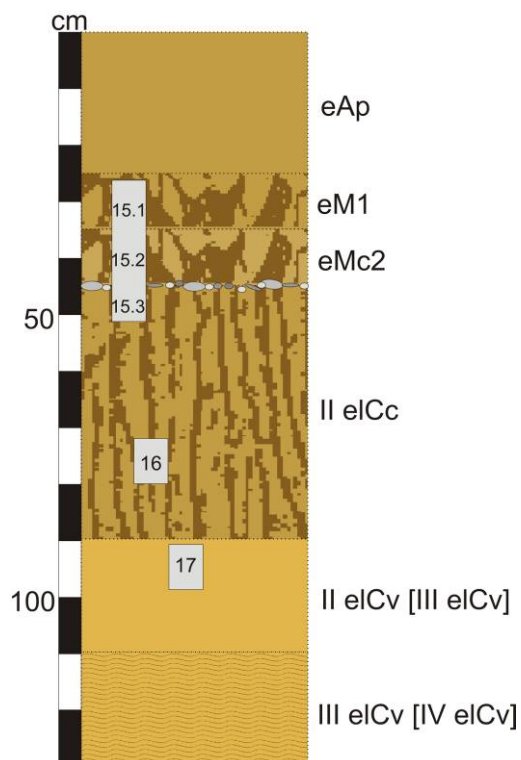


Abb. 5.25: P5 mit Horizontbezeichnungen. In eckigen Klammern neue Bezeichnungen.

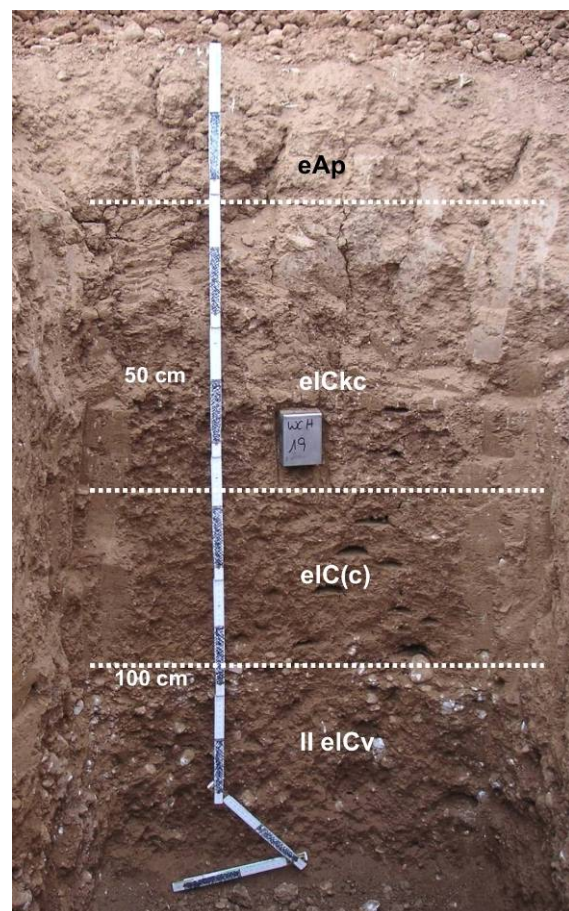


Abb. 5.26: P6 mit neuen Horizontbezeichnungen.

Mikromorphologische Befunde

WCH P5 (Senkenposition WCH 15.1-15.3, WCH 16 und WCH 17)

WCH 15.1 bis 15.3 wurden in einer 25 cm langen Schiene aus 25-50 cm Tiefe entnommen und beinhalten die Übergänge des eM1- zum eMc2- und zum IelCc-Horizont.

WCH 15.1 stammt aus 25 cm Tiefe unter der heutigen Geländoberfläche und repräsentiert den eM1-Horizont. Der satt braune Hochflutlehm ist charakterisiert durch eine *crystallitic bf*, die sich typischerweise bei der Anwesenheit von mikritischem Calcit zeigt. Durch die Auswaschung des Mikrits erkennt man an einigen Stellen eine undifferenzierte Doppelbrechungsstruktur (*undifferentiated bf*). Das Grob-/Feinverteilungsmuster (*c/f*) ist weit porphyrisch (*double spaced porphyric*). Die Aggregation zeigt sich in gut abgegrenzten Subpolyedern und Polyedern (*highly separated angular blocky or subangular blocky peds*). Risse (*planes*), Gänge (*channels*) und Höhlungen (*vughs*) bestimmen die Struktur des Schliffs. In der Matrix eingebettet liegen sparitische Kalksteinfragmente, teilweise mit fossilen Strukturen, und Molluskenschalenfragmente. Sekundäre Kalkkristallisation ist nur sehr schwach in nadelförmiger Ausprägung erkennbar. Angeschnittene Wurzeln und Wurzelreste sind sichtbar. Der gesamte Schliff ist mit Eisen- und Manganflecken durchsetzt. In einer Grobpore ist die Einspülung von Feinmaterial auszumachen.

WCH 15.2 schließt direkt an WCH 15.1 an und zeigt den eMc2-Horizont. Die beige braune Farbe der Grundmasse ist etwas heller als im vorangegangenen Schliff. Die Matrix ist im gekreuzt polarisierten Licht betrachtet *crystallitic*, das *c/f* ist weit porphyrisch (*open porphyric*). Risse (*planes*), Gänge (*channels*), Kammern (*chambers*) und Höhlungen (*vughs*) sind erkennbar. Die Grundmasse gliedert sich überwiegend in Krümel (*crumbs*), in Subpolyeder und Polyeder (*subangular blocky and blocky peds*). Der Calcit stellt sich in dieser Probe, wie schon an der *bf* erkennbar, als mikritisch dar. Eine initiale Calcitkristallisation in nadeliger Form ist an Porenwandungen erkennbar (Abb. 5.27 und Abb. 5.28). Kalksteinfragmente mit fossilen Spuren sind aufzufinden. Molluskenschalenfragmente, Ooidbruchstücke, ein Flintsteinfragment, organische Reste und Wurzelreste sind gut erhalten. Im gesamten Schliff sind hydro-morphe Merkmale in Form von Eisen- und Manganflecken wahrnehmbar.

WCH 15.3 aus 41-50 cm Tiefe repräsentiert den eMc2-IelCc-Horizont. Die weit porphyrische (*open porphyric*) Grundmasse zeigt eine satt braune Farbe. Die Doppelbrechungsstruktur

ist aufgrund des fein verteilten Mikrits *crystallitic* und in Zonen mit Calcitwaschung (*depletion*) undifferenziert (*undifferentiated bf*). An wenigen Stellen kann eine porenbezogene Streifigkeit erkannt werden (*porostriated bf*) (Abb. 5.29 und Abb. 5.30). Die Aggregation ist polyedrisch und subpolyedrisch (*angular and subangular blocky peds*). An wenigen Stellen ist eine krümelige (*crumb*) Struktur erkennbar. Hohlräume sind in Form von Rissen (*planes*), Gängen (*channels*) und Kammern (*chambers*) vorhanden. Kalksteinfragmente und Molluskschalenfragmente sind in der Matrix verteilt. Eine beginnende Auskristallisation von sekundärem Calcit an den Porenwänden und sekundäre Calcitnodules sind ausgeprägter als in der vorangegangenen Probe. Eisen- und Manganflecken sind in der Probe verteilt erkennbar. Als Zeichen von Bioturbation können Exkremate von Bodentieren gedeutet werden. Auch Wurzeln sind in dieser Tiefe sichtbar. Innerhalb der Grundmasse ist ein Toncutanfragment, das bei der Umlagerung des Hochflutlehms abgelagert wurde, erkennbar. Zeichen der post-sedimentären Umlagerung ist die deutliche Abgrenzung des Fragmentes zur Umgebungsmatrix.

WCH 16 wurde in 70-79 cm Tiefe unterhalb der Geländeoberkante aus dem IIelCc-Horizont entnommen. Das Grob-/Feinverteilungsmuster ist weit porphyrisch (*open porphyric*). Die Grundmasse zeigt eine satt braune Farbe und wird von Rissen (*planes*), Gängen (*channels*) und Kammern (*chambers*) durchzogen. Die Aggregation ist polyedrisch bis subpolyedrisch (*angular or subangular blocky peds*). Durch den in der Matrix fein verteilten Mikrit ist die *bf* überwiegend *crystallitic*. In Zonen mit Mikritverarmung ist sie undifferenziert (*undifferentiated*) und an sehr wenigen Stellen kann eine kornbezogene Streifigkeit (*granostriation*) innerhalb der Grundmasse (Abb. 5.31 und Abb. 5.32) ausgemacht werden. Gut abgerundete Kalksteinfragmente sind in größerer Anzahl als zuvor vorhanden. Eisenflecken sind über den gesamten Schliff verteilt. In wenigen Poren kann eine sehr geringe Akkumulation von Feinmaterial wahrgenommen werden (Abb. 5.33 und Abb. 5.34).

WCH 17 wurde aus 95-104 cm Tiefe aus dem IIIelCc-Horizont entnommen. Die satt braune Matrix zeigt ein lockeres porphyrisches Verteilungsmuster (*double spaced to single spaced porphyric c/f*). Die Doppelbrechungsstruktur ist *crystallitic*, teilweise streifig (*striated*). In dieser Tiefe kommt es zu keiner Auswaschung des Mikrits, so dass keine undifferenzierte (*undifferentiated*) *bf* vorkommt. Risse (*planes*) und Gänge (*channels*) trennen polyedrische Aggregate (*angular blocky peds*). In der Matrix sind außerdem Kammern (*chambers*) verteilt und an einigen Stellen mit lockerer Lagerung sind Krümel (*crumbs*) vorhanden. Auffällig sind die vielen abgerundeten Kalksteinfragmente (Abb. 5.35 und Abb. 5.36). Innerhalb der Grund-

masse sind Tonschlieren erkennbar (Abb. 5.37 und Abb. 5.38). Auch kann eine massive Einspülung von tonreichem, nicht reinem Material (*dusty clay coatings*) in vielen Poren gesichtet werden (Abb. 5.39 und Abb. 5.40).

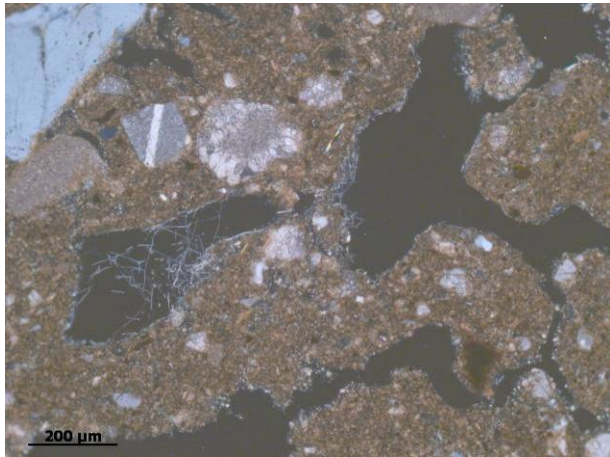


Abb. 5.27: WCH 15.2: Calcitnadeln (XPL).

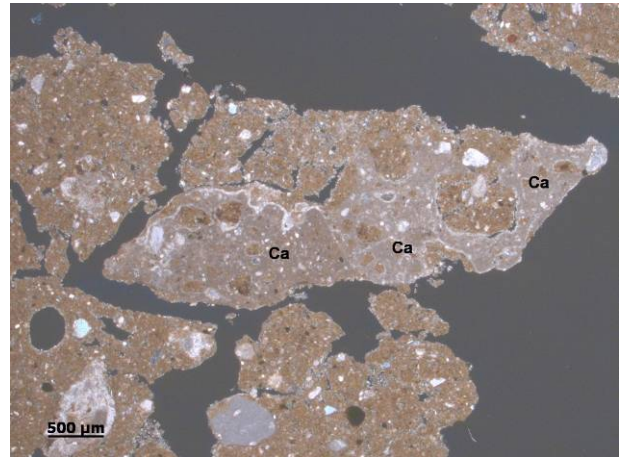


Abb. 5.28: WCH 15.3: Calcitnodule (XPL).

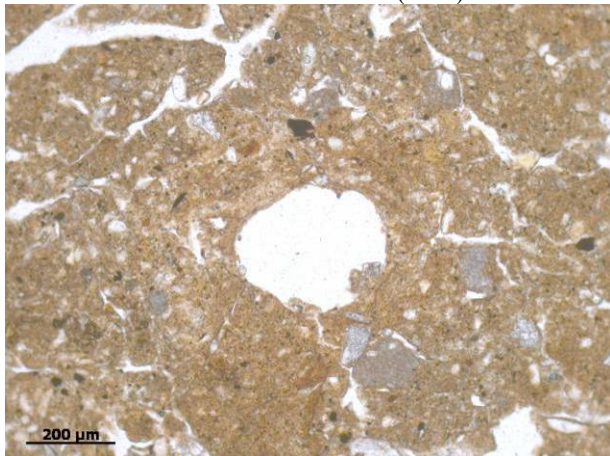


Abb. 5.29: WCH 15.3: *Porostriation* nicht sichtbar in PPL.

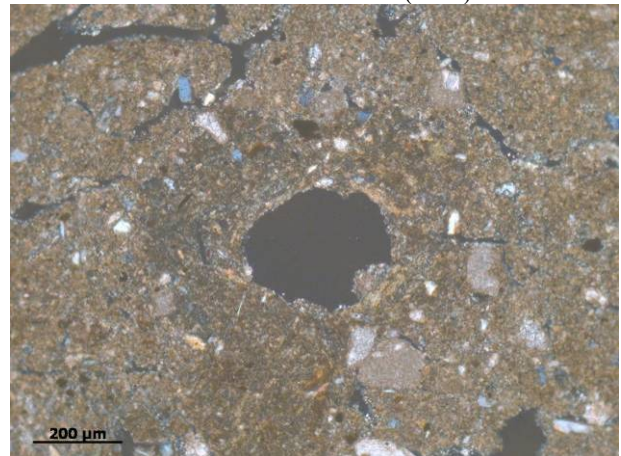


Abb. 5.30: Wie Abb. 5.29: *Porostriation* (XPL).

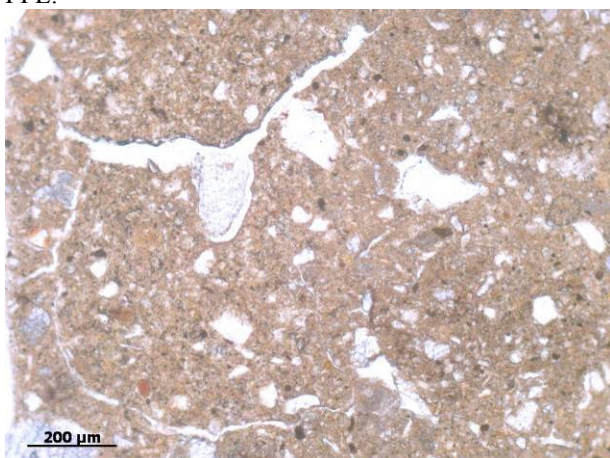


Abb. 5.31: WCH 16: *Granostriation* nicht sichtbar in PPL.

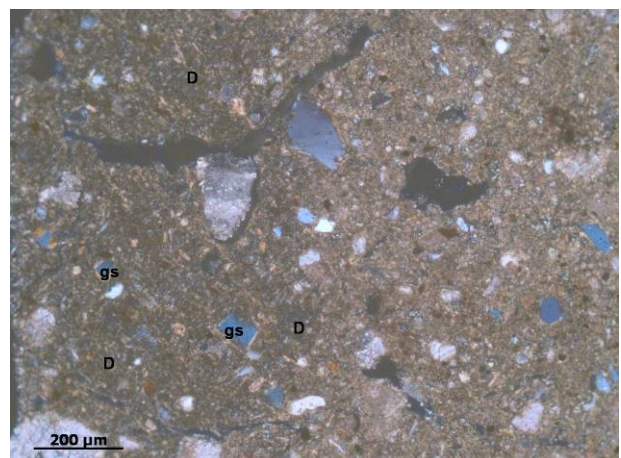


Abb. 5.32: Wie Abb. 5.31: *Granostriation* und *depletion* (XPL).

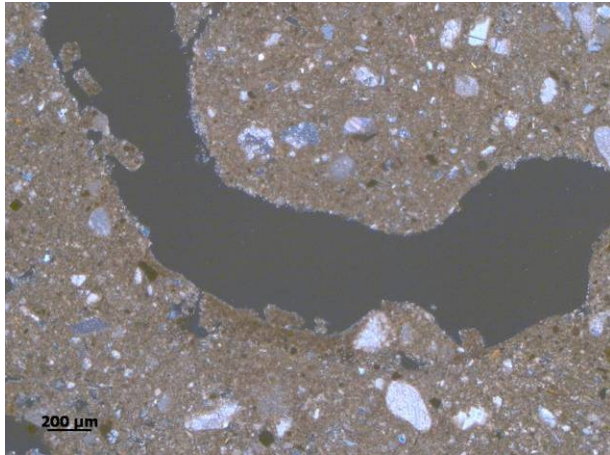


Abb. 5.33: WCH 16: Schluffeinspülung (PPL).

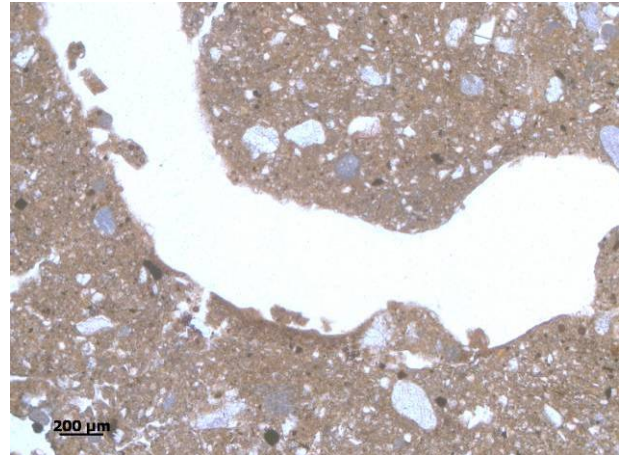


Abb. 5.34: Wie Abb. 5.33: Schluffeinspülung (XPL).

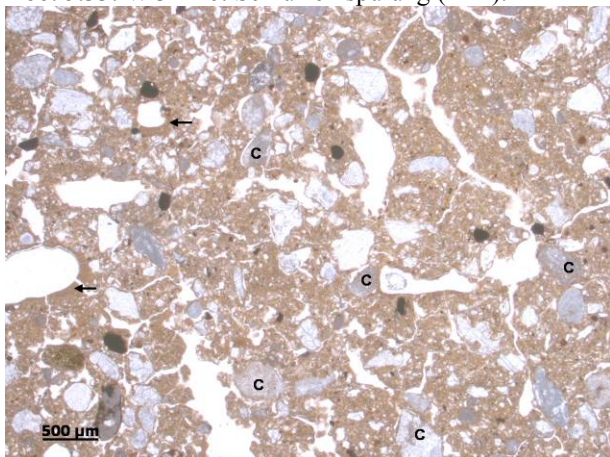


Abb. 5.35: WCH 17: Zahlreiche Kalksteinfragmente (C) und Feinmaterialeinspülung (Pfeile) (PPL).

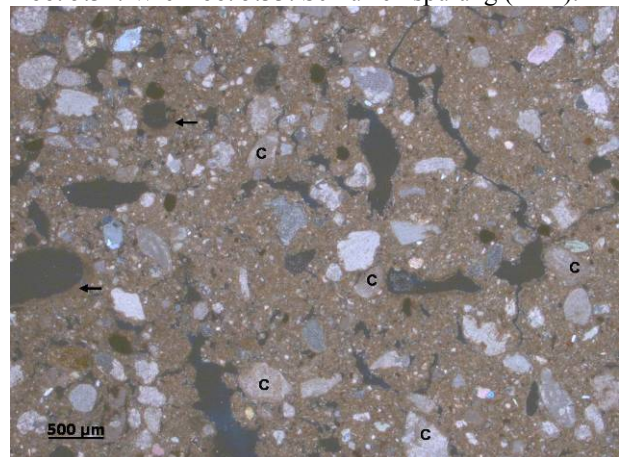


Abb. 5.36: Wie Abb. 5.35: : Zahlreiche Kalksteinfragmente (C) und Feinmaterialeinspülung (Pfeile) (XPL).

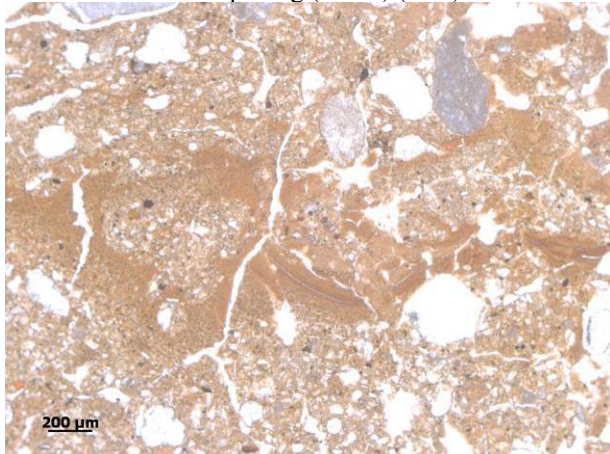


Abb. 5.37: WCH 17: Tonschlieren in Matrix (PPL).

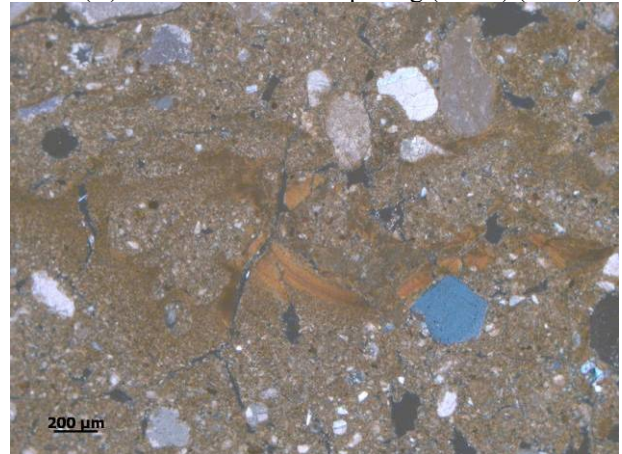


Abb. 5.38: Wie Abb. 5.37: Tonschlieren in Matrix (XPL).

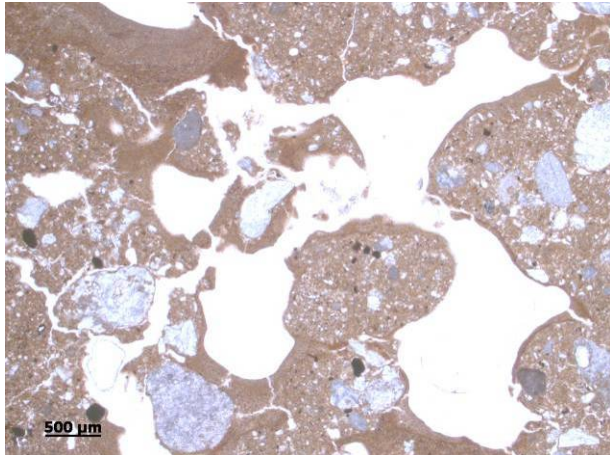


Abb. 5.39: WCH 17: *Dusty clay coatings* (PPL).

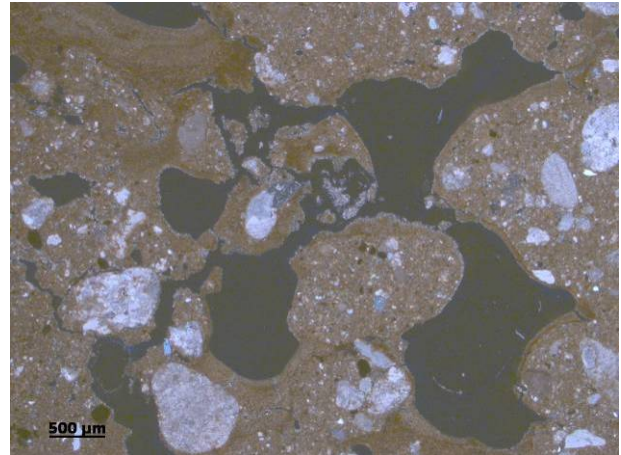


Abb. 5.40: Wie Abb. 5.39: *Dusty clay coatings* (XPL).

Zusammenfassung der mikromorphologischen Ergebnisse WCH P5 Senkenposition

WCH P5 zeigt ein porphyrisches Grob-/Feinverteilungsmuster (*porphyric c/f*) verschiedener Ausprägung (*open and double to single in WCH 17*). Die *bf* ist in allen Proben durch den hohen Mikritanteil *crystallitic*. Die Auswaschung von Mikrit und eine damit verknüpfte undifferenzierte Doppelbrechungsstruktur (*undifferentiated bf*) sind in WCH 15.1-WCH 15.3 und in WCH 16 erkennbar. In WCH 15.3 ist eine deutliche sekundäre Calcitakkumulation in Form von Calcitcoatings an den Porenwänden und Calcitnodules in der Matrix sichtbar.

Auffällig in diesem Profil sind ungewöhnlich viele gerundete Kalksteinfragmente in WCH 17 aus 95 cm Tiefe unter der rezenten Geländeoberkante und eine leichte Feinmaterialverlagerung in allen Schichten. Diese wird intensiver in WCH 17, wo sie neben den Tonschlieren innerhalb der Matrix als massive Feinmaterialeinspülung (*dusty clay coatings*) beschrieben werden kann.

WCH P6 (Referenzfläche WCH 19 und WCH 20)

WCH 19 wurde aus 50-70 cm Tiefe aus dem eCkc-Horizont entnommen. Die Farbe des Sediments ist satt braun. Durch eine dichte Lagerung ist das Grob-/Feinverteilungsmuster (*c/f*) überwiegend weit porphyrisch (*open porphyric*). Einige Stellen zeigen ein enaulisches *c/f* (*fine enaulic*). Durch den in der Matrix verteilten Mikrit ist die *bf crystallitic*. An wenigen Stellen, an denen eine Decalcifizierung erfolgt ist, zeigt sich eine undifferenzierte Doppelbrechungsstruktur (*undifferentiated bf*). An locker gelagerten Stellen beherrschen abgerundete Hohlräume (*vughs*) die Mikrostruktur, an dichteren Stellen sind Risse (*planes*) erkennbar. Gänge (*channels*) weisen auf bioturbate Prozesse hin. Krümel (*crumbs*) und schwach abge-

grenzte Subpolyeder (*weakly separated subangular blocky peds*) bestimmten die Aggregation dieser Probe. Neben dem Mikrit sind sekundäre Kalknodules in der Grundmasse erkennbar. Kalksteinfragmente mit fossilen Spuren, mit Kalkbärten, teilweise stark angewittert, mit Eisenausfällungen sind über die gesamte Probe verteilt. An einer Pore lässt sich eine porenbezogene Auswaschung von Mikrit (*depletion hypocoating*) zugunsten eines sparitischen, sekundären Calcitkristallüberzugs (Abb. 5.41 und Abb. 5.42) innerhalb der Pore beobachten. Am unteren Rand des Schliffes erkennt man sekundäre Gipskristalle als Porenfüllung. Auch geringe Mengen von feinkristallinem Gips sind vorhanden. Chertfragmente, Molluskenschalenfragmente und Ooide bzw. Ooidbruchstücke sind im Sediment verteilt. Eisen- und Manganflecken sind im gesamten Schliff sichtbar. Nur an einer Stelle sind streifige Tondomänen (Abb. 5.43 und Abb. 5.44) innerhalb der Grundmasse sichtbar. Diese lassen auf Wasserstress schließen.

WCH 20 stammt aus 80-89 cm unterhalb der Geländeoberkante aus dem e1C(c)-Horizont. Die braune Farbe der Probe ist heller als in WCH 19. Die Probe zeigt schon makroskopisch Spuren starker Bioturbation. Mikroskopisch lassen sich die bioturbaten Merkmale (*passage features*) bestätigen. Das *c/f* ist überwiegend enaulisch (*double spaced fine enaulic*). An einigen Stellen ist ein porphyrisches Verteilungsmuster (*open porphyric*) erkennbar. Die *bf* ist durchweg aufgrund des Mikrits innerhalb der Matrix *crystallitic*. Es gibt keine Decalcifizierungsmerkmale, aber auch neben den nodulären Kalkkonkretionen in der Grundmasse keine weiteren sekundären Kalkausfällungen. Miozäne Kalksteinfragmente, teilweise mit sekundären Überzügen und fossilen Strukturen sind sichtbar. Die Probe ist locker gelagert und die Aggregate setzen sich vorwiegend aus Krümeln (*crumbs*) zusammen. Wenige Subpolyeder (*subangular blocky peds*) sind durch Gänge (*channels*) und Kammern (*chambers*) getrennt. Eisen- und Manganflecken sind im gesamten Dünnschliff erkennbar. Innerhalb der Poren sind häufig sekundäre Gipsausfällungen (Abb. 5.45 und Abb. 5.46) sichtbar. In einer Zone ist eine Streifigkeit innerhalb der Matrix erkennbar, welche die Einregelung der Tonminerale anzeigt.

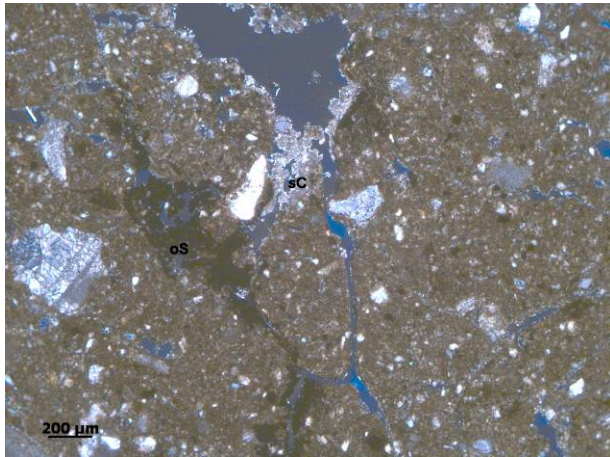


Abb. 5.41: WCH 19: Organische Substanz (oS), sekundärer Calcit (sC) im XPL.

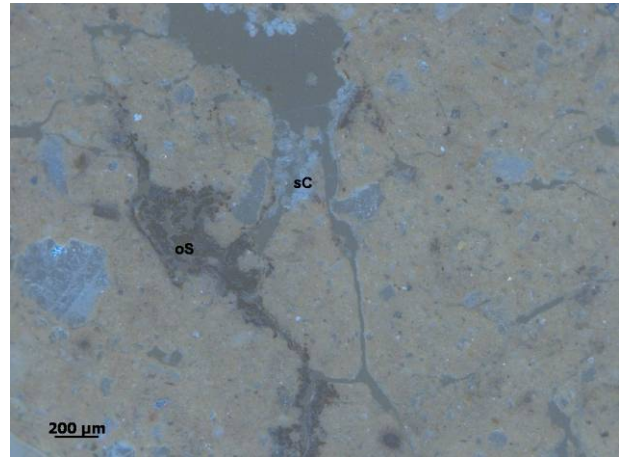


Abb. 5.42: Wie Abb. 5.41 im schräg einfallendem Auflicht (*oblique incident light* = OIL).

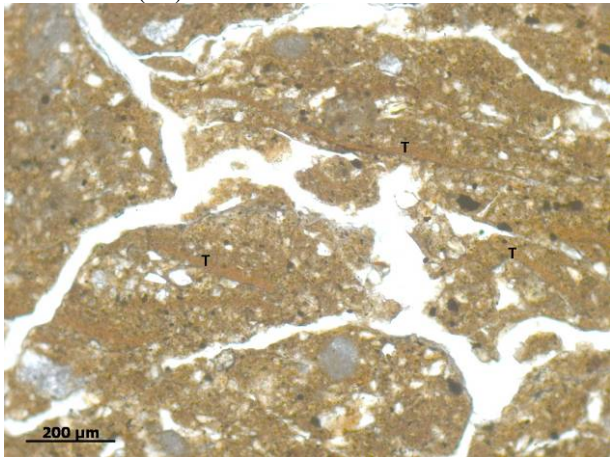


Abb. 5.43: WCH 19: Tondomänen (T) innerhalb der Matrix (PPL).

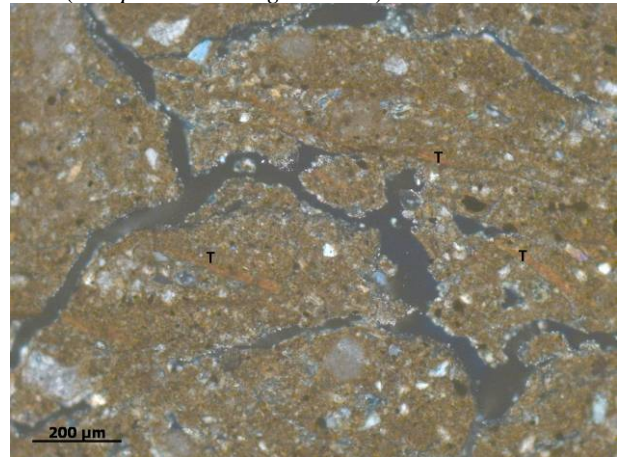


Abb. 5.44: Wie Abb. 5.43: Tondomänen (T) innerhalb der Matrix (XPL).

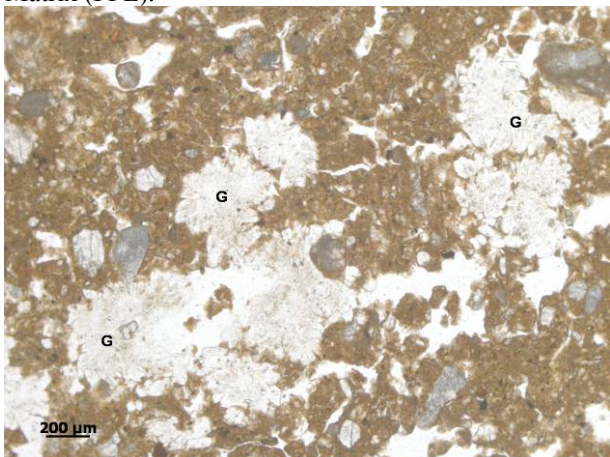


Abb. 5.45: WCH 20: Hohlräume mit sekundärer Gipsfüllung (G) (PPL).

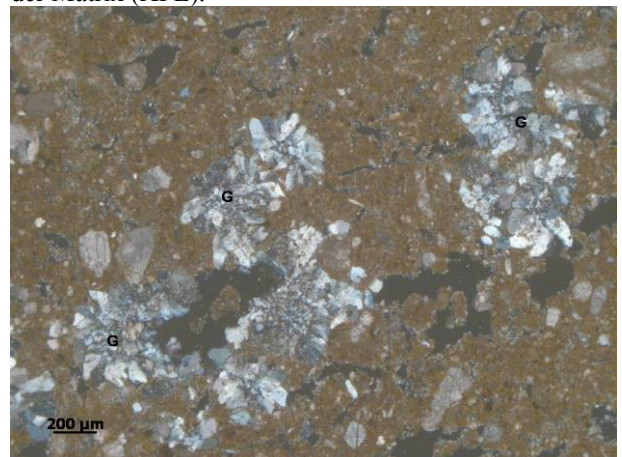


Abb. 5.46: Wie Abb. 5.45: Hohlräume mit sekundärer Gipsfüllung (G) (XPL).

Zusammenfassung WCH P6 Referenzfläche

Auch im Referenzprofil bedingt der mikritische Calcit in der Matrix eine überwiegend *crystallitic bf*. In WCH 19 führt nur an wenigen Stellen die Decalcifizierung zu einer undifferenzierten Doppelbrechungsstruktur (*undifferentiated bf*). Auffällig ist eine nur geringe sekundäre Calcitkristallisation. Jedoch finden sich in WCH 19 am unteren Rand und in WCH 20 über den gesamten Schliff verteilt sekundäre Gipskristalle innerhalb der Porenräume.

In beiden Proben sind an jeweils einer Stelle Tonmineraleinregelungen in Form von streifigen Tondomänen innerhalb der Grundmasse sichtbar. Diese Neueinregelung der Tonminerale weist auf Quellungs- und Schrumpfungsprozesse der Tonminerale innerhalb der Matrix hin.

5.1.2.1 Diskussion lineare Struktur

In den Dünnschliffen des Senkenprofils (WCH P5) kann mikroskopisch die makroskopisch ermittelte eAp/eM1/eMc2/IIelCc/IIelCv/IIIelCv-Horizontierung nicht eindeutig wieder erkannt werden. Vielmehr scheinen sich die Horizonte IIelCc und IIelCv in unterschiedlichen Substraten, also in zwei Schichten entwickelt zu haben. Deutliches Zeichen sind die abgerundeten Kalksteinbruchstücke, die in WCH 17, also im IIelCv ab etwa 95 cm Tiefe massiv auftreten. Dies konnte makroskopisch nicht erkannt werden, hat aber an dieser Stelle eine Umbenennung der Schichten zur Folge. So könnte der ursprünglich als IIelCv- benannte Horizont sich in einer dritten Schicht entwickelt haben (IIIelCv-Horizont). Der ursprüngliche IIIelCv-Horizont wird aufgrund der gewonnenen mikromorphologischen Analysedaten zum IVelCv-Horizont, so dass sich abschließend folgende Horizontierung ergibt:

eAp/eM1/eM2/IIelCc/IIIelCv/IVelCv.

In weiten Bereichen des Schliffs WCH 17 aus 95-104 cm Tiefe unter der rezenten Geländeoberkante sind deutliche Einspülungen von „unsauberem“ Ton sichtbar. Lessivierung, also eine vertikale Tontranslokation mit den Schritten Dispergierung, Transport und Ablagerung, findet in pH-Bereich zwischen 4,5 bis 6,5 statt (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2001). In den untersuchten Profilen liegen die pH-Werte exakt in dem Bereich, in dem Ton typischerweise nicht verlagert wird. KÜHN (2003) beschreibt die Verlagerung von Ton im kalkreichen Milieu, also im basischen pH-Bereich. Er setzt voraus, dass der Ton geogen in dem Sediment vorhanden sein muss. Schnell bewegliches Sickerwasser zur Translokation, sowie geeignete Grob- und Mittelporen sind weitere Voraussetzungen (KÜHN 2003, SCHEFFER & SCHACHT-

SCHABEL 2001). GUNAL & RANSOM (2006) und KÜHN (2003) beschreiben zusammenhängende, dicke Toneinspülungen in Horizonten begrabener Böden, was für die Vermutung spräche, dass der Horizont, in dem der Ton eingewaschen wurde (IIIelCc) ehemals näher an der Oberfläche gelegen hat. Wahrscheinlicher ist aber die Verlagerung des Tons durch präferentiellen Fluss im Makroporensystem wie zuvor beschrieben. Die vertikale Feinsubstanzverlagerung ist an das Makroporensystem gebunden und könnte auch rezent in einer Tiefe von etwa einem Meter bei ausreichend Niederschlag stattfinden. Zusätzlich ist es durch Senkenposition wahrscheinlich, dass oberflächlich abgespültes Wasser sich hier sammelt und die größere Menge tiefer in den Boden eindringen kann. Eine vollständige Durchfeuchtung des Profils bis in über 100 cm Tiefe ist aber auch in niederschlagsreichen Jahren unwahrscheinlich. Typischerweise sind die Böden der Umgebung des Tells Chuera selbst am Ende der Niederschlagsperiode nur bis in etwa 50 cm Tiefe durchfeuchtet (THIEMEYER 2010). Die Durchfeuchtungsfront steht vermutlich mit der Grenze der Cc-Horizonte in Verbindung. Diese setzen in den untersuchten Böden auf natürlichen Sedimenten häufig in 25-40 cm Tiefe unter der rezenten Geländeoberkante ein. In WCH Profil 6 liegt der elCkc-Horizont bei 25 cm und reicht bis in 70 cm bzw. 100 cm Tiefe unter der Geländeoberfläche (IIelC(c)).

