



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Geoarchäologische Untersuchungen einer neolithischen
Kreisgrabenanlage bei Velm, Niederösterreich“

verfasst von / submitted by

Felix Köstelbauer BA

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Arts (MA)

Wien, 2019 / Vienna 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 066 801

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Urgeschichte und Historische Archäologie

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Mag. Dr. Michael Doneus

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	10
Einleitung.....	11
Ausgangssituation.....	12
Zielsetzung und Forschungsfragen	13
Aufbau der Arbeit.....	14
1 Forschungsstand	16
1.1 Geoarchäologie	16
1.2 Geschichte der geoarchäologischen Forschung	17
1.3 Kreisgrabenanlagen.....	19
1.3.1 <i>Beschreibung der Bauweise</i>	20
1.3.1.1 <i>Gräben</i>	22
1.3.1.2 <i>Toranlagen</i>	25
1.3.1.3 <i>Palisaden</i>	28
1.3.1.4 <i>Weitere Befunde im Innenbereich</i>	30
1.3.2 <i>Forschungsgeschichte</i>	32
1.3.3 <i>Datierung</i>	34
1.3.4 <i>Verbreitung und Standorteigenschaften</i>	36
1.4 Geoarchäologische Forschungen an Kreisgrabenanlagen	39
1.4.1 <i>Těšetice-Kyjovice und Aldenhoven</i>	40

1.4.2	<i>Kamegg und Strögen</i>	41
1.4.3	<i>Steinabrunn</i>	43
1.4.4	<i>Zusammenfassung</i>	44
2	Methodik	47
2.1	Prospektion mittels <i>Ground Penetrating Radar (GPR)</i>	47
2.2	Geoarchäologische Bohrprospektion.....	48
2.3	Datierung mittels ^{14}C (Radiokarbon)	52
3	Die Kreisgrabenanlage von Velm	55
3.1	Messung der Kreisgrabenanlage	57
3.2	Beschreibung der Kreisgrabenanlage.....	62
3.3	Beschreibung der angrenzenden Siedlungsstruktur	62
4	Arbeitsablauf	64
4.1	Festlegung der Bohrpunkte	64
4.2	Rammkernbohrungen.....	67
4.3	Untersuchung der Bohrkerne	69
4.4	Radiokarbondatierung	71
4.5	Bioarchäologische Analysen	71
5	Ergebnisse	73
5.1	Beschreibung und Interpretation der Bohrungen	73
5.1.1	<i>Kreisgrabenanlage, Äußerer Graben (2017/1-3)</i>	73

5.1.2	<i>Kreisgrabenanlage, Mittlerer Graben (2018/4-7)</i>	74
5.1.3	<i>Kreisgrabenanlage, Innerer Graben (2018/8-10)</i>	75
5.1.4	<i>Kreisgrabenanlage, innere Palisadenwand (2017/11)</i>	75
5.1.5	<i>Kreisgrabenanlage, äußere Palisadenwand (2017/12)</i>	77
5.1.6	<i>Haus 1, Außenbereich (2017/13)</i>	77
5.1.7	<i>Haus 1, Innenbereich (2017/14)</i>	77
5.1.8	<i>Haus 1, Pfostenloch der westlichen Längsseite (2017/15)</i>	78
5.1.9	<i>Haus 1, Zentrales Pfostenloch (2017/16)</i>	78
5.1.10	<i>Haus 1, Südwestliches Pfostenloch (2018/17)</i>	78
5.1.11	<i>Haus 2, Zentrales Pfostenloch (2018/18)</i>	78
5.2	Radiokarbondatierungen	79
5.3	Bioarchäologische Untersuchung.....	80
6	Diskussion	81
6.1	Reflektierende Signale aufgrund Verhärtungen der Grubenverfüllungen	81
6.2	Tiefe und Aufbau der Gräben	82
6.3	Entdeckung eines spätpleistozänen Feuchtgebiets	84
6.3.1	<i>Mögliche Hinweise auf anthropogene Umwelteinflüsse</i>	<i>85</i>
6.4	Potential der geoarchäologischen Bohrprospektion innerhalb archäologischer Befunde	86
7	Zusammenfassung.....	88
	Literaturverzeichnis	108

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Portrait von Sir Charles Lyell, 1883 (Quelle: Encyclopædia Britannica, zugegriffen am 22. September 2019)	17
Abb.2: Zweifache Kreisgrabenanlage Friebritz 1, wie sie sich als Bodenmerkmal im Feld zeigt (Foto: Luftbildarchiv des Instituts für Urgeschichte und historische Archäologie der Universität Wien)	19
Abb. 3: Verbreitungskarte aller bekannten Kreisgrabenanlagen vom Kenntnisstand 2012 (Literski und Nebelsick, 2012)	20
Abb. 4: Graphische Darstellung verschiedener Kreisgrabenanlagen in Österreich (Daim und Neubauer, 2005).	21
Abb. 5: Kreisgrabenanlage von Polgár-Csőszhalom, die bis dato einzige bekannte fünffache Kreisgrabenanlage (Raczky et al., 2005)	23
Abb. 6: V-förmiger Graben der Kreisgrabenanlage Steinabrunn (Loishandl-Weisz, 2006).....	24
Abb. 7: Toranlagen in verschiedenen Ausführungen (Neubauer, 2010).....	26
Abb. 8: Beispiele unterschiedlicher Kombinationen verschiedener Formen von Toranlagen und Palisaden. Oben: Gnadendorf, Immendorf. Unten: Würnitz, Svodín 1 und 2 (Bertemes et al., 2007; Neubauer, 2010)	27
Abb. 9: Kreisgrabenanlage Steinabrunn, ausgegrabene Palisade mit eng anstehenden Pfostenlöchern (Neubauer, 2017)	29
Abb. 10: Kreisgrabenanlage von Bučany mit Gebäudestruktur im Innenbereich (Bujna und Romsauer, 1986)..	31
Abb. 11: Magnetogramm der dreifachen Kreisgrabenanlage Glaubendorf 2, kombiniert mit einem Orthofoto (Neubauer, 2010)	33
Abb. 12: Rekonstruktion der Kreisgrabenanlage von Schletz mit anliegender Siedlung, Stand 2001 (Neubauer, 2010)	34
Abb. 13: Polychrom bemalte Keramik der Lengyel Kultur der Phase MOG I a und MOG I b aus dem Kreisgraben von Kamegg (Doneus, 2001).	35

Abb. 14: Verbreitung von Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich (Stand 2005) mit darunterliegender Verbreitung der Lössböden (Loishandl-Weisz und Peticzka, 2005)	37
Abb. 15: Profil des Hauptgrabens von Friebritz 1. Zu erkennen sind mehrere Erneuerungsphasen, in denen die Gräben zumindest zum Teil erneut ausgehoben und wieder verfüllt wurden (Neugebauer-Maresch, 1995).....	39
Abb. 16: Kreisgrabenanlage Kamegg, Schnitt durch den Innengraben (Trnka, 2012).	42
Abb. 17: Unterteilung der Grabenverfüllung des unteren Drittels des Spitzgrabens der Kreisgrabenanlage von Steinabrunn, Niederösterreich, in insgesamt 15 Phasen bzw. Schichten. Die Breite des Blocks beträgt in etwa 217 Zentimeter, die Höhe in etwa 125 Zentimeter (Loishandl-Weisz und Peticzka, 2007).....	44
Abb. 18: Schematische Darstellung der Verfüllungsprozesse der Gräben auf Basis sämtlicher angeführter Forschungsarbeiten. 1: Aushub des Grabens in (üblicherweise) spitzer Form. 2: Erster Verfüllungsprozess nach Auflassen der Anlage mit Erosion der Grabenflanken und des umliegenden Oberbodens. 3: Zweiter Verfüllungsprozess mit Stillstand in der Sedimentation und noch sichtbarem Relief an der Oberfläche 4: Dritter Verfüllungsprozess mit Einebnung durch ackerbauliche Prozesse (Grafik: Felix Köstelbauer).	45
Abb. 19: Verschiedene Typen von Erdbohrern (Quelle: Grabungstechnikerhandbuch des Verbandes der Landesarchäologen in der Bundesrepublik Deutschland).....	50
Abb. 20: Abteufung des Bohrkerns mittels Schlaghammer (Foto: Gemeindearchiv Himberg)	51
Abb. 21: Graphische Darstellung der Entstehung von ^{14}C und dessen Aufnahme in den Stoffwechselkreislauf der Biosphäre (Aitken, 1990).....	53
Abb. 22: Lage der Fundstelle (Kartenquelle: Niederösterreich Atlas, https://atlas.noe.gv.at).....	55
Abb. 23: Orthofoto der dreifachen Kreisgrabenanlage von Velm, inklusive mittelneolithischem Hausgrundriss im Nordosten der Anlage (Foto: Luftbildarchiv des Instituts für Urgeschichte und historische Archäologie der Universität Wien).	56
Abb. 24: Einsatz des MIRA während der Messungen in Velm (Foto: Gemeindearchiv Himberg).....	57
Abb. 25: GPR-Messung der Kreisgrabenanlage von Velm, nordöstliche Toranlage. Ergebnis der registrierten Signale bei einer Tiefe von 155 bis 160 Zentimeter unter der Geländeoberkante. Die Pfostenlöcher der Palisaden sind vereinzelt als reflektierende Signale (schwarze Punkte) auszumachen, während die Gräben überwiegend	

absorbierende Signale aufweisen (Quelle GPR: LBI ArchPro, Umzeichnung: Mario Wallner, Layout: Felix Köstelbauer).....	58
Abb. 26: GPR-Messung des nördlichen der zwei einräumigen Häuser, bei einer Tiefe von 120 bis 125 Zentimeter (links) sowie 140 bis 145 Zentimeter (rechts). Deutlich erkennbar zeigen sich die in den unterschiedlichen Tiefen auftretenden Reflektionen der Pfostenlöcher als schwarze Färbung (Quelle GPR: LBI ArchPro, Umzeichnung: Mario Wallner, Layout: Felix Köstelbauer).....	59
Abb. 27: Kreisgrabenanlage von Velm, Umzeichnung der Anlage und angrenzende Siedlungsstrukturen anhand des Georadars, derzeitiger Kenntnisstand (Umzeichnung: Mario Wallner, Layout: Felix Köstelbauer)	60
Abb. 28: Idealisiertes Profil eines Pfostenlochs nach Ableitung der in den GPR-Messungen herauszulesenden Signalen	61
Abb. 29: Einsatz von PinPoint-GIS zur Festlegung von Bohrpunkten direkt an der Fundstelle.....	65
Abb. 30: Positionen der Bohrpunkte (Umzeichnung: Mario Wallner, Layout: Felix Köstelbauer)	66
Abb. 31: Start des motorisierten Bohrhammers mit unten angeschraubtem Bohrkopf; Bohrung im Bereich des äußeren Grabens (2017/1-3) (Foto: Felix Köstelbauer).	68
Abb. 32: Bergung des Bohrkerns mit Hilfe des Ziehgeräts; Bohrung im Bereich des äußeren Grabens (2017/1-3) (Foto: Felix Köstelbauer).	68
Abb. 33: Oberbodenabtrag im Bereich der inneren Palisade, Blickrichtung nach Nordwesten: Die dunkle Verfärbung zeigt den Verlauf der Palisade an, die hellen Verfärbungen an den Seiten den sterilen Boden. Die Seitenlänge des mittels der roten Schnur aufgespannten Quadrates beträgt einen Meter (Foto: Mario Wallner).	69
Abb. 34: Bohrkerne aus der ersten Kampagne, kurz vor ihrer Öffnung (Foto: Felix Köstelbauer)	70
Abb. 35: Entnahmestellen am Bohrkern für die bioarchäologische Untersuchung (Foto: Marie-Claire Ries).....	72
Abb. 36: Organische Schichten zwischen 240 und 246 Zentimeter u. GOK (Foto: Felix Köstelbauer).....	74
Abb. 37: Umriss des Oberbodenabtrags. Tiefe der GPR-Messung: 140-145 Zentimeter (Umzeichnung: Mario Wallner, Layout: Felix Köstelbauer)	76

Abb. 38: Glomus cf. fasciculatum (links) und Reste von Holzkohle (rechts) aus den organischen Schichten zwischen 240 und 246 Zentimeter u. GOK, Länge des Maßstabs: 50 Mikrometer (Fotos: Marie-Claire Ries)	80
Abb. 39: Gegenüberstellung des idealisierten Profils des in den GPR-Messungen abgeleiteten Pfostenlochs mit der Umzeichnung von Bohrkern 2017/11.....	81
Abb. 40: Schematische Darstellung der errechneten Tiefen der beprobten Gräben und Pfostenlöcher der Kreisgrabenanlage von Velm, inklusive des Horizontes der organischen Schichten des Feuchtbodenmilieus (Grafik: Felix Köstelbauer).....	82
Abb. 41: Bohrkern 2017/1, Kreisgrabenanlage, Äußerer Graben, Meter 0 – 1	90
Abb. 42: Bohrkern 2017/2, Kreisgrabenanlage, Äußerer Graben, Meter 1 – 2	91
Abb. 43: Bohrkern 2017/3, Kreisgrabenanlage, Äußerer Graben, Meter 2 – 3	92
Abb. 44: Bohrkern 2018/4, Kreisgrabenanlage, Mittlerer Graben, Meter 0 – 1	93
Abb. 45: Bohrkern 2018/5, Kreisgrabenanlage, Mittlerer Graben, Meter 1 – 2	94
Abb. 46: Bohrkern 2018/6, Kreisgrabenanlage, Mittlerer Graben, Meter 2 – 3	95
Abb. 47: Bohrkern 2018/7, Kreisgrabenanlage, Mittlerer Graben, Meter 3 – 4	96
Abb. 48: Bohrkern 2018/8, Kreisgrabenanlage, Innerer Graben, Meter 0 – 1.....	97
Abb. 49: Bohrkern 2018/9, Kreisgrabenanlage, Innerer Graben, Meter 1 – 2.....	98
Abb. 50: Bohrkern 2018/10, Kreisgrabenanlage, Innerer Graben, Meter 2 – 3	99
Abb. 51: Bohrkern 2017/11, Kreisgrabenanlage, Innere Palisadenwand, Meter 0 – 1.....	100
Abb. 52: Bohrkern 2017/12, Kreisgrabenanlage, Äußere Palisadenwand, Meter 0 – 1	101
Abb. 53: Bohrkern 2017/13, Haus 1, Außenbereich, Meter 0 – 1.....	102
Abb. 54: Bohrkern 2017/14, Haus 1, Innenbereich, Meter 0 – 1.....	103
Abb. 55: Bohrkern 2017/15, Haus 1, Pfostenloch der westlichen Längsseite, Meter 0 – 1	104

Abb. 56: Bohrkern 2017/16, Haus 1, Zentrales Pfostenloch, Meter 0 – 1	105
Abb. 57: Bohrkern 2018/17, Haus 1, Südwestliches Pfostenloch, Meter 0 – 1.....	106
Abb. 58: Bohrkern 2018/18, Haus 2, Zentrales Pfostenloch, Meter 0 – 1	107

Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei den tatkräftigen Mitarbeitern des Gemeindearchivs Himberg, Walter Karlik und Markus Waldburger sowie dem Grundstücksbesitzer Franz Bauer bedanken, die durch ihr großes archäologisches Interesse und ihrem Engagement diese Arbeit erst möglich gemacht haben.

Weiters möchte ich mich bei Mario Wallner und Immo Trinks bedanken, die mich während der Bohrkampagnen unterstützt haben und mit ihrem Fachwissen mir gern unter die Arme griffen. Dabei sei auch Doris Schlägelhofer und Julia Geiger gedankt, die während der ersten Bohrkampagne eine mehr als willkommene Aushilfe waren.

Für die Durchführung der bioarchäologischen Untersuchungen, gelegentlichen Input sowie Aushilfe während der zweiten Bohrkampagne möchte ich mich auch bei Marie-Claire Ries bedanken, für die ich noch eine großartige archäologische Karriere prophezeie und hoffe, dass auch noch in Zukunft gelegentliche Kooperationen zwischen uns stattfinden.

Ganz besonders möchte ich mich bei meinen beiden Betreuern Michael Doneus und Erich Draganits bedanken, die nicht nur eine ausgezeichnete Arbeit als Betreuer geleistet haben, sondern stets ein Ohr für alle Fragen und Probleme offen hatten und mich im Laufe meines Studiums dabei mehr als nur durch Ratschläge unterstützten.

An dieser Stelle seien erneut Erich Draganits aber auch Markus Dotterweich und Christopher Lüthgens dankenswerterweise zu nennen, die alle drei schon früh mein geoarchäologisches Interesse erkannten und förderten und ohne die ich heute sicher nicht stünde, wo ich jetzt stehe. Markus Dotterweich sei zusätzlich für die Erlaubnis der Verwendung seiner Füllmuster und Munsell-Farbpallen für *Corel Draw* gedankt.

Zuletzt möchte ich mich natürlich bei meiner engsten Familie sowie meiner Freundin und Lebensgefährtin Anna-Maria Kriechbaum und unserer gemeinsamen Tochter Emilia Sophie bedanken, die im Laufe des Verfassens der Arbeit das Licht der Welt erblickte. Ihr wart stets meine mentale Stütze und euch beiden widme ich diese Arbeit.

Einleitung

Die Geoarchäologie konnte sich, als Brücke zwischen Archäologie und Erdwissenschaft, vor allem in den letzten Jahrzehnten als bedeutende Disziplin innerhalb der archäologischen und erdwissenschaftlichen Fachwelt etablieren, deren Wert mittlerweile auf globaler Ebene geschätzt wird (Goldberg und Macphail, 2008). Interdisziplinäre Zugänge zu archäologischen Fragestellungen, die unter anderem die Geoarchäologie bietet, verhalfen dazu, dass in der modernen Archäologie heutzutage vermehrt der Blick von Funden und Befunden im klassischen Sinne abschweift und stattdessen der Fokus auf Aspekte von Fundstellen und allgemein archäologischen Landschaften gelegt wird, denen noch wenige Jahre zuvor eventuell nur geringe Bedeutung zugesprochen wurden.

Die Untersuchung von Sedimenten im archäologischen Kontext stellt einen dieser Aspekte dar, die in der jüngeren Vergangenheit an Aufmerksamkeit gewonnen haben und heutzutage ein gängiges Objekt geoarchäologischer Forschung sind (Stein und Farrand, 2001; Rapp und Hill, 2006; Goldberg und Macphail, 2008). Sedimente, die einen integralen Bestandteil der stratigraphischen Sequenz jeder Fundstelle darstellen, beinhalten nicht selten Informationen, mit denen es möglich ist, etwaige anthropogene oder natürlich bedingte Formungsprozesse zu verstehen, die einer Fundstelle überhaupt erst ihr gegenwärtiges Aussehen verleihen (Schiffer, 1987; Stein und Farrand, 2001).

Ein bereits in der Vergangenheit prominentes Forschungsobjekt für solche geoarchäologischen Untersuchungen stellen mittelneolithische Kreisgrabenanlagen dar. Kreisgrabenanlagen, die in weiten Teilen Mitteleuropas, wie auch in Österreich, vorzufinden sind, zeigen sich durch ihren charakteristischen Aufbau aus konzentrisch verlaufenden Gräben in ein-, zwei- oder dreifacher Ausführung mit symmetrisch angelegten Grabenunterbrechungen als Toranlagen sowie mindestens einer Palisade im Innenbereich der Anlage (Petrusch, 1990; Trnka, 1991; Neubauer, 2010). Die Gräben, die meist als Spitzgräben ausgehoben wurden und mehrere Meter tief sind, sind dabei oft verfüllt mit einer komplexen Abfolge von Sedimenten unterschiedlichen Ablagerungsmilieus. Systematische Untersuchungen dieser Grabenverfüllungen beherbergen daher das Potential, etwaige Hinweise auf die Nutzung sowie Aufgabe dieser teils monumentalen Anlagen zu bekommen, deren genauer Zweck bis heute großteils ungeklärt ist.

Deshalb wurde schon vergleichsweise früh auf geoarchäologische Untersuchungsmethoden an diesen Grabenverfüllungen zurückgegriffen. So finden bereits seit den 1980er-Jahren in Österreich, meist im

Zuge von Grabungen, geoarchäologische Arbeiten statt, die die Rekonstruktion der Verfüllungsprozesse der Gräben als Schwerpunkt haben. Untersuchungen an den Profilen dieser Grabenverfüllungen, wie jene der Kreisgrabenanlagen von Kamegg und Steinabrunn, brachten dadurch umfangreiche Erkenntnisse zum teils sehr wechselhaften und Jahrhunderte andauernden Verfüllungsprozess dieser Anlagen zutage (Verginis, 1986; Loishandl-Weisz, 2006).

Ausgangssituation

Die Kreisgrabenanlage von Velm ist nun forschungsgeschichtlich die jüngste Kreisgrabenanlage, die im Fokus geoarchäologischer Forschungen steht. Die Anlage, die zusammen mit einer angrenzenden zeitgleichen Siedlung im Jahr 2000 durch Luftbilder entdeckt und erstmals beschrieben wurde (Neubauer, 2010), sticht durch mehrere Charakteristika hervor, die sie von anderen Kreisgrabenanlagen deutlich unterscheidet und deshalb auch so interessant für nähere Untersuchungen macht. Eine dieser Auffälligkeiten ist ihre vergleichsweise untypische Lage. Meistens wurden Kreisgrabenanlagen auf überwiegend weichen Böden auf Löss oder Sand errichtet (Lobisser und Neubauer, 2005; Loishandl-Weisz, 2006). Die Kreisgrabenanlage von Velm ist hingegen auf einer Niederterrasse aus fluviatil abgelagertem Kies errichtet worden, der ein tendenziell hartes Substrat für den Aushub von Gräben darstellt.

Bedingt durch diese außergewöhnliche Lage, war die Kreisgrabenanlage daher im Jahr 2015 Ziel einer vom Ludwig-Boltzmann-Institut für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie (LBI Arch-Pro) durchgeföhrten Prospektion mittels Bodenradar (*Ground Penetrating Radar - GPR*). Dank der für Radarwellen stark reflektierenden Oberflächen des harten kieshaltigen Substrats konnten erstmals aussagekräftige Signale auf der Fläche einer Kreisgrabenanlage registriert werden, die ansonsten auf den weichen Böden anderer Anlagen nur verloren gegangen wären. Die Auswertung dieser Signale zeigt eine Genauigkeit in der Messung, die bisher für prähistorische Befunde dieser Art beispiellos ist. Unter anderem lassen sich einzelne Strukturen der Anlage sowie der angrenzenden Siedlung, in erster Linie Pfostenlöcher der Palisaden und Hausgrundrisse, klar erkennen, was bisher nur mittels Grabungen möglich war (Wallner et al., 2017).

So unerwartet das Ergebnis der GPR-Messung ist, so unerklärlich sind jedoch auch bestimmte Beobachtungen, die sich in der Auswertung der Messdaten ergeben haben. So zeigt der Großteil der angesprochenen Pfostenlöcher der Palisaden und Hausgrundrisse stark reflektierende Signale zwischen 70 und 150 Zentimeter prospektierte Tiefe unter der Geländeoberkante, die innerhalb lehmiger Verfüllungen

von Pfostenlöchern nicht zu erwarten waren. Da die Pfostenlöcher nach Abklingen dieses reflektierenden Signals gänzlich verschwinden, scheint das Material, das solch starke Reflexionen aussendet, vor allem an den jeweiligen Unterkanten vorhanden zu sein. Mögliche Interpretationen dafür reichen von versteinerten Resten der hölzernen Pfosten, bis hin zu hydrogeologischen Erklärungen, wie zum Beispiel Einlagerungen von Wasser. Anhand der Prospektionsdaten allein lassen sich jedoch keine definitiven Erklärungen zu diesen Beobachtungen liefern, weshalb die komplementäre Anwendung weiterer Untersuchungsmethoden, in erster Linie aus der Geoarchäologie, vonnöten ist, um diesen ungeklärten Reflexionen auf den Grund zu gehen.

Zielsetzung und Forschungsfragen

Aufgrund der soeben erwähnten Beobachtung schien es wünschenswert, die Kreisgrabenanlage von Velm einer eingehenden geoarchäologischen Untersuchung zu unterziehen. Mittels Rammkernbohrungen wurden gezielt Sedimentkerne aus ausgewählten Strukturen der Kreisgrabenanlage und der angrenzenden Siedlung geborgen. Die in den Bohrkernen sichtbaren Schichtverläufe wurden anschließend untersucht, dokumentiert und, bei Bedarf, für spezielle Analysen (wie ^{14}C und Mikroskopie) herangezogen.