Unabhängig vom unterschiedlichen Schichtaufbau ähneln sich die beiden etwa 5 m voneinander entfernt liegenden Profile in ihrer Entwicklung. Sie können beide derselben Referenzbodengruppe zugewiesen werden. Nutzt man strikt die WRB (2007), muss ein *haplic Calcisol* (ha CL) ausgewiesen werden. Charakteristisch für diesen Bodentyp ist die sekundäre Auskristallisation des verlagerten CaCO_3 . Dabei spielt das Material, in das der Calcit verlagert wird keine Rolle. Im Senkenprofil WCH P5 können der umgelagerte eMc2- und der IIelCc-Horizont als *calcic horizons* charakterisiert werden. Im Referenzprofil ist der ältere Hochflutlehm Ausgangsmaterial für die sekundäre Anreicherung des Kalks (Ckc- und Cc-Horizonte). Ähnlich wie in den Profilen des sogenannten Gräberfeldes (Kap.5.1.1), das in den Wadiseditimenten im Norden des Tells liegt, kann auch an dieser Stelle von einer stärkeren natürlichen Vegetation ausgegangen werden. Durch Ernteaustrag kann sich jedoch nur wenig organisches Material im Oberboden anreichern. Folglich bleibt der Gehalt an C_{org} im Pflughorizont (eAp) wesentlich geringer als er natürlicherweise wäre und würde dem Oberbodenhorizont eine dunklere Farbe verleihen. Auch der hohe CaCO_3 -Gehalt bedingt eine hellere Farbe des Sediments. Unter natürlichen Bedingungen hätte sich ein *mollic horizon* entwickelt, der, zusammen mit der Sekundärcarbonatanreicherung im Unterboden und einer Basensättigung von über 50 % (abgeschätzt über den pH-Wert $>6 = \text{BS} = 5 >90\%$), charakteristisch für einen

calcic Kastanozem (*cc KS*) ist. Nach AG Boden (2005) entspräche dieser Boden am ehesten einem Kalktschernosems (TC), wobei die A-Horizonte in den untersuchten Profilen nicht die nach AG Boden (2005) beschriebene erforderliche Mindestmächtigkeit von ≥ 40 cm zeigen.

Abgesehen von der Pedogenese sollte die Frage nach dem Vorhandensein eines Hohlweges mikromorphologisch geklärt werden.

Die am Profil beschriebene Kieslage an der Basis des eMc2-Horizontes spiegelt sich in dem Dünnschliff nicht wider. Dies kann an der Probenaufbereitung liegen, bei der dieser Teil verloren gegangen sein könnte.

Deutlich erkennbar ist eine Akkumulation von Kalksteinfragmenten (WCH 17) in etwa 95 cm Tiefe im IIIelCv- nahe der Grenze zum IIelCc-Horizont. Eine solche Anreicherung kann in dem Referenzprofil nicht erkannt werden. WILKINSON (1993) beschreibt die residuale Anreicherung solcher Steinlagen als Hinweis auf Hohlwege, deren Depression durch das Auswehen von Staub und den oberirdischen Abfluss von Wasser zu erklären ist. WILKINSON (1990) schließt als Unterscheidungsmerkmal von Hohlwegen zu Kanälen die Abwesenheit von Molluskenschalenfragmenten und Hydromorphiemerkmalen ein. Diese Kriterien sind in dem Überschwemmungsgebiet des Wadis Chuera nicht übertragbar. Es konnten zudem keine profilprägenden Unterschiede der beiden Merkmale in den beiden Profilen erkannt werden.

Es könnte sich bei der Senke folglich ebenso um eine mit Wasser durchflossene Rinne handeln. Eindeutiger Beweis für das Vorhandensein eines verfüllten Hohlweges wäre das Auffinden von Dungrückständen oder ein dadurch erhöhter Phosphatwert.

Die Frage, ob im Profil WCH P6 Senkenposition ein verfüllter Hohlweg angeschnitten wurde, kann also auch mit Hilfe der Mikromorphologie nicht geklärt werden.

5.1.3 P9 Baugrube

Das Profil liegt südlichwestlich am Fuß des Tells in einer offen gelassenen Baugrube (36°38'34,7" N; 39°29'24,9" E) (Abb. 5.1) am Rande der Schotterstraße zum Tell Chuera. Die 140 cm tiefe Baugrube liegt seit einigen Jahren offen und die Grubenwand wurde zur Untersuchung und Beprobung frisch abgestochen. Die Feld- und Labordaten befinden sich in tabellarischer Form im Anhang (Tab. A2-9).

Feld- und Laboranalysen

In dem Substrat wurde die Horizontabfolge reAp/eCkc/IIelC/IIIelCz beschrieben (Abb. 5.47). In der typischen Umbruchstiefe von 25 cm liegt die Grenze des Pflughorizontes zum eCkc-Horizont, der bis 90 cm u. GOF reicht. Die Durchwurzelung ist in der kolluvialen Schicht gleichbleibend stark. Die Farbe jedoch wechselt von einem dunkel gelblichen Braunton (10YR 6/4) im reAp-Horizont zu einem leicht rosafarbenen Ton (7,5YR 7/4) im eCkc-Horizont, was durch den hohen Calciumcarbonatanteil von 53,2% erklärbar ist. Die Carbonatausfällungen sind pudrig und an einigen Stellen konkretionär ausgebildet. An der Basis der Schicht I wird das Substrat zunehmend kiesig. Die wenig eingeregelteten Kiese sind bis zu 5 cm groß.

Die liegende Schicht ist völlig kiesfrei und lässt sich anhand des auffälligen prismatischen Gefüges, der fehlenden Feinwurzeln und der deutlich dunkleren Farbe (feucht: 7,5YR 5/4) als eine neue Schicht ausweisen. Der darin befindliche IIelC-Horizont reicht bis in 130 cm Tiefe. Die darunter liegende dritte Schicht hat nur 17,6 % CaCO₃ und somit 23,1 % weniger Calciumcarbonat als Schicht I und 26,8 % weniger als in Schicht II. An der Basis des Profils wurden schon makroskopisch auffällig viele Gipskristalle vermerkt. Der IIIelCz-Horizont ist leicht grabbar, die Gipskristallverbände zerfallen sofort. Der CaSO₄-Gehalt von 46 % spiegelt die im Gelände gewonnenen Erkenntnisse wider. Die unterste Schicht kann geologisch dem mittleren miozänen Gesteinsfolgen zugeordnet werden. Die Tongehalte nehmen in Schicht II und III von 18,4 über 34,6 auf 40 % zu. Das ausgeprägte prismatische Gefüge ist die Folge dieser hohen Gehalte.

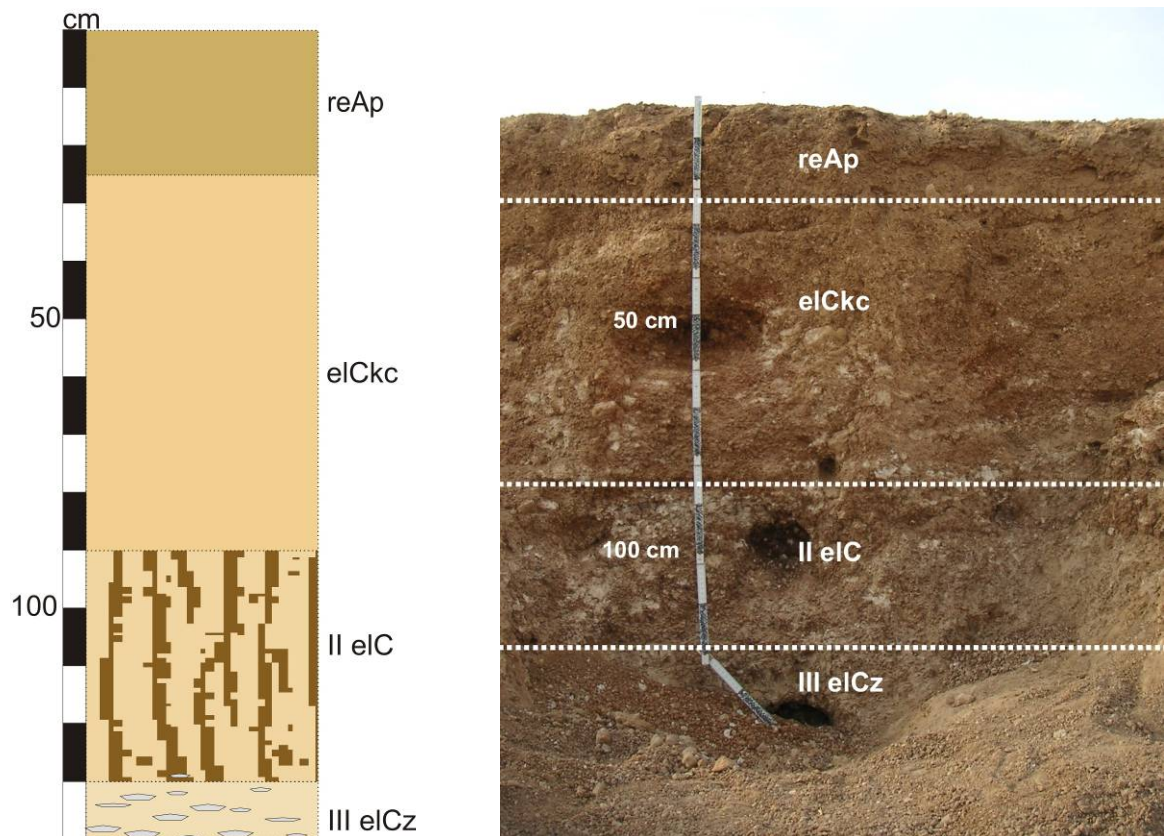


Abb. 5.47: P9 Baugrube

5.1.3.1 Diskussion P9

Die hohen Kalkgehalte im eICkc-Horizont der obersten Schicht charakterisieren einen *calcic horizon*, die an dieser Stelle den Bodentyp *haplic Calcisol* kennzeichnen. Die Entstehung der Überdeckung ist vermutlich dem Holozän zuzuordnen. Die starken sekundären Kalkausfällungen sind pudrig und teilweise schon soweit verhärtet, dass von einer prä-tellzeitliche Überdeckung ausgegangen werden kann. Auch fehlende anthropogene Inhalte, wie Scherben oder Holzkohlefragmente, machen die anthropogene Herkunft des Ausgangssediments unwahrscheinlich. Die zweite Schicht scheint aus aufgearbeitetem miozänem Ausgangsmaterial zu bestehen. Kalkakkumulation und die Abfuhr des leicht löslichen Gipses unterscheiden diese Schicht von der liegenden Schicht, die im Miozän entstanden ist.

5.1.4 Zusammenfassung der Pedogenese in natürlichen Sedimenten

Es wurden fünf Bodenprofile in natürlichen Sedimenten untersucht. Alle Böden sind als *haplic Calcisols* (ha CL) zu charakterisieren. Diese A/C-Böden sind geprägt von der sekundären Kalkanreicherung, welche in den untersuchten Aufschlüssen ab durchschnittlich 30 cm unter der rezenten Oberfläche einsetzt. Auch in dem Senkenprofil P5 (Kap. 5.1.2) sowie in dem anthropogen umgelagerten Hochflutlehm des Schachtgrabes (P7A) (Kap. 5.1.1) haben sich *calcic horizons* entwickelt.

Da alle Standorte ackerbaulich genutzt werden bzw. wurden (P9), wird die oberirdische organische Substanz über die jährliche Ernte ausgetragen, was die Akkumulation von organischem Material gering hält. Käme es zu einer stärkeren Humusanreicherung würden sich im Oberboden *mollic horizons* ausbilden, die zu einer Umbenennung der Referenzbodengruppe in *Kastanozems* (KS) führen würde. Diese Böden würden die Pedogenese der Umgebung des Tells Chuera besser beschreiben. Ihre Genese beinhaltet neben der Humusanreicherung im Oberboden nicht nur die Kalkverlagerung, sondern auch eine hohe bioturbate Aktivität, die in den Dünnschliffen, auch ohne die Einmischung von organischer Substanz, eindeutig erkannt werden kann. Somit träfe die Bezeichnung *calcic Kastanozems* (cc KS) auf die Böden der Umgebung des Tells Chuera eher zu als die ausgewiesenen *haplic Calcisols* (ha CL).

5.2 Telledimente

Nach der Aufgabe des Tells Chuera wurde dieser nur noch verstreut besiedelt. Die typische Lehmziegelbauweise des antiken Tells findet man bis heute in den Dörfern der Umgebung. Der Zerfall der Lehmziegelgebäude und -mauern wird durch Feuchtigkeit, besonders durch Starkregenereignisse begünstigt. Die Lösung und Rekristallisation von leicht löslichen Salzen, Wurzelsprengung, Bioturbation und Winderosion sind weitere Faktoren bei der Zerstörung von Ziegeln (ROSEN 1986). Der Zerfall der Lehmziegelkonstruktionen bedingt eine Akkumulation des Siedlungsschutts über die Jahrhunderte. Seit der ersten Besiedlung (vgl. Tab. 2.2) wuchs der Siedlungshügel auf maximal 18 m Höhe an.

Nachdem Tell Chuera verlassen wurde, konnte die Erosion zunächst nahezu ungehindert vorschreiten. In Abbildung 5.48 sieht man deutlich, dass eine ehemalige Begehungsfläche diskordant von der rezenten Oberfläche geschnitten wird.

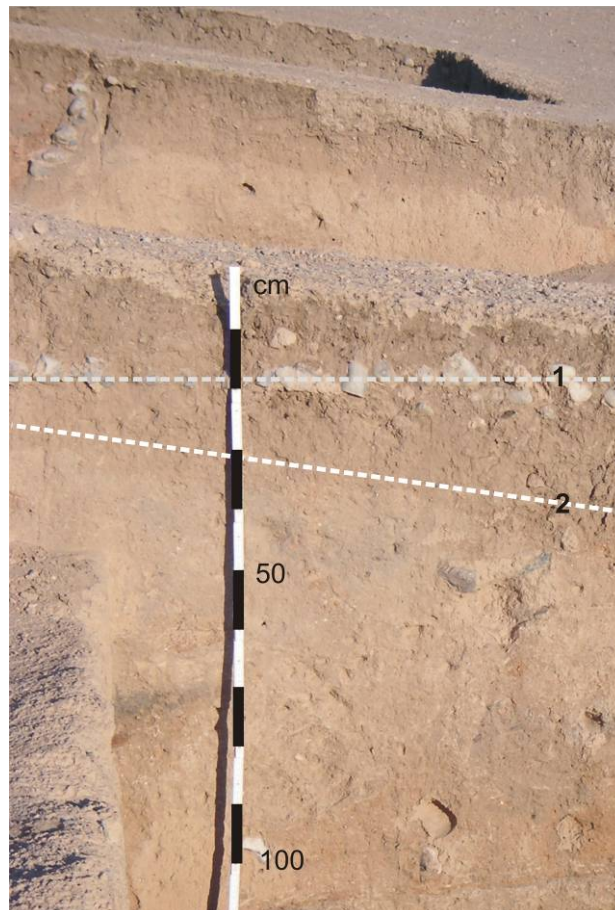


Abb. 5.48: TCH P4 im Bereich H:
1. Begehungsfläche aus Flusskiesen
2. Bodenbildung parallel zur rezenten Oberfläche

Dies zeigt, dass Teile des Tells erodiert wurden. Dieses Abtragsmaterial findet man oftmals am Fuß des Tells als kolluviale Überdeckung.

Heute jedoch ist der Tell mit Vegetation bewachsen, die in den Sommermonaten aufgrund der extensiven Beweidung abgefressen und daher kaum wahrnehmbar ist. Ihr ausgeprägter Wurzelfilz schützt den Tell dennoch weitgehend vor flächenhafter Erosion. Eine radial angeordnete typische Gullyerosion findet sich hingegen an vielen Stellen des Ruinenhügels und bildet Rinnen bis 2 m Tiefe, die sich zurückschreitend weiterentwickeln. Häufig beginnt diese Erosion an ehemaligen Straßen und Kanälen.

In diesem Siedlungsschutt, der sich neben dem Hauptbestandteil des Lehmziegelversturzes aus Asche, Scherben und Flusskiesen, die zur Wege- und Fußbodenbefestigung genutzt wurden, aufbaut, konnten sich aufgrund der stabilisierenden, erosionsmindernden Tellvegetation Böden entwickeln.

An unterschiedlichen Standorten auf dem Siedlungshügel wurden Profile angelegt (Abb. 3.2). Bei der Standortwahl wurden einerseits stabile Positionen, d.h. Orte mit geringer Hangneigung ausgesucht (P1, P2, P3). Andererseits wurden Aufschlüsse untersucht, die aufgrund von archäologischen Vorarbeiten schon offen lagen und wegen ihrer unterschiedlichen Sedimentzusammensetzung auf verschiedene Bodenbildungsprozesse hin untersucht wurden (P4 und P10). Das Profil P8 liegt im so genannten Moortgat-Schnitt. H. Thiemeyer hatte hier einen kolluvial überdeckten fossilen Boden erkannt, der zeitlich in den Prä-Mitanni-Hiatus von 2100-1500 Jahre BC gestellt werden und an dem die Pedogenese dieser Jahre untersucht werden kann.

Aufgrund des Siedlungsschutts als Ausgangsmaterial (Ybz nach DBG, 1998) muss allen Referenzbodengruppen nach WRB (2007) der Präfix-Qualifier „*technic*“ vorangestellt werden. Diese Bezeichnung charakterisiert ein Vorhandensein von mindestens 10 % anthropogenem Material im Ausgangssubstrat der Bodenbildung.

5.2.1 Profil TCH P1

TCH P1 (36°38'44,2'' N; 39°29'51,7'' E) (siehe Abb. 3.1) wurde an einem Standort gegraben, an dem keine rezente Erosion erkennbar war. Die Profilgrube wurde bis einen Meter Tiefe ausgehoben. Es wurden vier horizontabhängige, ungestörte Proben zur mikromorphologi-

schen Analyse entnommen. Die Abb. 5.49 zeigt das Profil P1 und die Probenentnahmestellen. Die Analysedaten der Laboruntersuchungen befinden sich im Anhang auf Seite A2-1.

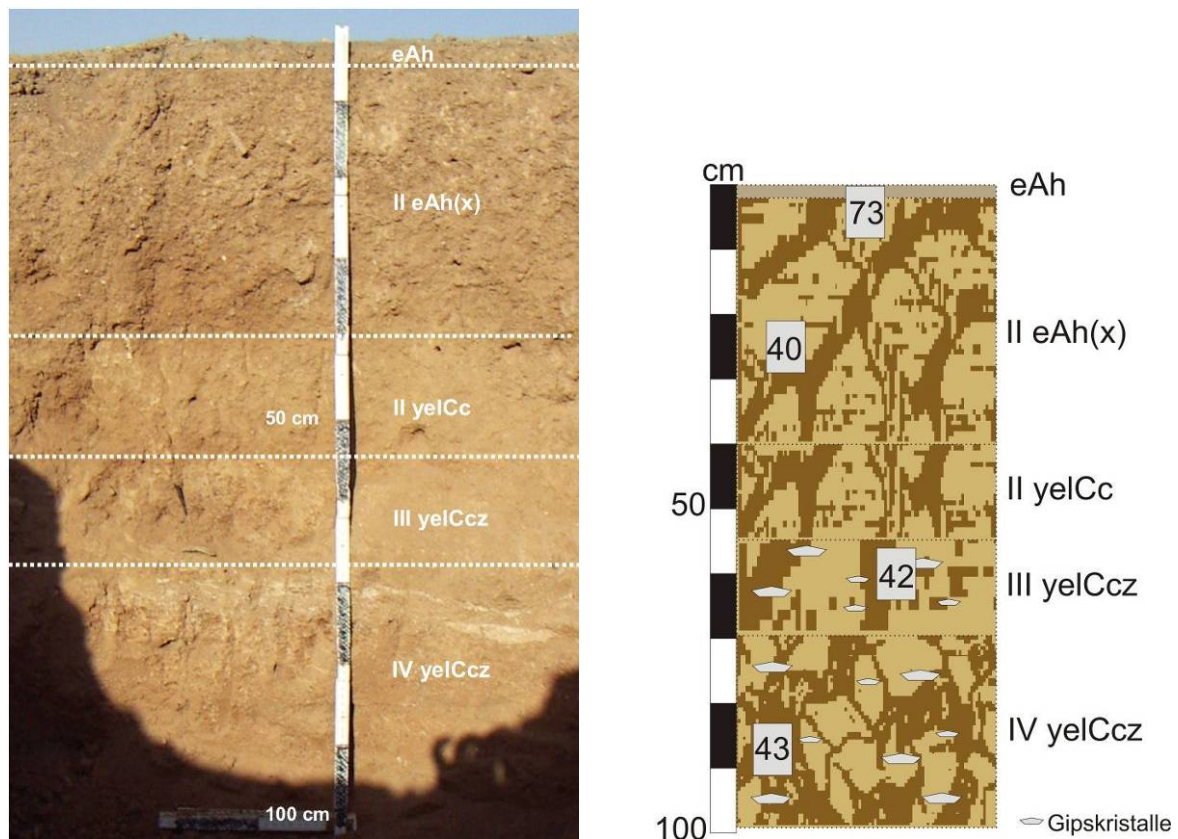


Abb. 5.49: Profil P1.

Feld- und Laborergebnisse

Das vierschichtige Profil TCH P1 hat einen eAh/IIeAh(x)/IIyelCc/IIIyelCc/IVyelCc-Horizontaufbau. Über Schicht II aus schluffigem Lehm (Lu) bilden 2 cm angewehrte Asche Schicht I, in der sich ein eAh-Horizont entwickelt hat. Darunter folgt der IIeAh(x)-Horizont, indem sich C_{org} bis auf 0,6% angereichert hat. Im C-Horizont, der derselben Schicht zugehörig ist, liegt der C_{org} -Gehalt bei 0,39%.

In Schicht III und IV überwiegt mittel schluffiger Ton (Tu3). In dem hellgelblich braunen (trocken: 10Y/R 6/3 - 10Y/R 6/4) Tonschluff haben sich Pseudomycelien an den Wurzelbahnen und in Tiergängen ausgebildet. Unterscheidungskriterium zwischen Schicht III und IV ist das Gefüge, das sich ab einer Tiefe von 70 cm vom überwiegend subpolyedrischen Gefüge durch polyedrische Eigenschaften absetzt. Bis in 70 cm Tiefe ist eine Zunahme einzelner Scherben innerhalb des Siedlungsschutts verzeichenbar. In 70 cm Tiefe scheint eine ehemali-

ge Oberfläche angeschnitten zu sein. Hier ist die Kalk- und Gipskomponente, die schon makroskopisch auszumachen ist, erhöht. Ab 55 cm Tiefe erreichen die CaSO_4 -Gehalte knapp 14,9 bzw. 14,7 % unterhalb von 70 cm Tiefe. Die EC-Werte korrelieren mit den Sulfatgehalten mit bis zu $4670 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ im IVyelCc-Horizont. Die Kalkgehalte sind in der zweiten Schicht mit ~35 % um rund 10 % höher als in Schicht III und IV. Die $\text{pH}_{(\text{Aqua dest.})}$ -Werte liegen zwischen 7,7 und 7,9. Der prozentuale Anteil des Gesamtphosphats liegt bis in 55 cm Tiefe bei etwa 3,5 %. Darunter erreichen die Werte 0,23 % im IIIyelCc-Horizont bzw. 0,17 % im IVyelCc-Horizont.

Mikromorphologische Befunde

TCH 73 wurde direkt an der rezenten Oberfläche in einer Tiefe von 0-10 cm aus den eAh-Horizonten entnommen. Diese Lage spiegelt sich deutlich in dem plattigen Gefüge (*straight plates*) wider. Weitere Hohlräume sind zahlreiche Gänge (*channels*), die auf die starke Durchwurzelung und die bioturbate Durchmischung zurückgeführt werden können. Das Sediment ist sattbraun oder graubraun. Die braune Farbe, die sich im Schliff zeigt, ist typisch für Telledimente, die aus Lehmziegeln entstanden sind. Graue Zonen innerhalb der Matrix zeigen zahlreiche Holzkohlefitter, welche die Färbung der Grundmasse bedingen. Weiterer Hinweis auf die Einmischung von Asche ist geschmolzenes Material, wahrscheinlich Phytolithe (vgl. auch RUNGE 2000), das in die Matrix eingebettet ist. Das Grob-/Feinverteilungsmuster (*c/f*) ist enaulisch (*enaulic*), in den plattigen Aggregaten porphyrisch (*porphyric*). Die Doppelbrechungsstruktur (*bf*) ist aufgrund des mikritischen Kalks in der Matrix durchweg *crystallitic*. In dieser Tiefe sind keine sekundären Calcitkristalle und keine Auswaschungsmerkmale (*depletion pedofeature*) von Mikrit aus der Grundmasse erkennbar. Kalk liegt weiterhin in Form von Kalksteinfragmenten, Molluskenschalenbruchstücken und auch in Knochenfragmenten vor. Auch sind einige Basaltgesteinsfragmente erkennbar.

TCH 40 stammt aus 20-30 cm Tiefe unterhalb der rezenten Geländeoberkante aus dem IIeAh(x)-Horizont. Die Farbe der Probe ist beigebraun mit leicht grauen Zonen. Das *c/f* ist weit porphyrisch (*open porphyric*) bis enaulisch (*enaulic*) an locker gelagerten Stellen. Innerhalb der Matrix zeigt sich durch den Mikrit unter XPL eine *crystallitic bf*. An den wenigen Stellen mit einer Kalkauswaschung (*depletion pedofeature*) ist die Doppelbrechungsstruktur (*bf*) undifferenziert (*undifferentiated*). Eine sekundäre Calcitkristallisation ist in den Poren zusammen mit Gipskristallen erkennbar. Die Aggregation ist überwiegend krümelig

(*crumbs*) oder subpolyedrisch (*subangular blocky peds*). Die lockere Lagerung lässt sich durch die durch Bioturbation entstandenen *passage pedofeatures* (Abb. 5.50 und 5.51) erklären. Auch die zahlreichen Gänge (*channels*) haben einen zooturbaten Ursprung oder sind ehemalige Wurzelgänge. Neben den Gängen durchziehen Risse (*planes*) die Matrix. An Stellen mit einer krümeligen Mikrostruktur (*crumb microstructure*) sind Zwischenaggregathohlräume (*compound packing voids*) erkennbar. Die Probe zeigt an einigen Stellen Eisenimprägnierungen und an einer Stelle ein eingebettetes Dungpellet mit pflanzlichen Strukturen und fäkalen Sphäroliten. Wenige Holzkohleflitter und Knochenfragmente lassen sich identifizieren.

TCH 42 wurde in 55-65 cm Tiefe aus dem IIIyelCc-Horizont entnommen. Die Farbe der Probe ist braun und durch den mikritischen Calcit ist die Doppelbrechungsstruktur (*bf*) *crystallitic*. An einer Stelle, an der der Kalk ausgewaschen wurde, ist die *bf* undifferenziert (*undifferentiated*). Das Grob-/Feinverteilungsmuster (*c/f*) ist enaulisch (*enaulic*) bis porphyrisch (*porphyric*). Die Grundmasse ist durchzogen von Gängen (*channels*), Rissen (*planes*) und an einigen Stellen, an denen die Aggregation krümelig (*crumb*) ist, sind Zwischenaggregathohlräume (*compound packing voids*) sichtbar. Weite Bereiche sind durch Subpolyeder (*subangular blocky peds*) geprägt. Nahezu alle Porenräume sind mit sekundärem linsenförmigen und feinkristallinem Gips und Calcit gefüllt. Dabei ist die Calcitkristallisation relativchronologisch nach der sekundären Kristallisation des Gipses anzusiedeln (Abb. 5.52). Gipskristalle sind in dieser Probe in ihrer Größe sehr variabel. Häufig kommen Ansammlungen von feinkristallinem Gips in den Hohlräumen neben großen Kristallen in der Matrix direkt nebeneinander vor (Abb. 5.53). Weitere pedogene Merkmale dieser Probe sind die Eisenflecken, die über den gesamten Schliff verteilt sind.

Knochen- und Keramikfragmente sind Zeichen des anthropogenen Einflusses. Organische Reste sind wahrscheinlich auf das Wurzelwachstum nach Aufgabe der Siedlung zurückzuführen.

TCH 43 wurde unterhalb der ehemaligen Begehungsfläche aus 80-90 cm Tiefe entnommen. Die Farbe des Substrats ist satt braun. Das *c/f* ist dicht porphyrisch (*open to double spaced porphyric*). Der Mikrit innerhalb der Matrix bedingt eine durchgängig *crystallitic bf*. Die Aggregation ist subpolyedrisch (*subangular blocky*) und plattig (*straight plates*). Wobei die plattigen Strukturen sowohl diagonal zur ehemaligen, als auch zur rezenten Oberfläche verlaufen. Zusammen mit den zahlreichen elliptischen Hohlräumen (*planes*), die hier als Pflan-

zenpseudomorphosen gedeutet werden, weisen diese Strukturen auf Versturzmateriale von Lehmziegeln hin. Tonschlieren, die ganz schwach innerhalb der Grundmasse vorkommen und auf Quellungs- und Schrumpfungsvorgänge zurückzuführen sind, könnten bei der Herstellung von Ziegeln entstanden sein, bzw. durch Wiederbefeuchtung durch Niederschläge. Eisenflecken sind über die gesamte Probe verteilt.

Zusammenfassung der mikromorphologischen Befunde Profil TCH P1

In TCH 73 und TCH 40 ist die starke Bioturbation auffälligstes pedogenes Merkmal. Hinzu kommen Wurzelgänge, die der Gefügebildung zutragen. Die Matrix ist in allen Bereichen des Profils durch mikritischen Calcit geprägt, was sich in der *crystallitic bf* darstellt. Ab 20 cm Tiefe ist die Translokation des Calcits initial erkennbar. In 55-60 cm Tiefe kann eine massive Akkumulation von Calcit und Gips innerhalb der Hohlräume beschrieben werden. Dabei sind Gipsbeläge durch Calcit überzogen. Die in 70 cm Tiefe liegende ehemalige Oberfläche scheint als Grenze der pedogenen Translokationsprozesse zu fungieren. Die Doppelbrechungsstruktur (*bf*) ist aufgrund des konstanten Mikritgehaltes *crystallitic*.

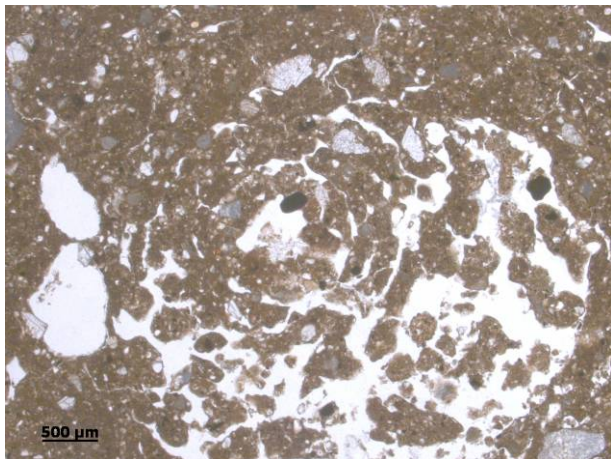


Abb. 5.50: TCH 40: *Passage pedofeature* (PPL).

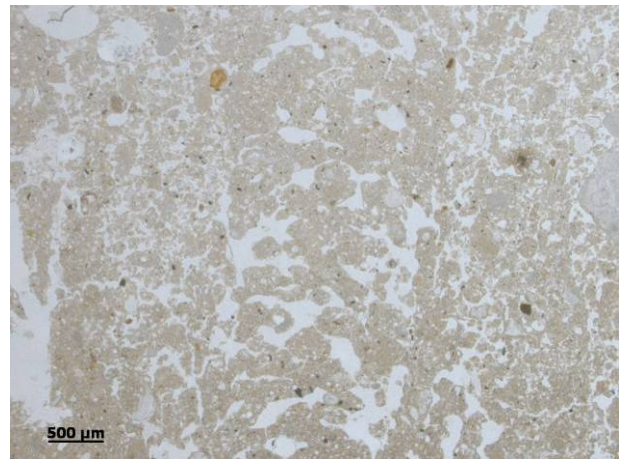


Abb. 5.51: TCH 40: *Passage pedofeature* (PPL).

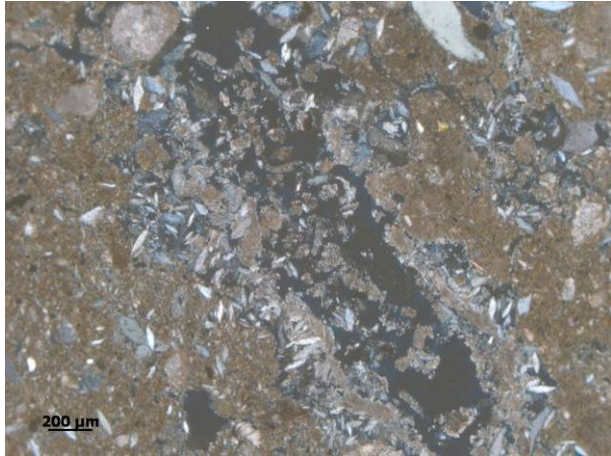


Abb. 5.52: TCH 42: Sekundärer Gips überzogen von sekundärem Calcit (XPL).

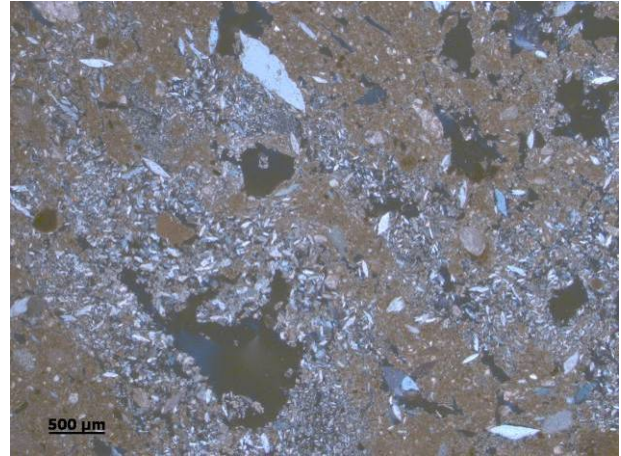


Abb. 5.53: TCH 42: Kleinkristalliner Gips innerhalb der Poren, große Gipskristalle in der Matrix (XPL).

5.2.1.1 Diskussion P1

Die pedogenen Merkmale reichen in Profil TCH P1 bis in etwa 70 cm Tiefe, wo eine ehemalige Begehungsfläche als Grenze fungiert. Darunter sind Pflanzenpseudomorphosen das auffälligste Merkmal, das typisch für Lehmziegelversturzmateriale ist. Plattige Strukturen weisen auf eine Verdichtung durch die Begehung von Menschen hin (GOLDBERG & MACPHAIL 2006, MATTHEWS et al. 1997). Ein plattiges Gefüge lässt sich auch in der Probe der rezenten Oberfläche wieder finden. Weitere Zeichen für die häufige Begehung sind senkrechte Risse (*planes*), die mit krümeligem Material (*crumbs*) gefüllt sind. Dieses wird von COURTY et al. (1989) und GOLDBERG & MACPHAIL (2006) als Hinweis für Begehung angeführt.

Die oberflächennah beschriebenen Basaltgesteinsfragmente sind auf die Nutzung von Basaltsteinen als Reibschalen zurückzuführen. Häufig wurden diese zum Mahlen von Getreide genutzt (COURTY et al. 1989, GOLDBERG & MACPHAIL 2006, MATTHEWS 2005, MATTHEWS et al. 1997). Solche Basaltfragmente sind in weiten Bereichen des Tells Chuera zu finden. Der Dung, der in TCH 40 identifiziert werden konnte, stammt von einem Wiederkäuer. Anhand der Größe (bis 15 µm) und Anzahl der fäkalen Sphärolite kann er als Ziegen- und/ oder Schafdung eingeordnet werden (CANTI 1997).

Vergleicht man den Phosphorgehalt mit den natürlichen Sedimenten der Umgebung ist dieser in Schicht I bis Schicht III erhöht. Dies wertet DAVIDSON (1973) als Maß für den anthropogenen Einfluss bzw. als Maß für die Anzahl der Menschen, die den Tell bewohnt haben und die Anzahl der Haustiere, die auf der Siedlung gehalten wurde.

Der durch die Bodenentwicklung beeinflusste Teil des Profils zeigt deutliche Translokationsmerkmale in Form von Bioturbation, CaCO₃- und CaSO₄-verlagerung. Vor allem durch die bioturbate Durchmischung ist das Lehmziegelmaterial, in dem sich der Boden entwickelt hat,

nicht mehr als solches erkennbar. Carbonatauswaschung ist direkt an der Bodenoberfläche (TCH 73) makroskopisch und mikroskopisch nicht erkennbar. Mikritischer Kalk ist gleichmäßig in der Matrix verteilt und bedingt eine *crystallitic bf.* Carbonatreiche Asche, die in den obersten 2 cm dieses Bodenprofils beschrieben wurde, scheint der Kalkauswaschung entgegenzuwirken oder den Bereich wieder aufzukalken. Erst 20 cm unter der Geländeoberfläche kann man innerhalb eines Dünnschliffs (TCH 40) die Auswaschung und die sekundäre Anlagerung des Kalks erkennen. In 55 cm Tiefe geht die Auswaschung wieder zurück, die Anlagerung von Calcit ist in fast allen Hohlräumen erkennbar. In dieser Tiefe ist die sekundäre Gipsauskristallisation massiv. Der CaSO_4 -Gehalt steigt auf 14,9 bzw. 14,7 % an. Relativ-chronologisch ist die Gipsanreicherung eigentlich vor der Anlagerung des Calcits einzuordnen, weil die Löslichkeit von Gips höher liegt als die von Kalk (D'ANS & LAX 1967). An dieser Stelle jedoch ist die umgekehrte Kristallisationschronologie (Calcit vor Gips) durch die Mehrphasigkeit des Sediments erklärbar. Das im Ausgangssubstrat der Bodenbildung der Schichten III und IV vorhandene Calciumsulfat wurde rekristallisiert und bildet Beläge auf den Porenwandungen. Vermutlich wurden erst nach dieser Phase die Schichten durch weitere Sedimentpakete überdeckt aus denen dann CaCO_3 gelöst und in tiefere Schichten abgelagert wurde. Dadurch sind die zweiphasigen Beläge von Gips und Calcit entstanden. Neben dem Vorhandensein des Calciumsulfats im Ausgangssubstrat der Lehmziegel könnte der hohe CaSO_4 -Gehalt auch auf einen anthropogenen Eintrag zurückzuführen sein. So gab es in der Siedlung häufig Gipsestrich, dessen Abrieb verschleppt worden sein könnte. Des Weiteren wurde in einigen Bereichen Gipsstein als Konstruktionsmaterial verbaut. Zum Beispiel sind die Treppenstufen im Palast, die aus Gipsblöcken gefertigt sind noch heute erkennbar, jedoch stark angewittert. Spuren von CaSO_4 könnten also äolisch über den Tell verteilt und auf den ehemaligen Oberflächen abgelagert worden sein. Dieser Staub geht anschließend in die Bodenbildung ein.

Die Konzentration des CaSO_4 -Gehalts im Boden hat nach WRB (2007) einen namensgebenden Einfluss. Ab 55 cm unter der rezenten Oberfläche kann ein 25 cm mächtiger *gypsic horizon* (IIyelCc) mit 14,9 % CaSO_4 ausgewiesen werden. Aufgrund des substratbedingten hohen Tongehaltes im IVyelCc muss der Boden als *endoclayic* beschrieben werden. Mit den weiteren Charakteristika, der Kalkverlagerung und der Entstehung des Bodens im Siedlungsschutt muss er als *technic calcic Gypsisol (endoclayic)* (te cc GY cen) bezeichnet werden.

Diese Bezeichnung vernachlässigt die bioturbate Durchmischung des Bodens. Diese würde bei *Kastanozems* vorausgesetzt, jedoch ist an dieser Position des Tells kein *mollic horizon* erkennbar. Die natürliche Vegetation verbleibt auf dem Tell (pers. Mitt. H. THIEMEYER 2007)

und wird in den Oberbodenhorizont eingemischt. Die Gehalte der organischen Substanz rechtfertigen jedoch nicht die Ausweisung eines *Kastanozems*.

Nach der KA5 (AG BODEN 2005) gibt es keine Parallelisierung zu *Gypsisols*. Geht man strikt nach AG BODEN (2005) vor, müsste man eine Pararendzina (RZ) ausweisen.

In der Genese kommt der Boden einem Kalktschernosem (TC) näher, wobei auch hier der Humusgehalt, der üblicherweise mit 2-6% angegeben wird (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2002) mit nur 1% (entspricht 0,6 % C_{org}) zu niedrig ist. Wichtig ist hier aber eher die Bioturbation, die durch die Namensgebung zum Ausdruck kommt.

5.2.2 Profil TCH P2

TCH P2 (36°38'34,7" N; 39°29'24,9" E) liegt unmittelbar unterhalb des so genannten Mitanni-Baus auf einer der höchsten Stellen des Tells (Abb. 3.2). Während der Mitanni-Zeit von etwa 1500 BC bis 1300 BC war der Tell nicht mehr flächendeckend besiedelt, sondern nur durch wenige vereinzelte Gebäude bebaut. Die Einwohner assyrischer Abstammung lebten nach dem etwa 600 Jahre andauerndem Prä-Mitanni-Siedlungshiatus, der von 2100 BC bis 1500 BC andauerte in Tell Chuera.

Feld- und Laborergebnisse

Aufgrund der geringen Hangneigung ist an dieser Stelle kaum Erosion zu beobachten. Das Profil TCH P2 wurde bis in eine Tiefe von 120 cm gegraben. Die erste Schicht reicht bis in 100 cm Tiefe, besteht aus Kiesen, Steinen und Scherben, deren Menge zur Basis hin abnimmt. Darunter liegt ein Substrat, das vermutlich aus Lehmziegelmaterial besteht.

Die Horizontabfolge gliedert sich wie folgt: eAh/eAxh/Ah(x)/yelC(c)/IIyelCc (Abb. 5.54). Die Ah-Horizonte reichen bis in 45 cm Tiefe und sind durch bioturbate Aktivität stark durchmischt. An der Basis des Ah(x)-Horizonts, ebenso wie im darunter liegende Untergrundhorizont treten horizontübergreifend Pseudomycelien auf. Der C-Horizont ist deutlich geringer durchwurzelt als die darüber liegenden Horizonte. Die Farbe der Matrix reicht von blass braun (trocken: 10 YR 6/3) über hell gelblich braun (trocken: 10 YR 6/4) im yelC(c)-Horizont bis zu gelblich braun (trocken: 10 YR 5/4) in der liegenden Schicht unterhalb von 100 cm. Diese zeichnet sich durch einen Bodenartenwechsel aus. Der Tongehalt ist mit 35 % deutlich höher. Diese Schicht scheint aus reinem Lehmziegelmaterial aufgebaut zu sein. Die pH-Werte (KCl) liegen im gesamten Profil um 7,8. Die elektrische Leitfähigkeit (EC) steigt an der Basis der ersten Schicht auf 4550 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$. Dieser Wert wird auch im darunter liegenden IIyelCc-

Horizont erreicht. Die CaSO_4 -Gehalte sind in der oberen Schicht mit bis zu 0,7 % gering. Darunter liegt der Wert bei 6,8 %. Die Gesamtphosphatgehalte sind wie auch in P1 mit ~0,25 % an der Basis bis ~0,4 % im Oberboden deutlich höher als in den natürlichen Sedimenten der Tellumgebung. Weitere Analysedaten befinden sich im Anhang auf Seite A2-2.

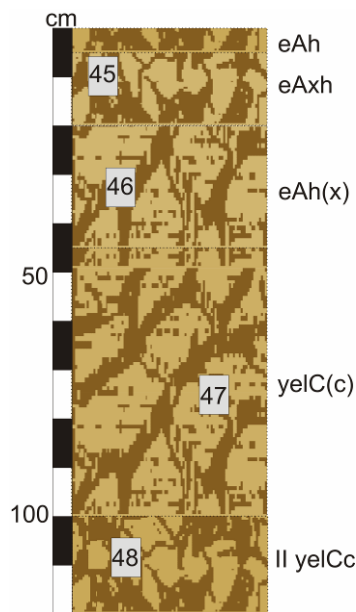


Abb. 5.54: Profil P2

Mikromorphologische Befunde (TCH 45-48)

TCH 45 wurde in 10-15 cm Tiefe aus dem eAxh-Horizont entnommen. Die Farbe der Matrix ist im linear polarisierten Durchlicht (PPL) satt braun. Im gekreuzt polarisierten Licht (XPL) erscheint sie dunkel mit einer *crystallitic* Doppelbrechungsstruktur (*bf*), die durch mikritischen Kalk in der Matrix hervorgerufen wird. An wenigen Stellen, an denen der Kalk aus der Grundmasse ausgewaschen ist, findet sich eine undifferenzierte (*undifferentiated*) *bf*. Die Aggregation ist überwiegend gut abgegrenzt krümelig (*highly separated crumb*), was auf eine starke Bioturbation zurückgeführt werden kann. In den Bereichen mit einer krümeligen Mikrostruktur (*crumb microstructure*) sind Zwischenaggregathohlräume (*compound packing voids*) und Hohlräume zwischen Krümeln und Körnern (*complex packing voids*) sichtbar. In den wenigen dichteren Bereichen sind Polyeder (*angular blocky peds*) von Rissen (*planes*) durchzogen. Es sind im gesamten Schliff kaum Anzeichen von Asche erkennbar. Lediglich wenige Kohleflitter weisen auf Verbrennungsvorgänge hin. Knochenbruchstücke, Mollusken-schalen- und Kalksteinfragmente sind in die Matrix eingebettet.

TCH 46 aus dem Ah(x)- Horizont wurde aus 31-40 cm Tiefe entnommen. Die Farbe ist in einigen Bereichen heller als in TCH 45. Das Grob-/Feinverteilungsmuster ist enaulisch (*enaulic*) und in einer sehr dichten feinkörnigeren Zone ist es von Einzelkörnern geprägt (*monic*) und mit Kammern (*chambers*) durchzogen. Die Matrix ist gut separiert krümelig (*highly separated crumb*) mit einer *crystallitic* oder gesprenkelten (*stipple speckled*) *bf*. Diese Doppelbrechungsstrukturen sind bedingt durch den mikritischen Kalk. Wo dieser bereits ausgewaschen wurde, ist eine undifferenzierte (*undifferentiated*) *bf* sichtbar. Zwischenaggregathohlräume (*compound packing voids*) und Kammern (*chambers*) bestimmen die Matrix. In den Poren und um die krümeligen Aggregate sind sekundäre Calcitkristalle erkennbar. An einer Stelle findet sich feinkristalliner Gips in einem Hohlraum. In der Grundmasse sind weiterhin Knochenfragmente, Fragmente von Molluskenschalen, Kalkstein und Basalt sowie Flintbruchstücke eingebettet. Geschmolzenes Material weist auf Verbrennungsvorgänge mit hohen Temperaturen hin. An vielen Stellen kann eine Neuordnung der Tonminerale durch Quellung und Schrumpfung beobachtet werden. Diese Tonmineraleinregelung ist vermutlich postsedimentär. BROWN & CLIFTON (1978) interpretieren Quellungs- und Schrumpfungprozesse in luftgetrockneten Lehmziegeln als eine Ursache für Risse, die sich im Verlauf der Zeit weiter ausbreiten und zum Verfall beitragen. Weiterer Hinweis auf den hydromorphen Einfluss sind Eisenflecken im Schliff.

TCH 47 wurde aus 53-62 cm Tiefe aus dem yelCc-Horizont entnommen. Die Farbe ist ein gräuliches Braun. Die gräuliche Farbe könnte durch den hohen Anteil des Mikrits bedingt sein, der sich in der *crystallitic* Doppelbrechungsstruktur widerspiegelt. An Stellen, an denen der mikritische Calcit ausgewaschen wurde, zeigt sich eine undifferenzierte *bf*. Häufig ist dies in Form von Hypocoatings um Poren erkennbar. Um einen Hohlraum zeigt sich porenbezogen eingeregelter Ton (Abb. 5.55 und Abb. 5.56). Innerhalb der Hohlräume ist sekundäres sparitisches Calcitkristallwachstum sichtbar. Die Grundmasse ist durchzogen von Rissen (*planes*) und Kammern (*chambers*). An Stellen mit krümeliger Struktur sind Zwischenaggregathohlräume verzeihenbar. Gänge (*channels*) sind ein Zeichen für die hohe biologische Aktivität, die auch in dieser Tiefe erkennbar ist. Weitere Kennzeichen der Bioturbation sind wiederverfüllten Durchgänge von Ameisen, die sich als halbmondförmige Struktur oder als krümelig verfüllte Poren darstellen (*passage pedofeatures*) (wie Abb. 5.50 und Abb. 5.51). Reste von organischer Substanz, Knochbruchstücke und Holzkohleflitter sind in die Matrix eingebettet. Eisenimprägnierungen sind über die gesamte Probe verteilt, überwiegen jedoch in den dichte-

ren porphyrischen Bereichen (*porphyric c/f related distribution*). Vorherrschend ist aber eine enaulische (*enaulic*) Verteilung.

TCH 48 wurde in einem kleinen Kubiënakästchen in 115 cm Tiefe aus dem IlyelCc-Horizont entnommen. Auch in diesem Schliff ist die Farbe graubraun. In dieser Tiefe zeigen sich Decalcifizierungszonen an den Porenwandungen (*depletion hypocoating*). In den jeweiligen Poren sind sekundäre sparitische Kristalle ausgefällt. Innerhalb der Matrix finden sich große sekundäre Gipskristalle, in den Poren und Zwischenaggregathohlraumfüllungen feinkristalliner Gips und Sparit (Abb. 5.57 und Abb. 5.58). Aufgrund des Mikrits ist die *bf crystallitic*, in Bereichen mit Auswaschungserscheinungen des Kalks undifferenziert (*undifferentiated*). Das *c/f* ist locker enaulisch (*double spaced enaulic*), in den Subpolyedern ist es porphyrisch (*porphyric*). Neben den Subpolyedern (*subangular blocky peds*) sind krümelige Aggregate (*crumb peds*) verbreitet. Die Aggregate sind durch Risse (*planes*) oder im Falle der Krümel (*crumbs*) durch Zwischenaggregathohlräume (*compound packing voids*) voneinander abgegrenzt. Auch in TCH 48 sind Eisenflecken erkennbar.

Holzkohleflitter, Reste organischer Substanz und Dungrückstände von Schafen oder Ziegen (Abb. 5.59 und Abb. 5.60) zeugen von der Aktivität des Menschen. Ein sehr reines Toncutanbruchstück (*fragment of limpid clay coating*) ist gut abgegrenzt innerhalb der Grundmasse sichtbar.

Zusammenfassung der mikromorphologischen Befunde Profil TCH P2

Die Mikrostruktur der obersten 100 cm (TCH 45-47) ist überwiegend stark abgegrenzt krümelig (*highly separated crumb*). Zur Basis nimmt eine subpolyedrische (*subangular blocky*) und polyedrische (*angular blocky*), aber nur schwach abgegrenzte Struktur zu. Mikritischer Calcit (<5 µm), fein in der Matrix verteilt, ist in allen Proben des Profils durch eine *crystallitic* bis gesprenkelte Doppelbrechungsstruktur (*stipple speckled bf*) erkennbar. Dieser mikritische Kalk ist an einigen Stellen, vor allem an den Porenwänden, ausgewaschen (*depletion hypocoating*) und innerhalb der Poren als sekundäre Füllung (*dense incomplete, dense complete infillings*) auskristallisiert. Dieses Kennzeichen nimmt bis zur Basis zu und spiegelt das makroskopische sichtbare Phänomen der Pseudomycelien wider. Neben dem sekundären Calcit sind in TCH 48 die Pseudomycelien zusätzlich auf den Gips zurückzuführen, der in den Poren auskristallisiert ist.

In der kalkreichen Matrix haben sich Knochenfragmente und Molluskenschalenbruchstücke besonders gut erhalten. Sie sind Bestandteil des Siedlungsschutts. Außerdem sind sehr häufig Kalksteinfragmente und seltener Basalt- und Feuersteinfragmente in dem Substrat vertreten.

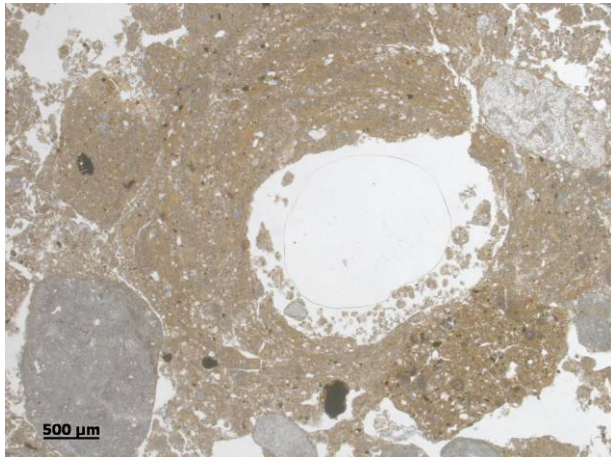


Abb. 5.55: TCH 47: Vermutlich durch Bioturbation entstandene Pore mit porenbezogen eingeregelmtem Ton (PPL).

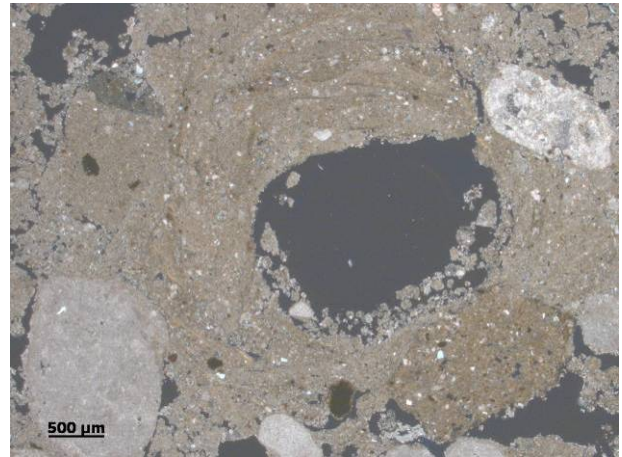


Abb. 5.56: Wie Abb. 5.55: (XPL).

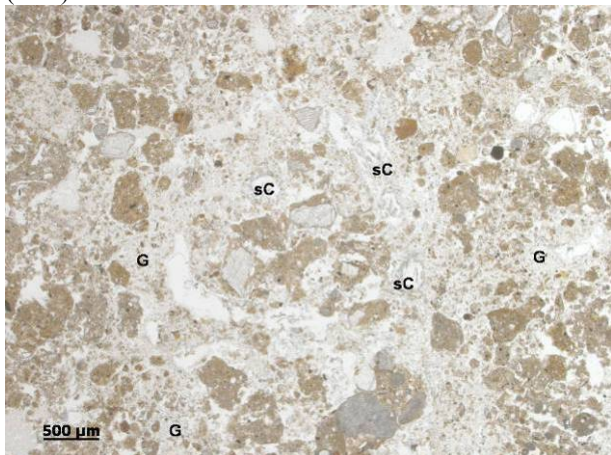


Abb. 5.57: TCH 48: Kleinkristalliner Gips (G) und Sparrit (sC) als Poren bzw. Zwischenaggregathohlraumfüllung (PPL).

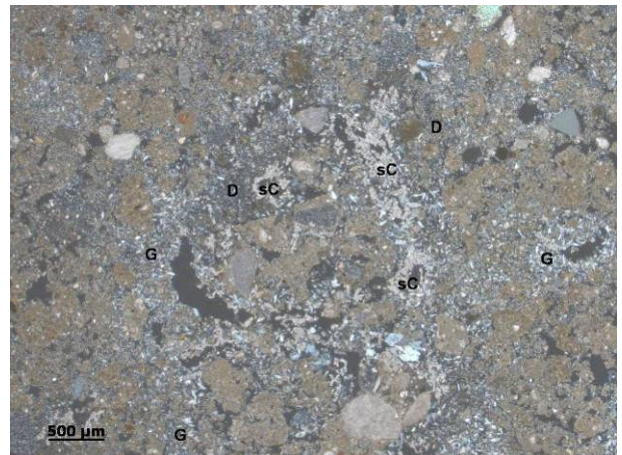


Abb. 5.58: Wie Abb. 5.57: Mikritverarmung gut erkennbar (D) im XPL.

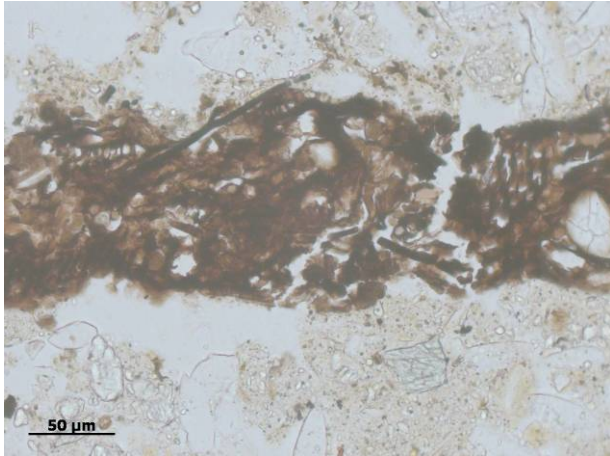


Abb. 5.59: TCH 48: Dungreste mit gut strukturiertem organischem Material (PPL).

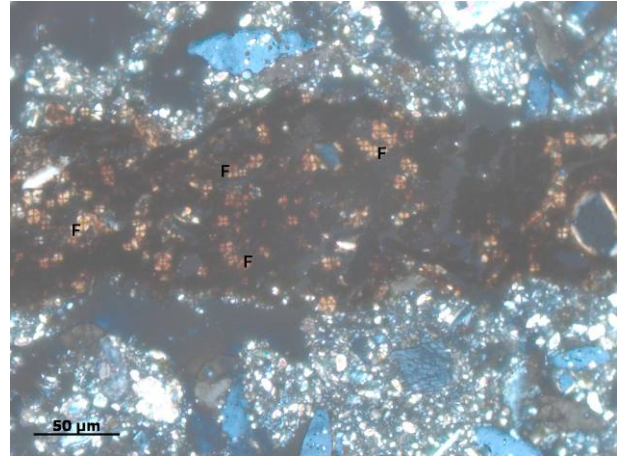


Abb. 5.60: Wie Abb. 5.59: Im XPL deutlich erkennbare fäkale Sphärolite.

5.2.2.1 Diskussion P2

Auch das Profil TCH P2 ist geprägt durch die starke bioturbate Durchmischung des Siedlungsschutts. Die A-Horizonte haben eine dunklere Farbe als die C-Horizonte. Dies lässt sich jedoch nicht auf einen höheren Gehalt an organischer Substanz zurückführen und bedingt daher nicht die Ausweisung eines *mollic horizons*. Neben der Bioturbation ist die Kalkverlagerung und der dadurch entstandene *calcic horizon*, der sich in 45-100 cm Tiefe entwickelt hat, wichtigstes pedogenes Merkmal. Der Boden muss nach WRB (2007) als *technic Calcisol* (te CL) ausgewiesen werden. Nach AG BODEN (2005) gibt es keine direkte Entsprechung. Der Bodentyp würde anhand der Daten als Pararendzina (RZ) beschrieben werden. Aufgrund der Genese und der Mächtigkeit der A(x)h-Horizonte wäre die Ausweisung eines Kalktschernosems (TC) naheliegend, jedoch sprechen die zu geringen Humusgehalte des Oberbodens gegen diesen Bodentyp.

In der Schicht II, die vom Schliff TCH 48 repräsentiert wird, finden sich einige Anzeichen für eine erhöhte anthropogene Beeinflussung. Holzkohlefitter, Dungreste und organische Reste könnten Zeichen einer ehemaligen Oberfläche sein, die sich jedoch nicht als Begehungsstruktur wiederfinden lässt. Auch die stärkere Auswaschung des Mikrits könnte Hinweis darauf sein, dass diese Schicht für unbestimmte Zeit näher an der Oberfläche gelegen hat.

5.2.3 Profil TCH P3 (Zentralsenke)

Profil TCH P3 wurde in der zentralen Mittelsenke des Tells Chuera bis in ca. 4 m Tiefe gegraben (Abb. 3.2). An dieser Stelle wurden alte Begehungsflächen des zentralen Platzes des Tells vermutet. Durch die wiederholte Sedimentakkumulation von erodiertem Siedlungsschutt ist die Bodenentwicklung in der zentralen Mittelsenke nur gering ausgeprägt.

In 2,5 m Tiefe wurde TCH 50 aus einem ehemaligen Laufhorizont entnommen (Abb. 5.61). Diese Probe wird im Kapitel 7.2.2 behandelt.

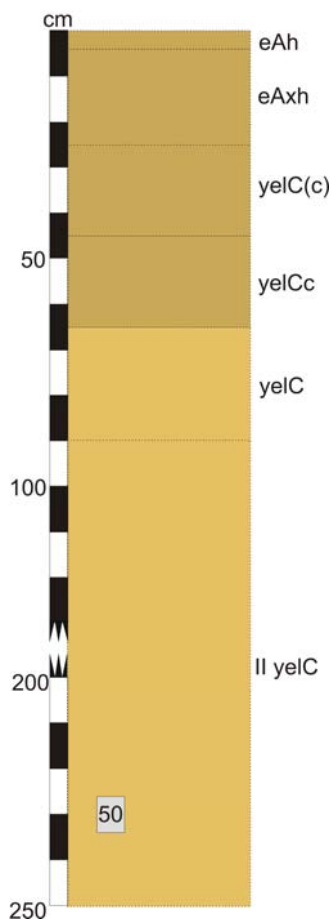


Abb. 5.61: Profil P3: Das Gefüge ist durchgehend subpolyedrisch-polyedrisch. Der Maßstab ist unterbrochen.

Feld- und Laborergebnisse

Die Daten der Laboranalyse sind tabellarisch im Anhang 2 auf Seite A2-3 aufgeführt.

In dem Siedlungsschutt hat sich seit der letzten massiven Überdeckung, die sich in Schicht I bis in 90 cm Tiefe erkennen lässt, ein A/C-Boden entwickelt. Dieser stellt sich in einem homogenen Bodenprofil, in dem sich in allen Horizonten ein durchgehend subpolyedrisch-polyedrischen Bodengefüge ausgebildet hat. In den Untergrundhorizonten, mit zunehmenden

Kalkgehalten, sind Pseudomycelien als Zeichen von sekundärer Kalkausfällung sichtbar. Die CaCO_3 -Gehalte steigen von 28,1 % im eA_{xh}-Horizont auf 38,2 % im yelC_c-Horizont. Im eA_{xh}-Horizont ist die hohe bioturbate Aktivität kleiner Säugetiere in Form von Krotowinen erkennbar. Die hohe biologische Aktivität zeigt sich auch durch die Einmischung organischer Substanz in den eA_{xh}-Horizont. Hier liegt der C_{org} -Gehalt bei 0,87 %. Trotz der Einarbeitung von organischem Material in den Oberboden ist dessen Farbe nur blass braun, was auf den hohen Kalkgehalt zurückzuführen sein könnte. Aufgrund des durchweg niedrigen EC-Wertes ($<300\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$) wurden keine Analysen zum CaSO_4 -Gehalt durchgeführt. Der Gesamtphosphorgehalt liegt mit $>0,4\%$ in allen Horizonten höher als die natürlichen Hintergrundgehalte der Umgebungssedimente und können auf den anthropogenen Einfluss zurückgeführt werden. Die liegende Schicht zeichnet sich durch einen höheren Steingehalt aus. Das Sediment zeigt keine pedogenen Merkmale.

5.2.3.1 Diskussion P3

Der in dem technogenen Substrat des Tells ausgebildete Boden ist geprägt durch die starke biologische Aktivität und die Kalktranslokation in den Unterboden. Der Gehalt der organischen Kohlenstoffs im gesamten Profil ist mit $>0,34\%$ insgesamt höher als in den natürlichen Sedimenten der Umgebung, was auf die Sedimentation von erodiertem Oberboden in die Zentralsenke zurückgeführt werden kann. Das Maximum wird im eA_{xh}-Horizont mit 0,87 % erreicht.

Trotz der ausreichenden Humusanreicherung widerspricht die zu helle Farbe des Oberbodens der Ausweisung eines *mollic horizons*. Nach WRB (2007) darf die Helligkeit der Probe im feuchten Zustand höchstens ≤ 3 sein. Die helle Färbung ist vermutlich auf den fein verteilten Kalk zurückzuführen. Dieser ist aber mit 28,1 % zu niedrig um die Helligkeitsanforderungen nach WRB (2007) zu umgehen. Danach sind Kalkgehalte von mindestens 40 % gefordert.

Aufgrund des hohen CaCO_3 -Gehalts im Ausgangssubstrat kann man nur anhand der sichtbaren Pseudomycelien den sekundären CaCO_3 -Gehalt auf größer als 5 % schätzen, was für die Charakterisierung eines *calcic horizons* erforderlich wäre. Da die Gehalte jedoch von unter 30 % auf 38,2 % ansteigen kann von einer Translokation des Kalks ausgegangen werden. Der Boden ist demnach der Referenzbodengruppe der Calcisols zugehörig. Aufgrund des technogenen Ausgangssubstrates muss er als *technic Calcisol* (te CL) benannt werden (WRB 2007). Nach KA 5 (AG BODEN 2005) gibt es keine direkte Entsprechung zu dieser Referenzbodengruppe. Der Bodentyp würde anhand der Daten als Pararendzina (RZ) beschrieben werden.

5.2.4 Profil TCH P4 im Bereich T

Profil TCH P4 (Abb. 5.62 und Abb. 5.48) liegt im Grabungsareal T (Abb. 3.2). An diesem Aufschluss konnte die Horizontbildung parallel zur rezenten Oberfläche, die eine Hangneigung von etwa 15° hat, sehr gut erfasst werden. Eine in dem Schnitt sichtbare ehemalige Begehungsfläche, die durch Flusskiese befestigt war, streicht hingegen zur Geländeoberfläche hin aus (siehe Abb. 5.48). Dies ist ein deutliches Zeichen, dass die Telloberfläche schon seit einigen Jahrhunderten stabil ist und eine flächenhafte Erosion derzeit nicht erfolgt. Diese Beständigkeit erklärt die Horizontbildung parallel zur Geländeoberkante.

Feld- und Laborergebnisse

In dem zweischichtigen Profil hat sich eine eAh/eAcxh/yelC(cz)/yelCcz/IIyelCcz - Horizontabfolge entwickelt. Der IIyelCcz-Horizont unterscheidet sich durch sein stärker polyedrisches Bodengefüge, das durch den höheren Tongehalt bedingt ist. Hohe EC-Werte von bis zu 18140 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ an der Basis zeigen einen erhöhten Salzgehalt an. Die Calciumsulfatgehalte entsprechen diesen Werten mit bis zu 27 % CaSO_4 im yelCcz bei 90 cm unter der GOK und 0,4 % im eAcxh. Insgesamt scheint das aufgeschlossene Profil humoser, was jedoch durch die Analyse der organischen Substanz nicht bestätigt werden konnte. Möglicherweise wurde dieses Ergebnis im Gelände durch den erheblichen Ascheanteil im Ausgangssubstrat, der sich nicht im Corg-Gehalt niederschlägt, verfälscht. Das Substrat wurde als ein Gemisch aus Asche und Lehmziegeln beschrieben. Weitere Analysedaten befinden sich im Anhang A2 auf Seite A2-4.

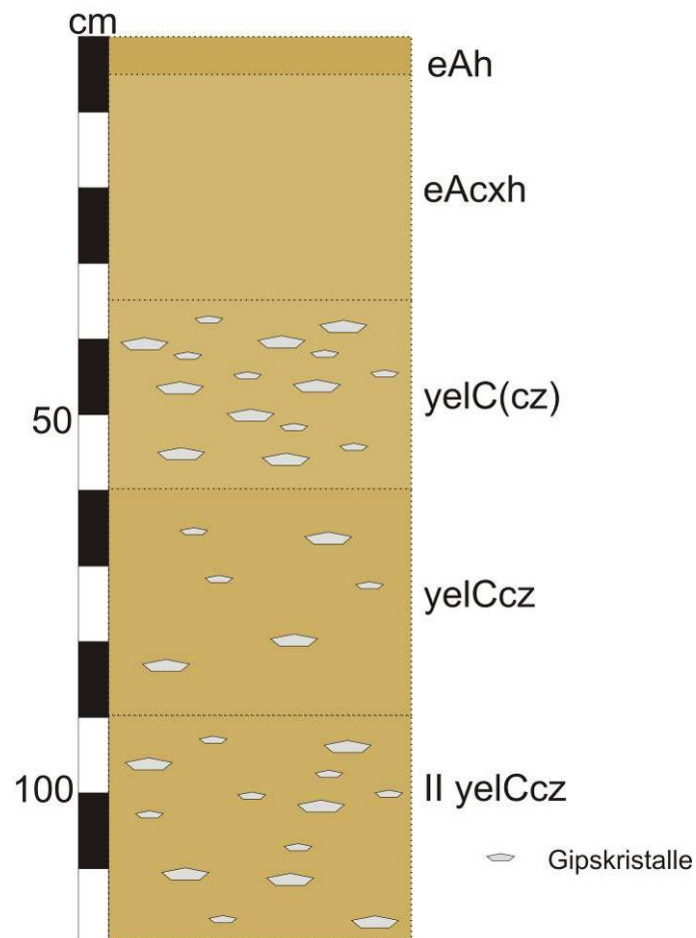


Abb. 5.62: Profil P4 (vgl. Abb. 5.48)

5.2.4.1 Diskussion P4

Der Boden hat sich in einem anthropogenen Substrat entwickelt, in dem eine ehemalige Begehungsschicht noch gut erkennbar ist. Oberhalb dieser Begehungsschicht ist die Akkumulation von Kalk im eAcxh-Horizont gut erkennbar. Unterhalb, besonders in 35-60 cm Tiefe ist die Gipsauskristallisation auffällig. Dies kann wie schon in P1 vermutlich überwiegend auf die Translokation von vormals an der ehemaligen Oberfläche abgelagertem Gips zurückzuführen sein.

Diese erhöhten Werte führen zur Ausweisung eines *gypsic horizon*. Der Boden wird in die Referenzbodengruppe der *Gypsisols* eingestuft. Deutlichstes pedogenes Merkmal ist aber die starke bioturbate Durchmischung. Es kann jedoch aufgrund der relativ niedrigen C_{org} -Gehalte und der, durch den hohen Kalkgehalt bedingten, hellen Farbe kein *mollic horizon* benannt werden. Der yelCcz-Horizont entspricht einem *calcic horizon* nach WRB (2007). Zusammen mit den weiteren Merkmalen kann der Boden als ***technic calcic Gypsisol*** (te cc GY) bezeichnet werden. Solche gipsreichen Böden werden in der deutschen Nomenklatur nicht beschrie-

ben. Anhand der Beschreibung des Profils und der Laboranalysedaten wäre der Boden als Pararendzina (RZ) einzuordnen.

5.2.5 Profil TCH P8 (fossiler Boden)

Profil TCH P8 (Abb. 5.63) wurde an einem bestehenden Schnitt im Osten des Grabungsareals K („Kleiner Antentempel“) aufgenommen. Der Schnitt war bereits 1963 von A. MOORTGAT angelegt und in weiteren Grabungskampagnen erweitert worden (MOORTGAT 1965, 1967; MOORTGAT & MOORTGAT-CORRENS 1973; MOORTGAT-CORRENS 2001). H. THIEMEYER hatte an dieser Stelle einen begrabenen fossilen Boden erkannt, dessen Genese in die Prä-Mitanni-Zeit von 2100 BC-1500 BC eingeordnet werden kann. Die kolluviale Überdeckung stammt vermutlich aus der Post-Mitanni-Zeit ab etwa 1100 BC und begräbt den Siedlungsschutt der Hauptbesiedlungszeit (2700-2100 BC). Innerhalb des 600 Jahre andauernden Siedlungshiatus konnte im Schutt der Hauptbesiedlungszeit eine Bodenentwicklung stattfinden (vgl. Tab. 2.2).

Feld- und Laborergebnisse

Eine 140 cm mächtige, zweischichtige Überdeckung, in der sich ein 30 cm starker, schwach humoser eAh-Horizont entwickelt hat, begräbt an dieser Stelle einen fossilen Boden. Die Überdeckung ist deutlich zweiphasig, wobei die liegende Schicht nur 10 cm mächtig ist. Innerhalb der Überdeckung liegen die Phosphorgehalte mit 0,61-0,69 % über dem Durchschnitt der restlichen analysierten Tellsedimente, die allesamt unter 0,45 % P_{ges} beinhalten. Auch in der liegenden Schicht erreichen die Werte nur 0,21-0,26 %. Der eAh-Horizont zeichnet sich durch einen Tongehalt von 30,6 % und ein damit einhergehendes subpolyedrisches Gefüge aus. Der C_{org} -Gehalt ist mit 1,32 % mehr als doppelt so hoch wie in den liegenden Horizonten. Die zweiphasigen Mc-Horizonte lassen eine sekundäre Kalkanreicherung erkennen. Die Werte steigen von 24,3 % im eAh-Horizont auf 34,9 % im darunter liegenden eMc-Horizont an. Im IIeMc sinkt der $CaCO_3$ -Gehalt auf 30,6 %. Im eMc-Horizont ist der $CaSO_4$ -Gehalt mit 13,59 % deutlich erhöht.

In 140 cm Tiefe liegt der begrabene IIIfeAh-Horizont, der durch eine leicht dunklere Färbung erkennbar ist. Auffällig ist auch der Tongehaltanstieg von 12,2 % im IIyeCc- auf 29,9 % im IIIfeAh-Horizont, der die Ausbildung eines polyedrischen Gefüges im IIIfeAh-Horizont bedingt. Der folgende IIIyelCc-Horizont aus umgelagertem Lehmziegelschutt mit Sekundär

carbonatausfällungen hat sich ebenso im Siedlungsschutt der Hauptbesiedlungszeit (2700 BC-2100 BC) entwickelt. Auch hier ist der CaSO₄-Gehalt mit 14,31 % deutlich erhöht.

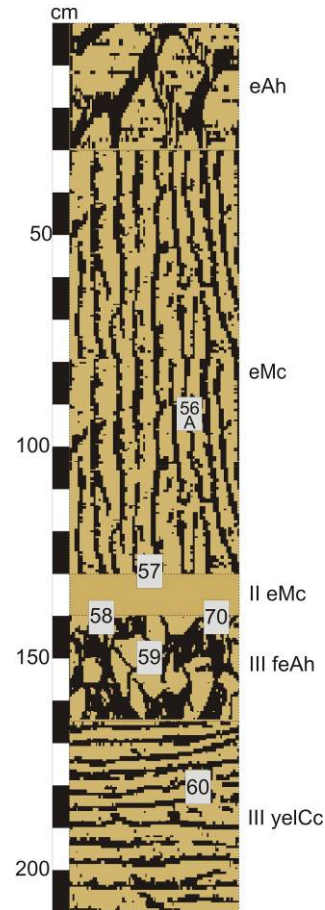


Abb. 5.63: TCH P8

Mikromorphologische Befunde

TCH 58 wurde in 115 cm Tiefe im Übergang vom IIeMc-Horizont zum IIIfeAh-Horizont entnommen. Die oberen 2 cm beinhalten die Basis des IIeMc-Horizont. Es zeigen sich nur wenige sekundäre Calcit- und Gipsanreicherungen. Die Farbe des IIeMc-Horizontes ist braun. An dieser Stelle hat er ein enaulisches (*enaulic*) *c/f* und aufgrund des fein verteilten Mikrits eine *crystallitic* Doppelbrechungsstruktur (*bf*). Krümel (*crumbs*) sind durch Zwischenaggregathohlräume (*compound packing voids*), Gänge (*channels*) und Risse (*planes*) getrennt. In wenigen Hohlräumen wurde Feinmaterial eingespült. In der Grundmasse sind viele Holzkohleflitter, durch die mikromorphologische Analyse nicht näher bestimmtes organisches Material, Knochenfragmente und ein Flintfragment erkennbar. Eisenflecken sind im IIMc-Horizont ebenfalls auffindbar.

Der darunter liegende IIIfeAh-Horizont erscheint durch stärkere sekundäre Auskristallisation von Kalk in einem hellen Graubraun. Im IIIfeAh-Horizont sind deutliche Hinweise auf das Vorhandensein einer ehemaligen Oberfläche gegeben. Dungreste mit fäkalen Sphäroliten und Phytolithen (Abb. 5.64 und Abb. 5.65), organisches Material und Wurzelreste sind klares Zeichen eines Hiatus innerhalb der Sedimentation. Die fäkalen Sphärolite wurden vermutlich durch Verschleppung in der Matrix verteilt. Das enaulische (*double spaced enaulic*) *c/f* wirkt weit, die vielen Hohlräume sind mit sekundärem Gips und Kalk gefüllt, wobei die Kalkauskristallisation nach der des Gipses stattgefunden hat (Abb. 5.66). Außerdem ist Gips unabhängig vom Calcit sekundär in der Matrix ausgefällt. Hohlräume gestalten sich als Zwischenaggregathohlräume (*compound packing voids*) und Gänge (*channels*), die auf das Wurzelwachstum zurückgeführt werden können und sich zwischen den Krümeln (*crumbs*) zeigen. In den Hohlräumen ist direkt unterhalb der Grenze zum IIeMc-Horizont die Einspülung von schluffig-tonigem Material erkennbar. Der Mikrit in der Grundmasse bedingt eine *crystallitic bf*. Im IIIfeAh-Horizont ist die Auswaschung des fein in der Matrix verteilten Calcits stark fortgeschritten, so dass an Stellen der Verarmung eine undifferenzierte (*undifferentiated*) *bf* vorliegt.

Diese Ergebnisse konnten durch die Parallelprobe TCH 70 bestätigt werden.

TCH 59 wurde aus dem IIIfeAh-Horizont in 125 cm Tiefe entnommen. Die braune Farbe erscheint durch den die Hohlräumen ausfüllenden feinkristallinen Gips und den Kalk gräulich. Der sekundäre Gips in den Poren ist relativ-chronologisch vor dem Calcit kristallisiert (Abb. 5.67). Die Matrix ist mit Mikrit durchsetzt, daher erscheint die Doppelbrechungsstruktur überwiegend *crystallitic*. Die *c/f* ist enaulisch (*enaulic*). Krümel (*crumbs*) sind durch Zwischenaggregathohlräume (*compound packing voids*) und viele Wurzelgänge (*channels*) getrennt. Innerhalb der Wurzelgänge können teilweise calcifizierte Wurzeln (Abb. 5.68) beschrieben werden. Die Grundmasse beinhaltet viele Kohleflitter und einige Knochenfragmente. Eisenflecken sind - wie bereits im vorangegangenen Schliff - sichtbar.

TCH 60 repräsentiert den IIIyelCc-Horizont des Profils P8. Die Grundfarbe ist rötlich braun. Da kaum Mikrit in der Grundmasse zu finden ist, ist die *bf* in diesem Schliff undifferenziert (*undifferentiated*). Jedoch sind krümelige Aggregate (*crumbs*) mit Sekundärcalcit überzogen (Abb. 5.69). Neben den Krümeln ist ein plattiges (*platy*) Gefüge vorherrschend. Viele Risse (*planes*) und Gänge (*channels*), die häufig mit Krümeln (*crumbs*) gefüllt sind, charakterisieren die Struktur. Kammern (*chambers*), Zwischenaggregathohlräume (*compound packing voids*)

und glatte, abgerundete Poren (*vesicles*) vervollständigen das Bild. Innerhalb der dicht gelagerten Aggregate, besonders in den Platten (*plates*) ist das *cf* porphyrisch (*porphyric*). Hier sind auch Eisenflecken erkennbar. In krümeligen Bereichen ist das Verteilungsmuster enaulisch (*enaulic*). In großen Poren sind sekundäre Gipskristalle sichtbar. Die Grundmasse zeigt typische Strukturen von Lehmziegelmaterial. Scheinbar ist dies aufgearbeitet und teilweise bioturbat durchmischt.