Ein Teil der geplanten Bohrungen konzentrierte sich dabei auf die Beprobung der bereits erwähnten stark reflektierenden Pfostenlöcher, in der Hoffnung, das vermeintliche reflektierende Material dabei zu bergen und nachher untersuchen zu können. Zum Vergleich sollten ebenso Pfostenlöcher ohne sichtbare Reflexionen beprobt werden. Ein weiterer Teil widmete sich, aufbauend auf vergangene Forschungsleistungen, der Bohrung aller drei Gräben der Kreisgrabenanlage. Ziel dieser Beprobungen war es, zu eruieren ob und inwieweit Bohrungen innerhalb der Grabenverfüllungen aussagekräftige Informationen zu Aufbau, Form und Verfüllungsprozess der Gräben liefern können, ohne dabei notwendigerweise auf Grabungen angewiesen zu sein. Zuletzt soll die Arbeit auch dazu dienen, eine Diskussion zu entfachen, welches Potential in Bohrungen als Art geoarchäologische Prospektionsmethode innerhalb archäologischer Befunde steckt und welche konkreten Vor- und Nachteile im Vergleich zu anderen archäologischen Methoden, wie Grabungen, Fernerkundung oder geophysikalische Prospektion vorliegen.

Zusammenfassend behandelt die Arbeit folgende Forschungsfragen:

- Was ist der Ursprung der im GPR auftretenden reflektierenden Signale und können geoarchäologische Methoden (im speziellen Fall Bohrungen) eine Erklärung dazu liefern?
- Lässt sich die Form und der stratigraphische Aufbau der Gräben anhand von Bohrungen rekonstruieren und in der Folge archäologisch interpretieren?
- Zudem soll in diesem Zusammenhang diskutiert werden, was das allgemeine Potential geophysikalischer Prospektionsmethoden wie Bohrungen innerhalb archäologischer Befunde ist und welche konkreten Vor- und Nachteile im Vergleich zu anderen Methoden dabei vorliegen.

Aufbau der Arbeit

Im ersten Kapitel widmet sich diese Arbeit der allgemeinen Definition und Geschichte der Geoarchäologie (Kapitel 1.1 und 1.2) sowie dem gegenwärtigen Forschungsstand zu Kreisgrabenanlagen in Bezug auf Architektur, Forschungsgeschichte, Datierung und Standorteigenschaften (Kapitel 1.3). Als letzter Teil folgt eine Auflistung aller bereits durchgeföhrten geoarchäologischen Forschungsarbeiten an diesen Monumenten mit abschließender Zusammenfassung aller gesammelten Erkenntnisse (Kapitel 1.4).

Als zweites Kapitel folgt eine Ausführung aller für diese Arbeit benutzten Methoden. Da die gesamte Arbeit auf den Ergebnissen der GPR-Messung aufbaut, wird eingangs auch auf diese geophysikalische Prospektion eingegangen (Kapitel 2.1). Danach folgen ausführliche Beschreibungen zur geoarchäologischen Bohrprospektion und der Datierung mittels ^{14}C , die ebenfalls zum Einsatz kam (Kapitel 1.1 und 2.3).

Das dritte Kapitel widmet sich der Beschreibung der Kreisgrabenanlage und angrenzenden Siedlung von Velm, aufbauend auf den Erkenntnissen von Luftbildern und durchgeföhrten Prospektionen. Eingangs wird auf die im Jahr 2015 durchgeföhrte Georadar-Messung und ihren Ergebnissen eingegangen (Kapitel 3.1). Anschließend folgt eine Beschreibung des derzeitigen Forschungsstandes zu Form, Ausmaß und des allgemeinen Erhaltungszustandes von Kreisgrabenanlage und Siedlung (Kapitel 3.2 und 3.3).

Im vierten Kapitel wird der Arbeitsablauf im Detail beschrieben, von der Festlegung der einzelnen Bohrpunkte, über die Ausführungen der Bohrungen im Zuge von zwei Kampagnen, bis zur Dokumentation und Beschreibung der Bohrkerne (Kapitel 4.1 bis 4.3). Als letztes folgt die Beschreibung der

durchgeführten Probenentnahmen für ^{14}C -Datierungen sowie Präparationen für etwaige zukünftige bioarchäologische Analysen (Kapitel 4.4 und 4.5).

Das fünfte Kapitel beinhaltet die jeweiligen Beschreibungen und Interpretationen der Bohrkerne (Kapitel 5.1), inklusive der Ergebnisse der ^{14}C -Datierungen und bioarchäologischen Untersuchungen (Kapitel 5.2 und 5.3). Im sechsten Kapitel werden die Bohrkerne in Rücksicht auf die eingangs gestellten Forschungsfragen und neu gewonnenen Erkenntnissen interpretiert und diskutiert (Kapitel 6.1, 6.2, 6.3 und 6.4). Als letztes Kapitel folgt eine Zusammenfassung (Kapitel 7).

Im Anhang finden sich schließlich die Abbildungen aller Umzeichnungen, Fotos und Beschreibungen der Bohrkerne.

1 Forschungsstand

Aufgrund der interdisziplinären Natur der oben angeführten Forschungsfragen, wird in der vorgelegten Arbeit auf ein breites Spektrum an Erkenntnissen aus den Natur- wie auch Geisteswissenschaften zurückgegriffen. Im folgenden Kapitel wird daher sowohl auf die Definition sowie Forschungsgeschichte der Geoarchäologie als auch auf den umfangreichen Forschungsstand der mittelneolithischen Kreisgrabenanlagen und den Stand der geoarchäologischen Forschung an diesen Anlagen eingegangen.

1.1 Geoarchäologie

Die Geoarchäologie umfasst sämtliche Anwendungen, die in den wissenschaftlichen Disziplinen der Erdwissenschaften wurzeln und als Methode zur Beantwortung archäologischer Fragestellungen herangezogen werden (Renfrew, 1976; Butzer, 1982; Rapp und Hill, 2006; Goldberg und Macphail, 2008). Zu den gängigsten Forschungsfragen mit geoarchäologischem Fokus zählen unter anderem Fragen bezüglich der Rekonstruktion vergangener Landschaften und ihre geomorphologische Entwicklung unter Berücksichtigung des Einflusses des Menschen auf seine Umwelt und der daraus entstehenden Wechselwirkungen (Brown et al., 1997; Bork et al., 2003; Bork und Ahrendt, 2006; Dotterweich, 2013). Weitere Forschungsfragen beschäftigen sich mit der Erklärung sowie Rekonstruktion von Formungsprozessen (*site formation processes*), die in der Sedimentation von Fundstellen charakteristische Spuren hinterlassen haben und Rückschlüsse auf Ablagerungs- und Erosionsprozesse während und nach der Nutzung von Fundstellen liefern (Schiffer, 1987; Goldberg und Macphail, 2008). Oft steht dabei die Untersuchung von Sedimenten inner- und außerhalb von Fundstellen im Vordergrund (Stein und Farrand, 2001). Prominente Anwendungen diesbezüglich stellen unter anderem Korngrößenanalysen, mineralogische Untersuchungen, bodenchemische Untersuchungen und die mikroskopische Analyse von Dünnschliffen (Mikromorphologie) dar (French, 2015; Strawn et al., 2015; Macphail und Goldberg, 2017). Rohmaterialanalysen von Steinartefakten, sowie Anwendungen von Datierungsmethoden, wie zum Beispiel der optisch und thermisch stimulierten Lumineszenz, werden dabei ebenso für geoarchäologische Untersuchungen verwendet, wie auch, im weiteren Sinne, geophysikalische Prospektionsmethoden oder Methoden aus der physischen Geographie (Aitken, 1998; Rapp und Hill, 2006; Brückner und Vött, 2007). Die gesamte Bandbreite an Methoden ist sehr vielfältig und deckt im Grunde sämtliche Bereiche der Erdwissenschaft ab, weshalb eine detaillierte Auflistung den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Zum einfacheren Verständnis werden daher in der vorliegenden Arbeit unter

„Geoarchäologie“ in erster Linie jene Methoden verstanden, die vorwiegend in der Geologie wurzeln und im Rahmen von archäologischen Maßnahmen herangezogen werden, ähnlich der Auffassung, wie sie von Goldberg und Macphail (2008) vertreten wird.

1.2 Geschichte der geoarchäologischen Forschung

Die Geschichte der Anwendung geologischer Methoden für archäologische Fragestellungen ist eng mit der Geschichte der Archäologie selbst (und im engeren Sinne der prähistorischen Archäologie) verknüpft. Erste interdisziplinäre Zusammenarbeiten zwischen Erdwissenschaftlern und Archäologen lassen sich bis in das 18. Jahrhundert zurückverfolgen (Rapp und Hill, 2006; Goldberg und Macphail, 2008). Konkrete Forschungsarbeiten, die heute als Geoarchäologie verstanden werden können, fanden im Zuge der Veröffentlichung der Evolutionstheorie von Charles Darwin im 19. Jahrhundert statt, als Geologen aus dem angelsächsischen Raum Ausgrabungen an paläolithischen Fundstellen durchführten, um die Entstehungsgeschichte des modernen Menschen besser verstehen zu können (Rapp und Hill, 2006). Diese Geologen waren es, die erstmals archäologische Ausgrabungen mit Rücksicht auf geologische Prinzipien ausführten.

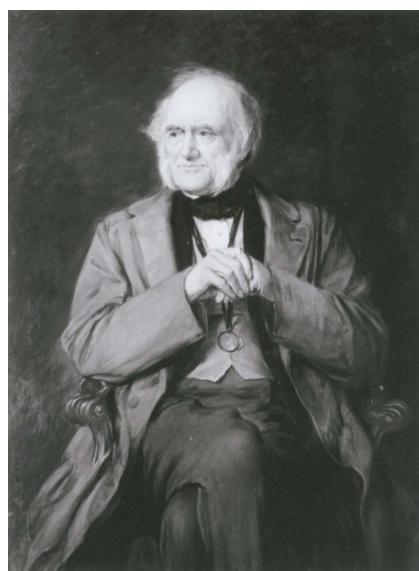


Abb. 1: Portrait von Sir Charles Lyell, 1883 (Quelle: Encyclopædia Britannica, zugegriffen am 22. September 2019)

In diese Zeit fällt auch die erstmalige Anwendung des Prinzips der Stratigraphie innerhalb eines archäologischen Kontextes. Besonders hervorzuheben ist hierbei Sir Charles Lyell (Abb. 1), der in einer seiner zahlreichen Monographien, „*Geological Evidences of the Antiquity of Man*“ erstmals solche geologischen Lösungsansätze für archäologische Fragestellungen (in seinem Fall in Bezug auf paläolithische

Fundplätze in Höhlen) in schriftlicher Form niedergelegt hat (Lyell, 1863). Seine Monographie wird heutzutage als das erste einschlägige Werk zur Geoarchäologie angesehen (Rapp und Hill, 2006). Lyell's Pionierarbeit im Bereich der Stratigraphie wurde über die Jahrzehnte von Fachkollegen fortgeführt und verfeinert. Sie bildet unter anderem das Fundament, auf welchem Harris (1979) seine Methode der archäologischen Stratigraphie aufbaut, die in ihren Grundsätzen der geologischen Stratigraphie ähnelt, aber innerhalb der Archäologie bereits eine eigenständige wissenschaftliche Methode darstellt.

Ab dem Beginn des 20. Jahrhunderts wurden vermehrt Forschungsarbeiten mit geoarchäologischem Fokus durchgeführt. Erdwissenschaftler kooperierten mit Archäologen zu Fragen bezüglich der Stratigraphie von Fundstellen, während gleichzeitig Archäologen mit Erdwissenschaftlern zusammenarbeiteten, um mit Hilfe datierbaren Fundmaterials in bestimmten Sedimenten genauere Aussagen über vergangene Umweltveränderungen treffen zu können (Rapp und Hill, 2006; Goldberg und Macphail, 2008). Diese ersten Kooperationen fokussierten sich hauptsächlich auf Fragen bezüglich der geochronologischen Einordnung von prähistorischen Fundstellen, wofür Geologen oft zur Hilfe genommen wurden, um anhand der auf den Fundstellen auffindbaren Sedimente eine erste grobe Datierung durchzuführen. Mit der Entdeckung der Datierung mittels Radiokarbon (^{14}C), Ende der 1940er Jahre, war es jedoch für Archäologen sowie Erdwissenschaftler einfacher, vor allem jüngere Fundstellen des Quartärs über diese Methode zu datieren. Ab diesem Zeitpunkt kamen aber bereits erdwissenschaftliche Methoden unterschiedlichster Art vermehrt auf archäologischen Fundstellen zum Einsatz, wie etwa Methoden zur Herkunftsbestimmung und Materialanalyse von Steinartefakten oder sedimentologische und bodenkundliche Analysen (Rapp und Hill, 2006).

Die erstmalige Verwendung des Begriffs „Geoarchäologie“ lässt sich bei Renfrew (1976) finden. Ab diesem Zeitpunkt begann der Entwicklungsprozess der Geoarchäologie von einer einfachen interdisziplinären Zusammenarbeit zu einer eigenständigen Disziplin mit ihren eigenen Spezialisten, deren akademische Hintergründe sowohl in der Archäologie als auch in den Erdwissenschaften zu finden sind. Diese selbsternannten Geoarchäologen publizierten über Jahrzehnte hinweg zahlreiche Literatur, die speziell ihrer neuen Disziplin gewidmet ist. Darunter zählen z.B. die Werke von Butzer (1982), Rapp und Gifford (1985), Waters (1992), Rapp und Hill (2006), Goldberg und Macphail (2008), French (2015), sowie Karkanas und Goldberg (2018).

Heutzutage hat sich die Geoarchäologie als methodische Zugangsweise zu komplexen archäologischen Forschungsfragen auf internationaler Ebene etabliert (Goldberg und Macphail, 2008). So ist es nicht

weiter verwunderlich, dass vor allem in der Erforschung bestimmter archäologische Phänomene, deren grundlegende Fragen immer noch nicht beantwortet wurden, wie zum Beispiel jene der Kreisgrabenanlagen, auch geoarchäologische Methoden zum Einsatz kamen.

1.3 Kreisgrabenanlagen

Kaum ein anderer Typ von Bauwerk aus der mittleren Jungsteinzeit in Mitteleuropa nimmt eine prominentere Rolle ein als die Kreisgrabenanlage. Die Entdeckung dieser kreisförmigen Bauwerke ist vor allem der Luftbildarchäologie zu verdanken (Trnka, 1991) (Abb.2), die in den letzten Jahrzehnten zahlreiche dieser Anlagen in weiten Teilen Mitteleuropas, wie Österreich (Neubauer, 2010), Deutschland (Meyer und Raetzel-Fabian, 2006; Stäuble, 2007), die Tschechische Republik (Pavlu, 1982), Slowakei (Kuzma, 2005), sowie Ungarn und Polen (Zalai-Gaál, 1990; Raczyk et al., 2005; Bertók und Gáti, 2011) sichten konnte (Abb. 3).



Abb.2: Zweifache Kreisgrabenanlage Friebritz 1, wie sie sich als Bodenmerkmal im Feld zeigt (Foto:
Luftbildarchiv des Instituts für Urgeschichte und historische Archäologie der Universität Wien)

Gezielte Grabungen und Prospektionen brachten umfangreiche Erkenntnisse über die genaue Form, Größe sowie topographische Lage, jedoch bleiben Informationen über die tatsächlichen Funktionen dieser Anlagen bis heute offen. Interpretationen reichen hierbei von soziopolitischen Zentren (Podborský, 1999), Marktplätzen (Stäuble, 2002), Schutzanlagen für Menschen und Herdentiere (Pertlwieser, 2001), bis hin zu Kalenderbauten (Zotti und Neubauer, 2011). Die archäologische Erfor-

schung von Kreisgrabenanlagen zeigt sich als ein komplexes Themengebiet, welches selbst nach Jahrzehnten erfolgreicher Forschung immer noch der Beantwortung fundamentaler Fragen schuldig ist und genau deshalb nie an wissenschaftlichem Interesse verloren hat.

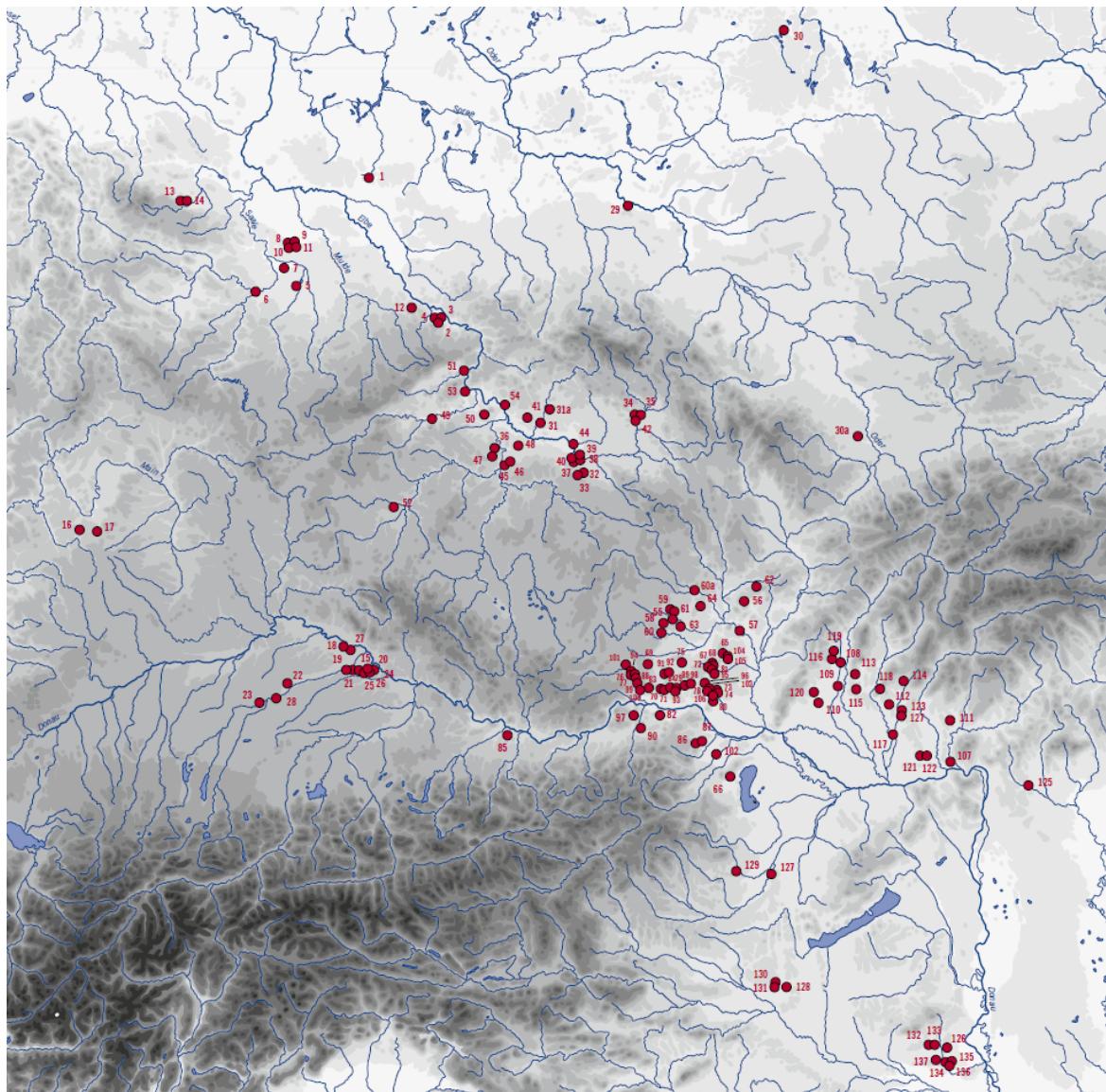


Abb. 3: Verbreitungskarte aller bekannten Kreisgrabenanlagen vom Kenntnisstand 2012 (Litterski und Nebelsick, 2012)

1.3.1 Beschreibung der Bauweise

Wie ihr Name schon andeutet, bestehen Kreisgrabenanlagen aus einer Anordnung von einem bis zu drei (in wenigen Fällen auch bis zu vier oder gar fünf) konzentrisch kreisförmig bis leicht elliptisch verlaufende Gräben. Schmale und meist gegenüberstehende Unterbrechungen im Grabenverlauf werden

dabei als Toranlagen in Form von Erdbrücken zum sonst abgeschlossenen Innenbereich der Anlage interpretiert. In diesem Innenbereich finden sich immer eine oder mehrere Palisadengräben, die ebenso mit kreisförmigem Verlauf und konzentrischer Anordnung die Gräben begleiten (Petrash, 1990; Trnka, 1991).

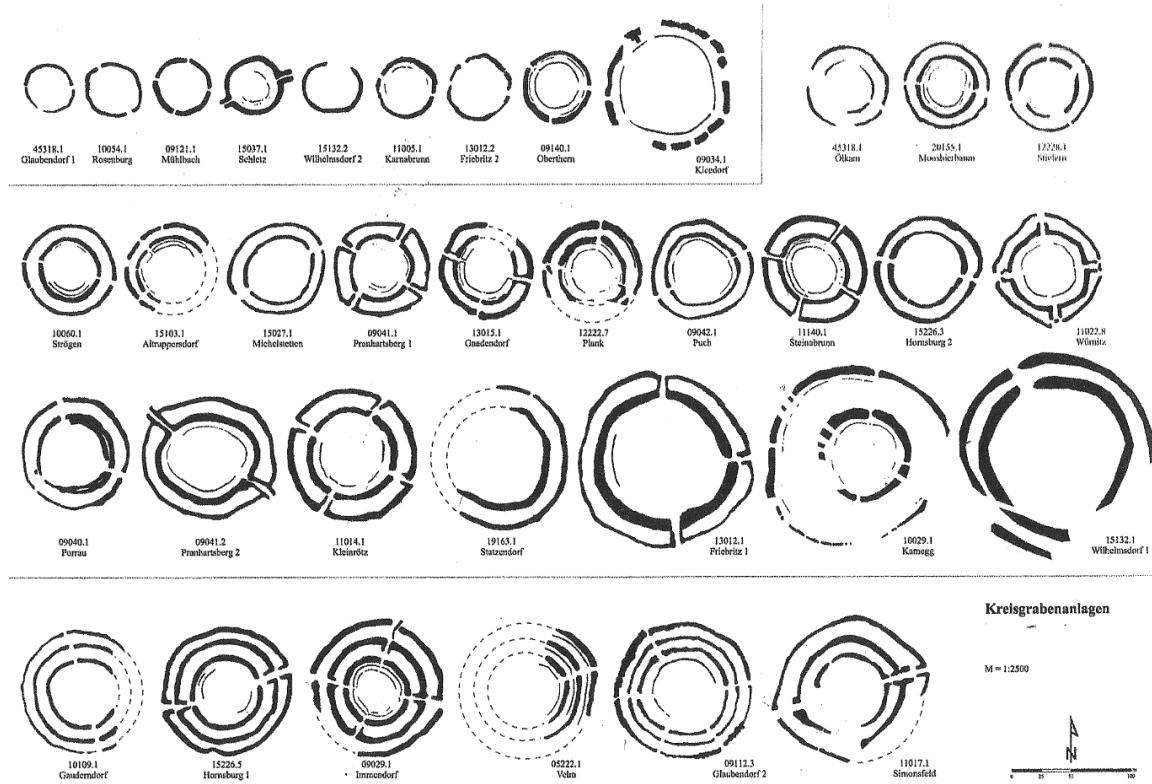


Abb. 4: Graphische Darstellung verschiedener Kreisgrabenanlagen in Österreich (Daim und Neubauer, 2005).

Diese angesprochenen Gräben, Toranlagen und Palisaden stellen die typischen Charakteristika mittelneolithischer Kreisgrabenanlagen dar, die sie von Kreisgräben anderer Epochen und Kulturen leicht unterscheiden lassen. In seinen *Studien zu mittelneolithischen Kreisgrabenanlagen* hebt Trnka (1991) daher die Wichtigkeit des Begriffs der „Kreisgrabenanlage“ hervor, um diese Gruppe neolithischer Bauwerke von anderen teilweise zeitgleichen Kreisgräben klar abzugrenzen. Trotz dieser Gemeinsamkeiten fallen die jeweiligen Bauweisen von Kreisgrabenanlagen jedoch teils sehr unterschiedlich aus, so dass keine Kreisgrabenanlage einer anderen gleicht (Abb. 4).

An der Oberfläche sind Kreisgrabenanlagen in der Regel nur noch sehr schwer wahrnehmbar, da ihre Gräben in den meisten Fällen verfüllt oder gar durch natürliche oder ackerbauliche Prozesse zumindest teils erodiert sind. Erst mit Hilfe der Fernerkundung und Geophysik, wie z.B. Luftbildarchäologie und

Prospektion mittels geophysikalischer Methoden, war es möglich, diese Anlagen in ihrer Gesamtheit fassbar zu machen. So konnten zahlreiche bereits bekannte sowie neu entdeckte Kreisgrabenanlagen untersucht und kategorisiert werden. Anhand dieser gesammelten Informationen war es schließlich möglich, umfassende Beschreibungen zur allgemeinen Architektur von Kreisgrabenanlagen durchzuführen (Pavlu, 1983-1984; Petrasch, 1990; Trnka, 1991; Stäuble, 2002; Neubauer, 2010). Die für das folgende Kapitel wichtigsten Kreisgrabenanlagen sind auf in Form einer Verbreitungskarte verzeichnet.

1.3.1.1 Gräben

In der Regel bestehen Kreisgrabenanlagen aus einem bis drei konzentrisch verlaufenden Gräben. Die Anzahl der Gräben dient dabei als Kategorisierungsmerkmal (Kovárník, 1984; Petrasch, 1990; Trnka, 1991). Kreisgrabenanlagen mit vier- oder fünffachen Gräben stellen lediglich eine Seltenheit dar und sind für den österreichischen Raum bisher nicht festzustellen. Aus dem sächsischen Raum und aus der Slowakei sind Gräben in vierfacher Ausführung bekannt: Kyhna 3 und Nickern 4 (Stäuble, 2007), bzw. Cífer (Kuzma und Tirpák, 2001). Eine teilweise fünffache Kreisgrabenanlage ist aus der ungarischen Siedlung Polgár-Csószhalom bekannt (Abb. 5), wo jedoch der südwestliche Quadrant der Anlage nur mit vier Gräben versehen ist (Raczky et al., 2005; Raczky et al., 2007). Diese genannten vierfachen Kreisgrabenanlagen, sowie jene vermutliche fünffache, stellen jedoch bisher eine sehr seltene Randerscheinung unter den bekannten Kreisgrabenanlagen dar und können m.E. daher zur Zeit nicht als eigene Kategorie angesehen werden.

Die Durchmesser sowie die Breite der Gräben variieren je nach Anlage, jedoch scheint es gewisse Regelmäßigkeiten in Abhängigkeit zur Anzahl der Gräben zu geben. So konnte Petrasch (1990) in einer statistischen Auswertung von 52 Kreisgrabenanlagen feststellen, dass bei einfachen Kreisgrabenanlagen der Median des Durchmessers des Außengrabens bei etwa $61 \pm 4,3$ Meter liegt, bei zweifachen bei $80 \pm 3,5$ Meter und bei dreifachen bei 105 ± 12 Meter. Nach seiner Auswertung stellen zweifache Kreisgrabenanlagen allgemein die signifikante Mehrheit unter den drei Bautypen dar. Neubauer (2017) kommt in seiner neusten Beschreibung über die Gestalt und Größe der Monamente auf vergleichbare Größenordnungen für jeden Bautyp, schöpft dabei, durch die Entdeckungen seit den frühen 1990er-Jahren, aus den Informationen von weitaus mehr bekannten Kreisgrabenanlagen. Ausnahmen im Durchmesser des Außengrabens zeigen die Kreisgrabenanlagen Frieritz 1 mit 143 Meter und Kamegg mit 144 Meter (Neubauer, 2010), Svodín 2 mit 146 Meter (Němejcová-Pavúková, 1986; Němejcová-

Pavúková, 1995) und Wilhelmsdorf mit 180 Meter (Neugebauer und Neugebauer-Maresch, 1993). Bei allen genannten Ausnahmen handelt es sich ausschließlich um zweifache Kreisgrabenanlagen, deren Größe jene der dreifachen Kreisgrabenanlagen bei weitem übertrifft. Es ist, nach derzeitigem Kenntnisstand, nicht auszuschließen, dass es sich bei diesen Anlagen um eine gesonderte Gruppe handelt, die getrennt von anderen zweifachen Kreisgrabenanlagen zu betrachten ist. Diese Annahme ist jedoch, aufgrund der bisherigen Seltenheit dieser Kreisgrabenanlagen, rein hypothetisch zu betrachten.

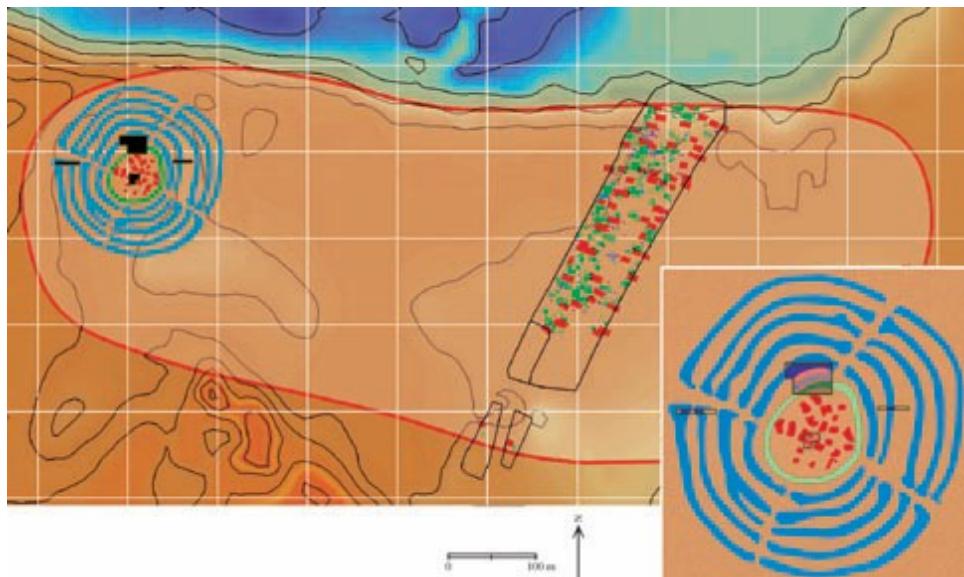


Abb. 5: Kreisgrabenanlage von Polgár-Csószhalom, die bis dato einzige bekannte fünffache Kreisgrabenanlage (Raczky et al., 2005)

Bei den Durchmessern der Innenräben konnte Petrasch (1990) bei mehrfachen Anlagen keine solchen Tendenzen, vergleichbar zu den Außengräben, beobachten. Deren Durchmesser weisen für alle drei Bautypen einen Median von 55 bis 61 Meter auf, mit einem Standardfehler von 4,0 bis 8,1 Meter. Laut seiner Interpretation ist die Existenz mehrfacher Anlagen daher rein repräsentativer Natur, da die jeweiligen Innenflächen, die vom innersten Graben umschlossen werden, stets mehr oder weniger unverändert bleiben.

Die Abstände der jeweiligen Gräben zueinander sind ebenso für alle Kreisgrabenanlagen großteils einheitlich. Zweifache Kreisgrabenanlagen weisen dabei die Verhältnisse 3:2 oder 4:3 auf, während dreifache Kreisgrabenanlagen die Verhältnisse 4:3:2 oder 5:4:3 aufweisen (Trnka, 1991). Mit einem Verhältnis von 2:1 stellt die Kreisgrabenanlage von Kamegg diesbezüglich eine Ausnahme dar, wobei vermutet wird, dass es sich bei Kamegg um eine unvollendete Anlage handelt, die vermutlich zuerst als dreifache Anlage konzipiert wurde (Doneus, 2001).

Die gemessenen Breiten der Gräben schwanken hierfür wieder relativ stark von einem Meter, wie bei der einfachen Anlage von Tuchlovaz in Böhmen (Pavlu, 1982; Pavlu, 1983-1984), bis zu zehn Meter, wie beim inneren Graben von Friebritz 1 (Neugebauer et al., 1983). Zwischen einfachen und mehrfachen Anlagen liegen jedoch keine nennbaren Tendenzen zu gewissen Durchschnittsgrößen in der Breite der Gräben vor (Petrasch, 1990).

Ausgrabungen zeigen, dass die Gräben in den meisten Fällen in Form von relativ steilen Spitzgräben mit annähernd V-förmigem Querschnitt und einer Tiefe von bis zu sechs Metern angelegt wurden (Trnka, 1991) (Abb. 6). In nur wenigen Fällen wurden die Gräben als Sohlgräben ausgehoben. Als Beispiele sind hier die Kreisgrabenanlagen von Vochov und Tuchoraz (Pavlu, 1982; Pavlu, 1983-1984), sowie Krepice (Tichý, 1975-1976; Poborský, 1983-1984) zu nennen. Abschnitte des äußeren Grabens von Kamegg sind ebenfalls nur als Sohlgraben ausgehoben, dieser wird jedoch als unvollendeter Bau angesprochen (Trnka, 1984; Doneus, 2001; Trnka, 2012). Die Grabensohle der Spitzgräben ist in der Regel nicht breiter als 0,3 Meter und mit steilen Flanken von mehr als 45 Grad versehen (Petrasch, 1990).

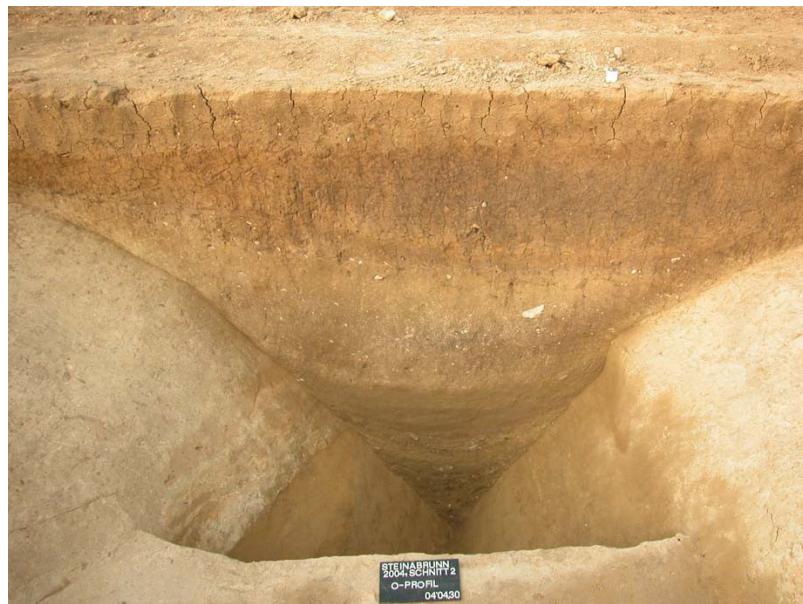


Abb. 6: V-förmiger Graben der Kreisgrabenanlage Steinabrunn (Loishandl-Weisz, 2006)

Die Ausformung der Gräben mit Spitze scheint zum Teil mit der relativ leichten Bearbeitbarkeit des Ausgangssubstrats (in der Regel Löss, Lösslehm, Sand und Mergel) einherzugehen, auf dem die meisten bekannten Kreisgrabenanlagen errichtet wurden (Nikitsch, 1985; Trnka, 1991). Durch die kalkbedingte Zementierung und die Formung stabiler Aggregate im Erdmaterial bietet sich vor allem Löss, auf dem

die meisten niederösterreichischen Kreisgrabenanlagen errichtet wurden, als ein einfach zu grabendes Substrat an, das ausreichend Stabilität liefert, um sogar Gruben mit senkrechten Wänden anzulegen, die relativ lange vor einem Einsturz geschützt bleiben (Lobisser und Neubauer, 2005; Loishandl-Weisz, 2006). Dass diese spitze Ausformung der Gräben von gewisser Bedeutung für die mittelneolithischen Erbauer gewesen sein muss, zeigt die Kreisgrabenanlage von Gauderndorf. Deren Gräben sind nämlich zum Teil in den unmittelbar unter dem Oberboden anstehenden Gneis abgeteuft, weisen aber dennoch, trotz der Härte des Ausgangsmaterials, jene typisch spitzen Ausformungen auf (Trnka, 1991). Für eine detaillierte Erklärung der Situation in Gauderndorf und der allgemeinen Standorteigenschaften von Kreisgrabenanlagen sei auf Kapitel 1.3.4 verwiesen.

1.3.1.2 Toranlagen

Meist gegenüberstehende Unterbrechungen im Verlauf der Gräben sowie Palisaden sind ein weiteres charakteristisches Merkmal von Kreisgrabenanlagen und werden als Toranlagen in Form von Erdbrücken zum sonst komplett umschlossenen Innenbereich der Anlage interpretiert (Petrash, 1990; Trnka, 1991). Diese Toranlagen können in unterschiedlichen Formen auftreten und unterstreichen wie kein anderes bauliche Element die individuelle Natur der Architektur von Kreisgrabenanlagen (Abb. 7). Oft treten Toranlagen in Form einfacher Unterbrechungen der Grabenverläufe auf, die entweder gerade (Abb. 7, 1) oder gefächert (Abb. 7, 2) enden. Im rechten Winkel stehende einladende (Abb. 7.3) sowie ausladende Grabenflanken (Abb. 7, 4) sind ebenfalls eine gängige Form von Toranlagen, wo in manchen Fällen diese Grabenflanken sogar als verbindendes Element mit dem äußeren und inneren Graben fungieren (Abb. 7, 5). Nicht selten können diese Grabenflanken den Zugang zusätzlich verengen (Abb. 7, 6). Da diese Grabenflanken jedoch, im Vergleich zu den eigentlichen Gräben, nicht so tief ausgehoben wurden, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass viele dieser Grabenflanken durch anhaltende Erosion nicht mehr auffindbar sind und die Toranlagen vieler Kreisgrabenanlagen daher heute nur in Form einfacher Grabenunterbrechungen erscheinen. Bei der Errichtung der Toranlagen waren die Erbauer jedoch nicht auf eine dieser Formen beschränkt und so können auch Toranlagen auch in unterschiedlichen Kombinationen auftreten (Neubauer, 2010) (Abb. 8).

Toranlagen treten in den häufigsten Fällen in zweifacher oder vierfacher Form auf, wobei die vierfache Form laut Petrasch (1990) den „Standard“ bildet. Ausnahme ist die Kreisgrabenanlage von Viecht, da es sich um eine zweifache Kreisgrabenanlage handelt, die nur ein im Südosten errichtetes Tor in Form

einer einfachen Grabenunterbrechung aufweist (Becker et al., 1986). Toranlagen in dreifacher Ausführung lassen sich weiter in Ramsdorf, Schmiedorf, Goseck und Friebritz 1 feststellen (Neugebauer et al., 1983; Becker et al., 1986; Becker, 1987; Becker, 1990; Bertemes et al., 2007; Neubauer, 2010). Mit insgesamt fünf und einer weiteren unvollendeten, weist die Kreisgrabenanlage Glaubendorf 2 die meisten nachweisbaren Toranlagen auf (Trnka, 1991; Neubauer et al., 1997) (Abb. 11). Eine ungerade Zahl an Toranlagen stellt eine sichtliche Ausnahmehrscheinung dar, die jedoch bewusst konzipiert wurde (Petrash, 1990). Laut (Neubauer, 2010) scheint es jedoch keine signifikanten Tendenzen zwischen der Anzahl der Toranlagen und der Anzahl der Gräben zu geben.

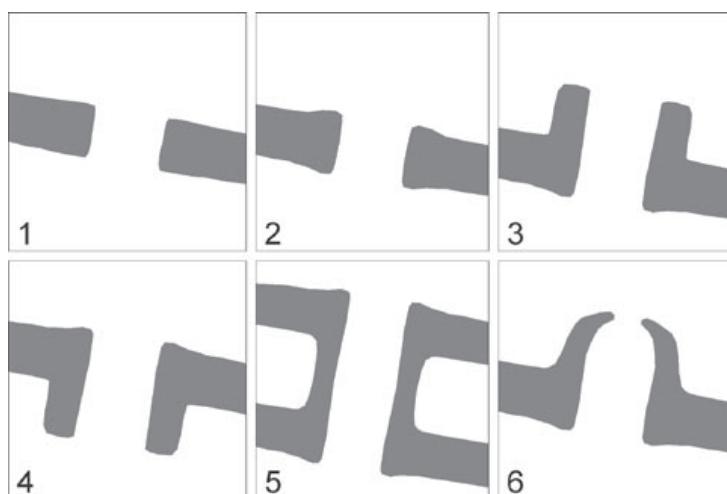


Abb. 7: Toranlagen in verschiedenen Ausführungen (Neubauer, 2010)

Die Breite der Erdbrücken, die durch die Toranlagen führen, ist je nach Anlage unterschiedlich, schwankt jedoch zwischen eineinhalb und vier Metern und ist im Vergleich zu den Ausmaßen der Gräben sehr eng angelegt. Inwieweit diese schmalen Breiten auch die tatsächlich angelegten Maße wiedergeben, ist jedoch durch die mindestens seit dem Mittelneolithikum auftretende Erosion vieler Anlagen, die auch zu einer Verbreiterung der Gräben führt, oft in Frage zu stellen (Petrash, 1990; Neubauer, 2010). In manchen Fällen wurden die Erdbrücken durch bauliche Maßnahmen zusätzlich eingeengt, wie dies bei der zweifachen Kreisgrabenanlage von Künzing-Unternberg der Fall ist. Dort fand sich bei der westlichen Toranlage, zwischen dem inneren Graben und der äußeren Palisade, eine zusätzlich angelegte Schlitzgrube, die den Zugang zum Innenbereich in zwei enge Passagen gabelt (Petrash, 1990). Ähnliche Verengungen im Eingangsbereich lassen sich bei den Anlagen von Wilhelmsdorf und Plank am Kamp finden, wobei im Fall von Wilhelmsdorf die Gräben dem Eingang vorgelagert sind (Neugebauer und Neugebauer-Maresch, 1993; Neubauer, 2010). Das Vorkommen solch enger Zu-

gänge ist jedoch keineswegs auf Kreisgrabenanlagen allein beschränkt und findet sich ebenso in anderen teilweise zeitgleichen Grabenstrukturen, die nicht als Kreisgrabenanlage zu definieren sind (Petrash, 1990).

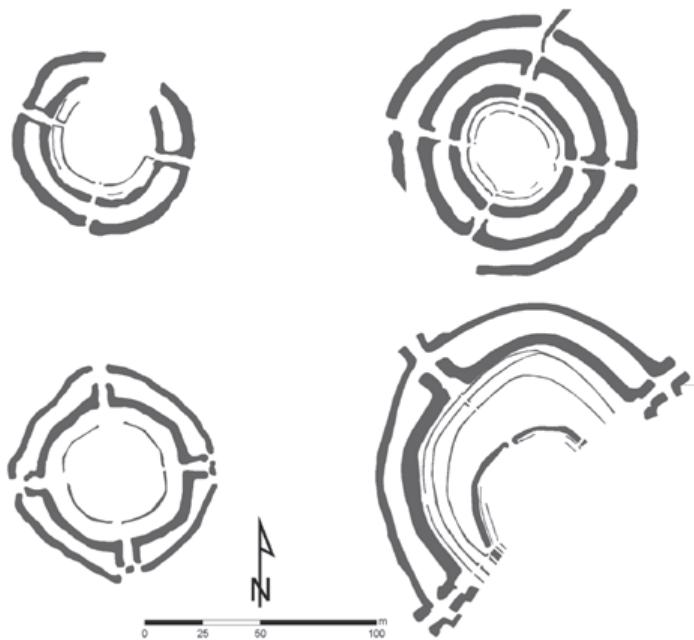


Abb. 8: Beispiele unterschiedlicher Kombinationen verschiedener Formen von Toranlagen und Palisaden. Oben: Gnaden-dorf, Immendorf. Unten: Würnitz, Svodín 1 und 2 (Bertemes et al., 2007; Neubauer, 2010)

Parameter in der Orientierung der Zugänge werden bereits seit Jahrzehnten diskutiert (Nikitsch, 1985; Petrasch, 1990; Trnka, 1991; Neubauer, 2010). Es scheint gewisse Regelmäßigkeiten zu geben, wie zum Beispiel eine allgemeine Ost-West-Orientierung für Anlagen mit zwei Zugängen (Trnka, 1991). Ebenso scheinen Anlagen mit vier Zugängen, mit gewissen Abweichungen in der Genauigkeit, nach den vier Haupthimmelsrichtungen ausgelegt worden zu sein (Petrasch, 1990). Die Toranlagen von Frieritz 1 wurden ebenfalls nach diesem System errichtet, wobei das westliche Tor sichtlich fehlt. Ansonsten wurden Kreisgrabenanlagen mit nur drei Zugängen ebenso auf einer Achsensymmetrie errichtet, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass die symmetrische Natur von Kreisgrabenanlagen eine grundlegende Bedeutung für ihre Erbauer gehabt haben muss (Neubauer, 2010). Aufgrund dieser Beobachtung stellte sich auch seither die Frage nach dem Grund für diese vermeintliche Ausrichtung der Zugänge. So wurden in der Vergangenheit, gerade in Rücksicht auf die Ausrichtung nach den Haupt-himmelsrichtungen, gewisse astronomische oder kalendarische Funktionen den Kreisgrabenanlagen zugesprochen (Zotti, 2005; Neubauer, 2010; Zotti und Neubauer, 2010; Zotti und Neubauer, 2011). Nach langjähriger Forschungsarbeit zu diesem Thema konnte jedoch Zotti (2017) feststellen, dass, mit

Ausnahme von Pranhartsberg 2, zumindest für die niederösterreichischen Kreisgrabenanlagen keine astronomische Begründung in der Ausrichtung festzustellen ist und deshalb, wie auch bereits Petrasch (1990), topographische Faktoren in der Orientierung der Zugänge für wahrscheinlicher hält. Nikitsch (1985) sieht ebenso pragmatische Gründe und verweist darauf, dass die Zugänge oft entlang von Höhenschichtlinien verlaufen oder orthogonal zu diesen angelegt sind. Eventuell könnte dies auf bau-technische Gründe zurückzuführen sein, da die Toranlagen auf diesen Positionen noch am wenigsten von Erosionsprozessen betroffen waren.

1.3.1.3 *Palisaden*

Der von den Gräben umschlossene Innenbereich wird fast immer von ebenso kreisförmigen und konzentrisch angelegten Palisaden begleitet, die in einfacher und mehrfacher Ausführung vorkommen können. Sie stellen ein typisches bauliches Element dar, welches vor allem den Innenbereich der Kreisgrabenanlage prägt. Aufgrund dessen heben sich vor allem die Kreisgrabenanlagen von Kamegg und Velm hervor, da bei ihnen Palisaden entlang der Innenseite jedes einzelnen Grabens zu finden sind (Trnka, 1984; Doneus, 2005). Die Zahl der Palisaden unterscheidet sich bei jeder Anlage, schwankt jedoch in der Regel zwischen einer und drei begleitende Palisaden. Einfache Kreisgrabenanlagen weisen überwiegend eine Palisade auf, während zwei- und dreifache Kreisgrabenanlagen oft Palisaden in ebenso zwei- oder dreifacher Ausführung aufweisen (Neubauer, 2010). Die Kreisgrabenanlage von Künzing-Unternberg weist in ihrem Innenbereich sogar Palisaden in fünffacher Zahl auf, die jedoch vermutlich in einer mehrphasigen Bautätigkeit errichtet wurden (Petrasch, 1985; Petrasch, 1987). Die Abstände zwischen Palisade und innerem Graben, sowie den Palisaden zueinander ist relativ einheitlich und liegt bei etwa 2,6 Meter (Petrasch, 1990).