TCH 56A wurde dem eMc-Horizont oberhalb des begrabenen Bodens aus der obersten Schicht in 70-79 cm Tiefe entnommen. Das Grob-/Feinverteilungsmuster (*c/f*) ist überwiegend enaulisch (*enaulic*), in dichten Bereichen porphyrisch (*porphyric*). Die satt braune Farbe der Probe wird an einigen Stellen von einer rötlich braunen durchbrochen. An diesen Stellen lassen sich Feinmaterialeinspülungen innerhalb der Poren erkennen (Abb. 5.70). In den freien Poren und auch in den nicht vollständig mit Feinmaterial gefüllten Poren (Abb. 5.71 und Abb. 5.72) ist Sekundärcalciumcarbonat auskristallisiert, was sich makroskopisch als Pseudomycel darstellt. Die Matrix um diese Poren zeigt Decalcifizierung und dadurch bedingt eine undifferenzierte Doppelbrechungsstruktur (*undifferentiated bf*). Überwiegend ist die *bf* *crystallitic*, was durch den Mikrit in der Grundmasse hervorgerufen wird. Die Aggregation stellt sich als krümelig (*crumb*) dar. Zwischenaggregathohlräume (*compound packing voids*), Gänge (*channels*), Risse (*planes*) und Kammern (*chambers*) trennen die Aggregate voneinander bzw. durchziehen die Matrix. Der Schliff zeigt wenige Eisenflecken in den dichten Bereichen. Die im Siedlungsschutt typischen Bestandteile wie Keramikfragmente und Knochenbruchstücke sind in der Grundmasse erkennbar.

TCH 57 zeigt eine deutliche Zweiteilung. Die Probe wurde am Übergang vom eMc-Horizont, der in TCH 56A beschrieben wurde, zum IeMc-Horizont in 110 cm cm Tiefe entnommen. In der ersten Schicht ist eine satt braune Farbe der Matrix erkennbar. Das *c/f* ist enaulisch (*enaulic*) und in dichteren Bereichen porphyrisch (*porphyric*). In den dichten porphyrischen Zonen sind wenige Eisenflecken sichtbar. Die *bf* innerhalb der Subpolyeder (*subangular blocky peds*) und Krümel (*crumbs*) ist *crystallitic*. Risse (*planes*), Zwischenaggregathohlräume (*compound packing voids*) und Kammern (*chambers*) trennen die Aggregate voneinander. Im eMc-Horizont sind nur wenige Hohlräume mit sekundärem Calcit ausgekleidet. Auch ist die Calcitwaschung (*depletion hypocoating*) nur an wenigen Poren erkennbar. Einige Poren zeigen hingegen einen Überzug aus eingespültem tonigem Feinmaterial.

Im IIeMc-Horizont sind deutliche Zeichen mit Bezug zu einer ehemaligen Oberfläche erkennbar. Dungreste von Wiederkäuern, erkennbar an den zahlreichen fäkalen Sphäroliten (Abb. 5.74), durchmischt mit Phytolithen (Abb. 5.73), Wurzeln und die starke Auswaschung von Kalk sowie seine sekundäre Anreicherung in den Poren (Abb. 5.75) untermauern den Feldbefund des zweiphasigen Aufbaus der kolluvialen Überdeckung. Die Farbe erscheint im Gegensatz zur dunkel beschriebenen Farbe in TCH 58 durch den sekundären Kalk und Gips im PPL hell gräulich braun. Die *bf* ist durch die starke Auswaschung des Calcits überwiegend undifferenziert (*undifferentiated*). Das Grob-/Feinverteilungsmuster (*c/f*) ist enaulisch (*enaulic*). Krümel (*crumbs*) sind durch Zwischenaggregathohlräume (*compound packing voids*) getrennt. Viele Risse (*planes*) die in dem dichten Material einen Hinweis auf Lehmziegelmaterial geben, sind vor allem im unteren Bereich der Probe erkennbar. In diesen dichten Zonen sind mehr Eisenflecken als im Mc-Horizont sichtbar. Einige Poren zeigen eine Feinmaterialverschlämmung, die nach der sekundären Calcitkristallisation stattgefunden haben muss (Abb. 5.76 und Abb. 5.78). Auffällig sind in dieser Schicht vor allem die starke Auswaschung des Kalks und die Sekundärkristallisation von Kalk und Gips.

Zusammenfassung der mikromorphologischen Ergebnisse Profil TCH P8

Das Grob-/Feinverteilungsmuster (*c/f*) ist im gesamten Profil überwiegend enaulisch (*enaulic*), in dichter gelagerten Bereichen porphyrisch (*porphyric*). In diesen dichten Bereichen sind häufig Eisenimprägnierungen erkennbar. Im eMc-Horizont ist die Doppelbrechungsstruktur (*bf*) *crystallitic* mit Auswaschungserscheinungen (*depletion*) an denen die *bf* undifferenziert (*undifferentiated*) erscheint. Im IIeMc-Horizont ist die Auswaschung des Mikrits so stark, dass die *bf* überwiegend undifferenziert (*undifferentiated*) erscheint. In beiden Mc-Horizonten sind Feinmaterialeinspülungen in den Poren erkennbar.

Im IIeMc-Horizont sind Dungreste, eine stärkere Durchwurzelung und eine starke Kalkauswaschung sichtbar.

Der IIIfeAh-Horizont (TCH 58 und TCH 59) zeigt starke sekundäre Carbonat- und Gipskristallisationen. In beiden Schlifften des fossilen A-Horizontes wird deutlich, dass die sekundären Gipskristalle vor dem Calciumcarbonat ausgefällt wurden. Die *bf* ist *crystallitic*. Mikromorphologisch sichtbare Zeichen der fossilen Bodenbildung sind Wurzelreste, ehemalige Wurzelgänge sowie mit der Grundmasse vermisches organisches Material.

Im IIIy_{el}Cc-Horizont ist kaum Mikrit in der Grundmasse vorhanden, was eine undifferenzierte Doppelbrechungsstruktur (*undifferentiated bf*) bedingt. Sekundärcarbonat überzieht die Krümel (*crumbs*). Großporige Bereiche sind durch sekundäre Gipskristalle geprägt.

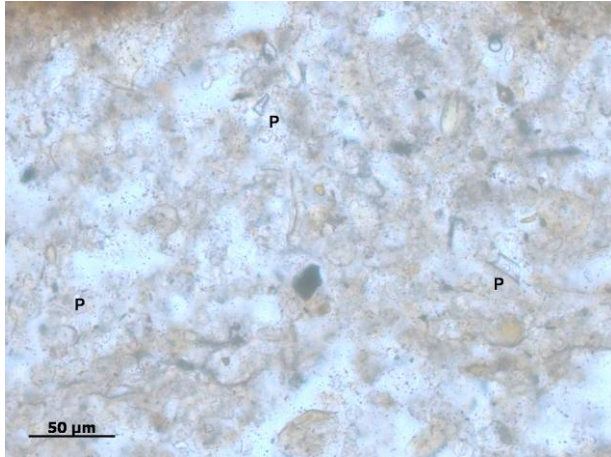


Abb. 5.64: TCH 58: Dungreste mit Phytolithen (P) in PPL.

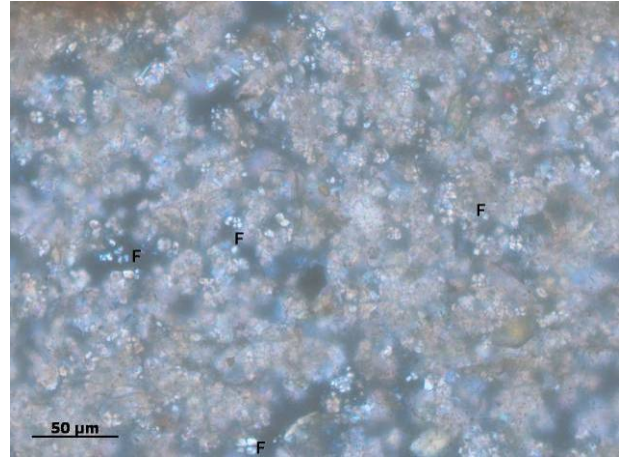


Abb. 5.65: Wie Abb. 5.64: Unter XPL sind die isotropen Phytolithe schwarz. Sphärolite (F) sind deutlich erkennbar.

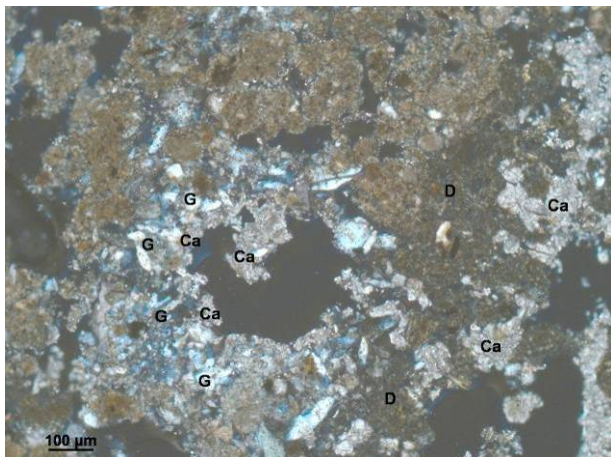


Abb. 5.66: TCH 58: Sekundäre Calcitakkumulation (Ca) über Gipscoatings (G) in teilweise decalcifizierter Matrix (D) (XPL).

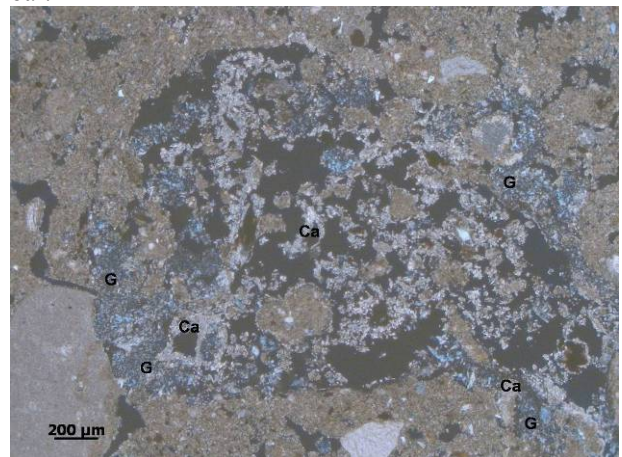


Abb. 5.67: TCH 59: Sekundärer Sparit (Ca) nach feinkristallinem Gips (G) (XPL).

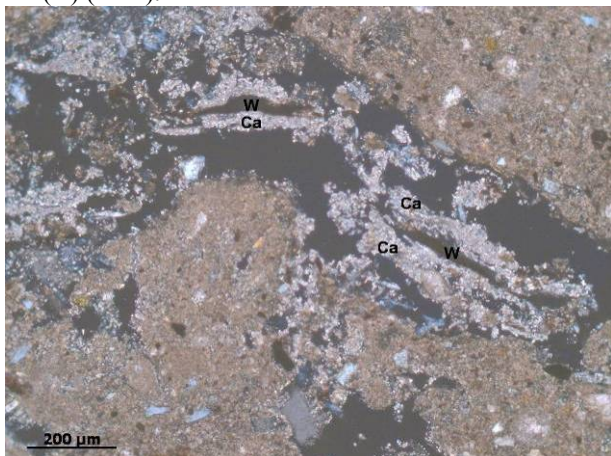


Abb. 5.68: TCH 59: Wurzelgang und Wurzelreste mit sekundäre Calcitanreicherung (XPL).

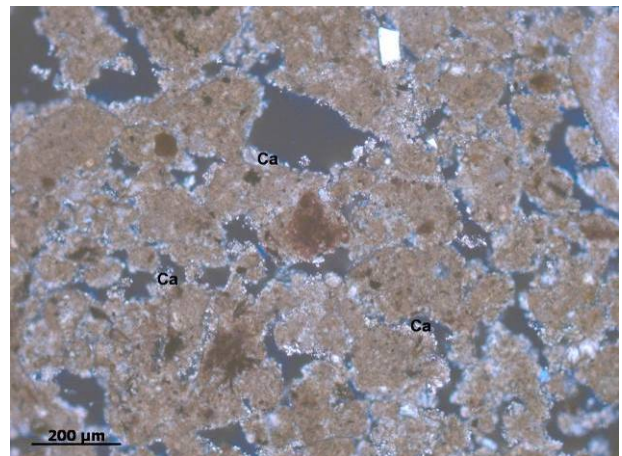


Abb. 5.69: TCH 60: Krümelige Aggregate mit sekundärem Calciumcarbonat (Ca) überzogen (XPL).

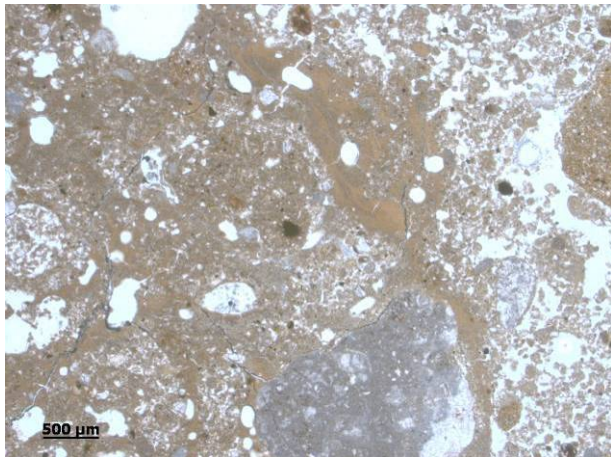


Abb. 5.70: TCH 56A: Deutliche Feinmaterialeinspülung (PPL).

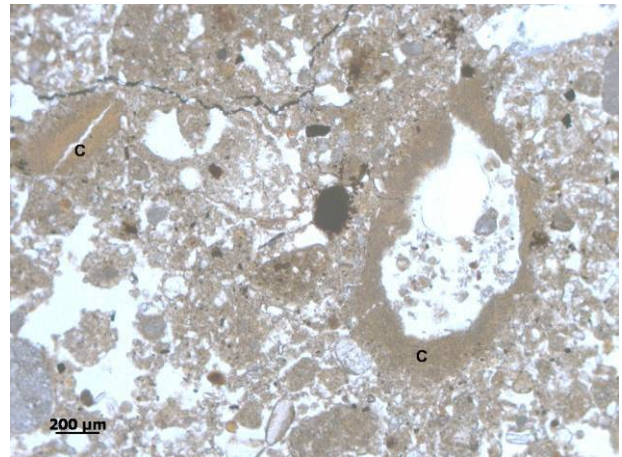


Abb. 5.71: TCH 56A: Feinmaterialeinspülung (C) im PPL.

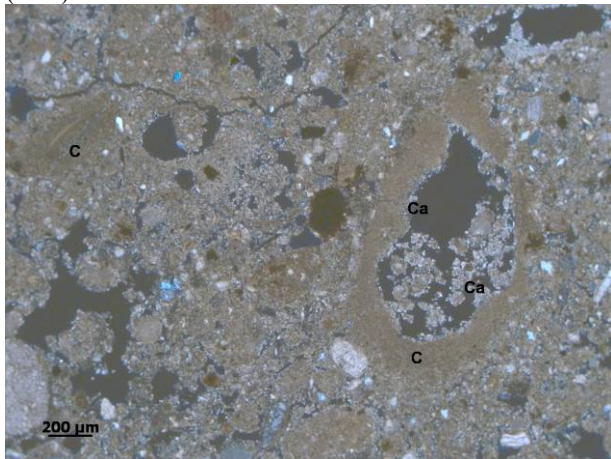


Abb. 5.72: Wie Abb. 5.71: Feinmaterialeinspülung (C) mit nachfolgender sekundärer Calcitkristallisation (Ca) im XPL.

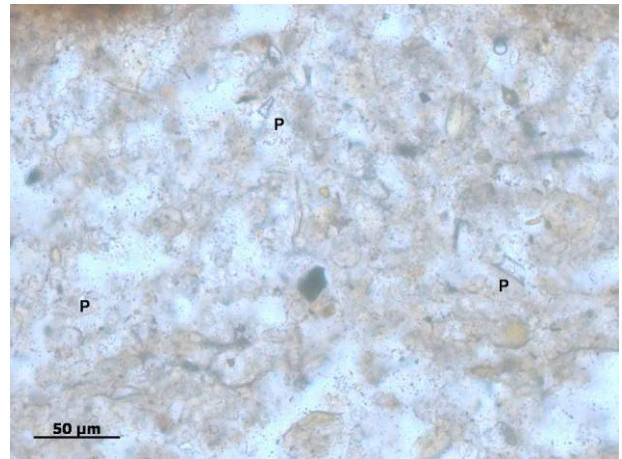


Abb. 5.73: TCH 57: Dungrest mit Phytolithen (P) (PPL).

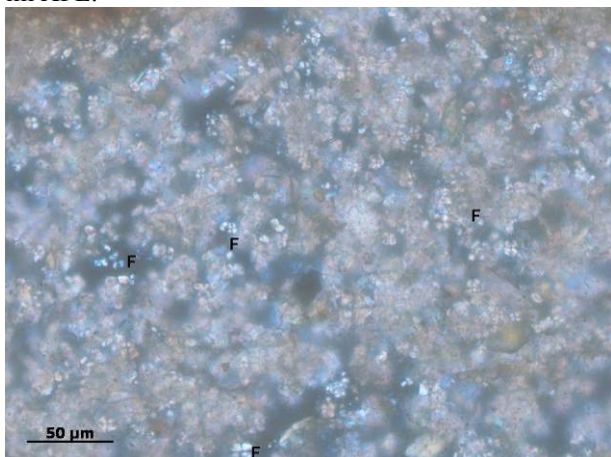


Abb. 5.74: Wie Abb. 5.73: Dungrest, fäkale Spherulite (F) erkennbar erst unter XPL.

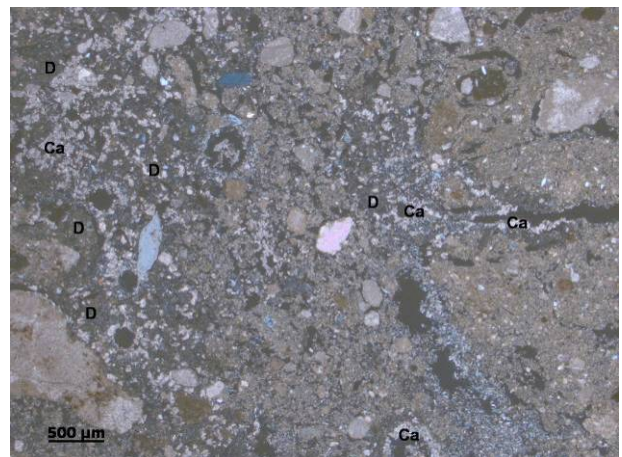


Abb. 5.75: TCH 57: Deutliche Auswaschung (D) sowie sekundäre Auskristallisation von Kalk (Ca) sichtbar in XPL.

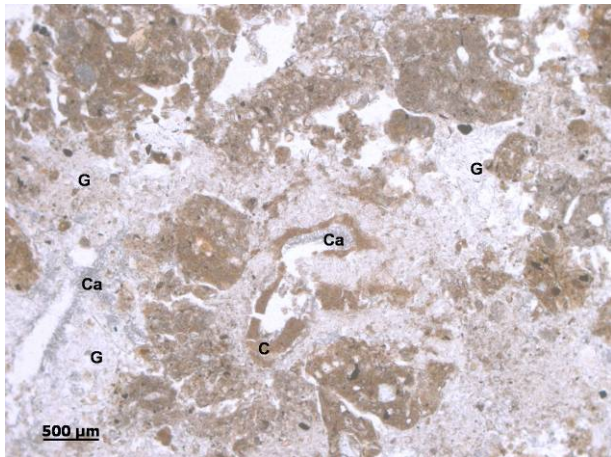


Abb. 5.76: TCH 57: Feinmaterial in Pore (C), Gips (G), Calcit (Ca) im PPL.

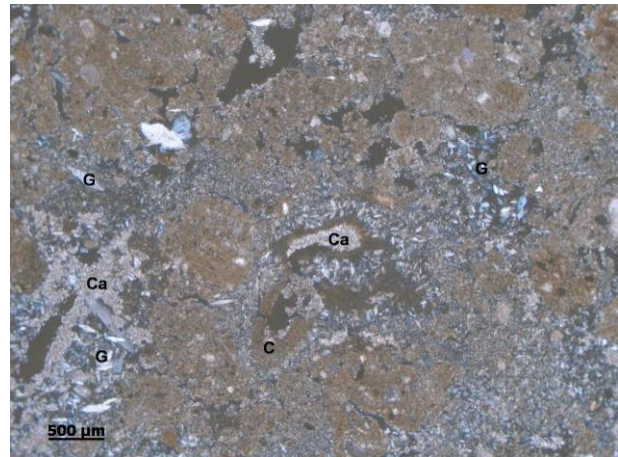


Abb. 5.77: Wie Abb. 5.76: Feinmaterial in Pore (C), Gips (G), Calcit (Ca) im XPL.

5.2.5.1 Diskussion P8

Der begrabene Boden wurde nach dem Prä-Mitanni Hiatus etwa 1500 BC mit Siedlungsschutt bedeckt. Der Boden hatte etwa 600 Jahre Zeit sich zu entwickeln. Der C_{org} -Gehalt ist mit 0,41 % nur unwesentlich höher als der Gehalt in der Überdeckung (0,39 %). Durch die mikromorphologische Analyse konnten jedoch eindeutige Nachweise einer ehemaligen Oberfläche erkannt werden. Eine Anhäufung von anthropogenem Material wie Kohleflitter, Knochenfragmente und Dungrestes sowie Phytolithe, die auf die anthropogene Nutzung hinweisen, kann im IIIfeAh-Horizont beschrieben werden. Unterhalb findet sich in dem IIIyelCc-Horizont eine auffällige sekundäre Gipsanreicherung, welche die Ausweisung eines *gypsic horizon* zulässt. Diese $CaSO_4$ -Anreicherung ist der Rekristallisation dieses leicht löslichen Salzes zuzusprechen. Dieser Vorgang wird von ROSEN (1986) als typisch in Lehmziegelschutt angesehen. Chronologisch ist die sekundäre Gipskristallisation an dieser Stelle vor der sekundären Ausfällung des Calcits einzustufen. Vermutlich ist die Gipskristallisation der fossilen Bodenbildung zuzuschreiben. Erst nach der Überdeckung durch den IIeMc-Horizont wurde aus diesem gelöstes Calciumcarbonat im IIIfAh-Horizont auf den Gipsbelägen ausgefällt.

Die Benennung dieses Bodens basiert auf dem hohen $CaSO_4$ -Gehalt und muss nach WRB (2007) *technic Gypsisol* lauten.

In 140 cm mächtigen Überdeckung hat sich an der rezenten Oberfläche nach der Aufgabe des Tells Chuera ein *mollic horizon* entwickelt, der sich durch eine dunkle Farbe, einem gut ausgebildeten Gefüge (Subpolyeder und Prismen) und einem C_{org} -Gehalt von über 0,6% aus-

zeichnet. Die sekundäre Anreicherung mit Calciumcarbonat begründet die Zuordnung zur Referenzbodengruppe der *Kastanozems*. Eine massive Akkumulation von Gips im eMc-Horizont, lässt sich als *gypsic horizon* in dem technogenen Substrat definieren. Der Boden muss nach WRB (2007) als *technic gypsic Kastanozem* (te gy KS) benannt werden. Laut KA 5 wäre die Entsprechung ein Kalktschernosem (TC).

Vollständig ist das Profil also als ein *technic gypsic Kastanozem* über einem *technic Gypsisol* zu benennen.

Im IIeMc-Horizont sind Dungreste, eine stärkere Durchwurzelung und eine starke Kalkauswaschung sichtbar. Diese nur 10 cm starke Schicht hat wahrscheinlich eine begrenzte Zeit an der Oberfläche gelegen. Scheinbar reichte die Zeit jedoch nicht für eine intensivere, heute sichtbare Bodenbildung. Denkbar ist auch, dass dieser Boden vor der Überdeckung gekappt wurde, so dass darüber liegende Horizonte verloren gingen. Dafür konnte jedoch kein Nachweis gefunden werden.

Die Schluff- und Toneinspülungen sind in den Dünnschliffen des *technic gypsic Kastanozems* sowie im oberen Bereich des IIIfeAh-Horizontes erkennbar. In den schluffigen und lehmigen, gut strukturierten Bereichen kann die Akkumulation in den Grobporen erkannt werden. TCH 60, in dem diese Anlagerungen nicht beschrieben wurden, zeigt deutliche Anzeichen von Lehmziegelmaterial, das eine deutlich feinere Körnung besitzt. Dieses Material scheint weniger wasserdurchlässig zu sein und beinhaltet deshalb keine Einlagerung von Feinmaterial in den Poren. Dies lässt den Schluss zu, dass diese Verlagerung durch präferentiellen Wasserfluss in den Grobporen hervorgerufen wurde.

Die begrenzte Probenentnahme mit nur einem Kubiëna-Kästchen (90x60x40 mm) lässt an dieser Stelle keine Aussagen zu, ob in Schicht III ebenfalls Ton- und Schluffeinspülungen erkennbar sind.

5.2.6 Profil TCH P10 Glacis

Eine rampenartige, außerhalb der Stadtmauer vorgelagerte Sedimentaufschüttung wird in der Archäologie als Glacis bezeichnet. Aus deutlich mehrphasigen Aufschüttung wurden zwei Proben entnommen (Abb. 3.2: Stadtmauerschnitt Z; Abb. 5.78 und Abb. 5.79), um den Einfluss der unterschiedlichen Sedimente auf die Bodenbildung zu untersuchen. Die Proben zur mikromorphologischen Untersuchung wurden aus der Schicht I aus 30-40 cm (jeCkc-Horizont) und aus Schicht II aus 70-100 cm (IlyeCc-Horizont) unter der rezenten Geländeoberkante entnommen.

Feld- und Laborergebnisse

Am Standort wurde ein dreischichtiges Profil erkannt, in dem sich folgende Horizontierung entwickelt hat: eAh/eAch/yeCkc/IlyeC/IlyeCc/IIICc.

Die Calciumcarbonatgehalte liegen in Schicht I bei 37,8 % und in Schicht II bei 40,2 %. Der C_{org}-Gehalt ist mit 0,41 % in der Schicht II um 0,1 % höher als in der hangenden Schicht. Auch der P_{ges}-Gehalt ist in der liegenden Schicht mit 0,43 % deutlich höher als in der darüber befindlichen (0,17 %). Feinwurzeln sind bis an die Basis des Profils erkennbar. Das Bodengefüge ist bis in 50 cm Tiefe polyedrisch bis subpolyedrisch. Im IlyeC-Horizont zeigt sich ein polyedrisch-prismatisches Gefüge. Darunter sind Subpolyeder und Polyeder vorherrschend. In Schicht II und III sind am Profil gut abgegrenzte Tonlinsen erkennbar. Weitere Analysedaten befinden sich in Tab. A2-10 im Anhang A2.

Mikromorphologische Befunde

TCH 55 wurde aus dem Bereich von 30-40 cm unterhalb der heutigen Geländeoberkante im yeCkc-Horizont entnommen; TCH 56 aus dem Bereich 70-100 cm aus dem IlyeCc-Horizont.



Abb. 5.78: P 10: Schnitt durch das Glacis.



Abb. 5.79: Probenentnahme TCH 55 und TCH 56 (die Kubiönakästchen haben eine Höhe von 9 cm).

TCH 55 (Abb. 5.79) zeigt eine gelblich braune Farbe. Das *c/f* ist eng bis weit porphyrisch (*open porphyric*). Die *bf* ist durch den mikritischen Kalk in der Matrix *crystallitic*. In Kalkauswaschungszonen (*depletion pedofeature*) ist die *bf* undifferenziert (*undifferentiated*) und sekundäre Calcitkristallisation ist in Form von Pseudomycelien an wenigen Stellen der Probe erkennbar. Konkretionäre Kalknodules sind gut erkennbar (Abb. 5.80 und 5.81). Kalksteinfragmente sind zahlreich, teilweise gut gerundet vorhanden. Die Aggregation ist überwiegend krümelig (*crumb*) bzw. subpolyedrisch (*subangular blocky*). Innerhalb der Matrix sind Tonlinsen, die aufgrund ihrer deutlich feinkörnigeren Struktur und ihrer Homogenität erkannt werden können, sichtbar.

TCH 56 wurde aus einer Tiefe von etwa 80 cm unter der GOK aus dem IlyelCc-Horizont entnommen (Abb. 5.79). Das *c/f* ist enaulisch (*enaulic*) bis porphyrisch (*porphyric*). Die braune Matrix zeigt unter gekreuzten Polarisatoren eine *crystallitic bf*. An Stellen, an denen Kalk ausgewaschen wurde, ist die *bf* undifferenziert (*undifferentiated*). Risse (*planes*) und Gänge (*channels*) durchziehen die Probe. Vor allem im oberen Viertel ist ein plattiges Gefüge (*platy microstructure*) gut ausgebildet (Abb. 5.82 und Abb. 5.83). Unterhalb sind überwiegend Polyeder und Subpolyeder (*angular blocky and subangular blocky peds*) charakteristisch. Hohlräume sind mit feinkristallinem Gips ausgekleidet. Die anthropogene Herkunft des Sediments ist anhand der Knochen- und Holzkohlefragmente nachweisbar (Abb. 5.84 und Abb. 5.85).

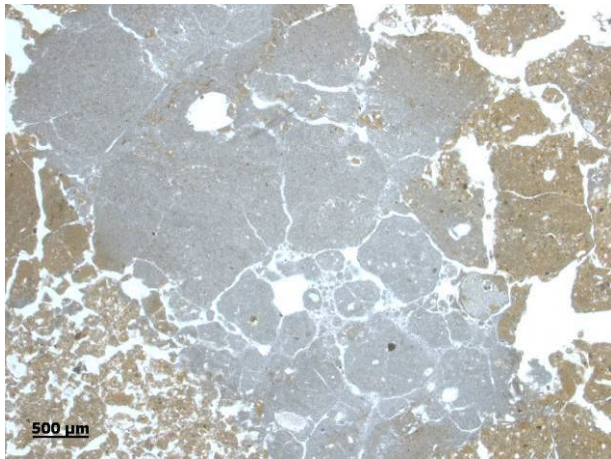


Abb. 5.80: TCH 55: Kalkkonkretion (PPL).

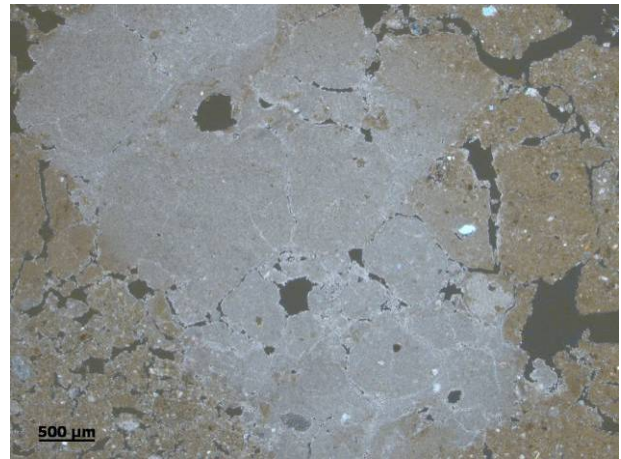


Abb. 5.81: Wie Abb. 5.80: Kalkkonkretion (XPL).

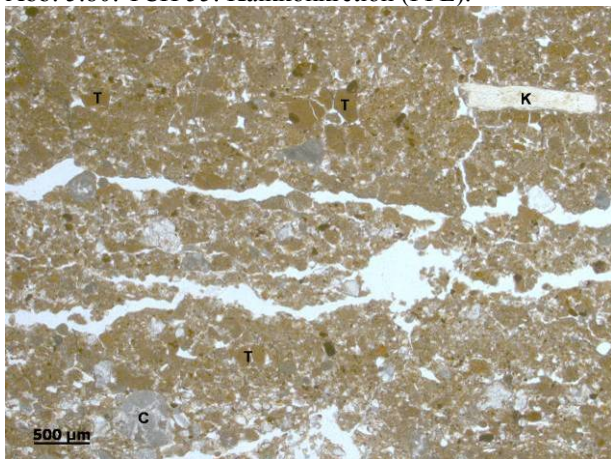


Abb. 5.82: TCH 56: Plattiges Gefüge, Tonlinsen (T), Knochenfragment (K), Kalksteinfragment (C) (PPL).

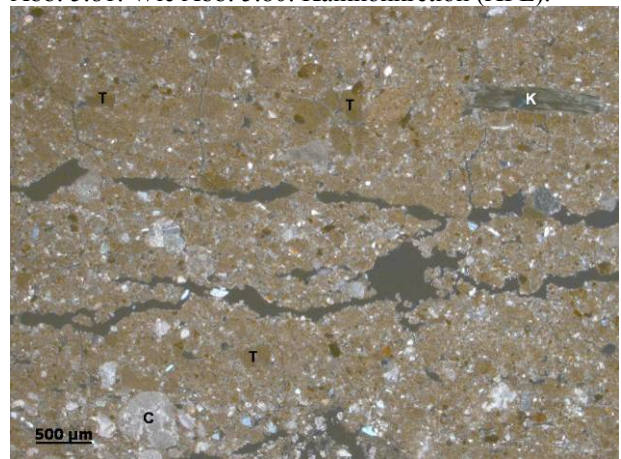


Abb. 5.83: Wie Abb. 5.82: Plattiges Gefüge, Tonlinsen (T), Knochenfragment (K), Kalksteinfragment (C) (XPL).

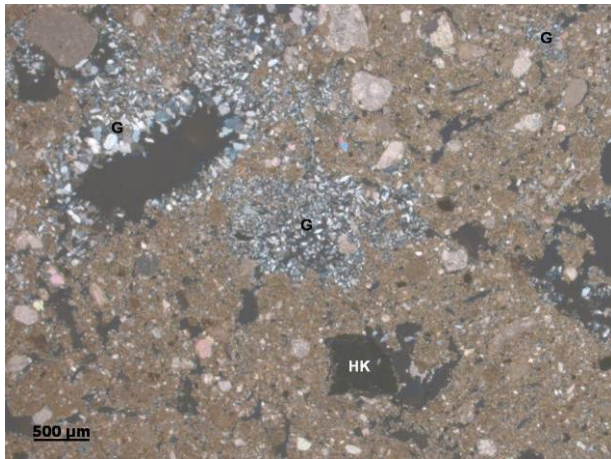


Abb. 5.84: TCH 56: verbranntes organisches Material (HK). Feinkristalliner Gips in Hohlräumen (G) (XPL).

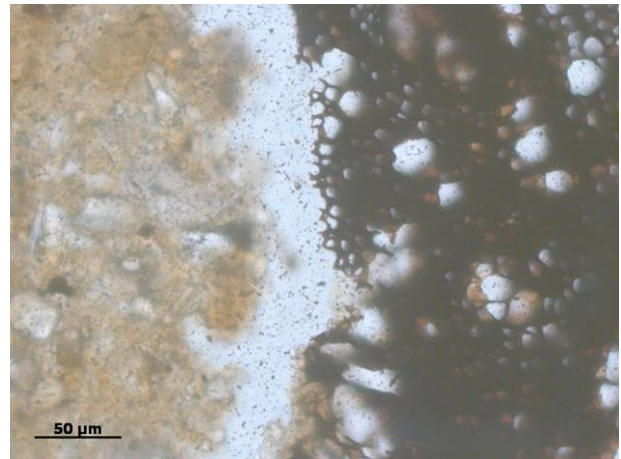


Abb. 5.85: TCH 56: Detailausschnitt aus Abb. 5.84: verbranntes organisches Material. Zellstrukturen sind gut erkennbar (PPL).

5.2.6.1 Diskussion P10

Der sekundären Kalkausfällungen im eCkc-Horizont wegen, muss dieser als *calcic horizon* benannt werden. Die im Dünnschliff erkennbaren Gipsüberzüge sind mit den Laboranalysen nicht parallelisierbar. Der Gipsgehalt kann deshalb nicht namensgebend sein. Ein *gypsic horizon* kann nicht benannt werden. Der Boden, der sich in den Aufschüttungen des Glacis entwickelt hat, muss somit als *haplic Calcisol* (ha CL) (WRB 2007) bezeichnet werden. Die Dreiphasigkeit des Profils an diesem Standort ist auch im Gelände gut erkennbar. Die mikromorphologischen Analysen umfassen zwei Schichten des Profils.

Die laborchemischen Daten zeigen deutliche Unterschiede auf. Eindeutig waren die Unterschiede hinsichtlich der C_{org} -Gehalte und des Gesamtphosphatgehaltes. Diese weisen darauf hin, dass die Schicht II des Glacis aus einem anthropogen genutzten Material aufgeschüttet wurde. Die hohen Phosphatwerte sind typischerweise in Sedimenten auffindbar, die näher der Oberfläche liegen und anthropogen überprägt sind. Auch die Holzkohle- und Knochenfragmente weisen auf die anthropogene Herkunft des Materials hin. Es lässt sich auch vermuten, dass der IIyelCc-Horizont zeitweise oberflächennah anstand oder aber Material zur Aufschüttung des Glacis' genutzt wurde, das oberflächennah an einem anthropogen beeinflussten Standort abgetragen wurde. Knochenfragmente und teilweise verbranntes organisches Material sind Spuren dieser anthropogenen Nutzung.

Das im Dünnschliff beschriebene plattige Gefüge könnte ein Hinweis für Begehung bzw. Verdichtung einer Oberfläche sein. So könnte hier der Bau kurzzeitig unterbrochen worden sein, so dass eine Zwischenverdichtung zu sehen ist. Auch nach einer Zerstörung wurden Glacis vermutlich wieder aufgeschüttet (WEIKEN & WENER 1995), wobei an dieser Stelle keine

Anzeichen einer Störung erkennbar sind. Lediglich die unterschiedlichen Sedimente waren auch schon am Profil deutlich erkennbar. In den Laborergebnissen und in der mikromorphologischen Analyse spiegelt sich dieser Unterschied eindeutig wider.

Die Schicht II wurde aus zuvor anthropogener Nutzung entnommen, vermutlich Material von der Oberfläche des Tells. Nach einer Verdichtung wurde das Glacis um die Schicht I, die vermutlich aus natürlichen Hochflutsedimenten besteht, erweitert. Ob zwischen den Aufschüttungsphasen zeitliche Diskordanzen liegen, kann ohne eine Datierung des Sediments mit den hier eingesetzten Methoden nicht beantwortet werden. Auf die pedogenen Prozesse haben die unterschiedlichen Sedimente keinen Einfluss.

5.2.7 Zusammenfassung der Pedogenese im Siedlungsschutt des Tells Chuera

Der technogenen Herkunft der Ausgangsmaterialien wegen muss vor jede Referenzboden-Gruppe der Präfix-Qualifier *technic* vorangestellt werden. Die Böden, die sich in den Baumaterialien und im Schutt des Tells Chuera entwickelt haben, sind in ihrer Entwicklung stark abhängig vom Ausgangsmaterial. Überwiegend haben sich in dem anthropogen beeinflussten Material *Calcisols* gebildet. Dies ist der Fall, wenn es sich bei dem Ausgangssubstrat um reinen Lehmziegelschutt handelt. Die beiden *technic calcic Gypsisols* (te cc GY) (P1 und P4) beinhalten ehemalige Begehungshorizonte. Die Laufhorizonte bestehen zwar nicht aus konstruiertem Gipsestrich, jedoch wurde Gips, der auf dem gesamten Tell verbaut wurde, vermutlich durch Abspülung und äolisch akkumuliert und nach dem Zerfall der Siedlung in die Pedogenese einbezogen, so dass *gypsic horizons* entstanden. Die Böden müssen daher als *technic calcic Gypsisols* (te cc GY) bezeichnet werden. Auch an der fossilen Oberfläche des begrabene Bodens (P8) hat sich vermutlich CaSO_4 angereichert, das anschließend gelöst, verlagert und rekristallisiert wurde und so einen *gypsic horizon* gebildet hat. Calcit, der sich später auf den Gipskristallen angelagert hat, muss aus der Überdeckung des fossilen Bodens stammen.