In den Prospektionen sowie auf den Grabungen zeigen sich die Palisaden als eng aneinander liegende Einzel- oder Doppelpfosten, die entweder in einzelne Pfostenlöcher gesetzt oder in einem zuvor angelegten Gräbchen fundamentiert wurden (Petrasch, 1990; Neubauer, 2010). Die jeweiligen Pfosten liegen dabei so eng aneinander, dass eine Sicht von außen auf den Innenbereich in den meisten Fällen nicht möglich war (Abb. 9). Bei der Ausgrabung der Kreisgrabenanlage von Schletz konnte sogar beobachtet werden, dass sichtbare Lücken in der Pfostensetzung der Palisaden von direkt dahinter stehenden Pfosten abgedeckt wurden, um so die versperrte Sicht zu gewährleisten (Neubauer et al., 2001; Eder-Hinterleitner et al., 2005). Unterbrechungen der Palisaden lassen sich in der Regel nur in Achse

zu den Toranlagen finden, womit auch die freie Sicht (und der Eintritt) in das Innere der Anlage ausschließlich über diese Zugänge vorgesehen war (Petrash, 1990). Nichtsdestotrotz finden sich des Öfteren Lücken im Verlauf der Palisaden bestimmter Kreisgrabenanlagen, die scheinbar bewusst angelegt wurden. So weisen zum Beispiel die Palisaden der Kreisgrabenanlage von Goseck gelegentlich solche Lücken auf, deren Abstände in etwa die Breite von ein bis zwei Pfosten aufweisen und somit kurze Sichtfenster in und aus der Anlage hinaus ermöglichen. Im Fall der Kreisgrabenanlage von Goseck wird unter anderem dadurch auch die astronomische Funktion unterstrichen (Bertemes et al., 2007). Weitere Anlagen mit Lücken im Verlauf der Palisaden, denen ebenso astronomische Funktionen zugesprochen werden, stellen die Kreisgrabenanlagen von Kleinrötz, Steinabrunn, Immendorf, Moosbirbaum und Oberthern dar (Neubauer, 2010; Zotti und Neubauer, 2010).

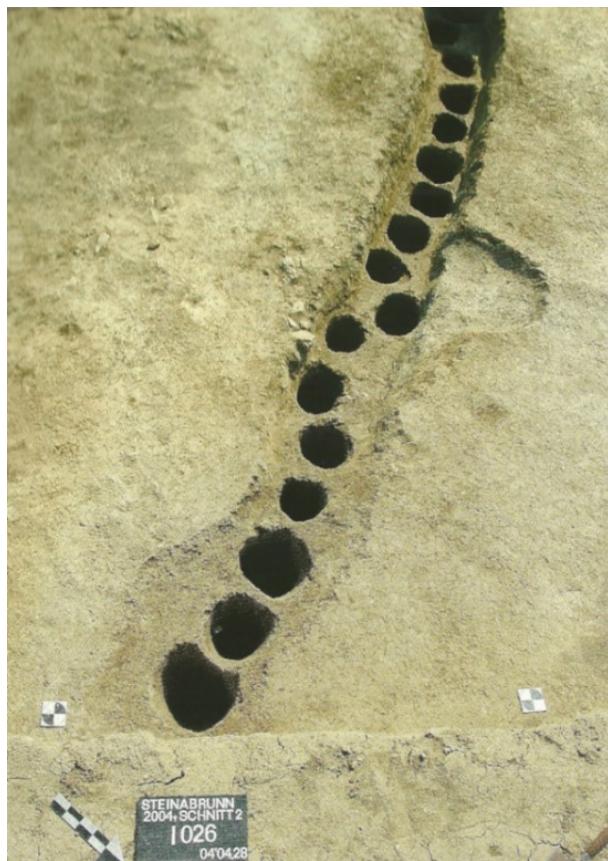


Abb. 9: Kreisgrabenanlage Steinabrunn, ausgegrabene Palisade mit eng anstehenden Pfostenlöchern (Neubauer, 2017)

In wenigen Fällen sind Palisaden zusätzlich mit Flanken auf Achse der Zugänge versehen, ähnlich wie bei manchen Gräben zu beobachten. Als Beispiele dienen hierfür die Kreisgrabenanlagen von Gnaden-dorf, Goseck, Svodín 2 und Altruppersdorf. Die Palisaden der Anlage von Gnadendorf weisen dabei ebenso miteinander verbindende Flanken auf, wie dies auch bei den Gräben mancher Anlagen, wie

etwa Steinabrunn, beobachtet werden kann (Abb. 8, links oben). Die Palisaden von Svodín 2 (Abb. 8, rechts unten) und Altruppersdorf zeigen dafür einen Verlauf, bei dem vom westlichen Zugang aus in Richtung Nordosten die beiden äußereren Palisaden sich zu einer einzigen Palisade verbinden (Nikitsch, 1985; Némejcová–Pavúková, 1986; Trnka, 1991; Neubauer und Melichar, 2005). Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass es sich bei den letztgenannten Beispielen um mehrere Bauphasen handelt und die Palisaden in dieser Form nie gleichzeitig existiert haben.

Obwohl Palisaden ein typisches bauliches Merkmal von Kreisgrabenanlagen darstellen, können diese jedoch nicht für jede Kreisgrabenanlage festgestellt werden. Für Kreisgrabenanlagen ohne Palisaden (für Beispiele aus Österreich siehe Abb. 4) ist dabei stets die Möglichkeit jüngerer Erosionsprozesse nicht auszuschließen, da nicht selten bei noch sichtbaren Palisaden zumindest ein Teil bereits zerstört worden ist. So können Anlagen ohne Palisaden einst sehr wohl solche Strukturen gehabt haben, die jedoch heute nicht mehr oder nur fragmentarisch feststellbar sind (Neubauer, 2010).

1.3.1.4 Weitere Befunde im Innenbereich

Galt noch vor einigen Jahren die allgemeine Auffassung, dass der Innenbereich von Kreisgrabenanlagen mit wenigen Ausnahmen leer an zeitgleichen Befunden sei (Trnka, 1991), wurden durch spätere Prospektionen und Grabungen vermehrt Strukturen, vorwiegend Grubenverfüllungen, im Innenbereich von Kreisgrabenanlagen festgestellt, die zum Teil einen Bezug zur Anlage selbst aufweisen (Neubauer, 2010; Neubauer, 2017). So konnten im Zentrum des Innenbereichs der Kreisgrabenanlage von Steinabrunn zwei Gruben festgestellt werden, die im Rahmen der im Jahr 2004 stattgefundenen Grabung ausgehoben wurden. Das in den Grubenverfüllungen geborgene Material aus tierischen und menschlichen Knochen sowie Keramik konnte übereinstimmend in die Nutzungszeit der Anlage selbst datiert werden (Fera et al., 2004). Drei Gruben im Innenbereich der Kreisgrabenanlage von Kamegg ließen sich, anhand der Datierung ihres darin befindlichen Fundmaterials, ebenfalls zeitgleich mit der Nutzung des älteren inneren Grabens der Anlage datieren (Doneus, 2001).

Dass es sich bei den Strukturen im Innenbereich jedoch nicht nur um Grubenverfüllungen mit darin deponiertem Material handelt, zeigt die Kreisgrabenanlage von Frieritz 1. In ihrem Innenbereich wurden im Zuge von Grabungen Gräbergruppen gefunden, bestehend aus Hockerbestattungen mit vier Erwachsenen und fünf Kindern, sowie einer gesonderten Doppelbestattung, bestehend aus einer Frau und einem Mann, die übereinander in Bauchlage gelegt wurden (Neugebauer-Maresch et al., 2001).

Die Auffindung von Bestattungen im Innenbereich der Kreisgrabenanlage stellt eine bis dato einzigartige Befundsituation dar. Dabei ist jedoch hervorzuheben, dass die genannten Bestattungen aus Friebritz 1 etwas älter datieren, weshalb die Anlage erst im Nachhinein um das Gräberfeld herum errichtet worden sein kann (Doneus, 2001). Bestattungen innerhalb von Kreisgrabenanlagen wurden zwar öfters dokumentiert, doch handelt es sich hierbei in der Regel um Sonderbestattungen, bei denen die Verstorbenen (oder lediglich einzelne Teile von ihnen) in den Gräben deponiert wurden (Neugebauer-Maresch, 1995; Neubauer, 2017). Wie diese häufiger auffindbaren Sonderbestattungen, weisen die bestatteten Individuen in Friebritz 1 genauso Zeichen von Gewalteinwirkung an ihren Knochen auf (Neugebauer-Maresch et al., 2001).

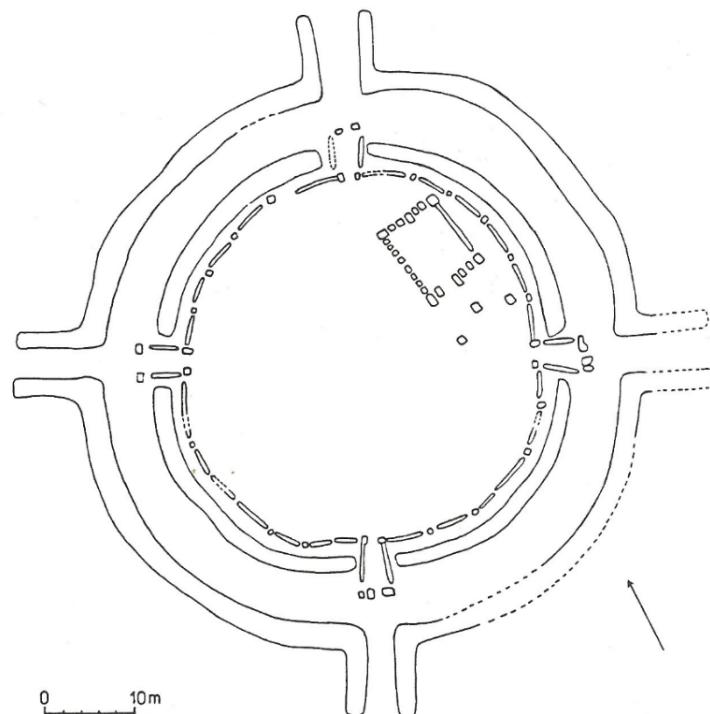


Abb. 10: Kreisgrabenanlage von Bučany mit Gebäudestruktur im Innenbereich (Bujna und Romsauer, 1986).

Neben Gruben und Bestattungen finden sich ebenso Hinweise auf mögliche Siedlungstätigkeit im Innenbereich. Siedlungsstrukturen lassen sich zum Beispiel innerhalb der Kreisgrabenanlage von Polgár-Csőszhalom feststellen, die die gesamte Fläche des Innenbereichs einnehmen (Raczky et al., 2005; Raczky et al., 2007) (Abb. 5). Innerhalb der Kreisgrabenanlage von Altruppersdorf wurden ebenso Pfostensetzungen festgestellt, deren Anordnung auf Reste eines mittelneolithischen Gebäudes hindeuten. Dieses wurde dabei offensichtlich unter Berücksichtigung des Verlaufs der inneren Palisade errichtet

(Neubauer, 2010). Vergleichbare Gebäudestrukturen konnten weiters innerhalb der Kreisgrabenanlagen von Bulhary und Bučany (Abb. 10) nachgewiesen werden (Bujna und Romsauer, 1986; Kundera und Zdenek, 1999).

Laut Neubauer (2010) korreliert das Vorkommen innerer zeitgleicher Strukturen mit dem allgemeinen Erhaltungszustand der jeweiligen Kreisgrabenanlagen. Ähnlich dem in Kapitel 1.3.1.2 beschriebenen Vorkommen bestimmter Toranlagen, besteht daher die Wahrscheinlichkeit, dass auch innerhalb bereits stark erodierter Kreisgrabenanlagen einstige Gruben, Häuser oder Gräber vorhanden waren. Bei Betrachtung der vorhandenen Strukturen scheint dieses breite Spektrum an möglichen Befunden im Innenbereich mit der allgemein individuellen Gestaltung jeder einzelnen Kreisgrabenanlage einherzugehen, so dass unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten durchaus eine Option sind.

1.3.2 *Forschungsgeschichte*

Die systematische Erforschung von Kreisgrabenanlagen weist innerhalb der Archäologie eine vergleichsweise junge Geschichte auf, obwohl die erste bekannte Erwähnung einer Kreisgrabenanlage bereits in das späte 19. Jahrhundert zurückgeht. Damals wurde in Krpy, Tschechische Republik, eine dunkle konzentrische Erdverfärbung dokumentiert. Jedoch blieb diese Entdeckung für lange Zeit unbeachtet und erst etwa 100 Jahre später konnte deren Bedeutung erkannt werden (Woldřích, 1886; Pavlu, 1982; Trnka, 1991).

Die ersten archäologischen Untersuchungen einer Kreisgrabenanlage fanden in den Jahren 1919-1924 in Kothingeichendorf in Niederbayern statt. Ergebnisse dieser Grabungen sind aufgrund der damaligen wissenschaftlichen Standards sowie durch spätere Kriegsfolgen nur noch in Fragmenten erhalten. Eine kulturelle Zuordnung sowie Datierung dieser Kreisgrabenanlage war deshalb erst durch eine spätere Aufarbeitung der hinterbliebenen Grabungsdokumentation in den 1970er-Jahren möglich (Christlein und Schmotz, 1977).

Im Jahr 1967 begannen mehrjährige Ausgrabungen einer Siedlungsfläche in Těšetice-Kyjovice, Südmähren, zu deren älteste Phase auch eine einfache Kreisgrabenanlage gehörte (Podborský, 1973–1974; Podborský, 1976; Podborský, 1983-1984; Podborsky, 1988). Diese Kreisgrabenanlage war nicht nur die Erste, die vollständig ausgegraben wurde, sie zählt auch zur Ersten, bei der man einen Zusammenhang zwischen Siedlung und Anlage aufzeigen konnte, mit einem intentionell abgegrenzten Areal für die Errichtung jener Anlage. Die ausgegrabenen Funde in Těšetice-Kyjovice ermöglichten erstmalig

eine Datierung in die mährische Bemaltkeramik und der Einsatz sedimentologischer Untersuchungen, mit ihren Ergebnissen zur Stratigraphie der Grabenverfüllungen (siehe dazu Kapitel 1.4.1), nimmt eine Vorreiterrolle für spätere Analysen dieser Art an Kreisgrabenanlagen ein (Zeman, 1975; Trnka, 1991).

Ab diesem Zeitpunkt haben vermehrte Ausgrabungen in Böhmen, Mähren und Deutschland, einen erheblichen Teil zum heutigen Kenntnisstand über die Chronologie und die allgemeine Natur von Kreisgrabenanlagen beigetragen (Trnka, 1991). In Österreich wurde die Forschung durch die mehrjährigen Ausgrabungen der Kreisgrabenanlagen von Friebitz, Kamegg, Wilhelmsburg, Rosenburg, und Strögen zwischen den Jahren 1979 bis 1994 (Trnka, 1991; Neugebauer-Maresch und Ruttkay, 1995; Schappelwein und Trnka, 1995; Doneus, 2001; Daim und Neubauer, 2005) ebenfalls intensiviert.



Abb. 11: Magnetogramm der dreifachen Kreisgrabenanlage Glaubendorf 2, kombiniert mit einem Orthofoto (Neubauer, 2010)

Im Jahr 2003 begann eine Kooperation zwischen dem Team von *Archeo Prospections*® der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) sowie dem Luftbildarchiv des Instituts für Ur- und Frühgeschichte (heute: Institut für Urgeschichte und Historische Archäologie) der Universität Wien, mit dem Ziel einer systematische Dokumentation und Katalogisierung sämtlicher in Österreich bekannter

ter Kreisgrabenanlagen (Neubauer, 2010). Die in diesem Projekt erstellten und gesammelten Orthofotos sowie Magnetogramme (Abb. 11) der einzelnen Kreisgrabenanlagen bilden bis heute die Basis für Forschungsprojekte, wie z.B. der virtuellen Rekonstruktion von Kreisgrabenanlagen (Abb. 12). Auf Basis sämtlicher topographischer und geophysikalischer Daten weisen diese rekonstruierten Kreisgrabenanlagen eine bisher unerreichte Genauigkeit in ihrer Darstellung auf, die zuvor nicht möglich war. So zeigt sich die Geschichte der Kreisgrabenforschung auch als Erfolgsgeschichte moderner und interdisziplinärer Untersuchungsmethoden, die, zusammen mit der Geophysik, Fernerkundung und virtueller Archäologie, nun auch immer mehr die Geoarchäologie miteinschließt.



Abb. 12: Rekonstruktion der Kreisgrabenanlage von Schletz mit anliegender Siedlung, Stand 2001 (Neubauer, 2010)

1.3.3 Datierung

Die Nutzungsphase der Kreisgrabenanlagen konnte durch die Aufarbeitung des zugehörigen Fundmaterials sowie mittels ^{14}C Datierung auf eine Zeit zu Beginn des mittleren Neolithikums, ab dem 5. Jahrtausend v. Chr., eingegrenzt werden. In Ostösterreich findet sich zu dieser Zeit die Kultur der frühen Mährisch-Ostösterreichischen Gruppe (MOG) der Lengyel-Kultur (Stadler und Ruttkay, 2007). Vor allem großflächige Ausgrabungen, wie z.B. jene der Kreisgrabenanlagen von Kamegg, Friebitz, Strögen und Wilhelmsdorf, brachten aus den Verfüllungen der Spitzgräben unter anderem ein vielfältiges Sortiment bemalter Keramik zutage (Abb. 13), welches stellvertretend für die Phase Ia der Lengyelkultur ist (Neugebauer et al., 1983; Trnka, 1984; Neugebauer und Neugebauer-Maresch, 1993; Schappelwein

und Trnka, 1995). Innerhalb der Gräben und anliegenden Gruben der Kreisgrabenanlage von Kamegg wurde unter anderem eine solche Menge an Lengyel-zeitlicher Keramik geborgen, dass Michael Doneus (2001) eine Seriation durchführen konnte, welche erstmalig die mehrphasige Natur im Aufbau und in der Nutzung der Anlage aufzeigte.

Eine weitere Möglichkeit der Datierung von Kreisgrabenanlagen, neben der relativen Datierung des aufgefundenen Fundmaterials, ist durch die Datierung mittels des Kohlenstoff-Isotops ^{14}C möglich, welches in organischen Funden, wie z.B. Knochen und Holzkohle, aus den Grabenverfüllungen und assoziierten Siedlungen, zu finden ist. Nach derzeitigem Stand weisen diese Messungen auf eine vergleichsweise kurze Verwendungsphase zwischen 4850/4750 und 4650/4500 v. Chr. hin (Stadler und Ruttkay, 2007; Neubauer, 2017). Zusammen mit den Ergebnissen der Radiokarbondatierungen und der Keramiktypologie aus den Grabungen deutet die aktive Verwendungszeit der Kreisgrabenanlagen daher auf einen Beginn in der formativen Zeit MOG IaO und mit einer anschließenden Kernzeit in der Stufe MOG Ia (Doneus, 2001; Stadler und Ruttkay, 2007).



Abb. 13: Polychrom bemalte Keramik der Lengyel Kultur der Phase MOG Ia und MOG Ib aus dem Kreisgraben von Kamegg (Doneus, 2001).

1.3.4 Verbreitung und Standorteigenschaften

Mit dem Stand 2018 sind über 130 Kreisgrabenanlagen im In- und Ausland bekannt. Im Zuge des Beginns luftbildarchäologischer Forschungen in den ehemaligen Ostblockstaaten konnten neben den bereits bekannten Kreisgrabenanlagen in Österreich und Deutschland auch in Tschechien, der Slowakei, Ungarn sowie Polen zahlreiche weitere Anlagen gesichtet werden. Die höchste Dichte an Kreisgrabenanlagen ist im Bereich zwischen Niederösterreich, Südmähren und der Westslowakei zu finden, welches nach momentanen Forschungsstand wohl auch das Kerngebiet ihrer Verbreitung darstellt (Pavlu, 1982; Zalai-Gaál, 1990; Kuzma, 2005; Raczký et al., 2005; Meyer und Raetzel-Fabian, 2006; Stäuble, 2007; Neubauer, 2017).

Betreffend der topographischen Lage von Kreisgrabenanlagen ist erkennbar, dass vermehrt die unteren Bereiche von Hanglagen, meistens mit Orientierung nach Osten, bevorzugt wurden (Trnka, 1991). Am zweithäufigsten finden sich Kreisgrabenanlagen auf Geländekuppen, wie bei den Anlagen von Altruppersdorf, Friebritz 1, Mühlbach am Manhartsberg, Puch, sowie Wilhelmsdorf 1 und 2 zu sehen ist (Neubauer, 2010). Lagen auf Plateaus, Geländerücken oder Terrassen sind ebenfalls ausgemacht worden, stellen aber nur eine Randerscheinung unter den Kreisgrabenanlagen dar (Trnka, 1991; Neubauer, 2010). Die Kreisgrabenanlage von Velm ist bisher die einzige bekannte Anlage ihrer Art, die in einem Tal errichtet wurde (Trnka, 1991; Doneus, 2005; Neubauer, 2010). Aufgrund dessen sticht Velm nicht nur durch ihre topographische, sondern auch durch ihre geologische Lage hervor (Doneus, 2005; Neubauer, 2010), da sie auf einer knapp über dem Wasserspiegel stehenden Niederterrasse aus Kies errichtet wurde.

In Österreich wurden Kreisgrabenanlagen meistens auf Böden mit Löss als Ausgangssubstrat errichtet (Loishandl-Weisz, 2006) (Abb. 14). Löss ist ein äolisches Sediment, das im Zuge der letzten Eiszeiten über windgetragene Prozesse aus den Schwemmschichten der Flüsse verfrachtet und vor allem im Weinviertel sedimentiert wurde (Loishandl-Weisz, 2006; Ahnert, 2015). So sind die Kreisgrabenanlagen aus dem Weinviertel, die den Großteil der in Österreich bekannten Anlagen ausmachen, auf Böden zu finden, die sich auf Löss oder Lösslehm bildeten. Dazu zählen Böden vom Typ Schwarzerde (Tschernosem), sowie Braunerden und Parabraunerden (Loishandl-Weisz, 2006). Kreisgrabenanlagen, die nicht auf Löss errichtet worden sind, wurden hingegen meist auf sandigen Substraten oder Mergel errichtet (Nikitsch, 1985).

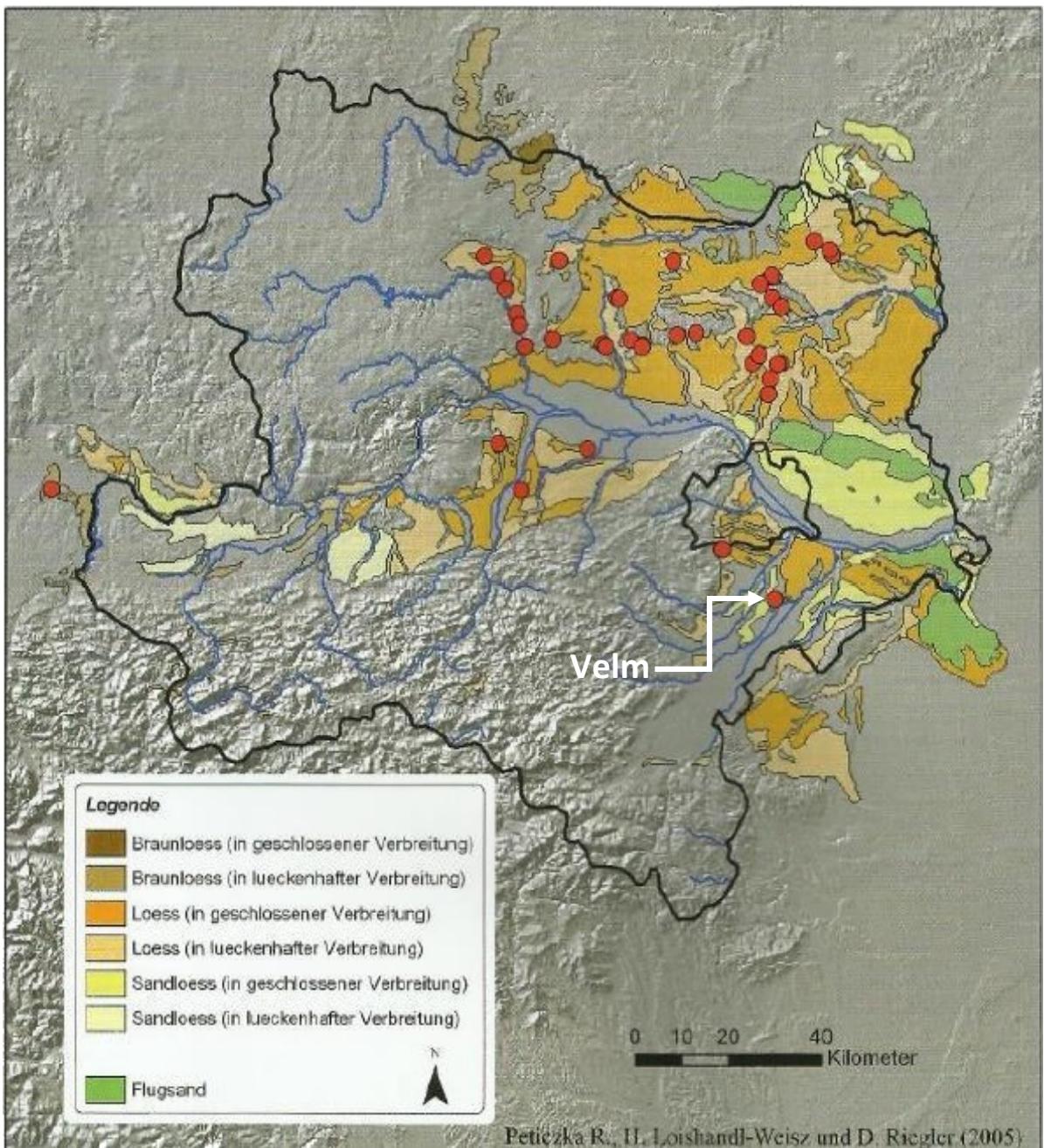


Abb. 14: Verbreitung von Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich (Stand 2005) mit darunterliegender Verbreitung der Lössböden (Loishandl-Weisz und Peticzka, 2005).

Bezüglich der Wahl des Standortes für die Errichtung der Kreisgrabenanlagen scheint jedoch weniger der Bodentyp an sich, als vielmehr die allgemein leichte Bearbeitbarkeit des Ausgangssubstrats eine Rolle gespielt zu haben (Nikitsch, 1985; Loishandl-Weisz, 2006). Löss, Lösslehm, Sand und Mergel (vor allem in feuchter Form) lassen sich relativ leicht mit Werkzeugen aus Holz, Knochen oder Geweih, die den mittelneolithischen Erbauern zu Verfügung standen, bearbeiten und formen (Lobisser und

Neubauer, 2005; Neubauer, 2010). Dass die Erbauer der Kreisgrabenanlagen eher Böden und Sedimente aufsuchten, die ohne große Probleme auszuheben waren, sollte jedoch, angesichts der monumentalen Ausmaße der Anlagen und dem damit verbundenen Arbeitsaufwand, nicht weiter verwunderlich sein. So ist es durchaus bemerkenswert, dass es Ausnahmen gibt. Die Situation der Kreisgrabenanlage von Velm, die auf einer Terrasse aus Kies liegt, wurde bereits eingangs im Kapitel erwähnt. Die Kreisgrabenanlage von Gauderndorf stellt hierbei ebenso eine beispiellose Ausnahmeerscheinung dar. Im Rahmen einer im Jahr 1987 durchgeführten Grabung, deren Schnitt durch alle drei Gräben der Anlage verlief, wurde ersichtlich, dass unmittelbar unter dem Oberboden anstehender Gneis in Form von Grus und Festgestein sowie miozäne Sande (vor allem im nördlichen Bereich des Schnittes) anzutreffen sind. Die Gräben wurden daher zum Teil in den anstehenden Gneis eingetieft, behielten dabei jedoch ihre typisch spitze Ausformung. Die Verfüllung der Gräben ist hingegen stark lösshaltig, weshalb heute davon ausgegangen wird, dass über dem Gneis und Sand einst ein Paläorelief aus Löss bestand, das heute bereits zur Gänze erodiert ist (Trnka, 1991). Die Kreisgrabenanlage scheint dabei einst auf diesem Paläorelief errichtet worden zu sein, dafür sprechen, neben der eben erwähnten Grabenverfüllung aus Löss, auch die geringen Tiefen der Gräben von nur etwa einem Meter, das Fehlen von Palissaden und der relativ hohe Grad an Erosion, der auf den Luftbildern und im Magnetogramm ersichtlich ist (Trnka, 1991; Neubauer, 2010).

Neben der Wahl der topographischen Lage und des Bodens wurde auch der hydrogeographische Aspekt in der Standortwahl oft angesprochen (Nikitsch, 1985; Petrasch, 1990; Neubauer, 2010). Im Gegensatz zu den Siedlungen der vorhergehenden Linearbandkeramik, die stets im Bezug zum damaligen Wassernetz angelegt wurden (Lenneis, 1995), finden sich die Siedlungsspuren der frühen Lengyel-Kultur überwiegend weiter hangaufwärts in relativer Nähe zu Quellgebieten. 84% aller untersuchten Kreisgrabenanlagen weisen einen direkten Bezug zu einer nahegelegenen Quelle auf, während die restlichen Anlagen zumindest nahe des Oberlaufs eines Baches angelegt wurden (Neubauer, 2010). Der Grund für diesen scheinbar drastischen Wechsel in der Siedlungsstruktur zwischen Früh- und Mittelneolithikum kann im besten Fall nur diskutiert werden. Rapide Änderungen im Ökosystem und Landschaftsrelief, unter anderem bedingt durch anhaltende Bodenerosion aufgrund des beginnenden Ackerbaus und Entwaldung seit Beginn des Neolithikums, sind nicht auszuschließen (Bork, 1998). Im Falle des Mittelneolithikums scheint jedoch eine Nähe zu Quellen als Gewährleistung der Wasserversorgung sehr wahrscheinlich zu sein.

1.4 Geoarchäologische Forschungen an Kreisgrabenanlagen

Die Erforschung der Grabenverfüllungen von Kreisgräben stand bereits Jahrzehnte vor Etablierung des Begriffs der Geoarchäologie im 20. Jahrhundert im Interesse interdisziplinär arbeitender Archäologen und Erdwissenschaftler. Besonderes Augenmerk galt hierbei stets der Rekonstruktion der Verfüllungsprozesse der Spitzgräben. Auf Grabungen unterschiedlicher Kreisgrabenanlagen wurden immer wieder mehrere Erneuerungsphasen der Gräben nachgewiesen, womit eine gewisse Instandhaltung während der Nutzungszeit nicht auszuschließen ist (Petrash und Kromer, 1989; Trnka, 1991; Neugebauer-Maresch, 1995) (Abb. 15).

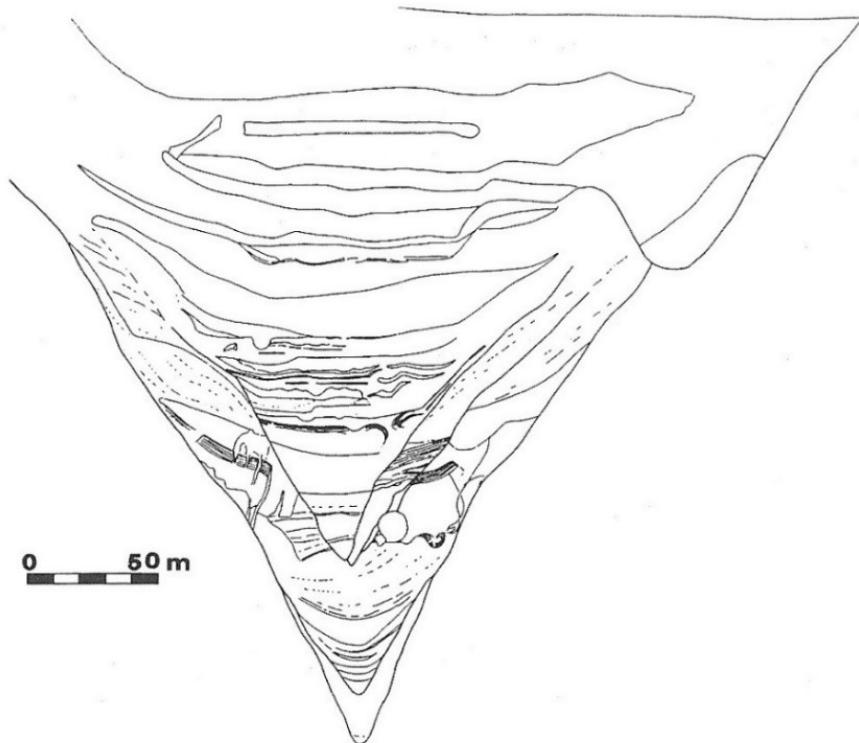


Abb. 15: Profil des Hauptgrabens von Friebritz 1. Zu erkennen sind mehrere Erneuerungsphasen, in denen die Gräben zu- mindest zum Teil erneut ausgehoben und wieder verfüllt wurden (Neugebauer-Maresch, 1995).

Aufgrund dieser komplexen Verfüllungsprozesse, die immer wieder innerhalb dieser Gräben beobachtet wurden, wurde relativ bald das Potential interdisziplinärer Forschungsarbeiten zur Untersuchung der Grabenverfüllungen, im Besonderen mit Hilfe geowissenschaftlicher Methoden, erkannt. Die folgenden Unterkapitel beschreiben die in der Vergangenheit durchgeföhrten Forschungsarbeiten, die

einen erheblichen Beitrag zum derzeitigen Forschungsstand über die Prozesse der Grabenverfüllungen beigetragen haben.

1.4.1 *Těšetice-Kyjovice und Aldenhoven*

Eine erste Forschungstätigkeit zu diesem Thema fand im Jahr 1972 statt. Während der Grabungen in Těšetice-Kyjovice wurden Korngrößenanalysen sowie petrographische Untersuchungen an den Profilen von insgesamt zehn Schnitten durchgeführt, die durch die Grabenverfüllung der Kreisgrabenanlage verlaufen. Dabei wurden erstmals drei klar abgrenzbare Phasen im Sedimentationsprozess festgestellt. Die zwei ältesten Phasen datieren in die Zeit der aktiven Nutzungsphase und zeigen sich als heterogene Schichtenfolge aus zum Teil relativ dünnen Sedimentlagen. Im untersuchten Profil 7b wurden zum Beispiel etwa 50 klar abgrenzbare Schichten mit zwei bis vier Zentimeter Mächtigkeit festgestellt. Die dritte Phase datiert in jüngere Zeit und zeigt sich als anthropogen verursachte Verfüllung mit einsetzender Bodenbildung (Podborský, 1973–1974; Zeman, 1975).

Etwa zur selben Zeit, in den Jahren 1973 bis 1978, wurden, im Zuge der Ausgrabungen des bandkeramischen Siedlungsplatzes in Aldenhoven, Deutschland, experimentalarchäologische Versuche zum Verfüllungsprozess der dort gefundenen Gräben durchgeführt (Zimmermann und Kuper, 1977). Zwei Spitzgräben, jeweils mit einer Tiefe sowie Breite von ungefähr drei Metern, wurden angelegt und in West-Ost bzw. in Nord-Süd Orientierung ausgerichtet. Ziel des Experiments war es, die wetterbedingten Einflüsse natürlichen Erosions- und Sedimentationsprozesse der Spitzgräben über die Jahre zu dokumentieren, um so Vergleiche zu den am Siedlungsplatz ausgegrabenen Grabenstrukturen zu gewinnen. Als Ergebnis zeigten sich deutliche Unterschiede in den Verfüllungen der beiden angelegten Gräben, abhängig von ihrer Orientierung. Der Großteil der wetterbedingten Einflüsse kam aus westlicher Himmelsrichtung, weshalb die östliche Grabenseite des nach Nord-Süd verlaufenden Grabens stärker der Erosion ausgesetzt war und zu einer asymmetrischen Schichtenfolge in der Füllung führte. Im Kontrast dazu fand im West-Ost verlaufenden Graben eine vergleichsweise symmetrische Füllung statt, da mit dieser Ausrichtung der Graben besser vor den örtlichen Witterungsverhältnissen geschützt war. Weiters konnte in den ersten drei Jahren vor allem in den unteren Hälften der Gräben eine Aushöhlung der ursprünglich spitzen Grabenform festgestellt werden. Im darauffolgenden Jahr begann schließlich die obere Hälfte zu erodieren und die untere Hälfte mit Sturzmaterial zu bedecken, weshalb diese vor weiterer Erosion geschützt war. Die relativ schnell auftretende Erosion der Grabenwände sowie einher tretende Füllungsprozesse bedingen eine regelmäßige Instandhaltung und Reparatur der Gräben, was

bereits auf den Grabungen beobachtet werden konnte und durch dieses Experiment schließlich bestätigt wurde (Zimmermann und Kuper, 1977).

1.4.2 Kamegg und Strögen

Verginis (1986) führte im Zuge der Grabungen der Kreisgrabenanlage von Kamegg, Niederösterreich, detaillierte sedimentologische Untersuchungen an zwei Profilen im Bereich des Osttores des Innengrabens durch (Abb. 16). An den Profilen wurden die einzelnen Sedimente abgegrenzt und anhand folgender Merkmale beschrieben: Farbe nach Munsell-Farbsystem, Korngröße, Kalkgehalt, Reindichte, Rohdichte, Porenvolumen, Luftgehalt, maximale Wasserkapazität und Wasserdurchlässigkeit. Die Analyse von Profil I zeigt, dass die Grabensedimente aus den anstehenden Sedimenten hervorgegangen sein müssen und von ihrer Farbe und Korngrößenverteilung her kaum Unterschiede untereinander aufweisen. Unterschiede finden sich jedoch in der jeweiligen Struktur sowie Ablagerungsart. Die größten Unterschiede liegen dabei zwischen dem oberen und unteren Teil der Grabensedimente. Getrennt werden diese beiden Gruppen an Schichten von einer einzelnen Sedimentlage, die einen vergleichsweise hohen Tongehalt aufweist. Eine genauere Untersuchung des Sedimentgefüges (der räumlichen Anordnung der Komponenten im Sediment) zeigt, dass diese Unterschiede in erster Linie im Gefüge bestehen. So zeigen die unteren Sedimente ein Korngefüge mit wechselnder Porosität, bedingt durch abwechselnden Einfluss von Feuchtigkeit und Verdunstung während des Sedimentationsprozesses. Anders ist dies bei den oberen Sedimenten, die ein relativ homogenes Gefüge aus zusammengeballten Bodenteilchen, entstanden durch biologische Verwitterung im Erdreich, aufweisen (Verginis, 1986).

Profil II ist in vielerlei Hinsicht ähnlich zu Profil I. An diesem wurde ebenso die Grabenverfüllung mit den anstehenden Sedimenten verglichen. Diese Sedimente weisen genauso eine relative Einheitlichkeit in ihrer Sedimentart auf, mit Ausnahme einer einzelnen Verlehmungsschicht, die ebenso die Grenze im Wechsel des Sedimentgefüges zwischen den darüberliegenden Sedimenten sowie den darunterliegenden Sedimenten darstellt. Aufgrund dieser Beobachtungen können die Sedimentationsprozesse der Grabenverfüllungen folgendermaßen rekonstruiert werden: Als erstes fand ein wohl witterungsbedingter Sedimentationsprozess, mit Schwankungen im Kalkgehalt, statt, der bis zu jenem Sediment, das nun als Verlehmungszone erkennbar ist, voranschritt. Der hohe Gehalt an Ton und geringe Gehalt an Kalk, ist ein Indiz dafür, dass dieses Sediment für längere Zeit relativ ungestört an der Oberfläche gelegen haben muss, ehe sich, in etwas späterer Zeit, schließlich die jüngste Schicht abgesetzt hat (Verginis, 1986). Die von Doneus (2001) durchgeführte Seriation der in den Grabenverfüllungen

aufgefundenen Keramik und ihrer typologischen Formveränderungen zeigt dabei eine vergleichbare Entwicklung. Der Fund frühbronzezeitlicher Keramik in den obersten Verfüllungen der Gräben spricht ebenso dafür, dass diese zumindest für etwa 2000 Jahre noch sichtbar in der Landschaft gewesen sein müssen (Doneus, 2001; Trnka, 2012).



Abb. 16: Kreisgrabenanlage Kamegg, Schnitt durch den Innengraben (Trnka, 2012).

Zwei Jahre später führten Verginis und Grubner (1995) in Strögen, Niederösterreich, erneut sedimentologische Untersuchungen an einer ausgegrabenen Kreisgrabenanlage durch. Dabei wurden vier Profile des äußeren Grabens und zwei Profile des inneren Grabens nach den bereits oben genannten Merkmalen, die auch schon in Kamegg Verwendung fanden, analysiert. Die Grabenverfüllungen der

Kreisgrabenanlage von Strögen zeigen hierbei eindeutige episodische Sedimentationsprozesse. Der regelmäßige Wechsel von kalten zu warmen und feuchten zu trockenen Perioden spiegelt sich dabei gut in den dokumentierten Sedimenten wider.

Die Schleppkraft des Transportmediums, in dem Fall der Transport durch Wasser und Wind, resultiert aus den verschiedenen Witterungsverhältnissen an und verursacht so unterschiedliche Korngrößenverteilungen in den Sedimenten. Eine Asymmetrie der Sedimente in den Querprofilen deutet hierbei, ähnlich wie in den Experimenten von Zimmermann und Kuper (1977), auf eine Einseitigkeit der Witterung in Bezug auf die Himmelsrichtung hin. Sedimente, die unter Regen- bzw. Abflussereignissen verlagert wurden, weisen einen höheren Anteil von Sand auf, da eine erhöhte Kraft des Transportmediums ebenso mit einem erhöhten Erosionspotenzial einhergeht und so den Transport größerer Partikel begünstigt. Im Kontrast dazu deuten Sedimente mit einem erhöhten Gehalt an Ton-Partikeln sowie Anzeichen von Vergleyung oder Kalkauswaschung auf ruhigere Ablagerungsverhältnisse hin, da sich kleinere Partikel erst unter sehr schwachem Transport absetzen können und ein erhöhtes Erosionspotential jede Form von Bodenbildung nur beeinträchtigen würde (Verginis und Grubner, 1995).

1.4.3 Steinabrunn

Aufbauend auf den Erkenntnissen von Verginis (1986) und Verginis und Grubner (1995) widmete sich Loishandl-Weisz (2006) im Rahmen seiner von Robert Peticzka betreuten Diplomarbeit der sedimentologischen Untersuchung einer Grabenverfüllung des Kreisgrabens von Steinabrunn, Niederösterreich. Für die Untersuchung stand vor allem das untere Drittel der Grabenverfüllung im Vordergrund, da der Fokus der Arbeit auf die Sedimentationsprozesse während der aktiven Verwendungsphase der Kreisgrabenanlage stand. Für diesen Zweck wurde eine Blockbergung des Querprofils des unteren Drittels der innersten Grabenverfüllung durchgeführt, um diese unter Laborbedingungen an der Universität Wien untersuchen zu können. Untersucht wurden unter anderem jene Eigenschaften, die schon bei den Forschungen von Verginis (1986) im Fokus standen. Zu diesen zählen Korngröße, Bodenfarbe (nach Munsell), der Gehalt des Gesamtkohlenstoffs, von Kalk und organischer Substanz. Zusätzlich zu diesen Untersuchungen kam noch die Analyse von Eisenoxiden im Boden hinzu, die zu der Zeit eine neue Methodik in der Paläoboden-Forschung darstellte. Die Analysen zeigten, dass das untere Drittel der Kreisgrabenverfüllung in 15 Sedimentationsphasen unterteilt werden kann, die zum Teil durch relativ kurzfristige, wetterbedingte Ereignisse abgelagert wurden (Abb. 17). Die Sedimentation des unteren Drittels dürfte daher in nur wenigen Jahren stattgefunden haben, was auch den Beobachtungen

der Experimente von Zimmermann und Kuper (1977) entspricht. Die unterste Verfüllung (die sich nach Aushub des Grabens als erste abgesetzt hat) weist einen relativ hohen Anteil organischen Materials auf. Das Verhältnis der Oxalat-löslichen, schlecht kristallisierten Eisenoxiden zu den Dithionit-löslichen Eisenoxiden deutet hierbei auf eine Herkunft aus dem Verwitterungshorizont des damaligen Bodens hin. Dieses Sediment wurde wohl binnen kürzester Zeit von den darüberliegenden Schichten überdeckt und luftdicht isoliert, weshalb der hohe Gehalt an organischem Material erhalten blieb (Loishandl-Weisz und Peticzka, 2007).

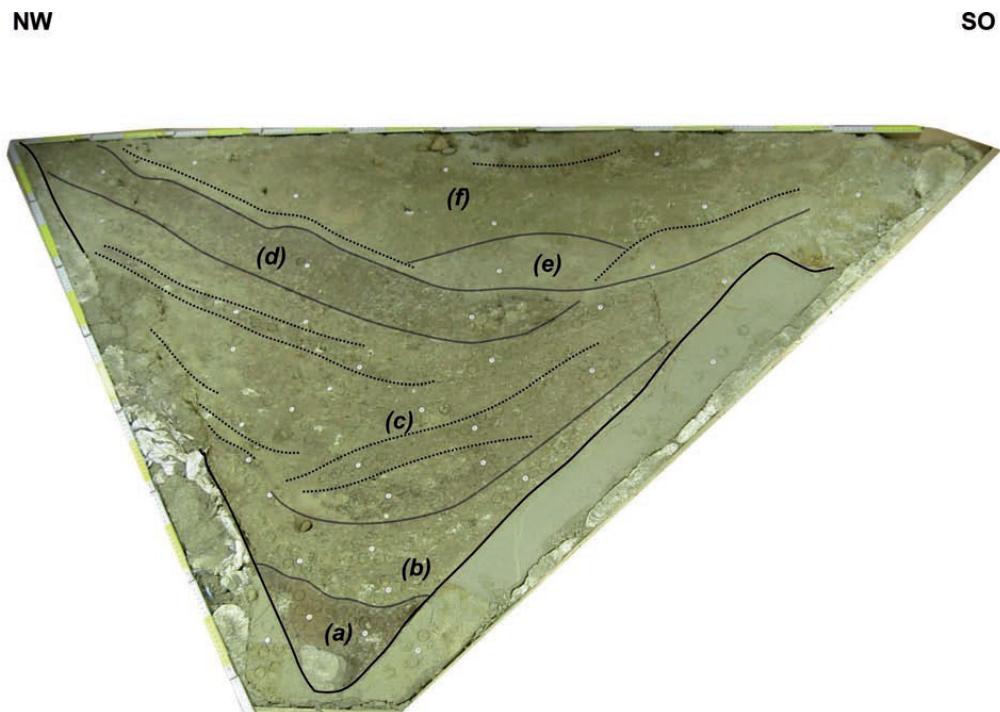


Abb. 17: Unterteilung der Grabenverfüllung des unteren Drittels des Spitzgrabens der Kreisgrabenanlage von Steinabrunn, Niederösterreich, in insgesamt 15 Phasen bzw. Schichten. Die Breite des Blocks beträgt in etwa 217 Zentimeter, die Höhe in etwa 125 Zentimeter (Loishandl-Weisz und Peticzka, 2007).

1.4.4 Zusammenfassung

Zusammenfassend ergibt sich aus den Untersuchungen der Verfüllungsmechanismen der Gräben ein mehr oder weniger einheitliches Bild einer mehrphasigen Verfüllung. So deuten sämtliche Ergebnisse auf erste episodische, witterungsbedingtes Sedimentationsereignise, die sich als heterogene Horizontabfolge verschieden mächtiger Sedimente zeigen (Abb. 18, 2). Die einzelnen Ablagerungen in dieser Phase fanden dabei so schnell statt, dass zumindest manchmal organische Überreste in den un-

tersten Schichten vom Sauerstoff abgeschnitten und erhalten geblieben sind, wie dies bei der Kreisgrabenanlage von Steinabrunn der Fall ist. Die Interpretation dieser ersten Verfüllungsphase durch natürliche Ereignisse konnte experimentell, wie bei Zimmermann und Kuper (1977), als auch bei Grabungen von Kreisgrabenanlagen selbst, nachgewiesen werden. So schreiben Petrasch und Kromer (1989), dass während der Grabungskampagne der Kreisgrabenanlage von Künzing-Unternberg nach mehreren Regenfällen die Ablagerung einer drei Zentimeter dicken Schicht im etwa 3,5 Meter tief ausgegrabenen Graben, bestehend aus zwei hellen und zwei dunklen Schichten, beobachtet werden konnte. Nach deren Abschätzungen wäre daher die etwa zwei Meter tiefe Grabenspitze spätestens nach zehn bis 20 Jahren komplett verfüllt gewesen.