Die Genese aller Böden auf dem Tell Chuera ist unabhängig vom Ausgangsmaterial dieselbe. Als Hauptprozess der Bodenbildung muss die starke bioturbate Durchmischung und damit die Einarbeitung der organischen Substanz benannt werden. Das organische Material stammt dabei aus der natürlichen Vegetation, vor allem aus den Wurzeln und den nicht abgeweideten Pflanzenresten, die auf der Siedlung verbleiben. Aufgrund der Humusanreicherung konnte an einem der untersuchten Bodenprofile ein *mollic horizon* beschrieben werden, wodurch ein *technic calcic Kastanozem* (te cc KS) ausgewiesen werden konnte. Der Standort weist aller-

dings gegenüber den weiteren auf dem Siedlungshügel untersuchten Standorten keine auffälligen Unterschiede auf, die darauf hindeuten würden, dass sich mehr organisches Material angereichert haben könnte. Eine Untersuchung des Standortes bezüglich der Vegetation wäre an dieser Stelle sinnvoll.

5.3 Zusammenfassung Böden

Die auf und um Tell Chuera untersuchten Böden ähneln sich stark in ihrer Genese.

Drei pedogene Prozesse stehen bei der Bodenbildung im Vordergrund:

- die bioturbate Durchmischung der Böden,
- die Gefügebildung
- die sekundäre Anreicherung von Kalk in den Unterbodenhorizonten.

In Tab. 5.5 sind die untersuchten Standorte zusammengestellt. Unabhängig von Standort, Entwicklungsbeginn und Entwicklungsdauer sind diese Prozesse an allen Böden auf und um Tell Chuera erkennbar.

Die am häufigsten vertretene Referenzbodengruppe ist die der *Calcisols*. In den natürlichen Sedimenten entwickelten sich typischerweise *haplic Calcisols*. Im Tellschutt bilden sich aufgrund der anthropogenen Herkunft des Ausgangssubstrates *technic Calcisols*. An Standorten, an denen ein Begehungshorizont in dem Profil sichtbar war, bzw. die im Siedlungshiatus an der Oberfläche lagen, wurden aufgrund der Ausbildung eines *gypsic horizon* als *Gypsisols* benannt.

An einem Standort auf dem Ruinenhügel hat sich durch Humusanreicherung ein *mollic horizon* entwickelt. Zusammen mit der Kalkverlagerung bedingt dieser die Zuordnung zur Referenzbodengruppe der *Kastanozems*. Dies zeigt, dass sich beim Verbleiben der natürlichen Vegetation am Standort durchaus *mollic horizons* bilden können. Die Bildung eines *mollic horizons* war auch für Böden, die sich in den natürlichen Sedimenten entwickelt haben, angenommen worden (Siehe Kap. 5.1.4).

Die Ausfällungstiefe des Kalks entspricht der winterlichen Durchfeuchtungstiefe von etwa 40 cm in allen untersuchten Substraten. Der angereicherte Kalk lässt sich mikromorphologisch eindeutig als Calcit (CaCO_3) charakterisieren. Die Auswaschung des Calcits ist nur mikromorphologisch an wenigen Stellen erkennbar. Einige Zonen der Matrix sind an Mikrit ver-

armt und zeigen an diesen Stellen eine undifferenzierte Doppelbrechungsstruktur (*undifferentiated bf*).

Tiefer unter der GOK als die Kalkanreicherung ist die Akkumulation von Feinmaterial bzw. Toneinspülungen in Grobporen erkennbar. Dieses Phänomen ist auf die Verlagerung des Feinmaterials und des Tons mit dem präferenziellen Wasserfluss zurückführbar und an das Makroporensystem gebunden. Die Translokation konnte am fossilen Boden ebenso wie in rezenten Böden beobachtet werden.

Unterschiede in der Bodenart sind meistens an Schichtwechsel gebunden. Besonders auffällig ist dies in den anthropogenen Substraten des Ruinenhügels.

Durch die mikromorphologischen Untersuchungen konnten keine pedogentischen Merkmale erkannt werden, die einen Hinweis auf eine Klimaveränderung geben. Quantitative und qualitative Unterschiede der Calcitranslokation sind nicht an bestimmte Standorte oder Zeitfenster gebunden. Lediglich an einem Standort, dem Grabschacht (P7A), konnte eine stärkere Decalcifizierung bei gleichzeitiger kleinräumiger sekundäre Calcitkristallisation eindeutig ausgemacht werden. Dies ist jedoch auf die aufgelockerte Lagerung und somit bessere Wasserzügigkeit zurückzuführen, die bei der Anlage der Grabkammer entstanden ist.

Tab. 5.5: Übersicht der Böden.

Böden im Siedlungsschutt des Tells Chuera					
Bezeichnung	Standort (vgl. Abb.3.1 und 3.2)	Ausgangsmaterial	Horizontierung	Referenzbodengruppe (WRB 2007)	
Profil P1	Nähe Grabungsareal K	Tellschutt mit Begehungsfläche	eAh/IIeAh(x)/IIyeIcC/IIIyeIcC/IVyeIcC	<i>technic calcic Gypsisol (endoclayic)</i>	
Profil P2	Unterhalb Mitannibau	Tellschutt	eAh/eAxb/Ah(x)/yelC(c)/IIyeIcC	<i>technic calcisol</i>	
Profil P3	Zentralsenke	Tellschutt	eAh/eAxb/yelC(c)/yelCc/yelC/IIyeIcC	<i>technic calcisol</i>	
Profil P4	H IV H5 Süd-West-Quadrant	Tellschutt mit Begehungsfläche	eAh/eAxb/yelC(cz)/yelCcz/IIyeIcCz	<i>technic calcic Gypsisol</i>	
Profil P8	Nähe Häuserviertel K	Tellschutt mit Begehungsfläche	eAh/eMc/IIeMc/IIIfeAh/IIIyeIcC	<i>technic calcic Kastanozem über technic Gypsisol</i>	
Profil P10	Stadtmauerschnitt Z	Ungelagerter HFL über Tellschutt	eAh/eAch/yeCkc/IIyeC/IIyeCc/IIIcC	<i>haplic Calcisol</i>	
Böden in der Umgebung des Tells Chuera					
Profil P5	Hohlweg Senke		eAp/eM1/eMc2/IIelCc/IIelCv/IIIelCv	<i>haplic Calcisol (calcic Kastanozem)</i>	
Profil P6	Hohlweg Ackerfläche		eAp/elCkc/elC(c)/IIelCv	<i>haplic Calcisol (calcic Kastanozem)</i>	
Profil P7	Gräberfeld HFL		Ap/IIelCc/IIelCkc/IIIelCv	<i>haplic Calcisol (endoclayic) (calcic Kastanozem (endoclayic))</i>	
Profil P7A	Gräberfeld Schachtgrab			<i>haplic Calcisol (calcic Kastanozem)</i>	
Profil P9	Baugrube südlich TCH		reAp/eCkc/IIelC/IIIelCz	<i>haplic Calcisol</i>	

6. Nutzung und Entstehung ausgewählter Bereiche des Tells Chuera

In diesem Kapitel wird an ausgewählten Beispielen die Nutzung von Räumen, offenen Flächen und Straßen des Tells Chuera untersucht. Oftmals kann aufgrund von wenigen Funden nur vermutet werden, wie Bereiche genutzt wurden, bzw. ob sie nur für den Menschen oder auch für Tiere zugänglich waren. An diesen Stellen kann die Methode der Dünnschliffanalyse Einblick über die Makrobefunde hinaus geben. Wegen des hohen Zeitaufwands der mikromorphologischen Bearbeitung (siehe Kapitel 2.3) konnten für diese Arbeit nur in ausgewählten Arealen Proben entnommen werden. Ein Raum im Grabungsareal Bereich T, der Stadtwallschnitt Z mit der sich dahinter befindenden Ringstraße, sowie das Glacis an derselben Sektion Z wurden untersucht (Abb. 3.2).

Bei den Beschreibungen der Dünnschliffe wird nicht wie in den vorangegangenen Kapiteln systematisch vorgegangen, sondern es werden die für die Funktionsbeschreibung relevanten Merkmale beschrieben und analysiert.

6.1 Bereich T

Der untersuchte Gebäudekomplex im Bereich T (Abb. 3.2; Punkt 19: Bereich T) umfasst mehrere Räume, einen Anbau, Hofflächen und einen schmalen Korridor (Abb. 6.1). Weil die Funktion der Raumes H und des angrenzenden Korridors nicht eindeutig ist, war es wichtig, über die archäologische Befundinterpretation hinaus, mit Hilfe der Dünnschliffanalyse, Belege zur Nutzung des Raumes und der Gasse zu erhalten. Grenzte der Korridor die Gebäude mit den Räumen H und C, bzw. J nur baulich voneinander ab oder wurde er tatsächlich als Durchgang genutzt?

Der beprobte Raum und der angrenzende Korridor stammen aus der Periode Tell Chuera ID (etwa 2300 BC). Im Raum H wurden keine Installationen, Gruben oder sonstige deutbaren Einbauten gefunden. Die angrenzenden Gebäude hingegen enthielten ausgeprägte, gut erhaltene Estrichböden, Vorratsgruben, Bänke und ähnliche Installationen.

Die mikromorphologische Analyse umfasste vier Dünnschliffe ehemaliger Begehungsflächen des Raumes H und des Korridors. Im Westprofil des Raumes und in der angrenzenden Gasse wurden jeweils zwei Proben aus unterschiedlichen Tiefen entnommen. Die schwach ausgeprägten Laufhorizonte in den unterschiedlichen Tiefen waren auch makromorphologisch er-

kennbar. Aus der gleichen stratigraphischen Ebene wurden auch innerhalb des Gebäudes Proben von ehemaligen Begehungshorizonten entnommen.

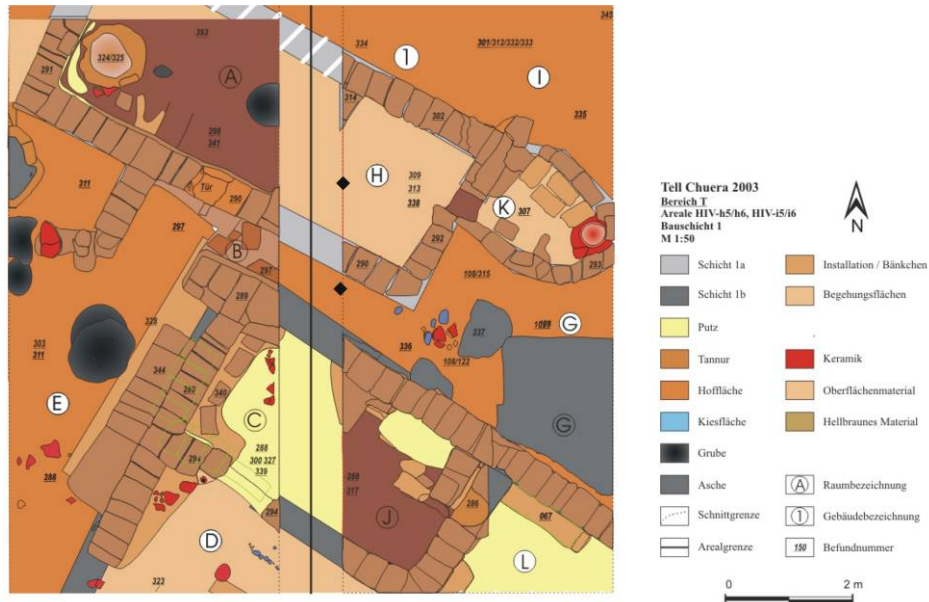


Abb. 6.1: Gebäudekomplex im Bereich T. Die schwarzen Rauten markieren die Probenentnahmestellen im Raum H und im angrenzenden Korridor (KRASNIK 2003, verändert).

Korridor

Die Probe **TCH 1** wurde aus der oberen Begehungsschicht des Korridors entnommen. Bereits makroskopisch ist in diesem Dünnschliff eine Dreiteilung erkennbar. Der Schliff ist im unteren Bereich rötlich braun und oberhalb graubraun, was auf Ascheablagerungen hinweist. Der oberste Abschnitt ist stärker mit Holzkohle und organischen Resten durchsetzt und erscheint deshalb dunkler. Hier weist geschmolzenes Material auf eine starke Hitzeeinwirkung hin (Abb. 6.2). Dieses Material ist isotrop und könnte sich aus geschmolzenen Phytolithen zusammensetzen.

Über den gesamten Schliff verteilt sind Holzkohlereste erkennbar. Etwa in der Mitte des Schliffs zieht sich über zwei Drittel der Breite ein etwa 1-3 mm starkes Band mit deutlich dunklerer Färbung durch die Probe. Dieses Band erweist sich im mikroskopischen Bild als eine Akkumulation von Holzkohleflittern. Direkt unterhalb befinden sich Kalkgesteinsfragmente, die auffällige Verbrennungsmerkmale in Form von peripheren dunklen Verfärbungen zeigen.

Zwei linsenförmige Ablagerungen können als Mörtel identifiziert werden. Wahrscheinlich handelt es sich Verputz, der an den Hauswänden aufgebracht war. Dieser könnte durch Abrieb von den Wänden der nur etwa 80 cm breiten Gasse als linsenförmige Ablagerung auf den Boden gelangt sein.

Unterhalb von TCH 1 wurde **TCH 2** ebenfalls aus einer Begehungsschicht des ehemaligen Korridors entnommen. Die Probe ist durchzogen mit Verbrennungsmerkmalen, Holzkohlefragmenten (bis 0,4 mm), zahlreichen Kohleflittern, verbrannten Kalksteinfragmenten, vermutlich geschmolzenen Phytolithen und Pflanzenasche. Ein verkohltes Getreidekorn ist deutlich erkennbar (Abb. 6.3).

Die Schicht ist stark durchmischt und im unteren Drittel der Probe ist eine vertikale Ausrichtung von geschichtetem Material (Abb. 6.4) mit zahlreichen Phytolithen sichtbar. Diese Durchmischung ist ein Zeichen für häufige Begehung. Jedoch nicht allein durch Menschen, sondern aufgrund der Vertikalstellung ganzer Aggregate kann von einer Begehung durch Tiere ausgegangen werden (pers. Mitt. R. MACPHAIL 2006). Bei der Begehung des vermutlich zuvor locker gelagerten Sediments durch Menschen, wäre es zu einer horizontalen Verdichtung, die sich durch ein plattiges Gefüge erkennen ließe, gekommen (GOLDBERG & MACPHAIL 2006).

Die durch Verlagerung abgerundeten Gesteinsfragmente weisen ebenfalls auf eine hohe Frequentierung der Gasse hin. Vergleicht man die Proben aus dem Hausinneren (s.u. Raum H) findet man deutlich weniger dieser gerundeten Gesteinsbruchstücke.

In TCH 2 sind fäkale Sphärolite an vielen Stellen erkennbar. Diese sind jedoch nicht als zusammenhängende Dungreste erkennbar, sondern treten vereinzelt auf, so dass diese vermutlich verschleppt worden sind.

Hohlräume der Proben des Korridors sind zumeist mit sekundären Calcit- und Gipskristallen ausgefüllt bzw. die Porenwände sind damit überzogen. Auch Anhydrit als Pseudomorphose nach Gips füllt einige Poren. Diese Salze bilden sich typischerweise häufiger in ungeschütztem, nicht überdachtetem Areal (MATTHEWS et al. 1997).

Raum H

TCH 3 ist der obere der zwei innerhalb des Raumes H entnommen Bodenmonolithe. Die Probe ist etwa in der Mitte zweigeteilt. Die untere Hälfte besteht aus hellem, grauem Material. Eine Schichtung innerhalb der Probe ist trotz einiger Störungen noch gut erkennbar. Die Teilung ist makroskopisch betrachtet deutlich durch ein etwa 8x16 mm großes, umgelagertes,

miozänes, sparitisches Kalksteinfragment gekennzeichnet. Dieses hat eine sekundäre Calcitkristallkruste an seiner jetzigen Oberseite. Das Steinfragment ist stark verändert, wahrscheinlich verbrannt, und dadurch an den Rändern dunkel gefärbt. In einigen Teilen sind noch Strukturen des miozänen Ausgangsgesteins sichtbar (Abb. 6.5). Neben Kalksteinfragmenten finden sich wenige, wahrscheinlich verbrannte Knochenfragmente (Abb. 6.6), sehr viele Phytolithe, fäkale Sphärolithe (Abb. 6.7 und Abb. 6.8), postdepositionaler Gips und Anhydrit. Im Vergleich mit den im Korridor entnommenen Proben gibt es weniger Durchmischung.

Wiederkehrende Bänder aus Phytolithensträngen weisen auf Pflanzen- oder Strohmatte hin (Abb. 6.9 und Abb. 6.10), die den Hausboden bedeckt haben könnten. Beim Betreten dieser Maten wurden fäkale Sphärolithe eingetragen, die sich angereichert haben und massiv zwischen den Phytolithensträngen der Maten auftreten (Abb. 6.10). Im Gegensatz zur Begehung durch Tiere, bei der die Durchmischung der Sedimente ausgeprägt ist, wird bei der Begehung durch Menschen das Material horizontal verdichtet (MATTHEWS et al. 1997). Dieses typische Merkmal findet man unterhalb der Matte, wo sich gleichzeitig mit der Verdichtung vertikale, wiederverfüllte Risse gebildet haben. Durch die Kompaktion und anschließende erneute Begehung zustande gekommen, wurden diese Risse mit darüber liegendem Material verfüllt (Abb. 6.11).

Die Probe **TCH 4** wurde ebenfalls im Raum H unterhalb von TCH 3 entnommen. In den obersten 2 cm des Schliffes gibt es Anzeichen für einen konstruierten Fußboden, der aus gestampftem Lehm mit Kalksteinfragmenten, Ooiden, Holzkohlefaltern und einer organischen Magerung bestand. Die pflanzliche Magerung zeigt sich heute in den Pflanzenpseudomorphosen in Form der typischen elliptischen Hohlräume. Abgesehen von den Hohlräumen der Pseudomorphosen ist die Struktur weit porphyrisch (*open porphyric*). Darunter folgt das gleiche Sediment, das etwas lockerer gelagert ist. Dies ist vermutlich ein Teil des konstruierten Bodens, der weniger stark verdichtet wurde.

Unterhalb dieser ehemaligen Begehungsoberfläche liegt ein großer, waagrecht über den gesamten Schliff verlaufender Hohlraum, der vermutlich durch Erschütterungen während des Probentransportes entstanden ist.

Darunter findet sich eine graue, etwa 3 mm starke Schicht, enaulischer (*enaulic*), locker gelagerter Struktur. Kalk liegt fein verteilt mikritisch in der Matrix vor. In dieser Schicht sind Kalksteinfragmente, zahlreiche Holzkohlefaltern, vereinzelt geschmolzenes Material, wenige Phytolithe sowie durch Hitze verbranntes rotes Sediment vereint. Diese Materialienzusam-

mensetzung ist typisch für Asche. Anscheinend wurde diese umgelagert, da Merkmale einer *in situ* Verbrennung in diesen Proben gänzlich fehlen.

Die untere Schicht ist durch Asche mit zuvor beschriebenen Merkmalen geprägt. Dunklere Abschnitte beinhalten lediglich einen höheren Anteil an Holzkohleflittern.

Linsenförmiger und feinkristalliner Gips sind innerhalb des Schliffes von sekundärer Natur.

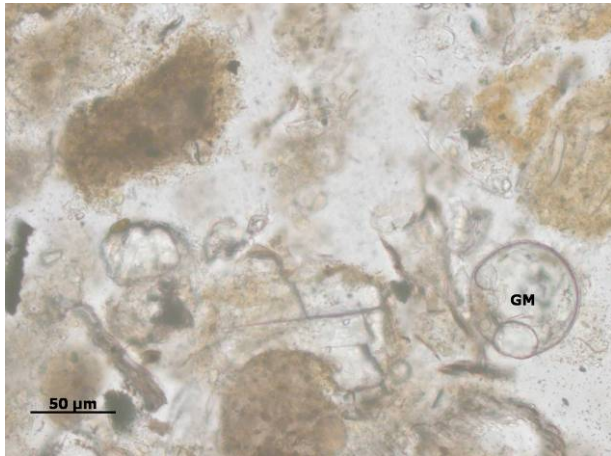


Abb. 6.2: TCH 1: Blasig geschmolzenes Material (GM) (PPL).

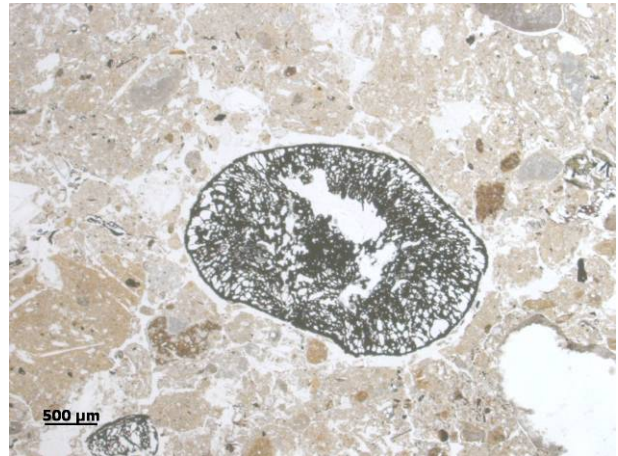


Abb. 6.3: TCH 2: Verkohltes Getreidekorn (PPL).

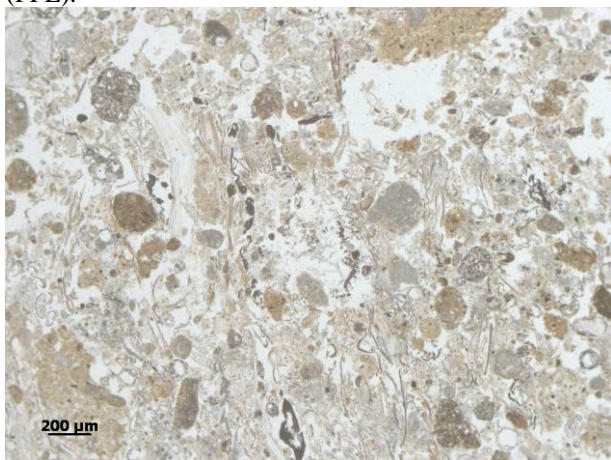


Abb. 6.4: TCH 2: Vertikal aufgestellte Schichtung durch „Trampling“ (PPL).

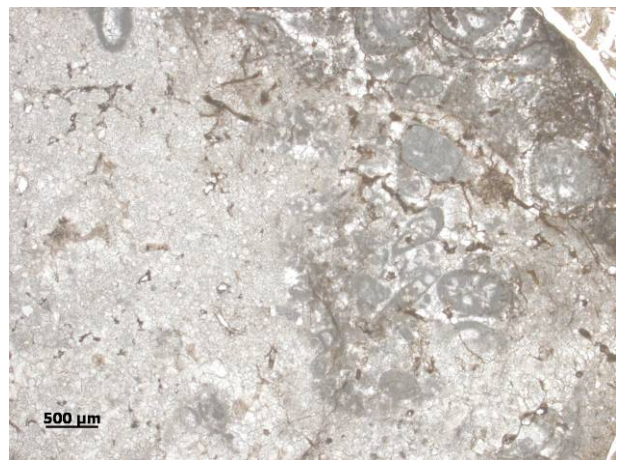


Abb. 6.5: TCH 3: Kalkstein mit deutlichen, fossilen Strukturen (PPL).

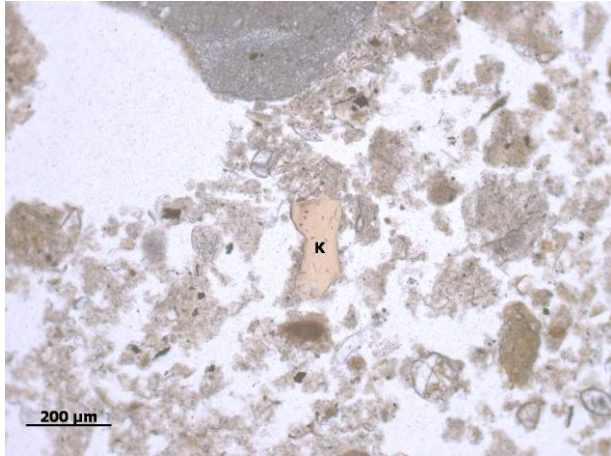


Abb. 6.6: Frisches Knochenfragment (K) (PPL) in TCH 3.

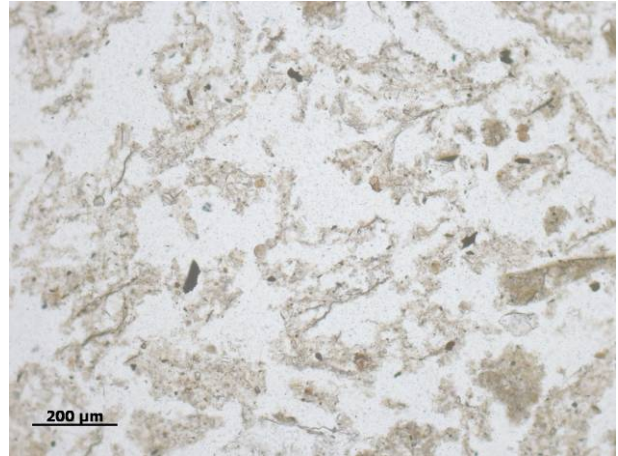


Abb. 6.7: TCH 3: Locker gelagerte Phytolithe (PPL).

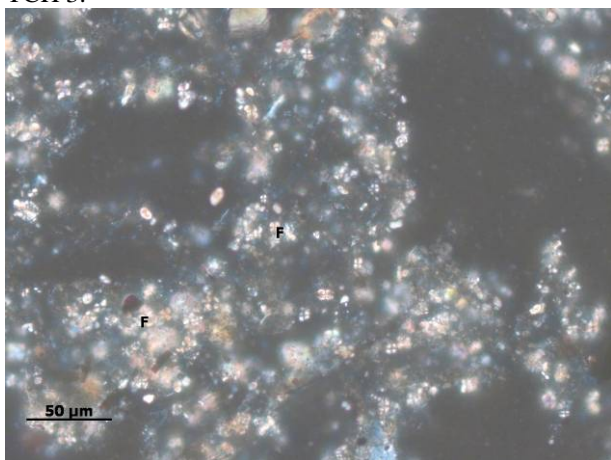


Abb. 6.8: Vergrößerter Ausschnitt aus Abb. 6.7: Sphärolithe (F) sind hier deutlich erkennbar (XPL), Phytolithe sind ausgelöscht.

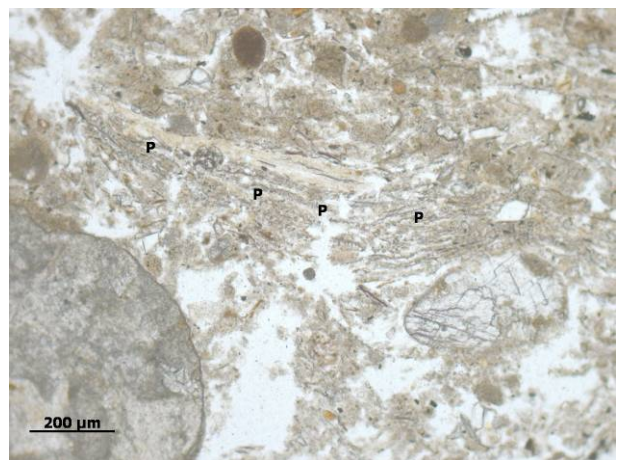


Abb. 6.9: TCH 3: Pflanzenmatte bestehend aus Phytolithensträngen (P) (PPL).

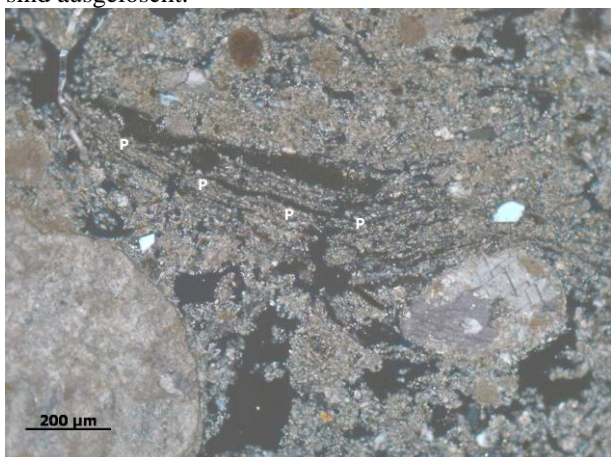


Abb. 6.10: Pflanzenmatte bestehend aus Phytolithensträngen (P) (XPL).

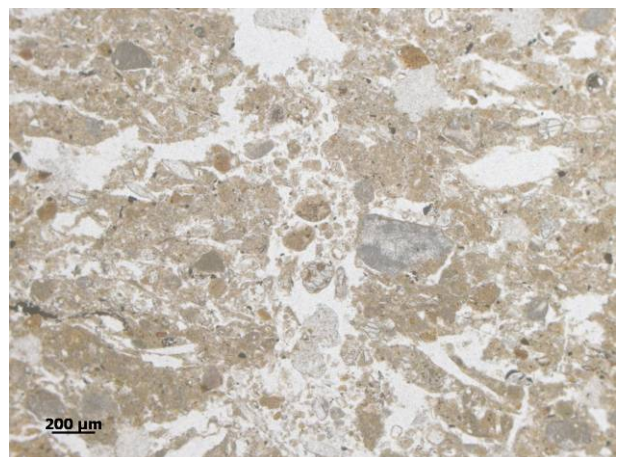


Abb. 6.11: TCH 3: Senkrechter, verfüllter Riss (PPL).

6.1.1 Diskussion Bereich T

Die Beschaffenheit der Proben aus dem Bereich T weist auf den Einfluss von hohen Temperaturen, wahrscheinlich über 600°C, hin. Die Materialien im Korridor sind stark durchmischt und lassen aufgrund von vertikalen Strukturen eine Begehung durch Tiere („*Trampling*“) erkennen. Es ist sichergestellt, dass die Gasse ein viel frequentierter Weg war, der von Tieren ebenso wie von Menschen genutzt wurde.

Im Gebäudeinneren sind geschichtete Ablagerungen noch deutlich erkennbar und konstruierte Fußböden bzw. mit Matten ausgelegte Böden sind wahrscheinlich. MATTHEWS et al. (1997) beschreiben diese Art der Ablagerung als typisch für überdachte und mit Pflanzenmatten ausgelegte Räume. Die fäkalen Sphärolite wurden hier vermutlich eingeschleppt und sind aufgrund des alkalischen Milieus erhalten geblieben und haben sich angereichert. Es finden sich keine weiteren Hinweise auf Dungrückstände, die als Nachweis von Tieren in dem Raum dienen könnten. Die Reste einer vermuteten Pflanzenmatte sowie die wenigen Verunreinigungen (Kohleflitter etc.) weisen darauf hin, dass der Raum anscheinend für „saubere“ Aktivitäten, z.B. als Schlaf- oder Essraum genutzt wurde (MATTHEWS et al. 1997).

6.2 Stadtmauerschnitt Z, Ringstraße

In der Grabungskampagne des Jahres 1958 wurde erstmalig der Wall an der Stelle des heutigen Grabungshauses untersucht. Dabei wurden die oberflächlichen Strukturen erkannt. Zur Bauweise des Walls wurden jedoch keine Erkenntnisse gewonnen (ORTHMANN 1990). 1990 wurde die Stadtmauergrabung P angelegt (NOVAK 1995). An dieser Stelle ist die aus Lehmziegeln errichtete Stadtmauer knapp sieben Meter hoch und über fünfeinhalb Meter breit. Davor wurde aus Bauschutt und Asche ein Glacis aufgeschüttet. In einer späteren Bauphase wurde – sechs Meter vorgelagert – eine weitere Lehmziegelmauer erbaut. Das Glacis wurde durch Aufschüttung erhöht. Außerhalb dieser vorgelagerten Mauer konnte der natürliche Boden nicht durch eine Grabung erreicht werden, was das Vorhandensein eines Grabens vermuten lässt und den Befund einer Probebohrung aus dem Jahr 1989 bestätigt. Das Gründungsalter der Stadtmauer ist unklar. Scherbenfunde deuten auf Tell Chuera IC (2500 BC), spätestens Tell Chuera ID (2350 BC) hin.

Der mikromorphologisch untersuchte Stadtmauerschnitt Z liegt im Südwesten der Unterstadt (Abb. 5.45, Punkt 18: Stadtmauerschnitt Z) und schneidet nicht nur das Glacis und den Stadtwall, sondern auch die innerhalb der Umwallung gelegene Ringstraße. Die Ergebnisse der

geomagnetischen Prospektion zeigen deutlich eine Straßenführung parallel zur Stadtumwallung. Die Straße wurde bereits zur Gründungszeit der Unterstadt angelegt, beginnt anscheinend im Norden und verläuft bis zu einem Platz im Südosten (MEYER in Vorbereitung). Die offene Baustruktur der Unterstadt, die durch die geomagnetischen Untersuchungen erschlossen wurde, legt die Funktion der Unterstadt als Lager- und Produktionsstandort nahe (MEYER in Vorbereitung). Ob im Bereich der Unterstadt Tierhaltung stattgefunden hat bzw. Tiere die Straße genutzt haben, sollte mit Hilfe der Mikromorphologie geklärt werden. Aus diesem Grund wurden am Stadtmauerschnitt Z aus dem angeschnittenen Straßenprofil insgesamt vier Bodenmonolithe entnommen (Abb. 6.12).



Abb. 6.12: Stadtmauerschnitt Z, Ringstraße

Die Probe **TCH 78** wurde 130 cm unterhalb der heutigen Geländeoberkante entnommen. Makroskopisch sichtbar sind dichte und dadurch dunkler erscheinende Bereiche, die sich horizontal durch die Probe ziehen. Die Struktur des Substrates erscheint dicht, enaulisch, jedoch mit vielen elliptischen, horizontal ausgerichteten Hohlräumen, die als Pflanzenpseudomorphosen gedeutet werden können. Die Farbe des Substrates ist typisch gelblich braun. Eine leichte Graufärbung weist auf den Einschluss von Asche hin, was sich durch das Vorhandensein von Holzkohlefragmenten und zahlreichen Holzkohleflittern mikromorphologisch bestä-

tigen lässt. Pflanzenreste sind ein weiterer Bestandteil. Feuersteinbruchstücke, Basaltfragmente sowie zahlreiche Kalkstein- und Molluskenfragmente sind vorhanden. Einige der Kalksteinfragmente zeigen deutliche fossile Strukturen, wie sie in den miozänen Gesteinen der Umgebung vorkommen.

Makroskopisch waren in dem beprobten Profil Knochenstücke und ein Tierzahn erkennbar. Im Dünnschliff gibt es einige Knochenfragmente, die eindeutig als „frisch“ – im Sinne von nicht bearbeitet, verbrannt oder verdaut – bezeichnet werden können (Abb. 6.13 und Abb. 6.14). Aber auch ein Knochenfragment, das sich in seiner Farbe deutlich unterscheidet, wurde gefunden. Im XPL ist dieses Fragment nahezu isotrop, was auf die Abwesenheit des Knocheninhaltsstoffs Apatit zurückzuführen ist (Abb. 6.15 und Abb. 6.16). Fehlt Apatit in der Knochenmatrix kann dies ein Hinweis z.B. auf das Herauslösen des Apatits beim Kochen oder auch eine Lösung beim Verdauungsvorgang sein, was einen Hinweis auf Karnivore sein könnte. Darüber hinaus kann eine Verbrennung des Knochenfragmentes nicht ausgeschlossen werden. Nach CAVALLO (2000) stehen verbrannte Knochen jedoch nicht als Beweis für menschliche Aktivitäten wie Kochen oder Braten. Bei den meisten Zubereitungsarten wird der Knochen durch das Fleisch vor dem Feuer geschützt. Dunkle, teilweise calcifizierte Knochen weisen eher auf eine Verbrennung des ungeschützten, bereits vom Fleisch befreiten Knochen hin (CAVALLO 2000).

Pedogen bedingte sekundäre Calcitausfällungen, welche die Poren ausfüllen bzw. die Porenwände auskleiden, konnten makroskopisch als Pseudomycelien beschrieben werden. Sie sind postsedimentär durch die Verlagerung von Kalk entstanden.

TCH 79 wurde 160 cm unterhalb der rezenten Oberfläche genommen. Der Bodenmonolith wurde innerhalb einer verfüllten Mulde, die sich im Profil über etwa 50 cm verfolgen ließ, entnommen. Dadurch ist er deutlich zweiphasig. Im unteren Bereich sind ausgeprägte Anzeichen anthropogenen Einflusses erkennbar. Wellige Strukturen lassen eine frühere Oberfläche vermuten. Zahlreiche Kohleflechter, Dung- und Pflanzenreste in diesem Bereich sind nur noch fragmentarisch erhalten, was auf eine Zerkleinerung durch Begehung hinweist. Phytolithe und Sphärolithe sind Bestandteil der Matrix. Die Schicht ist durchzogen mit Pflanzenpseudomorphosen. Diese Sequenz ist überdeckt mit einem Substrat aus Lehm und tonigen Abschnitten, in denen man die unterschiedliche Lagerung von feinem tonreichen und leicht größerem Material erkennen kann. Das gröbere Material ist durch einen höheren Anteil an Quarz, Kalksteinfragmenten und anderen Mineralen mit einer Korngröße von bis zu 0,6 mm (Mittelsand) gekennzeichnet. In dieser, die Kulturschicht überlagernden Schicht gibt es kaum Anzeichen

für anthropogenen Einfluss. Lediglich wenige Kohleflitter weisen auf ein menschliches Einwirken hin. Diese Überlagerung scheint eine Materialeinspülung durch Wasser zu sein. Auch die unterschiedlichen Korngrößen sprechen für eine Verlagerung mit wechselnder Wasserkraft. Es ist jedoch keine Laminierung erkennbar, die auf wiederkehrende Niederschlagsereignisse hindeuten würde. Es ist lediglich sichergestellt, dass Wasser an dieser Stelle einen Einfluss hatte. Eine geringe Toneinspülung ist unterhalb der Grenze der Überlagerung zur Kulturschicht erkennbar.

Große Risse und Hohlräume sind oft mit sekundären Kalk- und Gipskristallen nahezu vollkommen ausgefüllt. Auch sind Kalk- und Gipsbeläge an den Porenwänden sichtbar. Neben den postsedimentären Kalk- und Gipsbelägen ist auch feinkristalliner Gips in den Poren erkennbar. Zahlreiche Eisenflecken weisen auf einen hydromorphen Einfluss hin.

178 cm unterhalb der heutigen Geländeoberfläche wurde **TCH 80** entnommen. Diese Probe lässt makroskopisch kaum Strukturen erkennen. Lediglich die vielen elliptischen Hohlräume (*planes*) weisen auf Pflanzenpseudomorphosen hin. Der Schliff beinhaltet mikroskopisch betrachtet ein Gemisch verschiedener Materialien. Asche und Lehmstücke mit länglichen Hohlräumen (*planes*) bestimmen die Matrix. Die elliptischen Hohlräume, die als Pflanzenpseudomorphosen gedeutet werden können, waren ursprünglich wahrscheinlich horizontal gelagert. Heute befinden sie sich nicht mehr in ihrer Ausgangslage, was auf eine Verlagerung durch die häufige Begehung der Straße hindeutet. Dungreste mit fäkalen Sphäroliten und Phytolithen (Abb. 6.17 und Abb. 6.18) weisen auf eine Ablagerung an diesem Ort und somit auf eine Nutzung der Straße durch Tiere, genauer durch Wiederkäuer, hin. Im Ganzen beinhaltet diese Probe eine große Anzahl von fäkalen Sphäroliten, die vermutlich bei der Begehung auf der Straße verteilt wurden. Pflanzenasche, geschmolzenes Material (Abb. 6.19 und Abb. 6.20), Pflanzenreste und Holzkohle – vermischt mit Phytolithen und Sphäroliten – bestimmen die von Asche geprägten Abschnitte. Ein gebranntes Lehmfragment sowie Knochenfragmente sind in der Probe enthalten. Postdepositionale Eigenschaften sind die Auswaschung von Kalk mit anschließender sekundärer Auskristallisation. Auch einzelne postsedimentäre linsenförmige Gipskristalle und feinkristalliner Gips sind in TCH 80 enthalten.

Aus einer Tiefe von 188 cm unter der heutigen Geländeoberkante wurde **TCH 81** entnommen. Die Probe gliedert sich makroskopisch in zwei Phasen. Mikromorphologisch kann im unteren Viertel eine graubraune, stark mikritische Matrix mit elliptischen Hohlräumen, Kalkkonkretio-

nen und Kalksteinfragmenten beschrieben werden. Anthropogener Einfluss zeigt sich durch Holzkohlebruchstücke und Pflanzenasche. Oberhalb schließt sich eine 2-3 mm starke Lage aus verdichtetem, lehmigem Sediment an, die horizontal durch die Probe verläuft und eine klare Grenze anzeigt. Eine Ascheschicht aus Pflanzenasche, Phytolithen, Holzkohlefragmenten und geschmolzenem, mikromorphologisch nicht näher definierbarem Material liegt über dieser Grenzschicht. Auffallend ist die Kalkauswaschung in der Sequenz unmittelbar über der Grenzschicht (Abb. 6.21 und Abb. 6.22). Oberhalb der Ascheschicht liegt ein Gemisch aus teilweise porphyrischer (*porphyric*), dichter, lehmiger Matrix mit Kalkkonkretionen und Einschlüssen von gebranntem Lehm, Holzkohlefragmenten und Knochen. Einige Bereiche zeigen eine krümelige Struktur, deren Hohlräume aber durch Gipskristalle ausgekleidet sind. An wenigen Stellen kann nach der sekundären Gipskristallisation eine Einspülung schluffigen Materials beobachtet werden (Abb. 6.23). Eisenausfällungen sind im gesamten Schliff als hydromorphes Zeichen erkennbar.



Abb. 6.13: TCH 78: Frischer Knochen (K), gut sichtbar die mit Mikrit gefüllten Havers-Kanäle (H) (PPL).

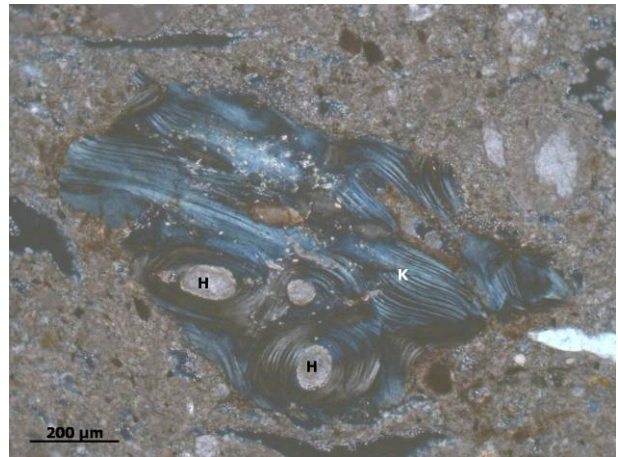


Abb. 6.14: Wie Abb. 6.13: Frischer Knochen (K), gut sichtbar die mit Mikrit gefüllten Havers-Kanäle (H) (XPL).



Abb. 6.15: TCH 78 verbrannter oder verdauter oder gekochter Knochen (K) (PPL).

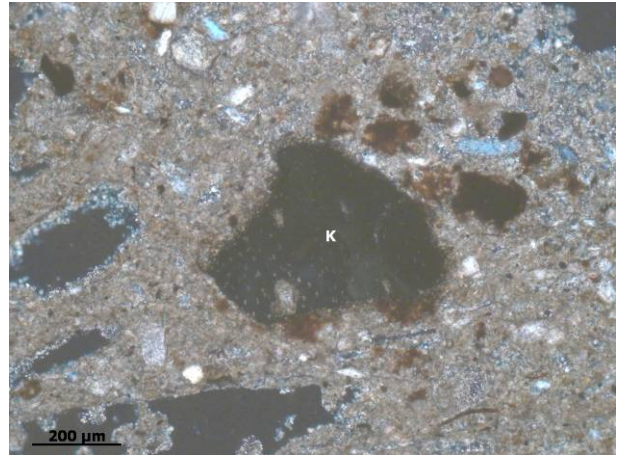


Abb. 6.16: Wie Abb. 6.15: verbrannter oder verdauter oder gekochter Knochen (K) (XPL).

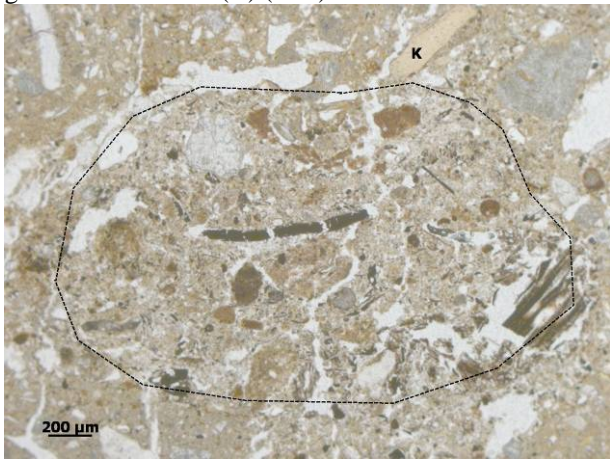


Abb. 6.17: TCH 80: Dungrest innerhalb der Markierung, oberhalb ist ein frischer Knochen (K) sichtbar (PPL).



Abb. 6.18: Wie Abb.6.17: Dungrest innerhalb der Markierung, oberhalb ist ein frischer Knochen (K) sichtbar (XPL).

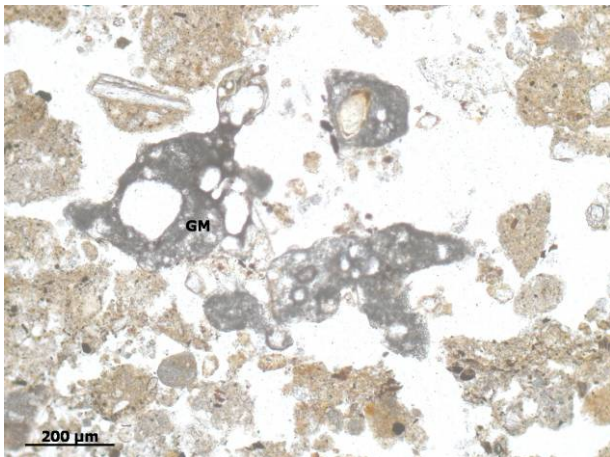


Abb. 6.19: Geschmolzenes Material (GM) in TCH 80 (PPL).

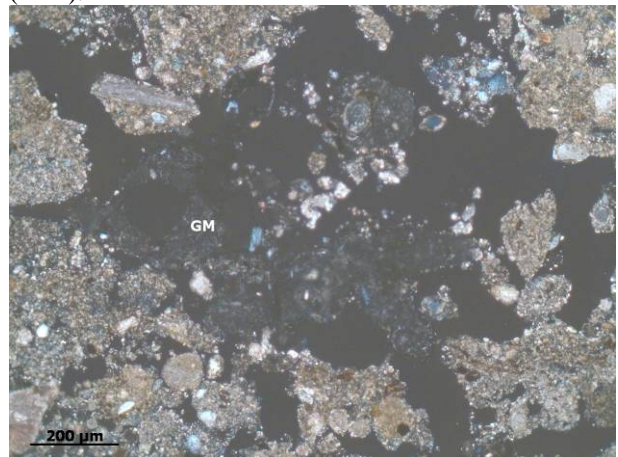


Abb. 6.20: Wie Abb. 6.19: Geschmolzenes Material (GM) in TCH 80 (XPL).

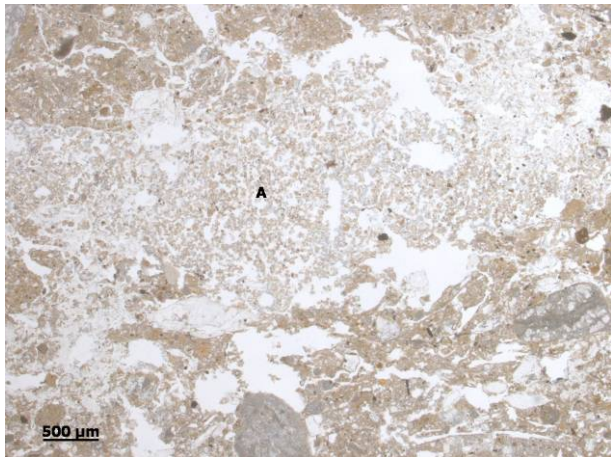


Abb. 6.21: TCH 81: Asche (A) (PPL).

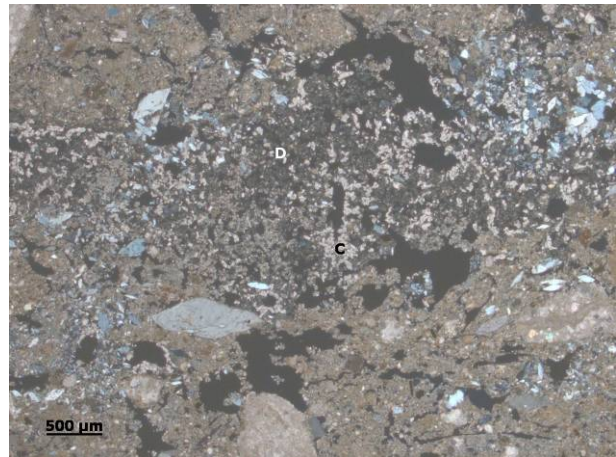


Abb. 6.22: Wie Abb. 6.21: Auswaschung (D) des Calcits (C) aus der Asche ist deutlich erkennbar unter XPL.

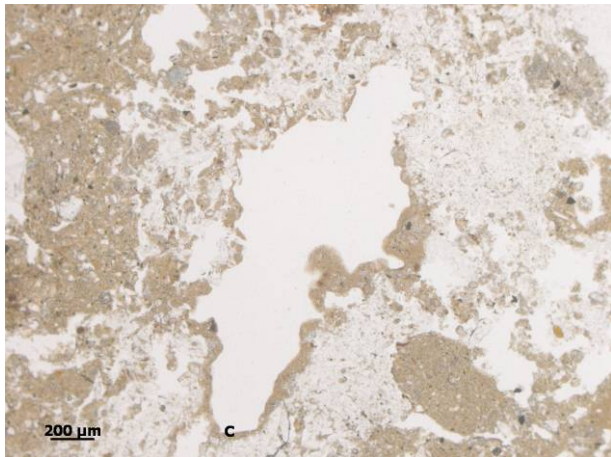


Abb. 6.23: TCH 81 Schluffüberzug (C) (PPL).

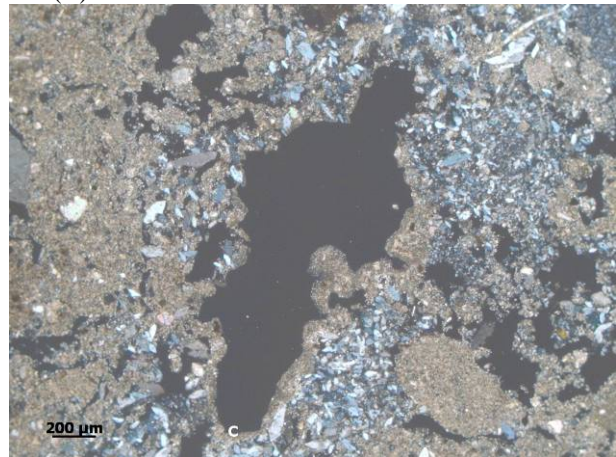


Abb. 6.24: Wie Abb. 6.23: Schluffüberzug (C) (XPL).

6.2.2 Diskussion Stadtmauerschnitt Z, Ringstraße

In allen Proben des Straßenprofils konnten Pflanzenpseudomorphosen in Form von elliptischen, überwiegend horizontal gelagerten Hohlräumen beschrieben werden. Diese Pseudomorphosen sind wahrscheinlich durch Stroh entstanden, das auf der Straße lag.

Holzkohle, Basalt- und Flintfragmente finden sich als weiterer anthropogener Eintrag. Es ist aber auch sehr wahrscheinlich, dass nicht nur Menschen, sondern auch Tiere – überwiegend Wiederkäuer – die Straße genutzt haben. In TCH 79 und TCH 80 konnten Sphärolite, in TCH 80 Dungreste erkannt werden. Eine Störung durch die Umwälzung des Materials ist ein weiterer Hinweis auf die Begehung durch Tiere (pers. Mitt. R. MACPHAIL 2006).

In TCH 80 und TCH 81 konnten neben den Holzkohleflittern auch Pflanzenasche und geschmolzenes, also hoch erhitztes Material gefunden werden.

Kalkauswaschung, sekundäre Auskristallisation, Einspülungen von Schluff und eine verfüllte Senke sind Merkmale des Wassereinflusses, der sich in diesem offenen, ungeschützten Bereich der Straße zeigt.

7. Laminierte Sedimente

An ausgewählten Stellen des Tells Chuera (Abb. 3.2) wurden Sedimente beprobt, die alle eine Laminierung unterschiedlichster Materialien aufweisen. Auf der Grabung konnten diese Sedimente vielmals nur in Ascheschichten und Estrich- bzw. Stampflehmfußböden differenziert werden. Mittels der mikromorphologischen Analyse sollten weitere Merkmale dieser Schichtungen charakterisiert werden.

7.1 Grab 4 im Häuserviertel K

2003 wurde im Grabungsschnitt des Häuserviertels K (Abb. 3.2; Punkt 7: Häuserviertel K) ein Lehmziegelkistengrab freigelegt. Bei der Anlage dieses Grabes wurden verschiedene Schichten durchstoßen. Feinste Straten von weniger als 1 mm aber auch bis zu 30 cm Mächtigkeit wurden freigelegt. Diese Laminierungen sind älter als Bauphase 18 und können wahrscheinlich der Bauphase 23/24 zugeordnet werden. Diese Bauphase ist wahrscheinlich älter als TCH IB (ab 2700 BC, vgl. Tab. 2.2) (HEMPELMANN 2005). Die Strukturen dieser Bauphase waren nur sehr schlecht erhalten. Fußböden konnten nur in Fragmenten freigelegt werden (HEMPELMANN in Vorbereitung). Die Funktion des Raumes vor dem Bau des Kistengrabes konnte nicht mit den im Feld angewandten Methoden bestimmt werden. Die Schichten wurden als Lehm- und Ascheschichten ohne spezifische Funktion beschrieben. Eine zufällige Ablagerung der unterschiedlichen Materialien wurde angenommen (pers. Mitt. R. HEMPELMANN 2008).

Mikromorphologische Ergebnisse der Proben des Häuserviertels K

Für die mikromorphologischen Analysen wurden zwei Proben (TCH 5 und TCH 6) überlappend entnommen, so dass eine Sedimentabfolge von etwa 17 cm geborgen werden konnte. TCH 5 und TCH 6 zeigen eine Laminierung, die makroskopisch als Wechsel von Kalkestrich, Asche und Lehm charakterisiert wurde.

Im Folgenden beziehen sich die Zahlen in den Klammern auf die Nummerierung der Schichten in Abb. 7.1.

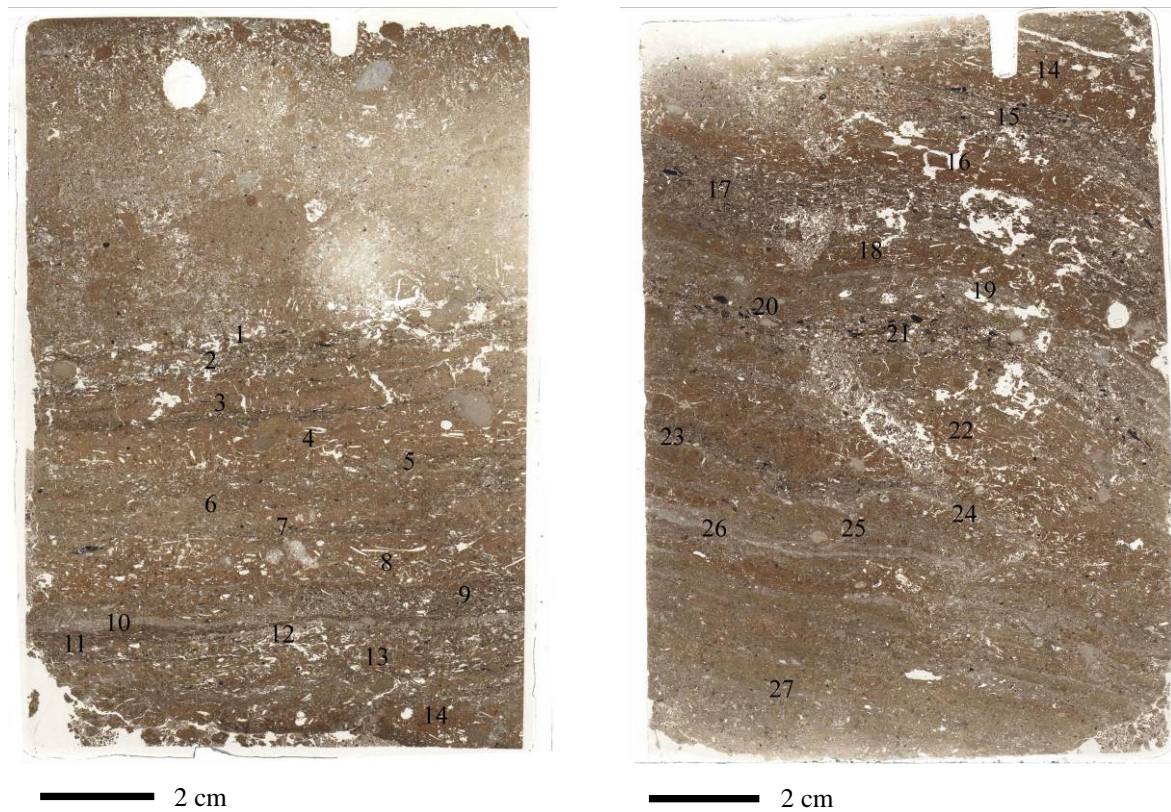


Abb. 7.1: TCH 5 (links) und TCH 6 mit Schichtenabfolge.

TCH 5 ist der obere der beiden entnommenen Bodenmonolithe. Die oberen 3 cm des Bodendünnschliffes können als Ablagerung aus einer Mischung aus Lehmziegelmaterial, Asche, Holzkohle, organischen Resten etc. charakterisiert werden. Enthalten sind weiterhin faserige Phytolithenstränge, die aber keine zusammenhängenden Schichten bilden.

Darunter folgen Schichten mit einer Stärke von 1 mm bis 5 mm. An oberster Stelle liegt eine Ascheschicht (1). Ascheschichten sind makroskopisch durch ihre dunklere Färbung gut zu differenzieren. Darunter folgt eine Lehmschicht (2), die als Stampflehm charakterisiert werden kann. Deutliche Pflanzenpseudomorphosen sind evident für konstruierten Stampflehm (Abb. 7.2). Die charakteristischen, waagerechten, länglichen Hohlräume waren von Pflanzenteilen belegt, die im Laufe der Jahrtausende zerfallen sind. Die Pflanzenteile – typischerweise Stroh – wurden als Magerung des Stampflehms genutzt. Unterhalb liegt eine Ascheschicht (3) (Abb. 7.3), die von einer horizontal ausgerichteten postdepositionalen Gipskristalllinie durchzogen ist. Die vierte Schicht ist ein Stampflehm mit waagerechten Pflanzenpseudomorphosen. Kalksteinfragmente mit einem Durchmesser bis zu 5 mm zeigen teilweise Anzeichen von Hitzeeinwirkung. Darunter folgt eine Lage aus Asche (5), die auch Pflanzenpseudomorphosen aufweist und mit Gipskristallen durchzogen ist. Unterhalb liegt eine

Schicht Lehm (6) mit Pflanzenpseudomorphosen, Kalksteinfragmenten, Holzkohlefragmenten (Abb. 7.4) und organischer Substanz. In der liegenden Schicht (7) sind Holzkohlefitter für die dunklere Färbung verantwortlich. Schicht 8 ist aus Stampflehm gefertigt. Dieser ist mit vielen vermutlich postsedimentären Gipskristallen und auffällig großen Quarzen (~8 mm), die eventuell als Magerung neben der pflanzlichen Magerung hinzugefügt worden sein könnten, durchsetzt. Darunter folgt eine Ascheschicht (9) mit auffällig vielen groben Komponenten und Gipskristallen. Die nächste Schicht (10) hat eine Mächtigkeit von bis zu 1,4 mm und besteht überwiegend aus Phytolithen (Abb. 7.5), durchsetzt mit fäkalen Sphäroliten (Abb. 7.6). Diese Schicht konnte während der Feldarbeiten makroskopisch nicht als solche erkannt werden, sondern wurde als Kalkestrich beschrieben. In der darunter folgenden teilweise bioturbat durchmischten Schicht (11) zeichnen postsedimentären Gipskristalle ein netzartiges Muster. Darunter liegt eine Schicht (12) aus locker gelagerten Phytolithen (Abb. 7.7). Unterhalb liegt ein Gemisch aus Lehm mit Pflanzenpseudomorphosen, Kalksteinfragmenten, gerundeten Keramikfragmenten und Gipskristallen. Der Lehm scheint durch Hitze beeinflusst. Er zeigt im PPL eine leicht graue Färbung und im XPL leicht rötliche Fleckung. Ein Stampflehm Boden (14) mit typischen Pflanzenpseudomorphosen schließt den Schliff TCH 5 ab.

Diese unterste Stampflehm Bodenschicht aus TCH 5 findet sich als oberste Schicht in **TCH 6** wieder (14). Darunter folgt eine durchmischte Lage (15) (Abb. 7.8), teilweise mit auffallend horizontalen Pseudomorphosen pflanzlicher Reste und verkohlten Pflanzenresten. Vereinzelt erkennt man Phytolithe und fäkale Sphärolite (Abb. 7.9). Unterhalb einer der darauf folgenden nahezu sterilen Stampflehm Bodenschicht (16) findet sich eine stark durchmischte Ascheschicht (17) mit Pflanzenpseudomorphosen überwiegend horizontaler Ausrichtung. Dies und die typischen Merkmale einer Pflanzenasche deuten auf eine Ablagerung in situ hin. Charakteristisches Merkmal sind die von CANTI (2003) beschriebenen polygonalen, mikrokristallinen Calcitkristalle, welche die Zellstrukturen von Blättern widerspiegeln. Einige gerundete Kalksteinfragmente (mit einem Durchmesser von bis zu 0,3 mm) und Holzkohle sowie organische Reste finden sich in dieser Ascheschicht wieder. Vermutlich durch bioturbate Durchmischung sind die Schicht 17 und 18 gestört. Der Stampflehm Boden (18) wird von einer geringmächtigen Schicht aus Gipskristallen (19) unterlagert. Darunter liegt eine stampflehmähnliche Schicht (20) mit auffällig großen gerundeten Kalksteinfragmenten. Lage 21 ist eine Ascheschicht mit deutlichen Pseudomorphosen von Pflanzen, organischen Resten, großen Holzkohlenfragmenten und Kalksteinfragmenten bzw. Fragmenten eines Kalkestrichs. Erneut sind polygonale mikrokristalline Calcite (Abb. 7.10 und Abb. 7.11) als Hinweis auf Pflanzenasche

zu finden. Darunter liegt eine massive Schicht (22) aus graubraunem, lehm Bodenähnlichem Material, das postdepositional gestört ist. In dieser Schicht befindet sich deutlich weniger Holzkohle. Unterhalb liegt locker gelagertes Material (23), bestehend aus Holzkohle, organischen Resten, fäkalen Sphäroliten und einem verbrannten oder stark degradierten Knochen (Abb. 7.12). Diese durchmischte Ascheschicht mit überwiegend horizontal ausgerichteten Pflanzenpseudomorphosen, was auf eine in situ Ablagerung hindeutet, hat an ihrer Basis eine Lage (24) aus Gipskristallen. Unter dieser locker gelagerten Schicht folgt eine dichte Lehmschicht (25), die sich jedoch nicht über die gesamte Breite der Probe zieht. Unterhalb befindet sich eine Lage aus Gipskristallen (26). Schicht 27 zeichnet sich durch einen Wechsel von dichtem Stampflehm und Lehm mit Gipskristallen aus. In Tabelle 7.1 sind die Ergebnisse zusammengefasst.

Tab. 7.1: Die Schichten der Schliche TCH 5 (Schicht 1 bis 14) und TCH 6 (Schicht 14 bis 27) waren überlagert von 37 mm Schutt.

Inhalt\Schicht	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Mächtigkeit [mm]	4	7	2	7	3	7	2	8	3	1	1	1	9	8	5	5	8	3	1	3	5	12	4	1	8	2	25
Asche	0		0		0		0		0		0		0		0		0				0		0				
Lehm		0		0		0		0						0		0		0		0		0			0		0
Gips				0		0			0	0		0		0					0				0	0		0	0
Stein				0		0					0		0		0						0		0				
Phytolithe & Sphärolite										0		0			0												
Holzkohle	0		0		0	0	0		0		0		0		0		0				0		0				
org. Sub.						0					0		0		0		0				0		0				

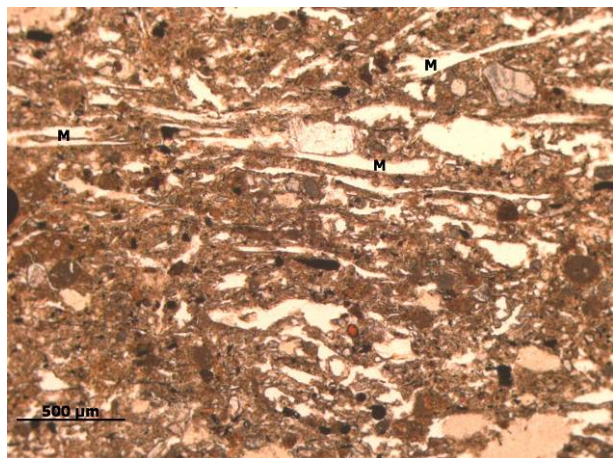


Abb. 7.2: Schicht 2: Pflanzenpseudomorphosen (M) (PPL).

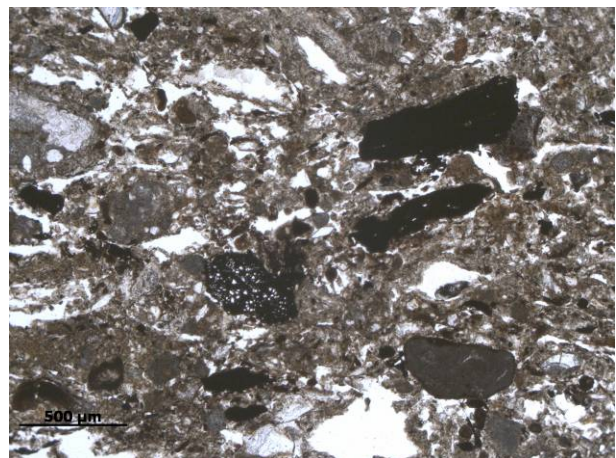


Abb. 7.3: Aschegemisch in Schicht 3 (PPL).

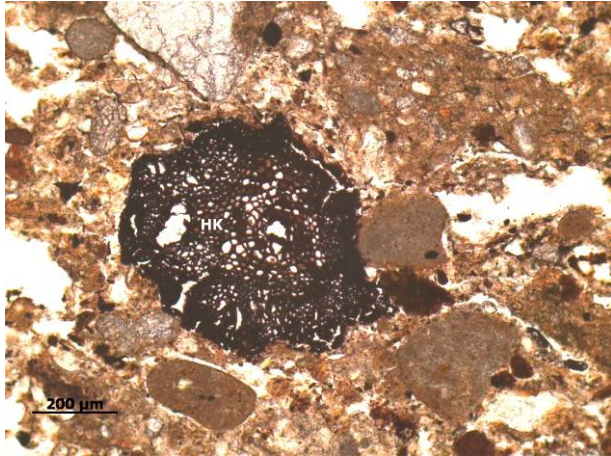


Abb. 7.4: Schicht 6: Verbranntes Pflanzenmaterial (HK), Zellen gut sichtbar (PPL).

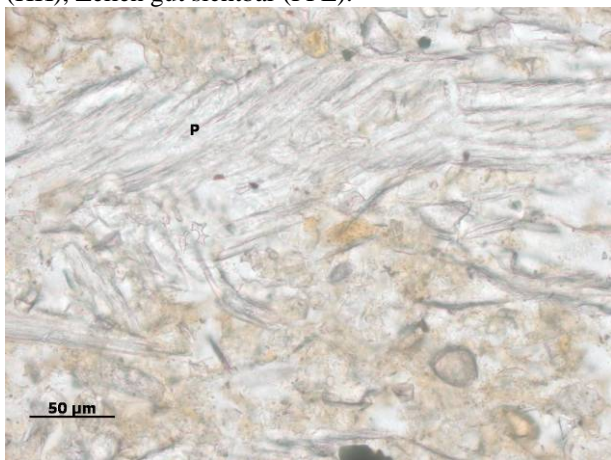


Abb. 7.5: Schicht 10: Phytolithe (P) im PPL deutlich erkennbar.

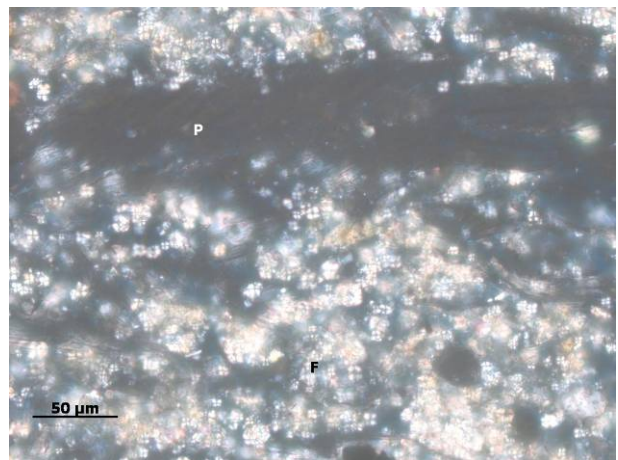


Abb. 7.6: Schicht 10: Isotrope Phytolithe (P) im XPL ausgelöscht. Fäkale Sphärolithe (F) in der Matrix indessen sichtbar.

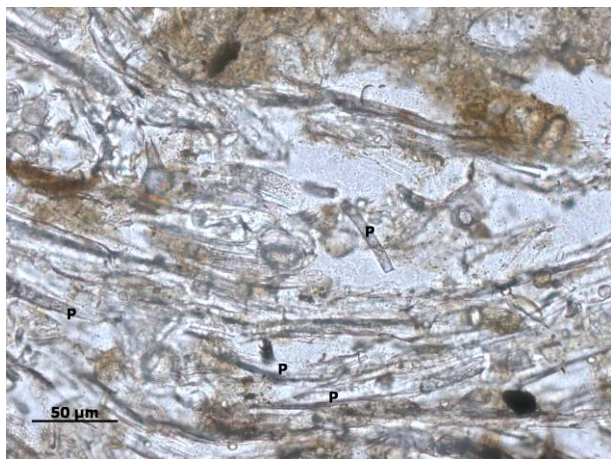


Abb. 7.7: Schicht 12: Phytolithe (P) (PPL).

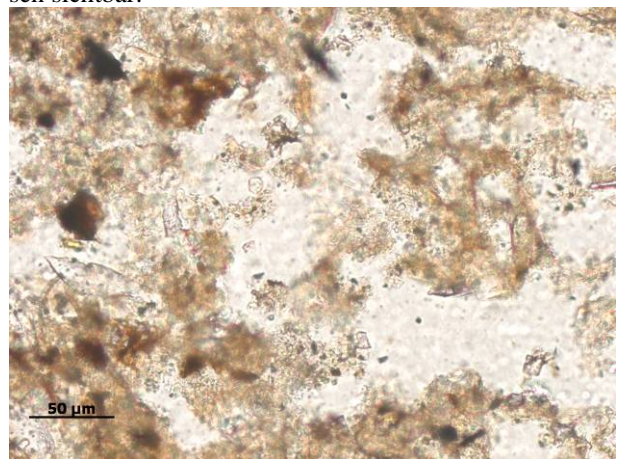


Abb. 7.8: Schicht 15: Locker gelagertes Sediment (PPL).

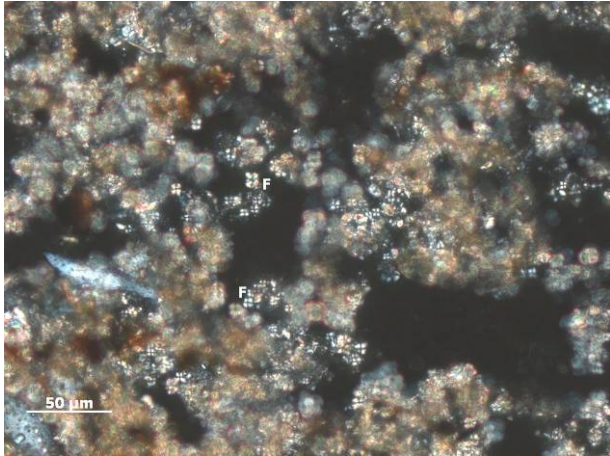


Abb. 7.9: Wie Abb. 7.8: Locker gelagertes Sediment. Im XPL erkennbar die fäkalen Sphärolite (F).

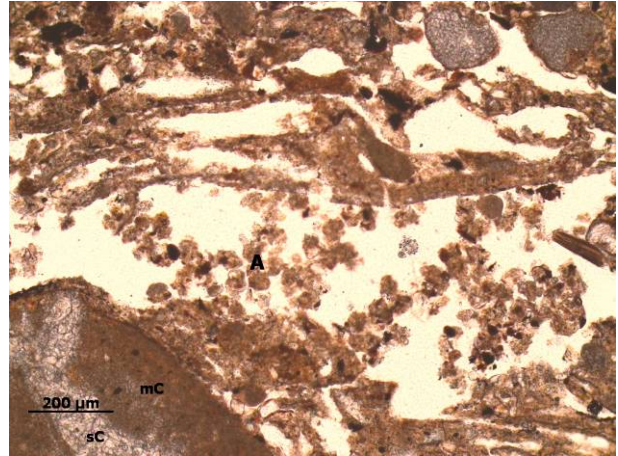


Abb. 7.10: Pflanzenasche (A) in Schicht 21. Kalksteinfragment mit sparitischen (sC) und mikritischen (mC) Zonen (PPL).

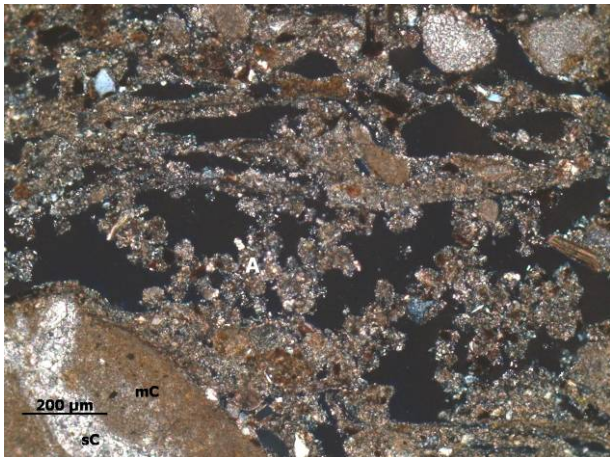


Abb. 7.11: Wie Abb. 7.10: Pflanzenasche in Schicht 21 (XPL). Am linken unteren Bildrand ist ein, im Zentrum noch sparitisches (sC) Calcitfragment erkennbar, das außen wahrscheinlich durch hohe Temperaturen einer Strukturänderung (mC) erfahren hat.

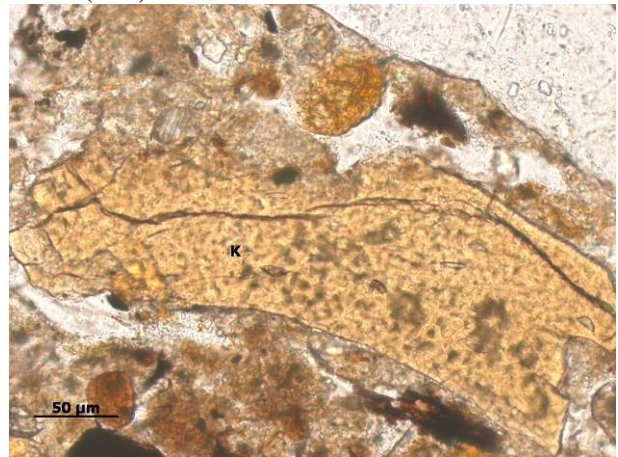


Abb. 7.12: Schicht 23: Knochen (K), stark angewittert (PPL).

Diskussion Grab 4

Die untersten 36 mm (Schicht 25-27) der Proben aus dem Bereich K sind ein Wechsel von Lehmböden und Gips. Anschließend ändert sich anscheinend die Nutzung dahingehend, dass Asche und andere Verunreinigungen nicht entfernt werden. Diese Entwicklung kann bis zur Schicht 13 beobachtet werden. Dies umfasst weitere 63 mm. Darüber liegen sehr geringmächtige (bis zu 1 mm) Phytolithenschichten, die mit fäkalen Sphäroliten vermischt sind (Schicht 10 und 12).

Phytolithe werden nicht als solche abgelagert (ALBERT et al. 2007) und auch eine Verlagerung von fast reinen Phytolithen wird in der Literatur nicht beschrieben. Die Entstehung solcher Lagen wird oft mit einer in situ-Ablagerung von Pflanzenmaterial oder Dung in Zusammenhang gebracht. Außerhalb von Siedlungen wurden bis heute keine Ablagerungsschichten von Phytolithen gefunden (SHAHACK-GROSS et al. 2005). Die Autoren gehen weiterhin davon aus, dass eine Phytolithenablagerung von nur 2 cm Mächtigkeit eine Akkumulation von etwa 100 cm frischen Pflanzen voraussetzt. Zusätzliche fäkale Sphärolite und eine mikrolaminierte wellige Struktur interpretieren SHAHACK-GROSS et al. 2003 als Folge der Viehzucht in Ställen und Ausläufen. Experimentell wurde nachgewiesen, dass aus einer frischen Dungablagerung von 100 cm Stärke nach der Verbrennung eine Schicht aus Phytolithen, Sphäroliten und Mineralen (Ton und Quarz) von nur 3 cm entsteht (SHAHACK-GROSS et al. 2005). Die Schichten 10 und 12 in TCH 5 könnten also aus einer Ablagerung von etwa 10 cm Pflanzenmaterial und Dung entstanden sein. Eine Nutzung des Bereichs als Stall ist jedoch fraglich, da in diesen Schichten neben den Sphäroliten keine weiteren Hinweise auf Tierhaltung, wie z.B. Dungreste, gefunden wurden.

Sichergestellt ist, dass es sich bei den Laminierungen in der untersuchten Bauschicht 23/24 nicht um zufällige Ablagerungen handelt, sondern um gezielt konstruierte Stampflehmschichten, auf denen unterschiedliche, zunächst saubere Aktivitäten (Schicht 27-24) stattgefunden haben. Die anschließend konstruierten, jüngeren Böden wurden weniger gereinigt und zeigen Spuren der Nutzung in Form von Pflanzen- und Dungrückständen sowie Aschen.

7.2 Ausgewählte Einzelproben laminiertes Sedimente auf TCH

Häuserviertel H

Der Bereich H des Tells Chuera ist benannt als Häuserviertel (Abb. 3.2, Punkt 11: Häuserviertel H). Das Viertel liegt am südlichen Hang des Tells und zieht sich über die geomagnetisch nachgewiesene ältere Stadtmauer, welche die Oberstadt von der Unterstadt trennt, hinweg. Das Viertel ist geprägt durch Wohnhäuser mit kleinen Häusern, die sich aus einem Hof, einem Hauptraum und einem oder mehreren kleineren Nebenräumen zusammensetzen. Innerhalb der Gebäude wurden zahlreiche Becken und Installationen freigelegt, die mit Estrich verputzt sind. Auch zahlreiche gut erhaltene Kalkestrichfußböden wurden ergraben. Häufig finden sich in den Boden eingelassene Kanäle, die Abwässer in einen größeren Kanal in einer Gasse abführten.