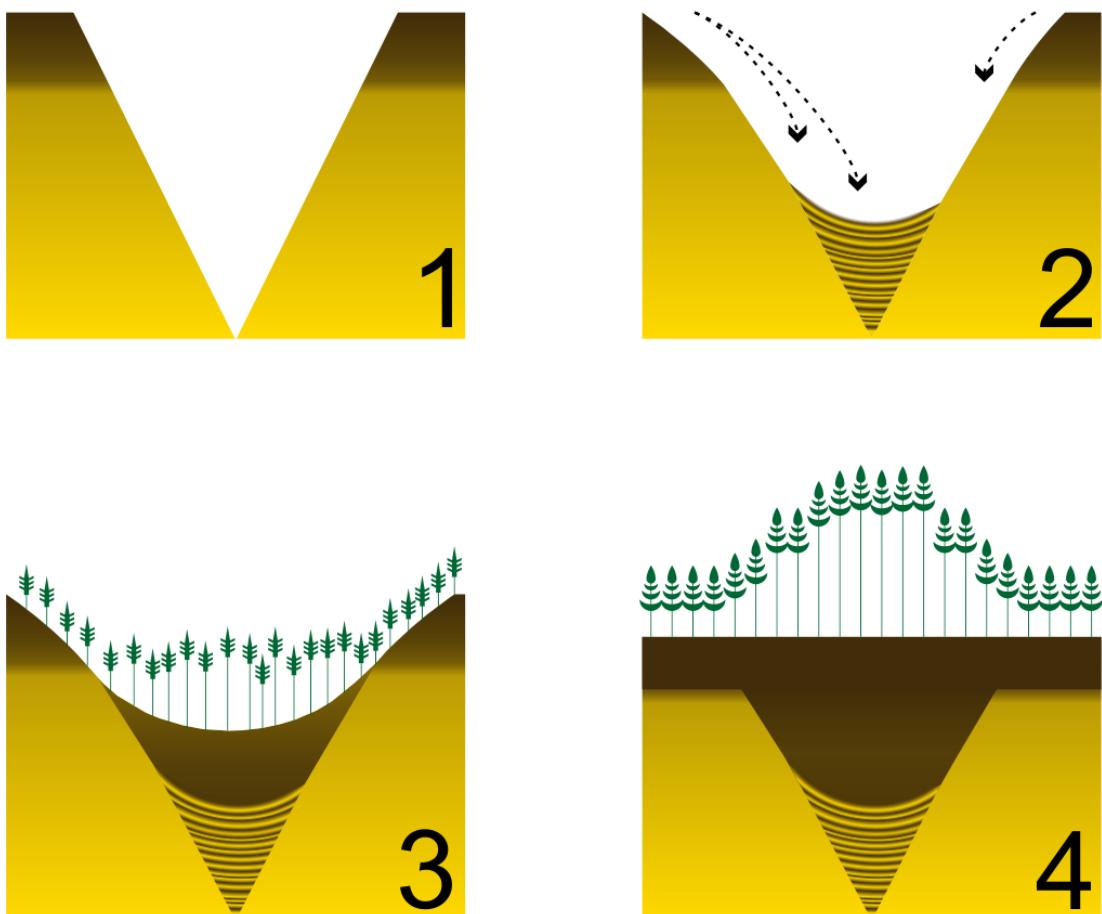


Abb. 18: Schematische Darstellung der Verfüllungsprozesse der Gräben auf Basis sämtlicher angeführter Forschungsarbeiten. 1: Aushub des Grabens in (üblicherweise) spitzer Form. 2: Erster Verfüllungsprozess nach Auflassen der Anlage mit Erosion der Grabenflanken und des umliegenden Oberbodens. 3: Zweiter Verfüllungsprozess mit Stillstand in der Sedimentation und noch sichtbarem Relief an der Oberfläche 4: Dritter Verfüllungsprozess mit Einebnung durch ackerbauliche Prozesse (Grafik: Felix Köstelbauer).

Wie schon bei (Verginis, 1986) und (Verginis und Grubner, 1995) beschrieben, kommen auch die Untersuchungen der Grabenverfüllungen im römischen Gräberfeld von Halbturn, die vom Aufbau her sehr ähnlich den Grabenverfüllungen von Kreisgräben sind, zu ähnlichen Beobachtungen beim Wechsel in der Sedimentation. Nach Abschluss des ersten Sedimentationsprozesses folgt unmittelbar danach die Bildung einer Vegetationsdecke im noch bestehenden Graben. Dies führt zu einer Verlangsamung von Erosion und Akkumulation des Erdmaterials, womit lediglich humoses Material aus dem umliegenden Oberboden sich im Graben sammelt (Draganits und Preh, 2014) (Abb. 18, 3). ¹⁴C-Datierungen von entnommenen organischen Proben aus den oberen Grabensedimenten der Kreisgrabenanlage von Künzing-Unternberg weisen dabei auf ein etwa 150 bis 200 Jahre jüngeres Alter hin (Petrash und Kromer, 1989). Dieser vergleichsweise langsame Sedimentationsprozess scheint dabei im Laufe der Zeit soweit abzunehmen, so dass die Gräben für Jahrhunderte oder gar Jahrtausende noch ein sichtbares Relief an der Oberfläche hinterlassen, was zum Beispiel in Kamegg nachzuweisen ist, wo die Gräben noch bis zur Frühbronzezeit sichtbar waren (Doneus, 2001; Trnka, 2012). Der dritte und letzte Sedimentationsprozess stellt somit die Einebnung durch menschliche Aktivität dar, in erster Linie durch ackerbauliche Prozesse, die den Großteil der Kreisgrabenanlagen vom Landschaftsrelief entfernt haben und sie deshalb nur noch mittels Luftbilder und geophysikalischer Prospektion sichtbar sind (Abb. 18, 4).

2 Methodik

Im folgenden Kapitel werden sämtliche relevanten Methoden angeführt und beschrieben, welche im Zuge der geoarchäologischen Untersuchung verwendet wurden. Zu einem nicht unerheblichen Teil fundiert die Arbeit auf den Erkenntnissen der Georadar-Prospektionen im Bereich der Kreisgrabenanlage, weshalb auch eingangs auf diese Prospektionsmethode eingegangen wird.

2.1 Prospektion mittels *Ground Penetrating Radar (GPR)*

Wegen der für Kreisgrabenanlagen untypischen Lage auf kiesigem Untergrund wurde bereits relativ früh das Potential einer Prospektion mit Hilfe eines Georadars (auch GPR für ‚*Ground Penetrating Radar*‘ genannt) erkannt. Bei Messungen mittels GPR wird ein mit Antennenpaaren ausgestattetes fahrbares Messgerät auf vorgegebenen Strecken über eine Fläche geführt. Jedes Antennenpaar sendet dabei entlang dieser Strecken (oder Linien) Radarwellen in den Boden, welche im Untergrund auf Oberflächen unterschiedlicher Schichten und Strukturen geologischer wie auch archäologischer Natur treffen, daraufhin zurück an die Oberfläche reflektiert und vom Messgerät registriert werden. Durch die zeitliche Differenz zwischen Aussendung, Reflexion und Empfang der reflektierten Radarwellen lassen sich Informationen zu Form und Tiefe der unterirdischen Oberflächen ableiten. Je länger es braucht, bis die ausgesendeten Radarwellen durch den Boden wandern und erneut als reflektiertes Signal registriert werden, desto tiefer befinden sich die aufgefundenen Oberflächen, während die Intensität und Streuung der Reflexion Hinweise auf die Dichte angesprochener Oberflächen liefern. Oberflächen aus hartem Material wie Stein, Fels oder bauliche Bestände senden dabei ein stärker reflektiertes Signal zurück, als Oberflächen von weichem Material wie Ton, Lehm oder Löss. In der Auswertung der Messdaten wird die prospektierte Fläche schließlich als zeitliche Abfolge aller im Untergrund reflektierten und absorbierten Signale graphisch dargestellt. Einzelne Tiefenebenen (sogenannte *time slices*) können dabei herausgefiltert oder zusammengefügt werden, um so zum Beispiel bestimmte Strukturen, die erst ab einer gewissen Tiefe auftauchen, hervorzuheben. (Leckebusch, 2001; Conyers, 2013; Conyers, 2016).

In der Archäologie wird GPR bevorzugt auf Fundstellen angewendet, die überwiegend solche stark reflektierenden Oberflächen aufweisen (Conyers, 2013). Als geeignete Beispiele für eine Prospektion mittels GPR kommen vor allem im Boden verborgene Mauerfundamente aus Stein oder Ziegel, wie sie in unserem Raum für die Römische Kaiserzeit oder aus dem Mittelalter und der Neuzeit bekannt sind,

infrage. Für prähistorische Befunde in Ostösterreich liefern solche Messungen jedoch oft nur bedingt aussagekräftige Ergebnisse, da deren Strukturen (hauptsächlich Gruben, Gräben und Pfostenlöcher) überwiegend auf Böden mit weichem Ausgangsmaterial, wie Lehm oder Löss, angelegt und in der Regel auch mit ähnlichem Material wieder verfüllt wurden. Bei einer Messung würden sich daher sowohl diese prähistorischen Strukturen als auch der umliegende anstehende Boden hauptsächlich mittels absorbierender Signale zeigen, weshalb die Ergebnisse solcher Messungen nur geringe Kontraste aufweisen und somit kaum zu erkennen wären. Mit der Entdeckung der Kreisgrabenanlage von Velm und ihrer Lage auf einem kieshaltigen Substrat, bot sich daher erstmals die Chance, eine Kreisgrabenanlage mit GPR zu messen, da Grabenfüllung und kieshaltiger Boden entsprechend hohe Kontraste aufweisen würden (Wallner et al., 2017).

2.2 Geoarchäologische Bohrprospektion

Bereits in den Dreißigerjahren des vorherigen Jahrhunderts wurden Bohrungen als Prospektionsmethode für archäologische Fragestellungen herangezogen (Stein, 1986). Dabei ist zwischen drei verschiedenen Formen von Bohrungen zu unterscheiden: dem bohren mittels Kernbohrer (engl. *corer*), Erdbohrer (engl. *auger*) oder Bohrmeißel (engl. *drill*). Bei einem Kernbohrer wird mittels eines in den Grund getriebenen Metallzylinders die fortlaufende und möglichst ungestörte Schichtenfolge der darunter befindlichen Sedimente geborgen, während bei einem Erdbohrer oder Bohrmeißel das zu probende Material mit einer Drehbewegung des Bohrkopfs herausgeschnitten oder zerkleinert und anschließend geborgen wird (Stein, 1986).

So unterschiedlich die Methoden sind, sind auch die Anwendungsmöglichkeiten der Bohrprospektionen sehr breitgefächert und werden daher für unterschiedliche Fragestellungen und Zwecke angewendet. Eine häufige Anwendung findet sich in der Ingenieurgeologie, wie zum Beispiel für die Rohstoffexploration für Erdöl oder Erdgas, bis hin zu Untersuchungen auf Altlasten oder der allgemeinen Evaluierung der Bodenstabilität für bauliche Projekte (Murphy und Owens, 1973; Vogelsang, 2013). Sedimentäre Archive, wie alte See- und Flussablagerungen oder Hangrutschsedimente stellen jedoch ebenso gängige Forschungsobjekte für Bohrprospektionen dar, anhand derer vor allem Geomorphologen und Umweltforscher, aber auch Archäologen Informationen über vergangene Umweltveränderungen gewinnen können (Rapp und Hill, 2006; Goldberg und Macphail, 2008).

Durch gezielte Bohrungen im Bereich einer Fundstelle lässt sich (mikroinvasiv) Einsicht auf die stratigraphische Beschaffenheit gewinnen, ohne dabei auf flächige (und für das Bodendenkmal weitaus zerstörerische) Grabungen zurückzugreifen (Stein, 1986). Für Umweltrekonstruktionen oder andere Analysen im Umfeld von Fundstellen werden oft Bohrungen eingesetzt, um z.B. verfüllte Erosionsrinnen oder verlandete Flussarme zu beproben, die wiederum Rückschlüsse auf die Umwelt zur Zeit der angrenzenden Fundstelle liefern können (Stein und Farrand, 2001; Stafford und Creasman, 2002). Bohrungen können bei Bedarf über mehrere Meter unter der Geländeoberkante abgeteuft werden. Deshalb haben sie auch das Potential, Informationen über den Untergrund zu liefern, die anderen Prospektionsmethoden, wie z.B. der Geomagnetik oder dem Georadar, in der Regel verwehrt bleiben. Als ein gängiges Anwendungsgebiet zählen zum Beispiel Befunde, die erst unter mehreren Metern natürlich abgelagerter Sedimente, wie z.B. Hangrutschungen oder Schwemmsedimente, zu erwarten sind.

In der geoarchäologischen Bohrprospektion finden überwiegend Bohrungen mittels Erd- oder Kernbohrer statt (Stein, 1986). Bei einem Erdbohrer wird ein Bohrstock, entweder händisch oder maschinell, in den Boden geschraubt oder mittels Vorschlaghammer eingetrieben. Durch scharfkantige Aushöhlungen des Bohrkopfs kann dieser das zu untersuchende Erdmaterial aufnehmen und an die Oberfläche bringen, wo es meist vor Ort noch analysiert wird. Dabei sind unter den Erdbohrern weiter jene zu unterscheiden, die relativ ungestörte Schichtfolgen aus dem Untergrund bergen und jene, die von ihrer Schichtfolge her bereits vermischt bzw. gestört Erdmaterial fördern. Unter den Erdbohrern, die ungestörte Schichtfolgen bergen können, zählt der Bohrer vom Typ „Pürckhauer“ als prominentester Vertreter (Abb. 19, 1). Diese Bohrer besitzen eine Hohlstange von genau einem Meter Länge (manchmal individuell verlängerbar), die mittels Vorschlaghammer händisch in den Boden eingetrieben wird. Ein kleines Fenster in der Hohlstange ermöglicht die Einsicht und Dokumentation der eingefangenen Schichten direkt vor Ort. In der Regel können Pürckhauer-Bohrer somit schnell und kostengünstig punktuell den ersten Meter unter der Geländeoberfläche beproben. Vor allem auf Fundstellen mit komplexem stratigraphischem Aufbau sind solche Bohrer daher besonders sinnvoll. Findet sich auf dem Untersuchungsgebiet jedoch ein besonders harter Boden vor oder weist sie besonders viele Steine oder anderes hartes Material (wie Bauschutt) im Untergrund auf, kann sich eine Beprobung als körperlich äußerst mühsam erweisen.

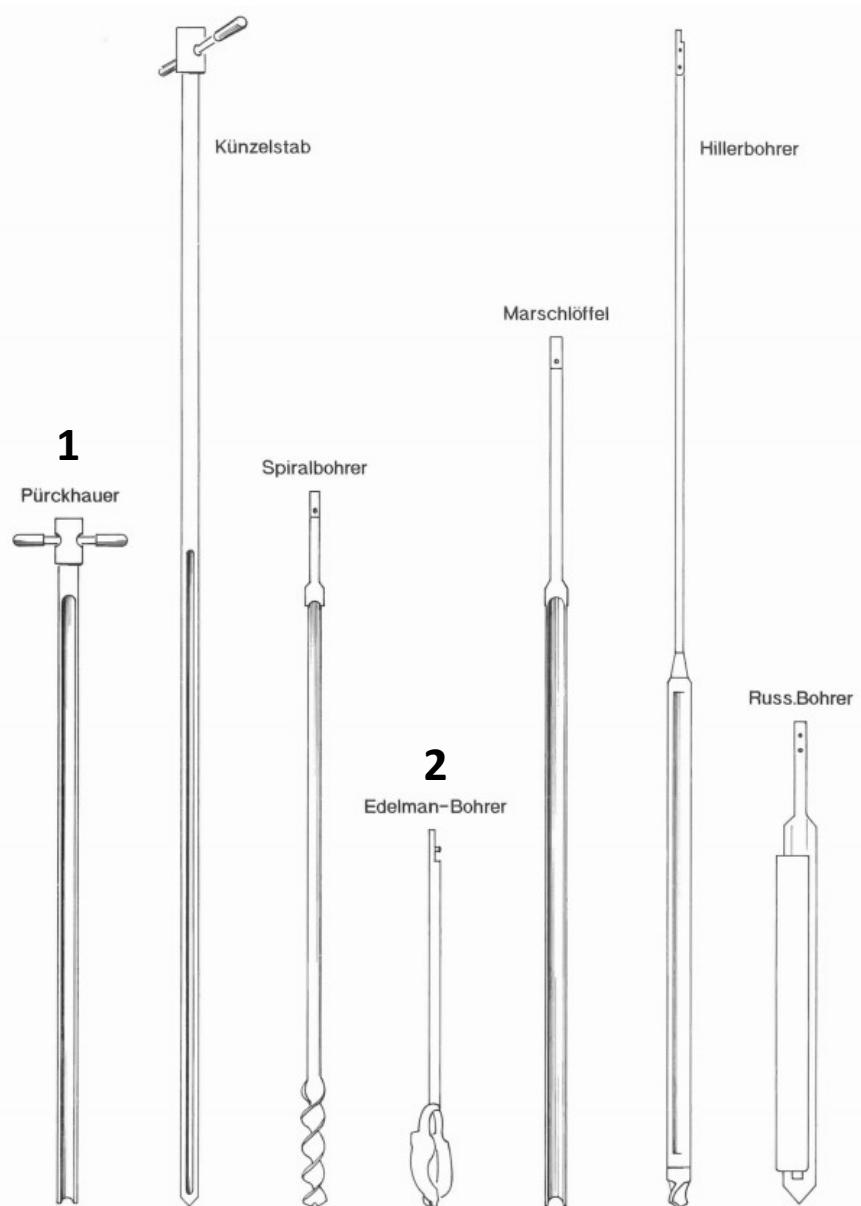


Abb. 19: Verschiedene Typen von Erdbohrern (Quelle: Grabungstechnikerhandbuch des Verbandes der Landesarchäologen in der Bundesrepublik Deutschland)

Erdbohrer, die lediglich vermischt Material fördern können, eignen sich für undurchlässigere Böden besser, da ihr Bohrkopf nicht eingeschlagen wird, sondern sich dieser durch das Erdmaterial schraubt. So können diese Bohrer leichter härtere Lagen wie zum Beispiel Kies durchdringen. Diese Bohrer sind ebenso verlängerbar und reichen somit mehrere Meter in den Untergrund. Weil sich diese Erdbohrer in den Boden einschrauben, werden Erdproben nicht als durchgängige Schichtenfolge geborgen, sondern in relativ einheitlich großen Klumpen aus teilweise stark vermischem Erdmaterial ans Tageslicht gefördert.

Diese Bohrer eignen sich daher am besten für eine lediglich grobe Einsicht in den unterirdischen Aufbau, können dafür jedoch leichter größere Tiefen auf härteren Böden erreichen. Unter diesen Ablegern von Erdbohrern findet vor allem der Bohrer vom Typ „Edelman“ die häufigste Verwendung (Abb. 19, 2). Insgesamt zeichnen sich Erdbohrer dadurch aus, dass sie leicht zu transportieren sind und ohne großen mechanischen Aufwand eingesetzt werden können, was im Zuge von Maßnahmen mit begrenzten finanziellen und zeitlichen Mitteln von Vorteil sein kann. So kann mit einem einzelnen Erdbohrer, bei geeigneten Bodenverhältnissen, eine verhältnismäßig große Anzahl von Bohrungen in relativ kurzer Zeit sowie mit geringem personellem Aufwand durchgeführt werden.



Abb. 20: Abteufung des Bohrkerns mittels Schlaghammer (Foto: Gemeindearchiv Himberg)

Bei einem Kernbohrer wird, anders als bei Erdbohrern, das Probenmaterial in Form eines möglichst ungestörten Bohrkerns entnommen. Dies geschieht zum Beispiel durch den Einsatz langer Zylinder aus Metall oder Hartplastik von mindestens einem Meter Länge. Diese Zylinder werden dabei maschinell, meist mittels Schlaghammer, in den Boden getrieben (Abb. 20) und nach Beendigung der Bohrung mit einem Hebel wieder aus dem Boden gezogen. Kernbohrer können somit härtere Böden beproben, die Erdbohrer oft nicht durchdringen können. Das entnommene Probenmaterial im Kern wird im Idealfall nur gering deformiert und behält in der Regel seine stratigraphische Abfolge. Zusätzlich können

die Kerne durch die einfache Transportierbarkeit sowie durch die hermetische Versiegelung des Materials im Zylinder, auch abseits vom Feld, wie z.B. in spezialisierten Labors, untersucht werden.

Die allgemein höhere Aussagekraft des gewonnenen Probenmaterials im Vergleich zum Erdbohrer ist jedoch mit einem weitaus höheren Aufwand bezüglich Zeit, Personal und Ausrüstung verbunden. Für die Bedienung eines Kernbohrers ist nicht nur der Schlaghammer selbst, sondern auch das Bohrgestänge und weitere Ausrüstung vonnöten. So ist im Vorhinein weitaus mehr Material und Personal zum Transport einzuplanen, als bei den vergleichsweisen handlichen Erdbohrern, die auch von nur einer einzigen Person bedient werden können. Weiters ist das Gewicht der Ausrüstung relativ hoch und deshalb aufwändig zu transportieren. Der wohl größte Nachteil beim Einsatz von Kernbohrern stellt jedoch eine mögliche Kompaktion der beprobten Sedimente dar. Durch Einschlagen des Zylinders in den Boden ist eine Reibung zwischen dem Kern und der inneren Oberfläche des Zylinders kaum vermeidbar, bei dem vor allem das obere Drittel des Kerns kompaktiert werden kann (Canti und Meddens, 1998). Ohne Berücksichtigung dessen führt dies, im schlimmsten Fall, zu verfälschten Aussagen über die jeweiligen Tiefen der aufgefundenen Schichten, was auf Fundstellen mit besonders komplexem stratigraphischem Aufbau problematisch sein kann.

Wie jede Prospektionsmethode weisen Bohrungen charakteristische Vor- und Nachteile auf, die vor jedem Einsatz möglichst objektiv abzuwägen sind. Der Möglichkeit, mit relativ geringem Zeit- und Kostenaufwand Informationen über den stratigraphischen Aufbau des Untergrunds zu erhalten, stehen die bereits angesprochenen Nachteile von Erd- und Kernbohrern gegenüber. In der Archäologie bringen Bohrungen daher die besten Ergebnisse, wenn sie in Verbindung mit anderen Prospektionsmethoden oder im Rahmen von archäologischen Grabungen angewendet werden, um so sämtliche Nachteile und potentielle Fehlerquellen auszugleichen und damit die Ergebnisse in einem größeren Kontext eingebettet werden können.

2.3 Datierung mittels ^{14}C (Radiokarbon)

Innerhalb der Kreisgrabenforschung kam keine andere naturwissenschaftliche Methode so oft zum Einsatz wie die Anwendung der Radiokarbondatierung. Auch diese Arbeit bediente sich dieser Methode. Mit ihrer Hilfe konnte die aktive Nutzungsphase der Kreisgrabenanlagen auf nur wenige Jahrhunderte eingegrenzt werden. Sie wurde im Jahr 1955 von Willard F. Libby entwickelt, wofür er auch

den Nobelpreis bekam. Heutzutage stellt sie einen integralen Bestandteil innerhalb der Archäologie, Geologie sowie Quartär- und Umweltforschung dar (Aitken, 2014).

Kohlenstoff existiert in der Natur in Form von drei Isotopen, die beiden stabilen Isotope ^{13}C und ^{12}C und das instabile Isotop ^{14}C . Kosmische Strahlung wandelt das stabile ^{14}N in ^{14}C um und gelangt so, in Form von CO_2 , in den natürlichen Kreislauf der Biosphäre (Abb. 21). Dieses findet sich zusammen mit dem stabilen Isotop ^{13}C und ^{12}C in der Erdatmosphäre. Im Laufe seines Lebens reichert jeder lebendige Organismus das radioaktive Kohlenstoffisotop ^{14}C über seinen Stoffwechsel im Körper an. Die Methode basiert nun auf der Annahme, dass das Verhältnis von ^{14}C zu ^{12}C zwischen einem Organismus und seiner Atmosphäre mehr oder weniger konstant ist. Erst mit dem Ableben wird diese Zufuhr unterbrochen und das vorhandene ^{14}C im Organismus zerfällt mit einer Halbwertszeit von 5730 ± 30 Jahren wieder zu ^{14}N , womit das Gleichgewicht zwischen Organismus und Atmosphäre gestört wird (Geyh, 2005; Aitken, 2014). Mit der Messung des Verhältnisses vom noch übrig gebliebenen ^{14}C zum stabilen ^{12}C im verstorbenen Organismus (durch Beschleuniger-Massenspektrometrie) kann daher der Zeitraum seit Eintreten dessen Todes rekonstruiert und so für Datierungen verwendet werden.