Zur mikromorphologischen Untersuchung wurden vier unabhängige Proben mit unterschiedlichsten Laminierungen, die vor Ort nicht eindeutig eingeordnet werden konnten, entnommen. Durch die weiterführende Analyse soll der Aufbau der ehemaligen Oberflächen besser eingliedert werden.

7.2.1 Mikromorphologische Befunde im Häuserviertel H

TCH 9 wurde in einem Innenraum eines Hauses des Häuserviertels H (vgl. Abb. 3.2, Punkt 11) aus einem Steg entnommen. An dieser Stelle wurden makroskopisch mehrere Begehungshorizonte und Kalkestriche ausgewiesen. Das Profil wird gekennzeichnet durch Schichten unterschiedlichen Materials. Diese gliedern sich in Estriche und hellbraune Sedimente. Einige Stellen werden durch elliptische Hohlräume, die für konstruierte Stampflehmfußböden typisch sind, charakterisiert (GOLDBERG & MACPHAIL 2006). Nur eine Schicht lässt sich über die gesamte Breite der Probe verfolgen. An dieser Stelle scheint der Stampflehm als Fundament eines Estrichs zu dienen. Der Übergang dieser beiden Schichten ist steril, so dass eine zeitnahe Bedeckung des Lehms nahe liegt. An anderen Stellen scheint Lehmziegel- oder Stampflehm Bodenmaterial zusammen mit Kalkestrich aufgearbeitet zu sein und als sekundäre Nutzung die Basis für den Estrich zu bilden. Überraschende Ergebnisse haben sich bei der mikromorphologischen Analyse dieser Estriche ergeben. Auch im Bereich des Häuserviertels wurden sie makroskopisch als Kalkestriche definiert. Entgegen dieser Annahme handelt es

sich überwiegend um Gipsfußböden, die teilweise mit einer geringmächtigen Schicht (ca. 2 mm) aus Kalk abgedeckt waren (Abb. 7.13). Nur wenige Verschmutzungen in Form von Holzkohlefragmenten stören die Abfolge der Fußböden. Dies ist ein deutlicher Hinweis auf so genannte „saubere Aktivitäten“, wie z.B. Empfang, Essen oder Schlafen (MATTHEWS et al. 1997, GOLDBERG & MACPHAIL 2006).

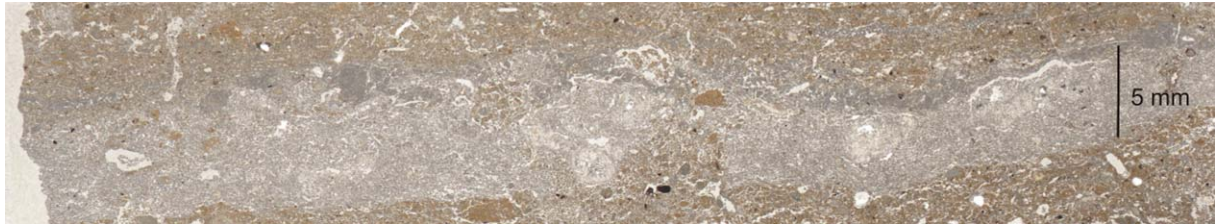


Abb. 7.13: Kalkfinish über dem Gipsestrich in Haus H (TCH 9).

TCH 10 wurde aus einer schmalen niedrigen Bank entnommen in einem Innenraum im Bereich H (vgl. Abb. 5.45, Punkt 11) entnommen. Diese Bank war sorgfältig mit einem sauberen Estrich verputzt. Im Schliff ist dieser Estrich deutlich als mehrphasiger Gipsestrich mit Kalkfinish erkennbar. Der Estrich ist auf einem Podest aus Lehmziegeln angelegt, was in der Probe durch die typische Lehmziegelstruktur mit Pflanzenpseudomorphosen als Zeichen von pflanzlichem Magerungsmaterial in den Ziegeln erkennbar ist. In dem Lehmziegel sind Kalksteinfragmente mit einer Größe von bis zu 4 mm verarbeitet. Ein Knochen ist in der Matrix eingebettet und die Pseudomorphosen zeigen sekundäre Kalkausfällungen, was ein Hinweis auf den Einfluss von Feuchtigkeit nach der Fertigstellung des Ziegels ist und die Stabilität des Ziegels beeinträchtigt (ROSEN 1986). Auch die über den Schliff verteilten Eisenflecken sind ein Zeichen von Wassereinfluss.

Der Gipsestrich kann in mehrere Schichten eingeteilt werden. An der Basis liegt eine grobkristalline Gipsestrichschicht von bis zu 6 mm. Darüber folgt ein schmaler Belag aus Kalk (1 mm), und darüber – vermutlich später aufgebracht – ein weiterer feinkristalliner Gipsestrich. Der Kalkestrich scheint durch Staub in Schlufffraktionsgröße verunreinigt. Deshalb erscheint er im Profil wie auch im Dünnschliff dunkler als der Gips. Diese Abfolge der Schichten lässt sich über insgesamt 1,6 cm verfolgen. Die nachfolgenden Gipsestrichschichten sind dabei jeweils geringmächtiger (bis 3 mm) als die Basisschicht und haben immer einen Abschluss aus Kalk. Oberhalb des Estrichs befindet sich eine massive Lage aus dunklem aufgearbeitetem Lehmziegelmaterial, in dem sich Knochen befinden. Die Mikrostruktur ist porphy-

risch (*porphyric*) mit senkrechten Rissen, was auf Austrocknung zurückzuführen sein könnte. Wenige einzelne postdepositionale Gipskristalle sind in dieser Schicht zu sehen. Ebenso post-sedimentär ist eine Störung, die vermutlich auf Bioturbation zurückzuführen ist. Dabei ist auffällig, dass diese Störung anscheinend durch den Estrich aufgehalten wurde, wobei die oberste feinkristalline Gipsschicht und die Kalkschicht beschädigt, die darunter liegende grobkristalline Gipsschicht jedoch nicht gestört wurde (Abb. 7.14). Oberhalb der massiven Lage sind keine weiteren Laminierungen erkennbar. Innerhalb der darüber liegenden Sedimente sind einige Bereiche mit hoher Dichte in Mittelschlufffraktion erkennbar. Diese teilweise scharf abgegrenzten Bereiche sind mit Trockenrissen durchzogen und zeigen wenige Pflanzenpseudomorphosen und Eisenfleckungen. Am Rand befindlich erkennt man die Verarmung der Matrix an Calcit und sekundäre Calcitkristallüberzüge (Abb. 7.15). Wahrscheinlich handelt es sich bei massiven Zonen um Bruchstücke eines Konstruktionsmaterials, welches jedoch wesentlich weniger Magerungsmaterial aufweist als z.B. Ziegel und Lehmböden. In den Sedimenten ist ein Basaltfragment zu sehen. Dies könnte ein Fragment eines Mahlsteins sein, was ein Hinweis auf Essenspräparation sein könnte. Jedoch fehlen in dem Sediment die für diese Tätigkeit typischen Phytolithe der verarbeiteten Getreide. In dem gesamten Schliff sind keine Phytolithe zu erkennen.

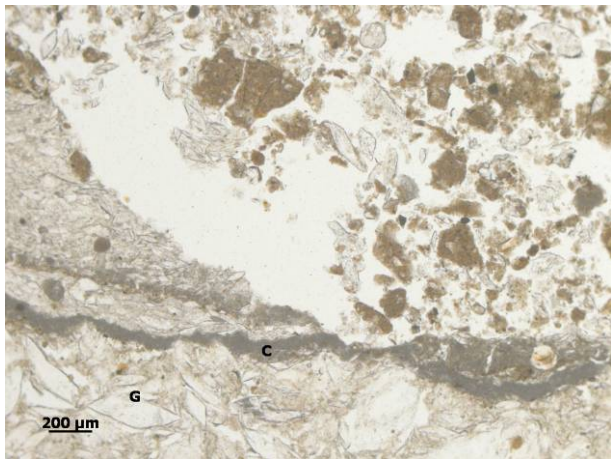


Abb. 7.14: TCH 10 Gipsestrich (G) mit Kalkfinish (C) (PPL).

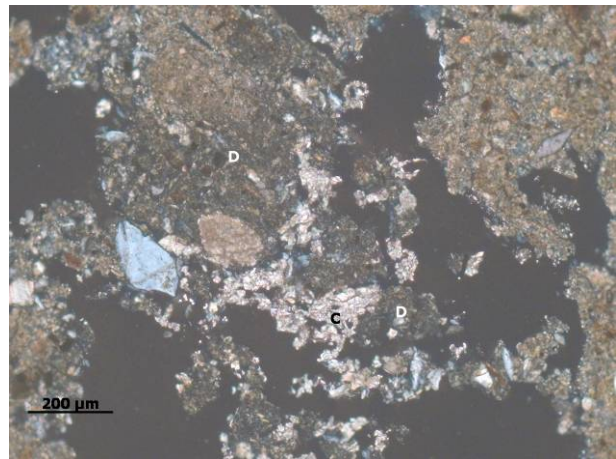


Abb. 7.15: Verlagerung von Kalk. Im XPL sind deutlich die an Mikrit verarmten Zonen (D) und die Kalkausfällung (C) innerhalb der Poren erkennbar.

TCH 75 wurde in einem ehemals überdachten Bereich des Häuserviertels H (vgl. Abb. 3.2, Punkt 11) entnommen. Makroskopisch wurde die Laminierung dieser Probe als Abfolge von Ascheschichten angesprochen. Durch die Dünnschliffanalyse konnte diese Vermutung jedoch verworfen werden.

Die Basis des Schliffs bildet tatsächlich eine durchmischte Ascheschicht von etwa 4,5 cm Mächtigkeit. Diese Schicht beinhaltet die typischen Merkmale von Pflanzenasche und ist insgesamt stark calcifiziert.

Darüber befindet sich eine fast 5 cm starke Schicht aus fast puren, mikrolaminierten, in Strängen zusammenhängenden Phytolithen. Nur wenige Verunreinigungen stören das homogene Bild. Wenige Lehmlinsen, die eventuell einer ehemaligen Begehungsschicht zugesprochen werden können und ebenfalls horizontal, also in situ abgelagerte Schichten aus Phytolithen und Holzkohle durchziehen die Phytolithenschicht. Diese holzkohlehaltigen Schichten sind makroskopisch deutlich durch ihre graue Grundfarbe identifizierbar und lassen sich vermutlich auf eine Ablagerung in mehreren Intervallen zurückführen (Abb. 7.16). Vermutlich wurde nach und nach Pflanzenmaterial in diesem Raum abgelagert, das sich an Ort und Stelle langsam zersetzte. So könnten sich die mikrolaminierten Strukturen der noch zusammenhängenden Phytolithenstränge erklären. Eine in der Matrix senkrecht gelagerte Lehmlinse von etwa 1 mm Länge ist überlagert von diesen Phytolithensträngen (Abb. 7.17). Dies impliziert die ungestörte Zersetzung des abgelagerten Pflanzenmaterials. Hätte nach der Ablagerung eine weitere Begehung stattgefunden, wäre der Strang auseinander gebrochen. Mikrolaminierung von Phytolithenschichten wird von SHAHACK-GROSS et al. (2003) als Zeichen von Begehungsschichten in Ställen und Ausläufen in der Tierzucht beschrieben. Dagegen spricht aber in diesem Fall die Abwesenheit von fäkalen Sphäroliten, die in dem kalkreichen Milieu erhalten geblieben wären. Auch die ungestörten Phytolithenstränge sprechen gegen diese Erklärung. Dies ist auch das Ausschlusskriterium für die Zersetzung von übereinander gelegten Matten aus Pflanzen, die als Bodenbelag dienten. Eine Begehung hätte Verunreinigungen (z.B. Sphärolite, siehe Kap. 6.1) hinterlassen.

Möglich wäre es, dass hier die Überreste eines eingestürzten Daches analysiert wurden. Das vormals z.B. mit Stroh eingedeckte Dach könnte nach dem Einsturz ungestört zersetzt worden sein. Begehungsspuren sind nach einem Einsturz nicht zu erwarten.

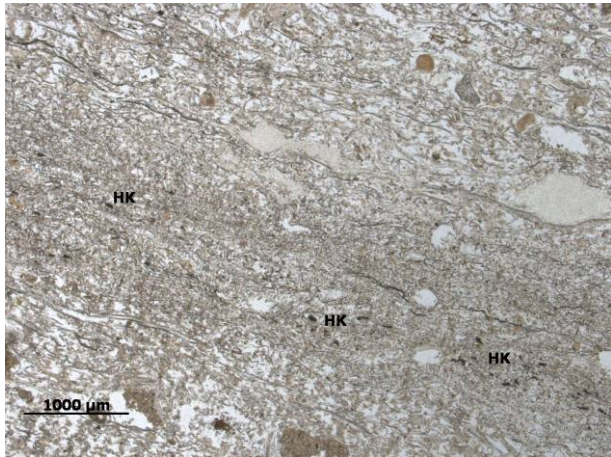


Abb. 7.16: Phytolithe mit Holzkohleflitter (HK) (PPL).

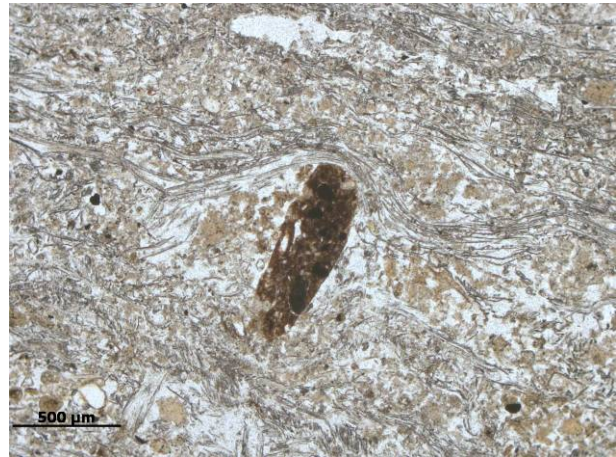


Abb. 7.17: Phytolithe mit *in situ* abgelagerter Lehmlinse (PPL).

7.2.2 Zentrale Mittelsenke

TCH 50 wurde aus dem Profil P3 (Abb. 3.2 und Abb. 5.61) auf der zentralen Mittelsenke des Tells Chuera entnommen. Unterhalb der zusammengespülten Sedimente, die etwa zwei Meter mächtig über den ehemaligen Begehungsschichten liegen wurde in 2,5 m Tiefe eine Probe von hier ebenfalls laminierten Sedimenten entnommen. Von Seiten der Archäologen waren an dieser Stelle des zentralen Platzes Begehungsschichten zu erwarten, die Straßen (Kap. 6.2.1) oder Hofflächen ähneln. Hofflächen werden jedoch häufig durch unorientierte Ablagerungen charakterisiert, die mit anthropogen Rückständen durchmischt sind (COURTY et al. 1989, MATTHEWS et al. 1997) Nicht ausgeschlossen werden konnte an dieser Stelle das Vorhandensein von zusammengespültem Material, das schichtweise abgelagert wurde.

Im Dünnschliff lässt sich jedoch erkennen, dass es sich in dieser Tiefe nicht um aquatisch umgelagerte Sedimente handelt, sondern tatsächlich um Begehungsschichten. Der Dünnschliff ist gekennzeichnet durch eine Abfolge unterschiedlicher Materialien. Hierzu zählt Asche, auch nicht umgelagerte, ungestörte Pflanzenasche, sowie Lehm Böden mit Pflanzenpseudomorphosen, die auf die Einarbeitung von Pflanzenmaterial – wahrscheinlich Stroh – hindeuten. Weiterhin zählen dazu Gipsschichten mit auffällig kleinen Kristallen, Lagen mit ausgeprägter Calcitwaschung bei gleichzeitiger sekundärer Calcitanreicherung (Abb. 7.18) sowie Lagen mit gemischten Materialien, die z.B. Konstruktionsmaterialien wie Verputzreste oder auch gebrannten Lehm beinhalten. In der Asche sind geschmolzenes Material, Holzkohleflitter und Phytolithe (Abb. 7.19) vorherrschend. Viele Sphärolite und auch zusammenhängende Dungreste machen die Anwesenheit von Wiederkäuern auf der Zentralsenke wahrscheinlich. An dieser Stelle konnten auch pflanzliche Sphärolite erkannt werden. Aufgrund

ihrer Größe und der Erkennbarkeit, auch im linear polarisierten Licht (Abb. 7.20 und Abb. 7.21), können diese gut von den häufig zu findenden fäkalen Sphäroliten unterschieden werden.

Der Senke kann keine genaue Funktion zugeordnet werden. Jedoch scheint sicher, dass der Platz nicht gereinigt wurde, sondern nach und nach ein Gemisch von Material aus den Häusern und Gassen der Umgebung abgelagert wurde. Periodisch scheinen diese Schichten von konstruierten Böden überdeckt worden zu sein.

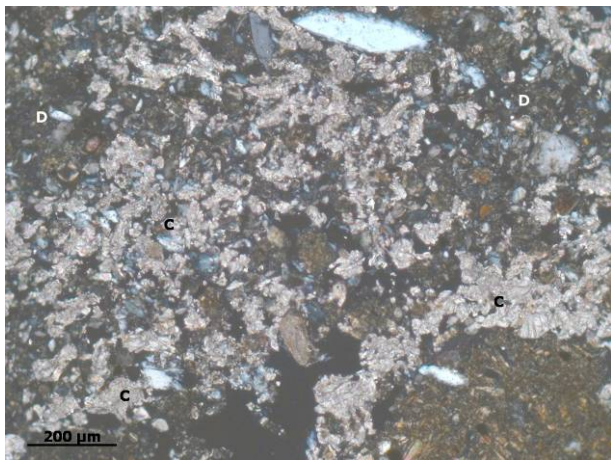


Abb. 7.18: Auswaschung von Calcit (D) und sekundäre Anreicherung (C) (XPL).



Abb. 7.19: Phytolithe gruppiert um einen organischen Rest (PPL).

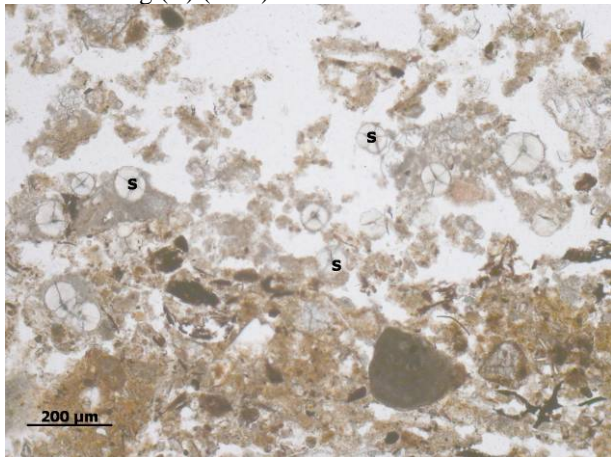


Abb. 7.20: Pflanzliche Sphärolite sind schon im PPL deutlich erkennbar und können aufgrund ihrer Größe von fäkalen Sphäroliten unterschieden werden.

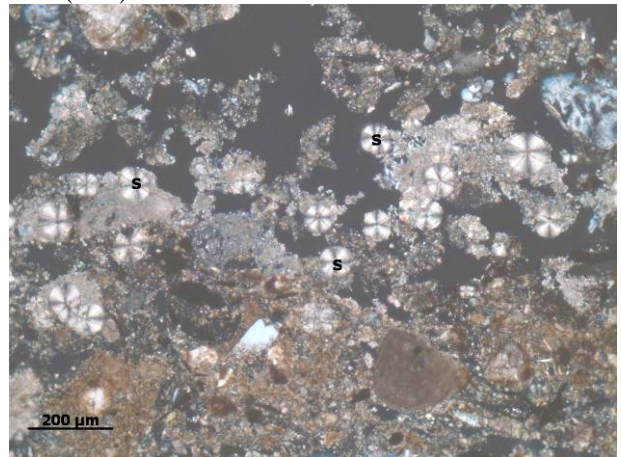


Abb. 7.21: Wie Abb. 7.20: Sphärolite pflanzlichen Ursprungs im XPL.

8. Schlussbetrachtung und Ausblick

Die Böden des Untersuchungsgebietes lassen sich hinsichtlich ihres Standortes, also anhand der unterschiedlichen Substrate, in denen sie entstanden sind, klar unterscheiden.

Die typologische Einordnung der Böden nach WRB (2007) erfolgt rein deskriptiv. Die Genese der Böden wird dabei nicht berücksichtigt. Deshalb müssen auf den natürlichen Substraten des Waditals in den Hochflutsedimenten ausschließlich *haplic Calcisols* ausgewiesen werden. Diese Böden sind durch einen Kalkanreicherungshorizont gekennzeichnet.

In den Tellsedimenten können ebenso vornehmlich *Calcisols* beschrieben werden. Diesen Böden wird ein *technic* vorangestellt, da sie sich in technogenen Substraten, wie z.B. Lehmziegelmaterial entwickelt haben. Geht der auf dem Tell als Konstruktionsmaterial verwendete Gips in die Bodengeneese ein, bilden sich *Gypsisols*.

Allen untersuchten Böden sind dieselben pedogenen Prozesse gemein:

- Bioturbation
- Kalktranslokation
- Gefügebildung

An einem Standort auf dem Tell (P8) wurde genügend organisches Material bioturbat eingemischt, dass ein *Kastanozem* charakterisiert werden konnte. An allen anderen Standorten ist die Bioturbation auch deutlich erkennbar. Die Werte der C_{org} -Gehalte erreichen jedoch nicht den von der WRB (2007) geforderten Mindestwert von 0,6% im Oberboden zur Charakterisierung von *Kastanozemen*. Es zeigt sich, dass zwar die Prozesse im Boden den Prozessen bei der *Kastanozem*genese entsprechen, aufgrund der geringen C_{org} -Werte aber *Calcisols* ausgewiesen werden müssen.

Mikromorphologisch konnten diese Ergebnisse untermauert werden. Die bioturbate Durchmischung lässt sich hervorragend darstellen. Besonders aber ist die Dünnschliffanalyse bei der Charakterisierung der Kalktranslokation, die sich in den untersuchten Böden im μm -Bereich abspielt, unerlässlich. Decalcifizierung und Calcitakkumulation, sparitische und mikritische Calcitanreicherungen sind nur mit Hilfe der Mikromorphologie sichtbar. Hier zeigt sich auch der Unterschied innerhalb der Hochflutsedimente. An den Profilaufschlüssen „Gräberfeld“ konnte dieser Unterschied zwischen dem älteren und dem jüngeren Hochflutlehm auf die Verteilung des Calcits innerhalb der Matrix zurückgeführt werden (vgl. Abb. 5.19 und 5.20).

Werden die Böden unabhängig von ihrem Standort im Bezug auf ihre Entwicklungszeiträume betrachtet, muss auch nach der mikromorphologischen Analyse von einer gleich bleibenden Pedogenese gesprochen werden. Sowohl auf dem Siedlungshügel, auf dem die Bodenentwicklung in dem Siedlungshiatus von 600 Jahren und nach der Aufgabe der Siedlung nach 1200 BC betrachtet werden konnte, wie auch in der Umgebung laufen unabhängig vom Zeitfenster dieselben Prozesse ab. Die Böden weisen keine bedeutenden pedogenetischen Unterschiede auf, die gravierende ökologisch-klimatische Veränderungen anzeigen. Unterschiede (Gipsanreicherung, stärkere sek. Calcitkristallisation) scheinen einzig durch den anthropogenen Einfluss verursacht, nicht aber durch ökologische Veränderungen seit der Zeit der Besiedlung hervorgerufen worden zu sein. So lässt sich z.B. die stärkere Decalcifizierung bei gleichzeitiger kleinräumiger, sekundärer Calcitkristallisation am Standort Gräberfeld (P7 A: Grabschacht) direkt auf den Einfluss des Menschen zurückführen, da bei der Grablegung das Substrat gelockert und so eine intensivere Bodenentwicklung gefördert wurde.

Zur Funktionsanalyse innerhalb der Siedlung wurden aus den Kulturschichten des Tells Chue-
ra an unterschiedlichen Standorten und in den verschiedensten Strukturen (Straße, Gasse, Räume, Platz) Proben zur Analyse entnommen. Eine Einordnung der Bereiche war von Seiten der Archäologie jeweils gegeben, jedoch waren die Funktionen noch nicht im Detail geklärt. Aufgrund der sehr zeitaufwendigen Methode können die vorliegenden Dünnschliffanalysen nur einen kleinen Einblick in die Anwendung auf archäologische Fragestellungen zeigen. Der große Nutzen der Mikromorphologie kann aber dennoch eindrucksvoll belegt werden.

Durch die Dünnschliffanalysen wurden innerhalb der beprobten Areale verschiedene Bereiche klar abgegrenzt. So deuten Phytolithschichten innerhalb eines Raumes auf Pflanzenmatten hin, die typischerweise in Ruhe- oder Essensbereichen als Bodenbelag dienen.

Im Außenbereich desselben Gebäudekomplexes ist das Sediment mit Holzkohlefaltern und geschmolzenem Material vermischt, was eine erhebliche Hitzeeinwirkung anzeigt, die jedoch nicht an dieser Stelle stattgefunden hat. Das Sediment ist im Vergleich zu den Sedimenten im Gebäudeinneren stark durchmischt und zeigt eine Vertikalstellung, die ein „Trampling“ von Tieren wahrscheinlich macht. Weiterer Hinweis auf den Aufenthalt von Tieren in der Siedlung ist ein eindeutig als Wiederkäuerdung charakterisierter Dungrest und zahlreiche fäkale

Sphärolite, die Schafen oder Ziegen zuzuordnen sind. Ob die Tiere in direkter Nachbarschaft zu den Menschen lebten, konnte bislang noch nicht geklärt werden. Gesichert ist, dass Tier und Mensch gemeinsam die Straßen und Gassen von Tell Chuera genutzt haben.

Im Hinblick auf zukünftige Arbeiten erscheint es sinnvoll, weitere Studien auf den Bereich der archäologischen Fragestellungen zu konzentrieren. Gerade bei der Funktionsanalyse ermöglicht die Mikromorphologie offene Fragen zu klären. Dabei lassen sich Begehungsflächen auf Tells hervorragend untersuchen, da diese überwiegend unter Siedlungsschutt konserviert wurden. Weiterer Schwerpunkt in Tell Chuera könnte die Untersuchung der Phytolithe in Hinsicht auf das quantitative und qualitative Vorkommen sein. Die rein quantitative Analyse könnte Hinweise auf ehemalige Oberflächen in der Umgebung (z.B. verfüllte Hohlwege) geben. Die Bestimmung der Pflanzen anhand ihrer Phytolithe kann Einblicke in die Ernährung der Bevölkerung, auf das verbaute Konstruktionsmaterial und auf Unterschiede der rezenten zur ehemaligen Vegetation gewähren.

Die mikromorphologische Analyse hinsichtlich der Bodengenese erscheint besonders bei gezielten Fragestellungen, z.B. in Bezug auf Tonverlagerung im kalkreichen Milieu, oder auf unterschiedlichen Formen der Calcit- und Gipsakkumulation angebracht. Auch hier gibt es in der Umgebung des Tells Chuera weiteren Forschungsbedarf.

9. Literatur

- ADAMS, A.E., MACKENZIE, W.S. & GUILFORD, C. (1986): Atlas der Sedimentgesteine in Dünnschliffen.– 103 S.; Stuttgart (Enke).
- AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA5) (5. Aufl.).– 438 S.; Hannover.
- AK BODENSYSTEMATIK (1998): Systematik der Böden und der bodenbildenden Substrate Deutschlands, Kurzfassung.– Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., **86**: 1-134.
- AKKERMANS, P.M.M.G. & SCHWARTZ, G. (2005): The Archaeology of Syria - From Complex Hunter-Gatherers to Early Urban Societies (16,000-300 BC).– 467 S.; Cambridge University Press, Cambridge.
- ALBERT, R.M., SHAHACK-GROSS, R., CABANES, D., GILBOA, A., LEV-YADUN, S., PORTILLO, M., SHARON, I.; BOARETTO, E. & WEINER, S. (2008): Phytolith - rich layers from the Late Bronze and Iron Ages at Tel Dor (Israel): made of formation and archaeological significance.– *Journal of Archaeological Science*, **30**: 57-75.
- ALTEMÜLLER, H.-J. (1962): Verbesserung der Einbettungs- und Schleiftechnik bei der Herstellung von Bodendünnschliffen mit VESTOPAL.– *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, **99**(2-3): 164-177.
- BECZE-DEÀK, J., LANGOHR, R. & VERRECCHIA, E.P. (1997): Small scale secondary CaCO₃ accumulations in selected sections of the European loess belt. Morphological forms and potential for paleoenvironmental reconstruction.– *Geoderma*, **76** (3-4): 221-252.
- BLANK, R.R. & FOSBERG, M.A. (1990): Micromorphology and classification of pedogenic calcium carbonate accumulations that surround or occur on the undersides of coarse fragments in Idaho (USA).– In: DOUGLAS, L.A. (Hrsg.), *Soil Micromorphology: a Basic and Applied Science, Development in Soil Science*, **19**: 341-346; Amsterdam (Elsevier).
- BOERMA, J.A.K. (1988): Soils and Environment of Tell Hammam et-Turkman. In: VAN LOON, M.N. (Hrsg.): *Hammam et-Turkman I. Report on the University of Amsterdam's 1981-84 Excavations in Syria*. **1**: 1-11; Leiden (NHAI).
- BROWN, P.W. & CLIFTON, J.R. (1978): Adobe. I: The Properties of Adobe.– *Studies in Conservation*, **23** (4): 139-147.
- CANTI, M.G. (1997): An Investigation of Microscopic calcareous Spherulites from Herbivore Dungs.– *Journal of Archaeological Science*, **24**: 219-231.
- CANTI, M.G. (1998): The micromorphological Identification of faecal spherulites from archaeological and modern materials.– *Journal of Archaeological Science*, **25**: 219-231.
- CANTI, M.G. (1999): The Production and Preservation of Faecal Spherulites: Animals, Environment and Taphonomy.– *Journal of Archaeological Science*, **26**: 251-258.

CANTI, M.G. (2003): Aspects of the Chemical and Microscopic Characteristics of Plant Ashes Found in Archaeological Soils.– Catena, **54**: 339-361.

CAVALLO, C. (2000): The Role of Animals in a Neolithic Agricultural System in the Ancient Jazira.– Rainfall and Agriculture in Northern Mesopotamia, **3** (Mos Studies): 71-87.

COURTY, M.A. (1998): The Soil Record of an Exceptional Event at 4000 B.P. in the Middle East.– in: PEISER, B.J., PALMER, T., BAILEY, M.E. (Hrsg.), Natural Catastrophes During Bronze Age Civilisations – Archaeological, geological, astronomical and cultural perspectives. **728**: 93-108.

COURTY, M.A. & FEDEROFF, N. (1985): Micromorphology of recent and buried soils in a semi-arid region of North-West India.– Geoderma, **35**: 287-332.

COURTY, M. A., GOLDBERG, P. & MACPHAIL, R. (1989): Soils and Micromorphology in Archaeology.– **21**: 344S.; Cambridge (Cambridge University Press.).

COURTY, M. A. & WEISS, H. (1997): The Scenario of Environmental Degradation in the Tell Lailan Region, NE Syria, During the Late Third Millennium Abrupt Climate Change.– In: NATO ASI SERIES (Hrsg.), Third Millennium BC Climate Change and Old World Collapse, **49**: 107-147.

COURTY, M.A. & VALLVERDU, J. (2001): The Microstratigraphic Record of Abrupt Climate Changes in Cave Sediments of the Western Mediterranean.– Geoarchaeology, **16** (5): 467-500.

COURTY, M.-A., CRISCI, A., FEDOROFF, M., GRICE, K., GREENWOOD, P., MERMOUX, M., SMITH, D. & THIMENS, M. (2008): Regional manifestation of the widespread disruption of soil-landscapes by the 4kyr BP impact linked dust event using pedosedimentary microfibrils.– In: KAPUR, S., MERMUT A. & STOOPS, G. (Hrsg.): New trends in soil Micromorphology.– 211-236; Berlin (Springer).

CULLEN, H.M., DEMENOCAL, P.B., HEMMING, S., HEMMING, G., BROWN, F.H., GUILDERSON, T. & Sirocko, F. (2000): Climate change and the collapse of the Akkadian empire: Evidence from the deep sea.– Geology, **28** (4): 379–382.

D'ANS, J. & LAX, E. (1967): Taschenbuch für Chemiker und Physiker.– Band 1: Makroskopische chem.-physikal. Eigenschaften. 3. Aufl.; Berlin (Springer).

DAVIDSON, D.A. (1973): Particle size and phosphate analysis – Evidence for the evolution of a tell.– Archaeometry, **15** (1): 143-152.

DEMENOCAL, P.B. (2001): Cultural Responses to Climate Change During the Late Holocene.– Science, **292** (5517): 667-673.

FAO-UNESCO (1988): Soil map of the world. Revised Legend. Rome (FAO).

FAO UNESCO (2006): Guidelines for Soil Description.– **97**; Rome (FAO).

FRITZSCH, D. (2001): Der Effekt von Folienmulch auf die Wurzelentwicklung von Baumwolle – Ein Feldversuch im Negev, Israel.– Unveröffentlichte Diplomarbeit; Fachhochschule Osnabrück.

GEYH, M.A. (2005): Handbuch der physikalischen und chemischen Altersbestimmung.– 211 S.; Darmstadt (WBG).

GOLDBERG, P. & MACPHAIL, R.I. (2006): Practical and theoretical geoarchaeology.– 455 S.; UK (Blackwell).

GUNAL, H. & RANSOM, M.D. (2006): Clay illuviation and calcium carbonate accumulation along a precipitation gradient in Kansas.– *Catena*, **68** (1): 59-69.

HEMPELMANN, R. (2005): Die Tellgrabung (Bereich A).– In: MEYER (Hrsg.): Enki Archäologie und Kulturgeschichte des Vorderen Orients. Verein zur Förderung Archäologischer Grabungen im Vorderen Orient. **5**: 27-30.

HEMPELMANN, R. (2010). Die Grabungen im Bereich K.– In J.-W. MEYER, C. FALB, R. HEMPELMANN, E. VILA & WAHL, J. (Hrsg.): Ausgrabungen in Tell Chuera in Nordost-Syrien II – Vorbericht der Grabungskampagnen 1998 – 2005.

HINTERMAIER-ERHARD, G. & ZECH, W. (1997): Wörterbuch der Bodenkunde.– Stuttgart (Enke).

ILAIWI, M. (1985): Soil map of Arab countries. Soil map of Syria and Lebanon, 1/1000000.– The Arab center for the studies of arid and dry lands (ACSAD). Soil Science Division. Damascus.

ISSS-ISRIC-FAO (1998): World Reference Base for Soil Resources.– FAO, World Resources Report **84**: Rome (FAO).

IUSS WORKING GROUP WRB (2007): World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007. World Soil Resources Report **103**: Rome (FAO).

JONGERIUS, A. & RUTHERFORD, G.K. (1979): Glossary of soil micromorphology.– 138 S.; Wageningen (Centre for Agricultural Publishing and Documentation).

KABELAC, F. (1962): Krustenkalkbildungen in Nordostsyrien.– *Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau*, **52**: 103-109.

KHORMALI, F., ABTAHI, A., MAHMOODI, S. & STOOPS, G. (2003): Argillic horizon development in calcareous soils of arid and semiarid regions of southern Iran.– *Catena*, **53** (3): 273-301.

KHORMALI, F., ABTAHI, A. & STOOPS, G. (2006): Micromorphology of calcitic features in highly calcareous soils of Fars Province, Southern Iran.– *Geoderma*, **132** (1-2): 31-46.

KRÄTSCHHELL, A.-M: (2011): Untersuchungen zur holozänen Landschaftsentwicklung im Umfeld der bronzezeitlichen Siedlung Tell Chuera, Nord-Syrien.– Dissertationsschrift; Goethe-Universität Frankfurt am Main.

- KRÄTSCHHELL, A.-M., THIEMEYER, H. & WUNDERLICH, J. (2009): Landschaftsentwicklung im Bereich des Tell Chuera – Geomorphologisch-sedimentologische Untersuchungen in Nord-Syrien.– *Frankfurter Archäologische Arbeiten*, **7**: 77-86.
- KRASNIK, K. (2003): DFG-Bericht, unveröffentlicht.
- KUBIËNA, W. (1938): *Micropedology*.– Iowa (Collegiate Press Ames).
- KUBIËNA, W. (1948): *Entwicklungslehre des Bodens*.– 215 S.; Berlin (Springer).
- KÜHN, P. (2003): Spätglaziale und holozäne Lessivégenese auf jungweichselzeitlichen Sedimenten Deutschlands.– *Greifswalder Geogr. Arb.*, **28**: 167 S..
- LIERE, W.J. VAN (1960/61): *Observations on the Quaternary of Syria*.– Publication of the General Directorate of Antiquities and Museums in the Syrian Region of the U.A.R. – Reprinted without change of pagination form the *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek*, **10-11**: 7-69.
- LIERE, W.J. VAN (1967): *Soil survey of the Jesireh*.– FAO Rep. Manus., Damaskus.
- MACKENZIE, W.S. & ADAMS, A.E. (1995): *Minerale und Gesteine im Dünnschliff*.– 191 S.; Stuttgart (Enke Verlag).
- MATTHEWS, W. (2001): *Methodological Approaches in Microstratigraphic Analysis of Uses and Concepts of Space at Tell Brak*.– *Série archéométrie*, **1**: 177-197.
- MATTHEWS, W., FRENCH, C.A.I., LAWRENCE, T., CUTLER, D.F. & JONES, M.K. (1997): *Microstratigraphic Traces of Site Formation Processes and Human Activities*.– *World Archaeology*, **29**: (o. 2 High Definition Archaeology: Threads through the past), 281 - 308.
- MAYEWSKI, P.A., ROHLING, E.E., CURT STAGER, J., KARLÉN, W., MAASCH, K.A., DAVID MEEKER, L., MEYERSON, E.A., GASSE, F., KREVELD, S. VAN, HOLMGREN, K., LEE-THORP, J., ROSQVIST, G., RACK, F., STAUBWASSER, M., SCHNEIDER, R.R. & STEIG, E.J. (2004): *Holocene climate variability*.– *Quaternary Research*, **62** (3): 243-255.
- MEHRA, O.P. & JACKSON, M.L. (1960): *Iron oxide removal from soils and clays by dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate*.– *Clays Clay Minerals*, **7**: 317-327.
- MEIWES, K.-J.; KÖNIG, N.; KHANA, P.K.; PRENZEL, J. & ULRICH, B. (1984): *Chemische Untersuchungsverfahren für Mineralboden, Auflagehumus und Wurzeln zur Charakterisierung und Bewertung der Versauerung in Waldböden*.– *Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben*, **7**: 142 S.; Göttingen.
- MEYER, J.-W. (2010): *Überlegungen zur Siedlungsstruktur – eine erste Analyse der Ergebnisse der geomagnetischen Prospektion*.– In: MEYER, J.-W. (Hrsg.), *Ausgrabungen in Tell Chuera in Nordostsyrien II – Vorbericht der Grabungskampagnen 1998 – 2005*.
- MEYER, J.-W., DAVIDOVIC, A., FALB, C., HELMS, T.; HEMPELMANN, R. & KRASNIK, K. (2005): *Bericht über die Ausgrabungen in Tell Chuera 2004*.– *ENKI Archäologie und Kulturgeschichte des Vorderen Orients*; **5**: 17-20.