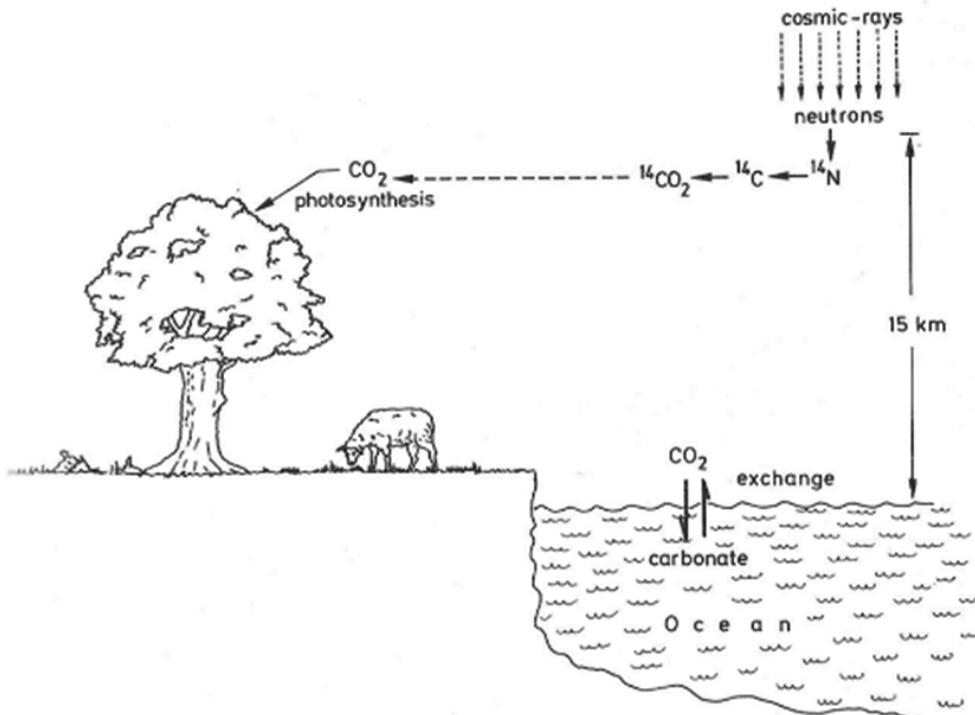


Abb. 21: Graphische Darstellung der Entstehung von ^{14}C und dessen Aufnahme in den Stoffwechselkreislauf der Biosphäre (Aitken, 1990).

Mit der Radiokohlenstoff-Methode kann jedoch lediglich das Alter nach Ableben berechnet werden, nicht das Alter des Organismus selbst. Angegeben wird dieses Alter in der Regel durch die errechnete Anzahl an Jahren seit Ableben (inklusive Standardabweichung) und der Bezeichnung „BP“ (engl.: *before present* = vor 1950). Berechnungen dieses Alters sind weiter auch Abweichungen in der Genauigkeit ausgesetzt, die von der Probenmenge und vom tatsächlichen Alter selbst abhängig sind. Die jüngsten Proben können mit einer Genauigkeit von ± 15 Jahren, die ältesten mit ± 4.000 Jahren gemessen werden. Die Höchstgrenze für gemessene Alter liegt bei etwa 50.000 Jahren (Geyh, 2005). Bei einer zehnfachen Halbwertszeit von 57.300 Jahren ist nur noch ein so geringer Anteil von ^{14}C vorhanden, dass eine Messung mit zuverlässiger Genauigkeit nicht mehr durchführbar ist, weshalb diese Höchstgrenze festgelegt wurde.

Aufgrund ihrer Anwendbarkeit zur Datierung vergleichsweiser junger Proben (in geologischen Zeiträumen gerechnet) und als relativ günstige, leicht verfügbare Standardanalyse hat sich die Radiokarbonmethode in den letzten Jahrzehnten als zuverlässige Datierungsmethode innerhalb der Archäologie durchgesetzt (Haupt, 2012). Mit ihrer Hilfe war es möglich, relativ-datierte typologische Entwicklungen, nun in absolute Zeitrahmen (auf festgelegte Jahre v. Chr.) einzurordnen. Dabei werden in erster Linie Holzkohle, Knochen, Geweih, Pollen sowie Torfe und Holz, sofern dieses gut erhalten ist, beprobt (Geyh, 2005). Trotz allem zeigt sie sich nicht ohne Problembereiche. Moderne ^{14}C -freie Emissionen sowie die Kernwaffentests des kalten Kriegs haben das atmosphärische Verhältnis nachhaltig gestört. Hinzu kommt, zur rezenten Störung des atmosphärischen Verhältnisses, noch die Tatsache, dass auch das vergangene atmosphärische Verhältnis auf langem Zeitraum zwar stabil, aber im kleinen Zeitraum ebenfalls Abweichungen aufweist, die in ihrer Genauigkeit den Unterschied zwischen Jahrzehnten oder Jahrhunderten ausmachen können. Eine Möglichkeit der Rekonstruktion des früheren Zustands ist über die Messung von über Jahrringen datierten Holzproben möglich. Diese Methode der Abgleichung früherer $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Verhältnisse mit dem gemessenen Ergebnis wird auch als Kalibrierung bezeichnet (Haupt, 2012). In der modernen Literatur ist es daher üblich, bereits kalibrierte Ergebnisse mit „cal. BP“ oder „cal. BC“ anzugeben.

3 Die Kreisgrabenanlage von Velm

Die dreifache Kreisgrabenanlage befindet sich etwa 1,7 Kilometer südwestlich der Ortschaft Velm, in der Gemeinde Himberg, in Niederösterreich (Abb. 22). Sie wurde erstmals im Jahr 2000 durch Luftbildaufnahmen gesichtet und beschrieben (Hinterleitner et al., 2010). Neolithische Siedlungsstrukturen, in Form von Hausgrundrissen, die unmittelbar nordöstlich der Anlage zu finden sind und vermutlich im Bezug zur ihr stehen, wurden im Luftbild ebenso ausfindig gemacht (Abb. 23). Im Jahr 2003 erfolgte eine geomagnetische Prospektion der Fläche durch das Team der *Archeo Prospections* der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), im Zuge der Erfassung und Katalogisierung aller bekannten Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich (Hinterleitner et al., 2010). 2015 folgte eine Prospektion mittels Georadar durch das *Ludwig Boltzmann Institute for Archaeological Prospection and Virtual Archaeology (LBI ArchPro)*, die im Bereich der Anlage und in der angrenzenden Siedlung zahlreiche bis dato unbekannte Strukturen festgestellt hat und unter anderem die Ausgangslage für diese Arbeit darstellt (Wallner et al., 2017). Die Grundstücke auf denen sich die Kreisgrabenanlage sowie die bekannten Siedlungsstrukturen befinden stehen heute unter Denkmalschutz.

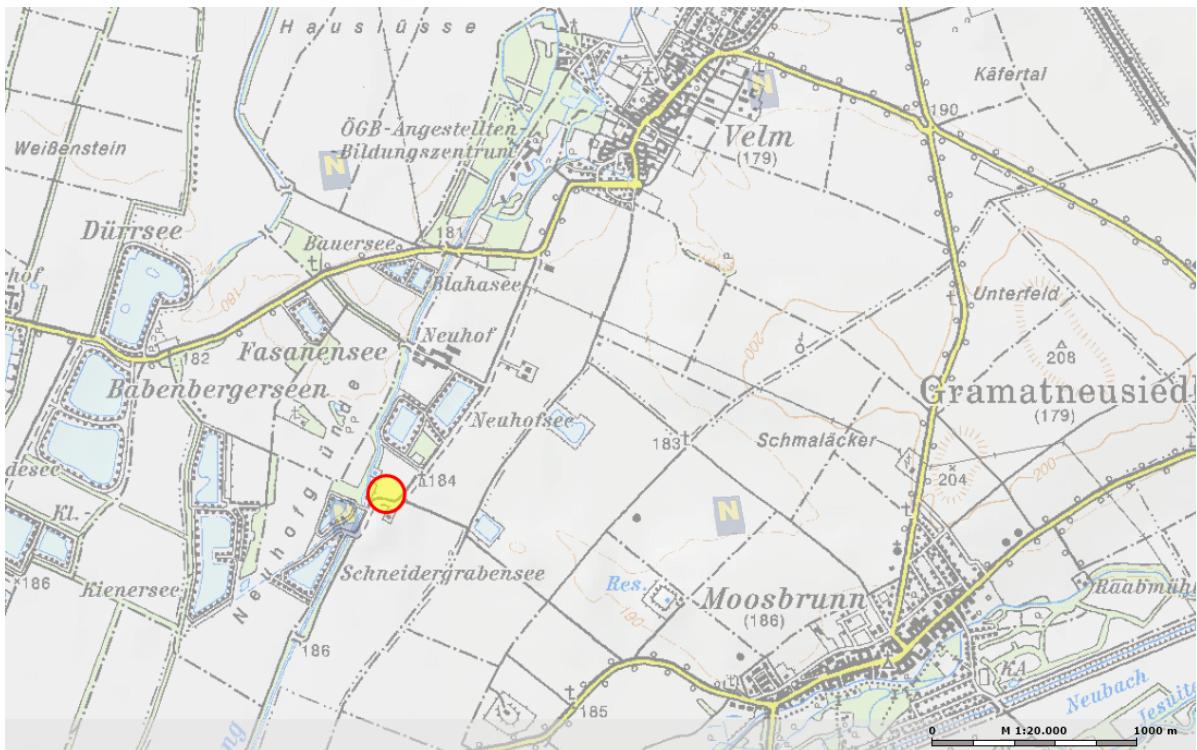


Abb. 22: Lage der Fundstelle (Kartenquelle: Niederösterreich Atlas, <https://atlas.noe.gv.at>)

Die Kreisgrabenanlage von Velm zählt zu den wenigen bekannten Anlagen in Österreich, die nicht im Weinviertel zu finden sind, sondern im südlichen Wiener Becken. Dieses Gebiet ist gezeichnet durch eine alluviale Landschaft, die mit zahlreichen Flüssen und Bächen durchzogen ist und in Folge dessen großteils fluviatil abgelagerte Kiese sowie lehmige bis sandige Schwemmböden (Alluvionen) aufweist (Bieringer und Sauberer, 2001). So befindet sich die Kreisgrabenanlage auch auf einer nur leicht erhöhten kiesreichen Niederterrasse (Abb. 23, gelblich braune Fläche), die, laut Aussage des Grundstücksbesitzers (2017), selbst heute nur wenige Meter über dem aktiven Überschwemmungsgebiet liegt. Bedingt durch diese recht untypische Situation wurde die westliche Hälfte der Kreisgrabenanlage in der Vergangenheit durch mäandrierende Altarme des nebenan westlich verlaufenden sogenannten „Kalten Gangs“ bereits zum Teil erodiert, womit der Kreisgrabenanlage heute auch das im Luftbild charakteristische Aussehen verliehen wurde (Doneus, 2005; Hinterleitner et al., 2010).



Abb. 23: Orthofoto der dreifachen Kreisgrabenanlage von Velm, inklusive mittelneolithischem Hausgrundriss im Nordosten der Anlage (Foto: Luftbildarchiv des Instituts für Urgeschichte und historische Archäologie der Universität Wien).

3.1 Messung der Kreisgrabenanlage

Die GPR-Messung der Kreisgrabenanlage und angrenzenden Siedlung erfolgte im Herbst 2015 auf den Grundstücken 371/5 und 313/2. Die Messungen wurden vom *LBI ArchPro* durchgeführt, die auch für die Durchführung und Auswertung der Bohrungen zur Hilfe standen. Als Messgerät wurde ein *16-channel 400 MHz MALÅ Imaging Radar Array* (auch *MIRA* genannt) verwendet (Wallner et al., 2017) (Abb. 24), das für die Messung insgesamt 16 Antennenpaare mit jeweils 10 Zentimeter Linienabstand aufweist. Die Positionierung der abgefahrenen Strecke wurde, gemäß der Beschreibungen nach Trinks et al. (2018), während der Messung mittels Echtzeitkinematik (RTK) aufgenommen, womit die zeitlich abgestimmten Aussendungen der Radarwellen mit den ebenso zeitlich abgestimmten Messungen über ein globales Navigationssatellitensystem (GNSS) synchronisiert wurden. Mit dieser Methode gelang es, die Messungen mit einer Genauigkeit von maximal zwei Zentimeter Abweichung zu positionieren. Zur Projizierung der gemessenen Daten in ein geographisches Informationssystem (GIS) wurde das Koordinatensystem *WGS 84 / UTM zone 33N* verwendet, wobei für die folgende Arbeit sämtliche georeferenzierten Daten in *MGI / Austria GK East* umgerechnet wurden.



Abb. 24: Einsatz des MIRA während der Messungen in Velm (Foto: Gemeinearchiv Himberg)

Bedingt durch das kiesreiche Ausgangssubstrat auf der Fläche, brachten die Messungen mittels MIRA Ergebnisse von vergleichsweise hoher Auflösung zutage. Einzelne Strukturen, wie die Pfostenlöcher der Palisaden und Hausgrundrisse, konnten erstmals anhand der gewonnenen Messdaten klar abgegrenzt werden (Abb. 25). Für prähistorische Befunde stellt die durchgeführte Messung die erste Prospektion mittels GPR dar, die solch detaillierte Ergebnisse liefert (Wallner et al., 2017). Die Kreisgrabenanlage und ihre angrenzenden Siedlungsbefunde konnten nicht nur in beispiellosem Detail umgezeichnet werden, es gelang auch die bereits im Luftbild bekannten Strukturen zu präzisieren sowie zusätzliche Strukturen, vor allem im Siedlungsbereich östlich der Anlage, festzustellen. Für die Kreisgrabenanlage wurde der Verlauf der Gräben und Palisaden fast vollständig rekonstruiert und es wurden zusätzlich zwei weitere Eingänge im Südwesten im Norden festgestellt. Die Siedlung konnte auf mindestens drei Hausgrundrisse sowie weitere nicht näher zuordnbare Gruben und Pfostenlöcher vergrößert werden (Abb. 27).

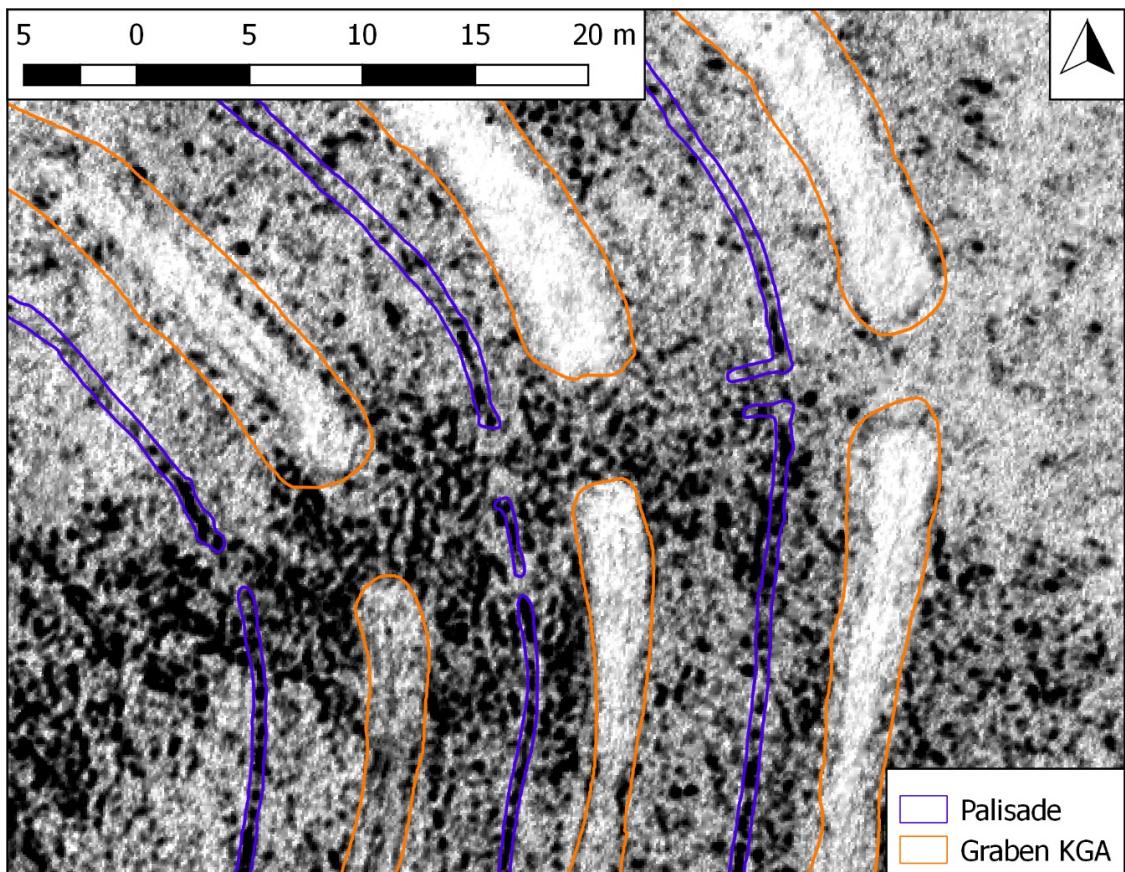


Abb. 25: GPR-Messung der Kreisgrabenanlage von Velm, nordöstliche Toranlage. Ergebnis der registrierten Signale bei einer Tiefe von 155 bis 160 Zentimeter unter der Geländeoberkante. Die Pfostenlöcher der Palisaden sind vereinzelt als reflektierende Signale (schwarze Punkte) auszumachen, während die Gräben überwiegend absorbierende Signale aufweisen (Quelle GPR: LBI ArchPro, Umzeichnung: Mario Wallner, Layout: Felix Köstelbauer).

Bis etwa zweieinhalb Meter Tiefe drangen die ausgesendeten Radarwellen durch den Untergrund der prospektierten Fläche. Bereits ab einer Tiefe von nur zehn bis 15 Zentimeter unter Geländeoberkante heben sich die Gräben und Palisaden der Kreisgrabenanlage als absorbierende Signale (weiße Farbe) deutlich von den tendenziell reflektierenden Signalen (schwarze Farbe) des umliegenden Bodens her vor. Die Strukturen der Siedlung tauchen etwas tiefer ab etwa 50 Zentimeter unter Geländeoberkante, ebenfalls als absorbierende Signale, auf. Die Intensität der absorbierenden Signale der registrierten Strukturen der Kreisgrabenanlage und Siedlung nehmen mit höherer Tiefe zu. Der vergleichsweise hohe Grad an absorbierenden Signalen wird dabei vermutlich mit der Konsistenz des Verfüllungsmaterials der Pfostenlöcher und Gräben zu erklären sein, die wahrscheinlich vermehrt lehmige Bestandteile enthält und daher weicher ist, als der umliegende Boden.

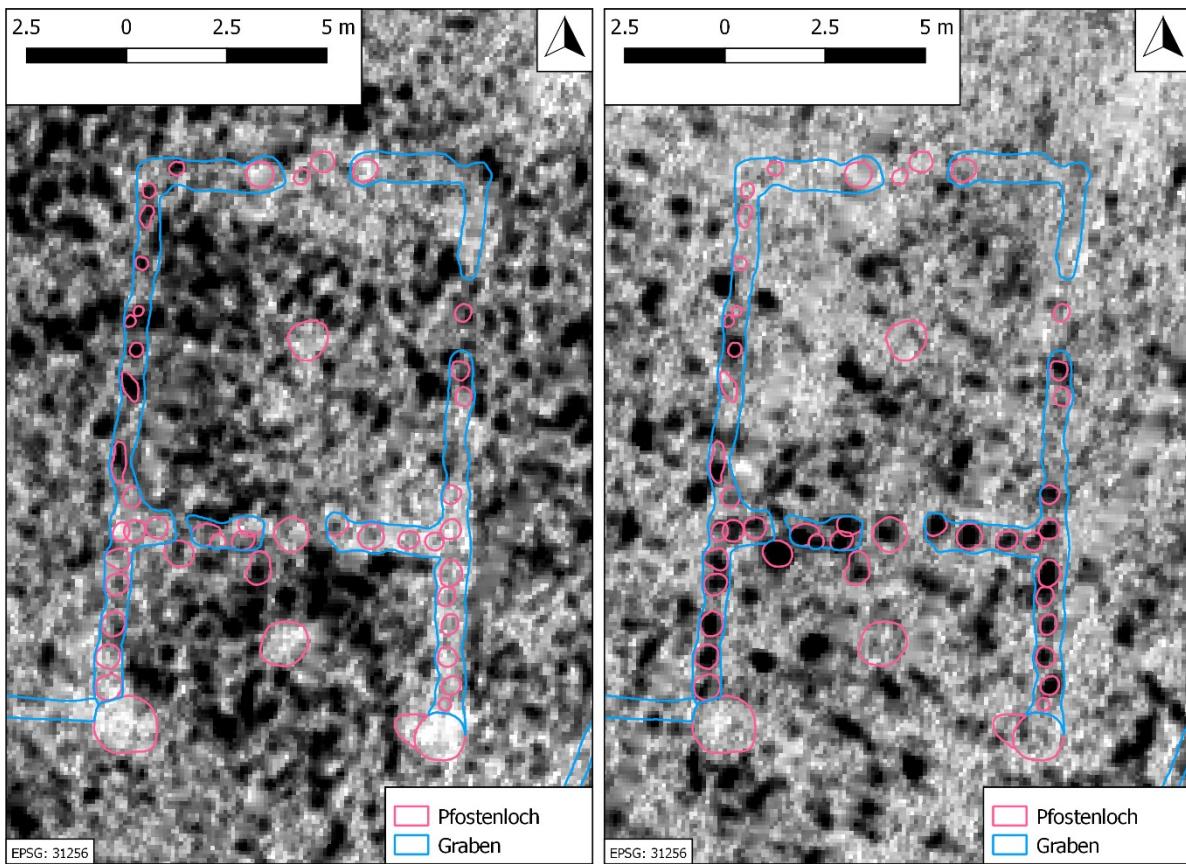


Abb. 26: GPR-Messung des nördlichen der zwei einräumigen Häuser, bei einer Tiefe von 120 bis 125 Zentimeter (links) sowie 140 bis 145 Zentimeter (rechts). Deutlich erkennbar zeigen sich die in den unterschiedlichen Tiefen auftretenden Reflexionen der Pfostenlöcher als schwarze Färbung (Quelle GPR: LBI ArchPro, Umzeichnung: Mario Wallner, Layout: Felix Köstelbauer)

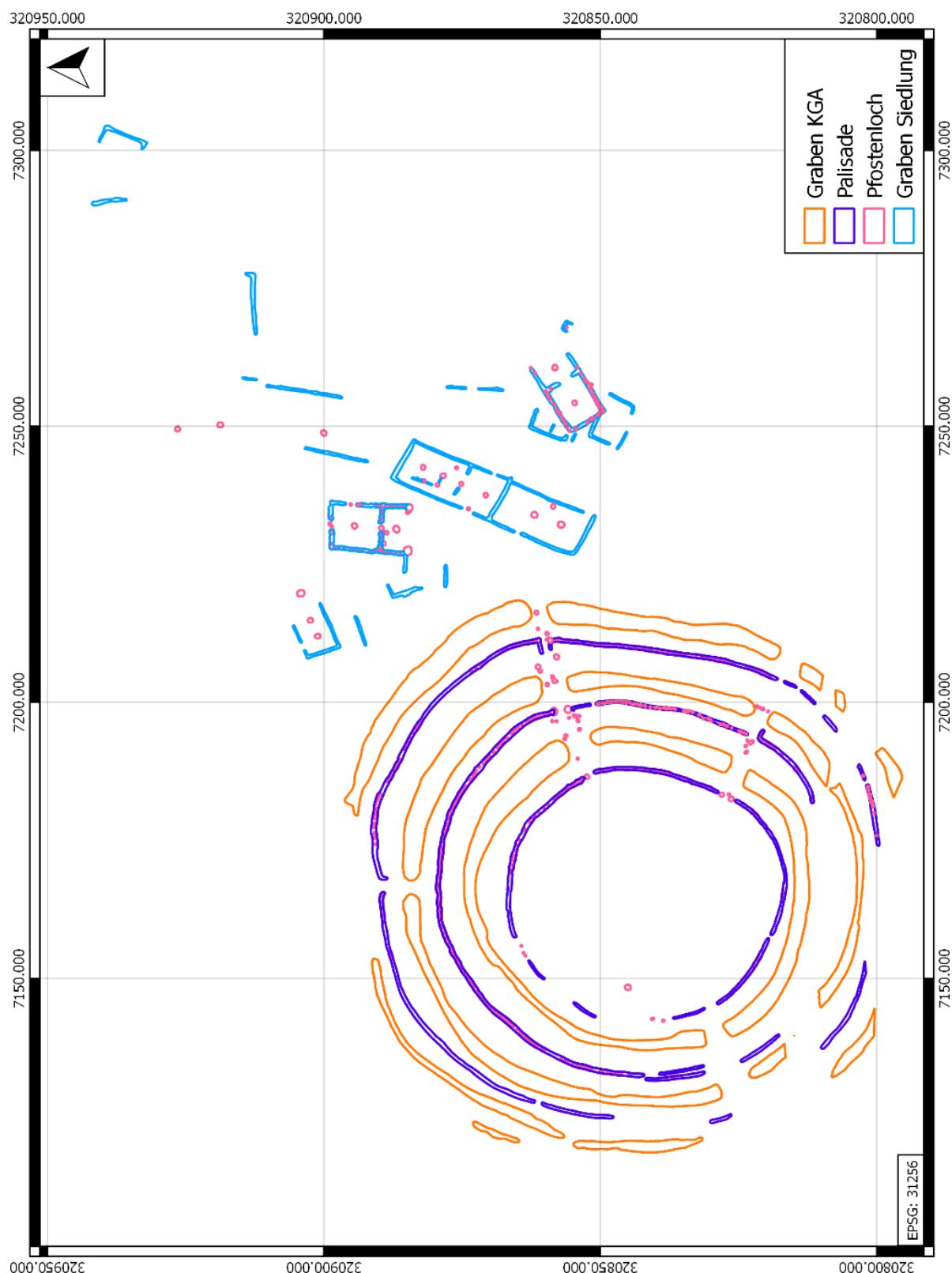


Abb. 27: Kreisgrabenanlage von Velm, Umzeichnung der Anlage und angrenzende Siedlungsstrukturen anhand des Georads, derzeitiger Kenntnisstand (Umzeichnung: Mario Wallner, Layout: Felix Köstelbauer)

Ab bestimmten Tiefen ist jedoch festzustellen, dass zahlreiche der absorbierenden Signale der Pfostenlöcher, sowohl jene der Palisaden als auch der Siedlung, von kurzen, aber intensiv reflektierenden Signalen abgelöst werden, ehe die Pfostenlöcher am Georadar gänzlich verschwinden. Im Westen der Anlage treten diese Reflexionen ab etwa 70 Zentimeter auf, während die Pfostenlöcher im Osten der Anlage sowie innerhalb der Siedlung ab etwa 120 Zentimeter anfangen zu reflektieren (Abb. 26). Die Gräben der Kreisgrabenanlage hingegen behalten ihr großteils absorbierendes Signal. Nach Abklingen des reflektierenden Signals sind keine Verfüllungen mehr festzustellen, woraus abgeleitet werden kann, dass die Reflexionen allesamt an der Unterkante der Pfostenlöcher auftreten (Abb. 28).