- MEYER, J.-W. & HEMPELMANN, R. (2006): Bemerkungen zu Mari aus der Sicht von Tell Chuera - Ein Beitrag zur Geschichte der ersten Hälfte des 3.Jts.v.Chr.– *Altoriental. Forsch.*, **33** (1): 22-41.
- MULDERS, M.A. (1969): The arid soils of the Balikh basin (Syria).– Ph.D. Thesis. Univ. Utrecht. Rotterdam.
- MUNSELL (2000): Munsell Soil Colour Charts (Revised Edition ed.).–NY: (Gretagmacbeth).
- NEEF, R. (2006): Ein Kurzbericht zum botanischen Material aus Tell Chuera.– (unveröffentlicht).
- NOVAK, M. (1995): Die Stadtmauergrabung.– In: ORTHMANN, W., HEMPELMANN, R., KLEIN, H., KÜHNE, C., NOVAK, M., PRUB, A., VILA, E., WEICKEN, H.M. & WENER, A. (Hrsg.): *Ausgrabungen in Tell Chuera in Nordost-Syrien I - Vorbericht über die Grabungskampagnen von 1986 bis 1992.*– **2**: 173-182; Saarbücken (SDV).
- ORTHMANN, W. (1990): Tell Chuera. Ausgrabungen der Max Freiherr von Oppenheim-Stiftung in Nordost-Syrien.– Damaskus (Amani).
- PETTIJOHN, F.J. (1957): *Sedimentary Rocks*. 2nd Edition. In: Carey Croneis (Hrsg.): *Harper's Geoscience Series*. New York.
- PILCHER, H. & SCHMITT-RIEGRAF, C. (1993): *Gesteinsbildende Minerale im Dünnschliff.*– 2. Aufl., 233 S.; Stuttgart (Enke).
- PIPERNO, D.R. (2006): *Phytoliths – a comprehensive guide for archaeologist and paleoecologists.*– 238 S.; USA (Altamira).
- PORTILLO, M., ALBERT, R.M. & HENRY, D.O. (2009): Domestic activities and spatial distribution in Ain Abu Nukhayla (Wadi Rum, Southern Jordan): The use of phytoliths and spherulites studies.– *Quaternary International*, **193** (1-2): 174-183.
- RÖSNER, U. (1995): Zur quartären Landschaftsentwicklung in den Trockengebieten Syriens.– **10**: 343 S.; Berlin (Bornträger).
- ROSEN, A. (1986): *Cities of clay – The Geoarchaeology of Tells.*– 167 S.; Chicago (University of Chicago Press).
- RUNGE, F. (2000): *Opal-Phytolithe in den Tropen Afrikas: und ihre Verwendung bei der Rekonstruktion paläoökologischer Umweltverhältnisse.*– 285 S.; Paderborn.
- SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (2002): *Lehrbuch der Bodenkunde (15 Aufl.)*.– 593 S.; Heidelberg (Spektrum).
- SCHIEGL, S., GOLDBERG, P., BAR-YOSEF, O. & WEINER, S. (1996): Ash Deposits in Hayonim and Kebara Caves, Israel: Macroscopic, Microscopic and Mineralogical Observations, and their Archaeological Implications.– *Journal of Archaeological Science*, **23**: 763-781.

SCHIEGL, S., GOLDBERG, P., PFRETZSCHNER, H.-U. & CONARD, N.J. (2003): Paleolithic Burnt Bone Horizons from the Swabian Jura: Distinguishing between In Situ Fireplaces and Dumping Areas.– *Geoarchaeology*, **18** (5): 541-565.

SCURFIELD, G., ANDERSON, C. & SEGNET, E. (1974): Silica in Woody Stems.– *Australian Journal of Botany*, **22** (2): 211-229.

SHAHACK-GROSS, R., MARSHALL, F. & WEINER, S. (2003): Geoethnoarchaeology of pastoral sites: the identification of livestock enclosures in abandoned Maasai settlements.– *Journal of Archaeological Science*, **30**: 439-459.

SHAHACK-GROSS, R., ALBERT, R., GILBOA, A., NAGAR-HILMAN, O., SHARON, I. & WEINER, S. (2005): Geoarchaeology in an urban context: The uses of space in a Phoenician monumental building at Tel Dor (Israel).– *Journal of Archaeological Science*, **32** (9): 1417-1431.

SHANKAR, N. & ACHYUTHAN, H. (2007): Genesis of calcic and petrocalcic horizons from Coimbatore, Tamil Nadu: Micromorphology and geochemical studies.– *Quaternary international*, **175**: 140-154.

SIMPSON, I.A., BARRETT, J.H. & MILEK, K.B. (2005): Interpreting the Viking Age to N^o Medieval Period Transition in Norse Orkney through Cultural Soil and Sediment Analyses.– *Geoarchaeology*, **20** (4): 355-377.

SINGER, C. (2008): Pollenanalytische Voruntersuchungen am mittleren Euphrat zwischen Sarat al-Kasra und Deir ez-Zor (Syrien).– *Damaszener Mitteilungen*, **15**.

SINGER, C. & KALIS, A.J. (2009). Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der syrischen Jazira unter besonderer Berücksichtigung des 3. vorchristlichen Jahrtausends – ein Vorbericht.– *Frankfurter Archäologische Arbeiten*, **7**: 87-96.

SOIL SURVEY STAFF (2010): *Keys to Soil Taxonomy*.– 11th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

STREBEL, O. (1965): Bodengesellschaften Syriens und des Libanon.– *Geol. Jb.* **84**: 1-22.

STREBEL, O. (1967): Bodengesellschaften Syriens und des Libanon.– In: WOLFART, R. (Hrsg.). (1967). *Geologie von Syrien und dem Libanon*. Berlin (Borntraeger).

THIEMEYER, H. (2010): Die Böden in der Umgebung von Tell Chuera, Syrien.– In: Becker, J., Hempelmann, R., Rehm, E. (2010): *Kulturlandschaft Syrien – Zentrum und Peripherie*. *Alter Orient und Altes Testament*, **371**: 189-605.

WAGNER, G.A. (1995): Altersbestimmung von jungen Gesteinen und Artefakten: physikalische und chemische Uhren in Quartärgeologie und Archäologie.– (Enke).

WEICKEN, H.-M. & WENER, A. (1995): Untersuchungen zur holozänen Relief- und Bodenentwicklung im Umkreis des Tell Chuera.– in: ORTHMANN, W., HEMPELMANN, R., KLEIN, H., KÜHNE, C., NOVAK, M., PRUB, A. VILA, E., WEICKEN H.-M., WENER A. (Hrsg.), *Ausgrabungen in Tell Chuera in Nordost-Syrien I - Vorbericht über die Grabungskampagnen 1986 bis 1992*.– **2**: 282-324; Saarbrücken (Harrassowitz).

WEISS, H. (2000): Beyond the Younger Dryas: Collapse as Adaption to Abrupt Climate Change in Ancient West Asia and the Eastern Mediterranean.– in: BAWDEN, G., REYCRAFT, R.M. (Hrsg.): Environmental Disaster and the Archaeology of Human Response.– **7**: 75-98.

WEISS, H. & BRADLEY, R.S. (2001): What Drives Societal Collapse?– Science, **291**, 609-610.

WEISS, H., COURTY, M.A., WETTERSTROM, W., GUICHARD, F., SENIOR, L., MEADOW, R. & CURNOW, A. (1993): The Genesis and Collapse of Third Millennium North Mesopotamian Civilization.– Science, New Series, **261**: 995-1004.

WILKINSON, T.J. (1990): Early Channels and Landscape Development around Abu Salabikh, a Preliminary Report.– Iraq, **52**, 75-83.

WILKINSON, T.J. (1993): Linear hollows in the Jazira, Upper Mesopotamia. Antiquity, **67**: 548-562.

WILKINSON, T.J. (2004): On the Margin of the Euphrates: Settlement and Land Use at Tell Es-Sweyhat and the upper Lake Assad Area, Syria. Oriental Institute Publications, **124**: 276 S., Chicago.

WILKINSON, T.J., BINTLIFF, J., CURVERS, H.H., HALSTEAD, P., KOHL, P.L., LIVERANI, M., MCCORRISTON, J, OATES, J., SCHWARTZ, J.M, THUESEN, I., WEISS, H. & COURTY, M-A. (1994): The Structure and Dynamics of Dry-Farming States in Upper Mesopotamia [and Comments and Reply].– Current Anthropology, **35** (5): 483-520.

WIRTH, E. (Hrsg.). (1971): Syrien.– **4/5**: Darmstadt (WBG).

WITHLOCK, C. & LARSEN, C. (2001): Charcoal as a Fire Proxy.– In: SMOL, J.P., BIRKS, H.J. & LAST W.M. (Hrsg.): Tracking Environmental Change Using Lake Sediment: Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators.– **3**: 75-97; Dordrecht (Kluver).

WOLFART, R. (Hrsg.). (1967): Geologie von Syrien und dem Libanon.– Berlin (Borntraeger).

Internetquellen

INSTITUT FÜR ALTERTUMSWISSENSCHAFTEN, MARTIN-LUTHER-UNIVERSITÄT HALLE
WITTENBERG: <http://www.orientarch.uni-halle.de/digs/chuera/chuinfo.html>. (Abruf vom 11.04.2010).

INSTITUT FÜR ARCHÄOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN, GOETHE UNIVERSITÄT FRANKFURT AM
MAIN: <http://web.uni-frankfurt.de/fb09/vorderasarch/indexpro.html>. (Abruf vom 31.03.2010).

MATTHEWS, W., POSTGATE, J.N. (2001). Contextual analysis of the use of space at two Near Eastern Bronze Age sites. Micromorphological analysis of occupational sequences.–
<http://ads.ahds.ac.uk/catalogue/projArch/TellBrak/index.cfm?CFID=3658364&CFTOKEN=41785564>. (letzter Abruf: 21.04.2010).

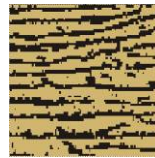
Anhang A1



Prismengefüge



Polyedergefüge



Plattengefüge



Kohärentgefüge



Gipskristalle

Abb. A1-1: Ergänzende Legende zu den schematischen Profilzeichnungen.

Tab. A2-1: **P1** Telledimente (36°38'44,2" N; 39°29'51,7" E)

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	Horizont (FAO)	Tiefe	Grobboden	Gefüge	Wurzeln	CaCO ₃ [%]	CaSO ₄ [%]	pH (Aqua dest.)	pH (KCl)	EC [μ s/cm]	C _{org} (%)	organische Substanz [%]	Farbe trocken	Farbe feucht	P _{ges} [%]
	eAh	Ahu1	0-2	G1	koh/ein	w4-5	> c4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		n.b.	grau	n.b.	n.b.
TCH40	IleAh(x)	2Ahu2	-40	G3-4	sub	w4-5	35,3	0,8	8,02	7,70	1890	0,61	1,05	10YR 6/3	10YR 4/6	0,3443
TCH41	IlyelCc	2Cku1	-55	G3-4	sub	w3-2	35,4	3,0	8,00	7,70	2270	0,39	0,67	10YR 6/4	10YR 4/6	0,363
TCH42	IIIyelCcz	3Cku2	-70	G1	sub/koh	w3-2	27,8	14,9	8,04	7,83	4170	0,23	0,39	10YR 6/4	10YR 4/6	0,2329
TCH43	IVyelCcz	4Cku3	-100+		sub-pol	w0-1	25,5	14,7	8,14	7,94	4670	0,23	0,40	10YR 6/4	10YR 4/6	0,1658

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	gS [%]	mS [%]	fS [%]	Σ [%]	gU [%]	mU [%]	fU [%]	Σ [%]	T [%]	Bodenart (KA5)	Bodenart (FAO)	Fe _o /Fe _d	Mn _o /Mn _d	Bemerkungen
	eAh	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	Ut3		n.b.	n.b.	angewehte Asche, vereinzelt Scherben
TCH40	IleAh(x)	3,1	4,3	8,3	15,7	18,4	18,4	19,6	56,4	27,9	Lu	siCL	0,01	0,38	vereinzelt Scherben
TCH41	IlyelCc	3,3	3,2	6,0	12,5	19,8	20,4	21,9	62,2	25,3	Lu	siL	0,02	0,63	vereinzelt Scherben, Pseudomycelien
TCH42	IIIyelCcz	1,4	1,2	3,9	6,5	16,8	18,7	19,4	55,0	38,6	Tu3	siCL	0,02	0,58	
TCH43	IVyelCcz	0,3	0,4	1,6	2,2	13,2	17,0	22,6	52,8	45,0	Tu3	siC	0,05	0,78	

Vor der Korngrößenanalyse wurde bei allen Proben eine Gipswäsche durchgeführt.
Aus den Felduntersuchungen übernommene Ergebnisse wurden kursiv gesetzt.

Tab. A2-2: P2 Tellsedimente (36°38'34,7" N; 39°29'24,9" E)

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	Horizont (FAO)	Tiefe	Grobboden	Gefüge	Wurzeln	CaCO ₃ [%]	CaSO ₄ [%]	pH _(Aqua dest.)	pH _(KCl)	EC [μ s/cm]	C _{org} (%)	organische Substanz [%]	Farbe trocken	Farbe feucht	P _{ges} [%]
	eAh	Ahu1	0-5		pol	w6	>c4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		h1	10YR 5/4	n.b.	n.b.
TCH45	eA _{xh}	Ahu2	-20	G3, X4	pol	w6	39,6	0,6	8,15	7,79	850	0,49	0,85	10YR 6/3	10YR 3/4	0,3929
TCH46	eAh(x)	Ahu3	-45	G1, X4	koh-sub	w5	39,8	0,7	8,11	7,87	2400	0,40	0,68	10YR 6/3	10YR 3/4	0,4038
TCH47	yelC(c)	1Bku1	-100	G1, X2	koh-sub	w2-3	39,0	0	8,04	7,82	4550	0,41	0,71	10YR 6/4	10YR 4/6	0,3904
TCH48	IyelCc	2Bku2	-120+		sub-pol	w1	26,4	6,8	8,05	7,88	4550	0,25	0,44	10YR 5/4	10YR 4/4	0,246

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	gS [%] GW	mS [%]	fS [%]	Σ [%]	gU [%]	mU [%]	fU [%]	Σ [%]	T [%]	Bodenart (KA5)	Bodenart (FAO)	Fe _o /Fe _d	Mn _o /Mn _d	Bemerkungen
	eAh	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	Ut2		n.b.	n.b.	
TCH45	eA _{xh}	3,9	4,0	7,2	15,2	23,1	21,0	20,4	64,5	20,3	Lu	siL	0,0103	0,3232	
TCH46	eAh(x)	3,4	3,3	6,4	13,1	23,3	23,9	21,4	68,6	18,4	Ut4	siL	0,0099	0,3700	wenig Pseudomycelien
TCH47	yelC(c)	4,0	3,3	5,7	13,1	19,4	24,6	23,0	66,5	20,4	Ut4	siL	0,0087	0,3408	wenig Pseudomycelien
TCH48	IyelCc	1,4	1,0	2,1	4,6	19,3	22,3	18,6	60,2	35,2	Tu3	siCL	0,0142	0,4976	Lehmziegelmateriale, Kalkausfällungen

Vor der Korngrößenanalyse wurde bei allen Proben eine Gipswäsche durchgeführt.

Aus den Felduntersuchungen übernommene Ergebnisse wurden kursiv gesetzt.

Tab. A2-3: P3 Tellsedimente: Zentralsenke

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	Horizont (FAO)	Tiefe	Grobboden	Gefüge	Wurzeln	CaCO ₃ [%]	CaSO ₄ [%]	pH _(Aqua dest.)	pH _(KCl)	EC [µs/cm]	C _{org} (%)	organische Substanz [%]	Farbe trocken	Farbe feucht	P _{ges} [%]
	eAh	Ahu1	0-4	g1/x1	koh	w6	>ç4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	h1	10YR 5/4	n.b.	n.b.
TCH 51	eAxh	Ahu2	-25	g1/x1	sub-pol	w4	28,1	n.b.	8,46	7,62	296	0,87	1,50	10YR 6/3	10YR 3/4	0,4576
TCH 52	yelC(c)	Bku1	-45	g1/x1	sub-pol	w3	29,2	n.b.	8,66	7,63	189	0,44	0,76	10YR 6/4	10YR 4/6	0,413
TCH 53	yelCc	Bku2	-65	g2/x1	sub-pol	w3	33,0	n.b.	8,70	7,66	212	0,37	0,64	10YR 6/4	10YR 4/6	0,4116
TCH 54	yelC	1Cu1	-90	g2/x1	sub-pol	w2	38,2	n.b.	8,74	7,68	252	0,34	0,58	10YR 6/6	10YR 4/6	0,4083
	IlyelC	2Cu2	-120+	g3/x2	n.b.	w2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	gS [%]	mS [%]	fS [%]	Σ [%]	gU [%]	mU [%]	fU [%]	Σ [%]	T [%]	Bodenart (KA5)	Bodenart (FAO)	Fe _o /Fe _d	Mn _o /Mn _d	Bemerkungen
	eAh	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	Ut4		n.b.	n.b.	
TCH 51	eAxh	1,6	2,4	4,5	8,4	22,6	24,6	21,5	68,7	22,9	Ut4	siL	0,0124	0,4183	Tiergänge
TCH 52	yelC(c)	2,9	3,8	4,6	11,3	20,1	24,7	21,8	66,6	22,1	Ut4	siL	0,0045	0,4035	Schwache Pseudomycelien
TCH 53	yelCc	3,7	5,2	6,7	15,6	19,5	21,3	20,5	61,3	23,12	Uls	siL	0,0091	0,3772	Pseudomycelien
TCH 54	yelC	4,7	6,8	6,9	18,4	19,2	20,3	20,2	59,7	21,9	Uls	siL	0,0075	0,3333	Pseudomycelien
	IlyelC	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	

Aus den Felduntersuchungen übernommene Ergebnisse wurden kursiv gesetzt.

Tab. A2-4: P4 Tellsedimente

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	Horizont (FAO)	Tiefe	Grobboden	Gefüge	Wurzeln	CaCO ₃ [%]	CaSO ₄ [%]	pH _(Aqua dest.)	pH _(KCl)	EC [μ s/cm]	Corg (%)	organische Substanz [%]	Farbe trocken	Farbe feucht	P _{gss} [%]
	eAh	Ahu	0-5	g3/x3	koh-sub	w4	>c4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	h2	10YR 5/4	n.b.	n.b.
TCH55	eAcxh	Ahku	-35	g4/x5	pol-sub	w2	38,9	0,4	8,16	7,77	804	0,65	1,11	10YR 6/3	10YR 3/4	0,3856
TCH56	yelC(cz)	Bku1	-60	g1/x0-1	pol-sub	w2	27,8	27,2	7,82	7,58	2600	0,28	0,48	10YR 6/3	10YR 3/4	0,2364
TCH57	yelCcz	Bku2	-90	g1/x1	pol-sub	w0	33,5	13,6	7,97	7,75	3110	0,25	0,43	10YR 6/4	10YR 4/6	0,3131
TCH58	IlyelCcz	2Cku	-120+	g2/x1	sub-pol	w0	27,6	18,2	8,39	8,34	18140	0,36	0,62	10YR 6/4	10YR 4/6	0,3273

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	Horizont (FAO)	gS [%] GW	mS [%]	fS [%]	Σ S [%]	gU [%]	mU [%]	fU [%]	Σ U [%]	T [%]	Bodenart (KA5)	Bodenart (FAO)	Fe _o /Fe _d	Mn _o /Mn _d	Bemerkungen
	eAh	Ah	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	Tu4		n.b.	n.b.	
TCH55	eAcxh	Ahk	7,0	7,2	8,9	23,2	21,5	20,4	18,1	60,0	16,8	Uls	siL	0,0103	0,3280	Begehungsfläche
TCH56	yelC(cz)	Bk1	3,2	2,0	5,3	10,4	20,2	21,7	20,8	62,7	26,9	Lu	siL	0,0239	0,2660	
TCH57	yelCcz	Bk2	3,6	3,0	5,9	12,5	18,5	20,6	20,3	59,3	28,2	Lu	siCL	0,0110	0,4047	
TCH58	IlyelCcz	2Bk3	3,3	2,4	5,9	11,6	16,1	17,1	19,9	53,1	35,3	Tu3	siCL	0,0295	0,6249	

Aus den Felduntersuchungen übernommene Ergebnisse wurden kursiv gesetzt.

Tab. A2-5: P5 Hohlweg Senke (36°37'44.2''N/39°30'20.5''E)

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	Horizont (FAO)	Tiefe	Grobboden	Gefüge	Wurzeln	CaCO ₃ [%]	CaSO ₄ [%]	pH _(Aqua dest.)	pH _(KCl)	EC [μ s/cm]	Corg (%)	organische Substanz [%]	Farbe trocken	Farbe feucht	P _{ges} [%]
WCH15a	eAp	Ap1	0-25	n.b.	n.b.	n.b.	22,8	0	8,47	7,47	171	0,72	1,24	10YR 5/6	10YR 3/6	0,1844
WCH15b	eM1	Ah2	-35	n.b.	pol	w3	29,2	0	8,40	7,46	191	0,50	0,87	10YR 5/6	10YR 3/6	0,1071
WCH15c	eMc2	2Ck1	-45	n.b.	pol	w3	33,2	0,04	8,36	7,53	217	0,33	0,57	10YR 5/4	10YR 4/4	0,1057
WCH16	IIelCc	3Ck2	-90	n.b.	(pri-) pol	n.b.	32,2	0,13	8,17	7,52	373	0,15	0,27	10YR 5/6	10YR 3/6	0,0863
WCH17	IIIelCv	4C1	-110	n.b.	ein-koh	n.b.	40,9	0	8,14	7,52	303	0,10	0,18	10YR 5/8	10YR 4/6	0,0787
WCH18	IVelCv	5C2	-130	n.b.	n.b.	n.b.	73,0	0	8,37	7,66	206	0,06	0,11	10YR 5/8	10YR 4/6	0,0704

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	gS [%] GW	mS [%]	fS [%]	Σ S [%]	gU [%]	mU [%]	fU [%]	Σ U [%]	T [%]	Bodenart (KA5)	Bodenart (FAO)	Fe _o /Fe _d	Mn _o /Mn _d	Bemerkungen
WCH15a	eAp	3,0	5,2	6,5	14,6	13,3	16,3	21,6	51,2	34,1	Tu3	siCL	0,0152	0,5525	Scherbenfund an der Basis
WCH15b	eM1	5,3	6,2	4,9	16,4	10,5	16,7	18,3	45,6	38,0	Lt3	siCL	0,0150	0,5193	Wenige Pseudomycelien, Kalkkonkretionen
WCH15c	eMc2	5,7	5,4	4,9	15,9	10,3	16,2	17,6	44,2	39,9	Lt3	siCL	0,0132	0,5801	Kieslage an der Basis. Wenige Pseudomycelien, Kalkkonkretionen
WCH16	IIelCc	2,4	4,3	6,7	13,8	14,7	14,9	18,8	48,4	38,1	Lt3	siCL	0,0106	0,4173	
WCH17	IIIelCv	2,9	11,6	9,9	24,4	14,4	11,2	17,2	42,9	32,7	Lt3	CL	0,0107	0,3413	
WCH18	IVelCv	42,2	16,4	1,6	60,2	4,8	4,2	9,9	18,8	20,9	Ls4	siCL	0,0212	0,5989	

Aus den Felduntersuchungen übernommene Ergebnisse wurden kursiv gesetzt.

Tab. A2-6: P6 Hohlweg Fläche (36°37'43.8''N/39°30'19.9''E)

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	Horizont (FAO)	Tiefe	Grobboden	Gefüge	Wurzeln	CaCO ₃ [%]	CaSO ₄ [%]	pH _(Aqua dest.)	pH _(KCl)	EC [µs/cm]	Corg (%)	organische Substanz [%]	Farbe trocken	Farbe feucht	P _{ges} [%]
	eAp	Ap	0-25	gl	bro	n.b.	>c4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		n.b.	7,5YR 4/6	n.b.	n.b.
WCH19	eICkc	Ckc	-70	gl	ris-pri	w3	27,3	0,13	8,31	7,59	721	0,17	0,30	5YR 4/4 & 7,5YR 4/6 (10YR 5/4) zerrieben	10YR 4/4	0,1374
WCH20	eIC(c)	Ck	-100	gl	pol-pri	n.b.	34,4	0,76	8,39	7,67	1120	0,13	0,22	5YR 4/4 & 7,5YR 4/6 (10YR 6/6) zerrieben	10YR 4/6	0,117
WCH21	IIClCv	2C	-140	g6	koh	n.b.	37,1	0,04	8,63	7,72	505	0,10	0,17	7,5YR 4/6 (10YR 5/6)	10YR 3/6	0,1344

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	gS [%] GW	mS [%]	fS [%]	Σ S [%]	gU [%]	mU [%]	fU [%]	Σ U [%]	T [%]	Bodenart (KA5)	Bodenart (FAO)	Fe _o /Fe _d	Mn _o /Mn _d	Bemerkungen
	eAp	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		n.b.	n.b.	an Basis Scherbe
WCH19	eICkc	2,1	2,5	4,3	9,0	16,4	18,6	16,5	51,4	39,6	Tu3	siCL	0,0076	0,3305	Kalkkonkretionen
WCH20	eIC(c)	3,2	3,8	7,0	14,0	17,2	16,6	15,5	49,4	36,6	Lt3	siCL	0,0119	0,3477	
WCH21	IIClCv	8,6	8,8	8,6	26,0	14,6	14,0	12,7	41,2	32,8	Lt2	CL	0,0109	0,2834	äsCH in Wechsellage mit äHFL, an Obergrenze Silex

Aus den Felduntersuchungen übernommene Ergebnisse wurden kursiv gesetzt.

Tab. A2-7: P7 Gräberfeld (36°39'18.2''N/39°29'58.9''E)

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	Horizont (FAO)	Tiefe	Grobboden	Gefüge	Wurzeln	CaCO ₃ [%]	CaSO ₄ [%]	pH (Aqua dest.)	pH (κCl)	EC [μs/cm]	Corg (%)	organische Substanz [%]	Farbe trocken	Farbe feucht	P _{ges} [%]
HFL4A	eAp	Ap	0-40	g2-3	n.b.	w4	38,7	0,13	8,64	7,54	128.	0,42	0,73	10YR 6/6	10YR 5/4	0,1359
HFL4	IIelCc	2Ck	-65	g2-3	pol	w3	34,7	0	8,57	7,44	165	0,30	0,52	10YR 5/4	10YR 4/4	0,1367
HFL3A	IIelCkc	2Cck	-90	g0	(pri)-pol	w2	27,8	0	8,67	7,45	148	0,21	0,38	10YR 6/4	7,5YR 4/6	0,1257
HFL3			-110	g0	(pri)-pol	w2	30,9	0	8,51	7,44	214	0,20	0,36	10YR 6/6	10YR 5/6	0,1269
HFL2A			-145	g0	(pri)-pol	w2	30,4	0	8,7	7,52	157	0,08	0,14	10YR 6/4	7,5YR 4/6	0,1299
HFL2			-175	g0	(pri)-pol	w2	28,6	0,42	8,02	7,52	1893.	0,12	0,21	10YR 6/4	7,5YR 4/4	0,1243
HFL1A			-195	g0	(pri)-pol	w2	28,7	7,18	8,03	7,53	2170	0,10	0,17	10YR 5/4	7,5YR 5/4	0,1177
HFL1	IIIelCv	3C	-215+	g6	ein-koh		31,3	6,07	7,92	7,46	1660	0,09	0,15	10YR 4/6	7,5YR 4/6	0,1124

Aus den Felduntersuchungen übernommene Ergebnisse wurden kursiv gesetzt.

Tab. A2-7 (Fortsetzung): P7 Gräberfeld (36°39'18.2''N/39°29'58.9''E)

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	IRSL ¹ [ka]	gS [%] GW	mS [%]	fS [%]	Σ S [%]	gU [%]	mU [%]	fU [%]	Σ U [%]	T [%]	Bodenart (KA5)	Bodenart (FAO)	Fe _o /Fe _d	Mn _o /Mn _d	Bemerkungen
HFL4A	eAp	n.b.	0,7	7,6	12,9	21,2	24,9	17,6	12,9	55,4	23,4	Lu	SiL	0,00886	0,27836	jHFL
HFL4	IIelCc	n.b.	2,5	3,5	7,1	13,1	20,6	18,3	15,3	54,2	32,7	Tu3	SiCl	0,00662	0,22322	jHFL
HFL3A	IIelCkc	n.b.	2,4	1,5	2,4	6,3	14,3	18,9	19,7	52,9	40,8	Tu3	SiC	0,00546	0,19421	jHFL
HFL3		9,1 ± 0,91	1,6	1,9	3,9	7,4	15,6	17,2	19,5	52,3	40,3	Tu3	SiC	0,00583	0,20419	jHFL
HFL2A		n.b.	2,1	2,1	3,2	7,4	16,5	17,8	18,3	52,6	40,0	Tu3	SiC	0,00606	0,14035	jHFL
HFL2		19 ± 1,81	2,0	1,1	2,9	6,0	16,9	17,8	16,8	51,4	42,6	Tu3	SiC	0,00596	0,14700	jHFL
HFL1A		n.b.	1,5	2,0	3,4	7,0	16,3	17,1	16,9	50,3	42,7	Tu3	SiC	0,00721	0,19419	
HFL1	IIIelCv	21,3 ± 2 ¹	1,6	2,6	5,7	10,0	19,2	17,7	15,1	52,0	38,0	Tu3	SiCl	0,00910	0,21469	äHFL unmittelbar über den Kiesen

¹ Berechnet mit Sedimentfeuchte: 10 ± 5 Gew%

Aus den Felduntersuchungen übernommene Ergebnisse wurden kursiv gesetzt.

Tab. A2-7A: P7A Gräberfeld Schacht (36°39'18.2''N/39°29'58.9''E)

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	Horizont (FAO)	Tiefe	Grobboden	Gefüge	Wurzeln	CaCO ₃ [%]	CaSO ₄ [%]	pH _(Aqua dest.)	pH _(KCl)	EC [μ s/cm]	Corg (%)	organische Substanz [%]	Farbe trocken	Farbe feucht	P _{ges} [%]
	Ap	Ap	0-40													
HFL6	jelCc	Ck	55-65				33,6	0	8,66	7,53	174	0,46	0,46	7,5 YR 6/4	7,5 YR 4/6	0,1425
HFL5	jelC	C	157-167				32,4	0	8,13	7,61	708	0,31	0,31	10 YR 6/4	7,5 YR 4/4	0,1485

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	IRSL ¹ [ka]	gS [%] GW	mS [%]	fS [%]	Σ S [%]	gU [%]	mU [%]	fU [%]	Σ U [%]	T [%]	Bodenart (KA5)	Bodenart (FAO)	Fe _o /Fe _d	Mn _o /Mn _d	Bemerkungen
	Ap															
HFL6	jelCc	n.b.	6,1	4,1	6,5	16,7	19,8	15,5	14,9	50,1	33,2	Tu2	siCL	0,0059	0,2004	
HFL5	jelC	6.6 \pm 0.6 ¹	4,3	3,8	5,9	14,1	20,4	14,7	15,6	50,7	35,2	Tu2	siCL	0,0094	0,3007	

Gipswäsche vor der Korngrößenanalyse bei WG1-HFL5

¹ Berechnet mit Sedimentfeuchte: 10 \pm 5 Gew%

Aus den Felduntersuchungen übernommene Ergebnisse wurden kursiv gesetzt.

Tab. A2-8: P8 Tellsedimente

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	Horizont (FAO)	Tiefe	Grobboden	Gefüge	Wurzeln	CaCO ₃ [%]	CaSO ₄ [%]	pH (Aqua dest.)	pH (KCl)	EC [μ s/cm]	Corg (%)	organische Substanz [%]	Farbe trocken	Farbe feucht	P _{ges} [%]
Fr I eAh	eAh	Ahu	0-30	n.b.	sub	n.b.	24,3	n.b.	8,30	7,71	447	1,32	2,28	10YR 6/4	10YR 3/3	0,6994
Fr I Mc	eMc	Cku	-130	g2/x1	pri	n.b.	34,9	13,59	8,65	7,74	267	0,49	0,84	10YR 6/4	10YR 3/2	0,6102
Fr II Mc	IIMc	2Cku	-140	g1/x1	koh	n.b.	30,6	6,24	9,01	7,67	227	0,39	0,67	10YR 6/4	10YR 4/3	0,6514
Fr III fAh	IIIfeAh	3Ahub	-165	g1/x1	pol	n.b.	35,9	3,58	7,93	7,63	2400	0,41	0,70	10YR 5/6	10YR 3/4	0,2660
Fr III yelCc	IIIyelCc	3Ckub	-210	g1/x1	pla-pol	n.b.	33,0	14,31	7,72	7,60	7150	0,30	0,52	10YR 5/6	10YR 3/6	0,2108

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	gS [%] GW	mS [%]	fS [%]	Σ S [%]	gU [%]	mU [%]	fU [%]	Σ U [%]	T [%]	Bodenart (KA5)	Bodenart (FAO)	Fe _o /Fe _d	Mn _o /Mn _d	Bemerkungen
Fr I eAh	eAh	0,8	1,4	3,1	5,3	13,6	24,3	26,1	64,0	30,6	Tu4	siCL	n.b.	n.b.	
Fr I Mc	eMc	3,6	3,7	5,5	12,7	20,5	25,2	22,2	67,8	19,4	Ut4	siL	n.b.	n.b.	
Fr II Mc	IIMc	5,3	4,5	8,1	17,9	25,7	25,1	19,1	69,9	12,2	Ut3	siL	n.b.	n.b.	
Fr III fAh	IIIfeAh	3,7	3,0	4,7	11,3	16,3	20,4	22,0	58,8	29,9	Lu	siCL	n.b.	n.b.	
Fr III yelCc	IIIyelCc	2,3	3,3	4,9	10,6	16,0	18,7	19,3	53,9	35,5	Tu3	siCL	n.b.	n.b.	Lehmziegel

Aus den Felduntersuchungen übernommene Ergebnisse wurden kursiv gesetzt.

Tab. A2-9: P9 Baugrube (36°38'34,7" N; 39°29'24,9" E)

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	Horizont (FAO)	Tiefe	Grobboden	Gefüge	Wurzeln	CaCO ₃ [%]	CaSO ₄ [%]	pH _(Aqua.dest)	pH _(KCl)	EC [μ s/cm]	Corg (%)	organische Substanz [%]	Farbe trocken	Farbe feucht	P _{ges} [%]
BG1	reAp	Ap	0-25	f-mG4	koh	w4	40,7	0,0	8,42	7,53	200	0,64	1,11	10YR 6/4	10YR 4/6	0,1466
BG2	eICkc	1Bk	-90	f-mG5	koh	w4	53,2	0,0	8,56	7,78	n.b.	0,08	0,13	7,5YR 7/4	7,5YR 5/8	0,1026
BG3	IIelC	2C	-130		pri	w0	44,4	0,2	8,25	7,53	322	0,08	0,14	7,5YR 7/3	7,5YR 5/4	0,0817
BG4	IIIelCz	3C	-140+		koh	w0	17,6	46,3	7,88	7,66	2320	0,03	0,06	7,5YR 8/4	7,5YR 5/3	0,0536

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	gS [%]	mS [%]	fS [%]	Σ S [%]	gU [%]	mU [%]	fU [%]	Σ U [%]	T [%]	Bodenart (KA5)	Bodenart (FAO)	Fe _o /Fe _d	Mn _o /Mn _d	Bemerkungen
BG1	reAp	8,9	7,2	10,0	26,1	18,1	15,9	14,8	48,8	25,1	Lt2	L	0,0110	0,3405	Röhren: Gri3f3;
BG2	eICkc	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	U	n.b.	0,0118	0,2939	viele Kiese, teilweise bis zu 5 cm
BG3	IIelC	7,6	4,3	6,9	18,8	11,7	24,0	10,9	46,6	34,6	Lt2	siCL	0,0125	0,3521	
BG4	IIIelCz	0,8	0,6	3,8	5,2	13,9	27,0	13,9	54,8	40,0	Tu3	siC	0,0080	0,2667	

Vor der Korngrößenanalyse an BG4 wurde eine Gipswäsche durchgeführt.

Aus den Felduntersuchungen übernommene Ergebnisse wurden kursiv gesetzt.

Tab. A2-10: **P10** Tellsedimente: Glacis

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	Horizont (FAO)	Tiefe	Grobboden	Gefüge	Wurzeln	CaCO ₃ [%]	CaSO ₄ [%]	pH _(Aqua dest.)	pH _(KCl)	EC [μ s/cm]	Corg (%)	organische Substanz [%]	Farbe trocken	Farbe feucht	P _{ges} [%]
	eAh	Ahu	0-5	g3/x1	pol-sub	w4	>c4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		n.b.	7,5YR 4/6	n.b.	n.b.
	eAch	Ahku	-30	g3/x1	pol-sub	w3	>c4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		n.b.	7,5YR 4/6	n.b.	n.b.
TCH 70	yelCkc	Ckcu	-50	g2/x1	pol-sub	w3	37,8	0,08	8,2	7,49	320	0,31	0,53	10YR 6/4	10YR 4/6	0,1705
	IlyelC	2C	-70	g2/x1	pol-pri	w2	>c4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		n.b.	7,5YR 4/6	n.b.	n.b.
TCH 71	IlyelCc	2Ck1	-110	g1/x1	sub	w1	40,2	0,11	8,73	7,71	275	0,41	0,70	10YR 6/4	10YR 4/6	0,4346
	IIIelCc	3Ck2	-190+	g1/x1	sub-pol	w0-w1	>c6	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.		n.b.	7,5YR 4/6	n.b.	n.b.

Probenbezeichnung	Horizont (KA5)	gS [%] GW	mS [%]	fS [%]	Σ S [%]	gU [%]	mU [%]	fU [%]	Σ U [%]	T [%]	Bodenart (KA5)	Bodenart (FAO)	Fe _o /Fe _d	Mn _o /Mn _d	Bemerkungen
	eAh	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	Ut2-3		n.b.	n.b.	
	eAch	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	Ut2-3		n.b.	n.b.	
TCH 70	yelCkc	3,3	5,9	7,5	16,7	13,7	17,2	19,9	50,8	32,5	Tu3	siC	0,0085	0,4539	
	IlyelC	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	Ut4		n.b.	n.b.	
TCH 71	IlyelCc	4,6	8,4	12,4	25,4	22,0	20,1	18,3	60,4	14,2	Uls	siL	0,0070	0,1406	Tonlinsen
	IIIelCc	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	Ut4-Tl		n.b.	n.b.	Tonlinsen

Aus den Felduntersuchungen übernommene Ergebnisse wurden kursiv gesetzt.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Dagmar Fritzsch
Anschrift	Florastr. 21 60387 Frankfurt am Main
Geburtsdatum	15. März 1973
Geburtsort	Warendorf

Schulische und berufliche Ausbildung

1979 bis 1993	Besuch der Grund-, Hauptschule und des Augustin Wibbelt-Gymnasiums in Warendorf. Abschluss: Allgemeine Hochschulreife Ausbildung zur Garten- und Landschaftsgärtnerin mit anschließender Berufstätigkeit
---------------	--

Berufspraktische Erfahrungen

03/98 bis 07/98	Praktisches Studiensemester bei der OBE 2000 GmbH, Osnabrück
02/00 bis 10/00	Praktisches Studiensemester am Jakob Blaustein Institute for Desert Research, Ben-Gurion University of the Negev, Israel
02/02 bis 04/04	Technische Angestellte am Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie Dezernat für Bodenschutz

06/07 bis 11/10

Technische Angestellte der Professur für Bodenkunde (Prof. Dr. H. Thiemeyer) am Institut für Physische Geographie der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

seit 12/10

Wissenschaftliche Angestellte der Professur für Bodenkunde (Prof. Dr. H. Thiemeyer) am Institut für Physische Geographie der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Akademische Ausbildung:

03/96 bis 10/01

Studium der Bodenwissenschaften (Dipl. Ing. FH)
Fachhochschule Osnabrück

Diplomarbeit: „Der Effekt von Folienmulch auf die Wurzelentwicklung von Baumwolle. Ein Feldversuch im Negev – Israel.“

05/2004 bis 04/2007

DFG-Promotionsstipendium innerhalb des Graduiertenkollegs "Archäologische Analytik" an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Frankfurt, September 2011