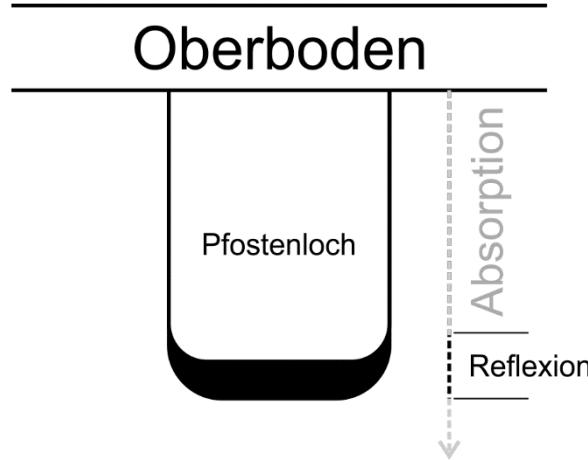


Abb. 28: Idealisiertes Profil eines Pfostenlochs nach Ableitung der in den GPR-Messungen herauszulesenden Signale

Eine genaue Erklärung dieser reflektierenden Signale kann rein anhand des Georadars jedoch nicht geliefert werden, da die registrierten Reflexionen und Absorptionen in der Regel keinen Hinweis auf die eigentliche Beschaffenheit der registrierten Oberflächen liefern. So lässt die Auswertung der GPR-Messung diesbezüglich nur Vermutungen zu. Harte Oberflächen im Bereich der Unterkanten der Pfostenlöcher, die solche reflektierenden Signale auslösen würden, ließen sich zum Beispiel durch das Vorkommen von hölzernen Pfosten erklären, die eventuell ab diesen Tiefen erhalten geblieben sind. Wasser oder wassergesättigte Körper liefern, ähnlich wie harte Oberflächen, ebenso stark reflektierende Signale (Conyers, 2013), weshalb diese Reflexionen auch hydrogeologische Ursachen haben könnten. Ob es sich bei den Reflexionen um Signale anthropogenen oder natürlichen Ursprungs handelt, ist eine Anwendung komplementärer Methoden vonnöten. Geoarchäologische Prospektionen, in Form von gezielten Bohrungen im Bereich der reflektierenden Strukturen, weisen dabei großes Potential auf,

dieser Aufgabe gerecht zu werden. Durch die Bohrung und anschließende Bergung des gebohrten Materials, ließe sich, auf gering invasive Weise, Einsicht auf jenes Material bekommen, welches solche reflektierenden Signale auslöst.

3.2 Beschreibung der Kreisgrabenanlage

Wie bereits eingangs erwähnt handelt es sich bei der Kreisgrabenanlage von Velm um eine Anlage mit drei Gräben. Jeder dieser Gräben wird dabei auf seiner Innenseite von einer Palisade begleitet. Gemeinsam mit der Kreisgrabenanlage von Kamegg handelt es sich somit um die bisher einzigen bekannten Anlagen, die Palisaden in den Zwischenflächen der Gräben aufweisen. Der Durchmesser des äußeren Grabens beträgt etwa 114 Meter, mit Breiten von drei bis fünf Metern, während der mittlere Graben einen Durchmesser von etwa 88 Meter, mit Grabenbreiten von drei bis fünfeinhalb Metern und der innere Graben einen Durchmesser von etwa 64 Meter, mit Grabenbreiten von zweieinhalb bis fünf Meter, besitzt. Die Durchmesser der Palisaden betragen, von außen nach innen, 106, 80 und 52 Meter (Hinterleitner et al., 2010).

Die sichtbaren Toranlagen zeigen sich einheitlich in Form einfacher Grabenunterbrechungen. Im Georadar sind dafür an den Palisaden fragmentarisch ein- und ausladende Flanken in Achse zu den jeweiligen Zugängen zu erkennen. Toranlagen sind im Nordosten und Südosten der Anlage festzustellen, mit einer vermutlich unvollendeten (oder abgebrochenen?) Toranlage im Norden und einer teilweise erodierten im Südwesten. Geht man von einer Orientierung und Zahl an Toranlagen wie bei der sehr ähnlichen Kreisgrabenanlage von Glaubendorf 2 (Abb. 11) aus, scheinen im Süden und im Nordwesten die Toranlagen gänzlich zu fehlen. Wie auch bei Glaubendorf 2 entspricht sowohl die Zahl als auch die Orientierung der Toranlagen nicht der symmetrischen Anordnung von zwei oder vier Toranlagen, die beim Großteil der bekannten Kreisgrabenanlagen vorkommt (siehe dazu Kapitel 1.3.1.2). Auffällig ist jedoch, dass bei der nördlichen Toranlage der innere Graben sowie die zwei inneren Palisaden sichtlich ohne Unterbrechung verlaufen und daher keinen Durchlass beziehungsweise Erdbrücke aufweisen.

3.3 Beschreibung der angrenzenden Siedlungsstruktur

Unmittelbar nordöstlich der Anlage erstrecken sich Siedlungsstrukturen in Form von mindestens drei gesicherten Hausgrundrissen, bestehend aus Pfostenlöchern und Wandgräben. Bei diesen Hausgrund-

rissen handelt es sich um ein langrechteckiges Gebäude mit zwei Räumen sowie zwei kleinere, einräumige Gebäude mit Verlängerungen der Längswände, die eine Art Vorhof bilden. Neben den genannten Hausgrundrissen sind ebenso weitere Gräben und Pfostenlöcher auszumachen, die eventuell auf weitere Hausgrundrisse hindeuten. Das langrechteckige Haus besitzt eine Länge von etwa 36 Meter und eine Breite von etwa acht bis neun Meter. Die beiden kleineren Häuser besitzen einheitliche eine Länge von etwa 15 Meter und eine Breite von ebenso acht bis neun Meter. Das langrechteckige sowie das nördliche der kleineren Häuser weisen eine tendenzielle Nord-Süd Orientierung auf, während das südlische der kleinen Häuser tendenziell eine Ost-West Orientierung besitzt.

Hausgrundrisse dieser Art wurden in der Vergangenheit schon öfter der Lengyel-Kultur zugeordnet (Urban, 1980). Lengyel-Häuser weisen, im Gegensatz zu den Häusern der vorhergehenden Kultur der Linearbandkeramik oder zeitgleichen Stichbandkeramik, eine Beschränkung der Stützfunktion des Dachs auf wenige zentral gelegene Pfostenlöcher im Innenraum auf. Diese zentralen Pfostenlöcher besitzen daher einen relativ großen Durchmesser im Vergleich zu den Pfostenlöchern in den Wandgräben (Lenneis und Rammer, 2017). Somit ist die Wahrscheinlichkeit gegeben, dass die aufgefondene Siedlung zeitgleich zur Nutzung der Kreisgrabenanlage bestand.

4 Arbeitsablauf

Für die Untersuchung der im Georadar gefundenen Reflexionen innerhalb der Pfostenlöcher wurde entschieden, einzelne Pfostenlöcher im Bereich der Kreisgrabenanlage sowie innerhalb der Siedlung mittels Rammkernbohrer zu beproben und anschließend in einer kontrollierten Umgebung zu untersuchen und zu beschreiben. Mit demselben Bohrer sollen weiters die Gräben der Kreisgrabenanlage beprobt werden, um erste Einblicke in den sedimentologischen Aufbau der Grabenverfüllungen zu bekommen und die Effektivität von Bohrungen als Prospektionsmethode für massive Verfüllungen zu testen. Durch den minimal invasiven Eingriff von Rammkernbohrungen finden lediglich geringe Zerstörungen der unter Denkmalschutz stehenden Fläche statt, die aber dennoch für die Beantwortung der Forschungsfragen ausreichende Informationen über den stratigraphischen Aufbau der Fundstelle liefern. Noch dazu war davon auszugehen, dass aufgrund der stark kiesigen Bodenbeschaffenheit händisch abzuteufende Handbohrer kaum bzw. gar nicht den dortigen Boden durchdringen könnten. Für die Bohrkerne wurden geschlossene Kerne mit PVC Inlinern verwendet, die es erlauben, die Proben für längere Zeit zu konservieren und anschließend im Labor zu analysieren. Dies ist vor allem bei der Auffindung von datierbarem Material wie Holzkohle oder anderen botanischen Resten von Vorteil, um so möglichen Kontaminationen vorzubeugen. Die Bohrkampagne erfolgte im Rahmen von zwei Kampagnen, die im August 2017 und im April 2018 stattgefunden haben.

4.1 Festlegung der Bohrpunkte

Dank der relativ hohen Genauigkeit der Georadar-Daten und der daraus entstandenen Umzeichnung der gefundenen Strukturen war es möglich, geeignete Koordinaten für die Bohrungen mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS) zu definieren. Für die erste Kampagne wurden die einzelnen Koordinaten für die Bohrungen über das Programm *ArcGIS* ermittelt und anschließend am Feld mittels GPS Rover abgesteckt. Für die zweite Kampagne wurde das mobile Programm *PinPoint-GIS* herangezogen, das in ständiger Verbindung mit dem GPS Rover stand und über die im Programm eingeblendete Umzeichnung der Fundstelle geeignete Bohrstellen mit einer Abweichung von nur wenigen Millimetern am Feld ermitteln konnte (Abb. 29).



Abb. 29: Einsatz von PinPoint-GIS zur Festlegung von Bohrpunkten direkt an der Fundstelle

Die ausgesuchten Bohrpunkte konzentrierten sich sowohl im Bereich der Kreisgrabenanlage als auch innerhalb der Siedlung (Abb. 30). Für die Nummerierung in der Arbeit wurden die Bohrpunkte mit der Jahreszahl der jeweiligen Bohrkampagne (2017 oder 2018) und einer fortlaufenden Nummer (1 bis 18) versehen. Im Bereich der Kreisgrabenanlage wurden fünf Bohrpunkte in Form eines Transekts über die Gräben (2017/1-3, 2018/4-7 und 2018/8-10) und zwei der drei Palisaden im nordöstlichen Abschnitt (2017/11 und 2017/12) gesetzt. Unter der Annahme, dass die Gräben symmetrisch ausgehoben wurden, wurden deren Bohrpunkte möglichst mittig festgelegt, damit die Grabenverfüllungen auch bis zu ihrer tiefsten Stelle beprobt werden. Für die Beprobung des inneren Palisadengrabens (2017/11), der in der Auswertung des GPR stark reflektierende Pfostenlöcher aufweist, wurde der Transekts so gelegt, dass dieser auch durch eines der Pfostenlöcher verläuft. Um eine entsprechende Präzision zu erreichen, ist für die Bohrung des Pfostenlochs im Vorhinein ein Oberbodenabtrag von einem Quadratmeter Fläche durchgeführt worden, der den Palisadengraben mitsamt dem zu untersuchenden Pfostenloch freilegte und somit die Möglichkeit gab, direkt in die sichtbare Verfüllung des Pfostenlochs zu bohren. Konträr zum inneren Palisadengraben weist der äußere Palisadengraben laut Georadar keine sichtbaren Pfostenlöcher auf, weshalb auch an dieser Stelle ein Bohrpunkt gesetzt wurde, um eine Vergleichsprobe zu erhalten (2017/12).

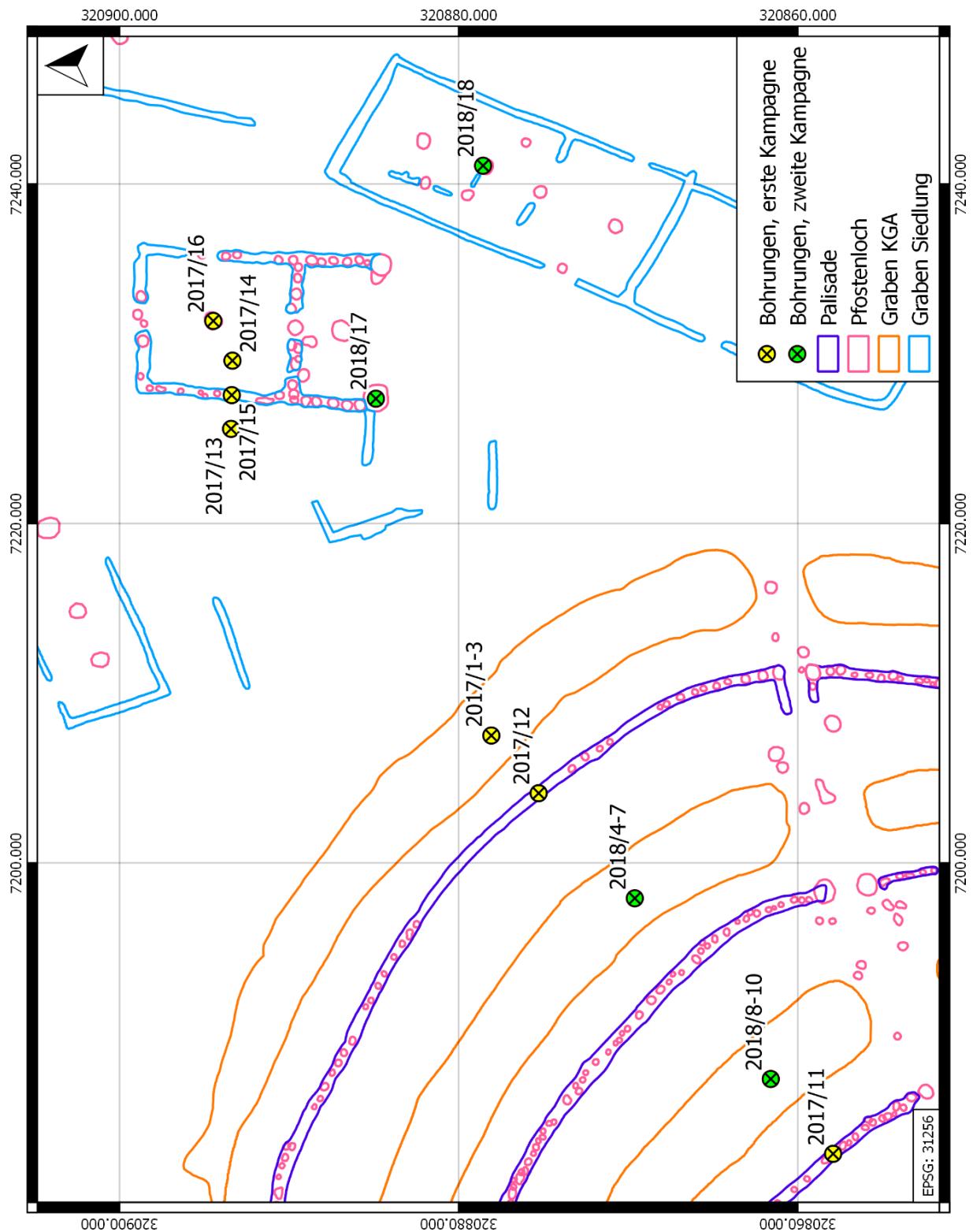


Abb. 30: Positionen der Bohrpunkte (Umzeichnung: Mario Wallner, Layout: Felix Köstelbauer)

Die Bohrpunkte außerhalb der Gräben konzentrierten sich fast ausschließlich auf die in den Pfostenlöchern reflektierenden Signale aus dem Georadar. Fokus wurde auf das nördliche der beiden einräumigen Häuser (in der Folge als Haus 1 bezeichnet) gelegt, da es den besten Erhaltungszustand aufweist. Als Bohrpunkte wurden der zentrale Pfosten im Innenbereich (2017/16), der südwestliche Eckpfosten (2018/17), ein Pfosten im westlichen Wandbereich (2017/15), sowie zwei Stellen jeweils innerhalb und außerhalb des Hauses festgelegt (2017/13 und 2017/14). Die Bohrungen der vermeintlich leeren Flächen innerhalb und außerhalb des Hauses dienten dazu, festzustellen, ob sich zwischen den Pfostensetzungen Kulturschichten befinden, die z.B. auf einen noch erhaltenen Boden im Haus oder andere Aktivitätshorizonte hindeuten. Da die westliche der drei letztgenannten Bohrungen sichtlich außerhalb jeglichen bekannten Befundes liegt, dient sie gleichzeitig auch als Nullprobe für alle anderen Bohrungen, um Einsicht in den ungestörten Aufbau des Bodens und seines Ausgangsmaterials im Umkreis der Fundstelle zu bekommen. Der letzte Bohrpunkt (2018/18) befindet sich im nördlichen Zentralpfosten des langrechteckigen Hauses (Haus 2). Diese Bohrung diente in erster Linie dazu, etwaiges datierbares Material zu finden, das eine zeitliche Einordnung des Hauses in Relation zur allgemeinen Siedlung und der Kreisgrabenanlage ermöglicht.

4.2 Rammkernbohrungen

Die Bohrungen wurden mit einem motorisierten Bohrhammer des Typs „*Cobra Combi*“ der Firma *Atlas Copco* durchgeführt. Als Bohrkopf diente eine geschlossene Rammkernsonde von einem Meter Länge und sechs Zentimetern Durchmesser, in dem ein PVC-Inliner zuvor eingebracht worden war (Abb. 31). Aufgrund des relativ flachen Terrains der Fundstelle konnten der Bohrer mitsamt dem nötigen Zubehör wie Verlängerungsstangen, PVC Inlinern sowie die Hebelvorrichtung zum Herausziehen des Bohrkerns aus dem Boden mit einem Fahrzeug und somit relativ geringem personellen Aufwand an die ausgesteckten Bohrstellen transportiert werden.

Nachdem die Bohrstellen mittels GPS Rover abgesteckt wurden, wurde der Bohrhammer mit Bohrkopf aufgestellt und abgeteuft. Nach Beendigung der Bohrung wurde mit dem mitgebrachten Ziehgerät der Bohrkern anschließend wieder aus dem Erdreich gezogen (Abb. 32). Der Bohrkopf wurde aufgeschaubt, der PVC Inliner, in dem das gebohrte Probenmaterial lag, herausgezogen, versiegelt und, mit einer Feldbezeichnung versehen, verwahrt. Für die tiefer reichenden Bohrungen der Grabenverfüllungen wurden nach jedem abgeteuften Meter zusätzliche Verlängerungsstangen von jeweils einem Meter Länge zwischen Bohrkopf und Bohrhammer angeschraubt. Damit war es möglich, tiefer reichende

Ablagerungen an derselben Bohrstelle zu beproben, was für die Beprobung der Grabenverfüllungen von besonderer Wichtigkeit war. So konnte am inneren Graben der Kreisgrabenanlage eine Bohrtiefe von bis zu vier Metern erreicht werden und an den beiden äußeren Spitzgräben eine Bohrtiefe von jeweils drei Metern.



Abb. 31: Start des motorisierten Bohrhammers mit unten angeschraubtem Bohrkopf; Bohrung im Bereich des äußeren Grabens (2017/1-3) (Foto: Felix Köstelbauer).



Abb. 32: Bergung des Bohrkerns mit Hilfe des Ziehgeräts; Bohrung im Bereich des äußeren Grabens (2017/1-3) (Foto: Felix Köstelbauer).

Die ersten Bohrungen fanden im August 2017 statt. Die langanhaltende Trockenperiode davor erschwerte die Abteufungen der Bohrkerne durch den trockenen, harten Boden. Bis auf die Grabenverfüllungen konnten die Bohrungen im Bereich der Siedlung und der Palisadenwände nur schwer oder gar nicht bis auf einen vollen Meter abgeteuft werden. Der große Anteil an Kies im Substrat, kombiniert mit der trockenen Bodenbeschaffenheit, führte zu einer Verhärtung des Untergrunds, in dem selbst der motorisierte Bohrhammer nur mit Mühe durchzukommen vermochte. In der ersten Maßnahme 2017 wurde auch der Oberbodenabtrag mitsamt der Beprobung der inneren Palisadenwand durchgeführt (Abb. 33). Die zweite Maßnahme, die im April 2018 stattfand, erwies sich für die Durchführung der Bohrungen deutlich einfacher als die erste. Aufgrund der noch frühlingshaften Witterungsverhältnisse im April, die zu feuchteren Bodenverhältnissen führten, konnten die Bohrkerne mit geringerem Aufwand bis zu einem Meter oder darüber hinaus abgeteuft werden.



Abb. 33: Oberbodenabtrag im Bereich der inneren Palisade, Blickrichtung nach Nordwesten: Die dunkle Verfärbung zeigt den Verlauf der Palisade an, die hellen Verfärbungen an den Seiten den sterilen Boden. Die Seitenlänge des mittels der roten Schnur aufgespannten Quadrates beträgt einen Meter (Foto: Mario Wallner).

4.3 Untersuchung der Bohrkerne

Im Laufe beider Maßnahmen wurden insgesamt 18 Bohrkerne gezogen. Nach Beendigung jeder Bohrmaßnahme wurden die Kerne nach Langenzersdorf zur Außenstelle des LBI ArchPro gebracht, wo sie

anschließend zur weiteren Untersuchung geöffnet wurden (Abb. 34). Mit einem Trennschleifer wurde in das Hartplastik des PVC-Inliners jeder Probe ein Sichtfenster von ca. zwei bis drei Zentimeter Breite entlang des Bohrkerns geschnitten. Der nun sichtbare Abschnitt des Bohrkerns wurde danach mit mittels Spitzkelle und Stuckateureisen von Unreinheiten und Druckstellen befreit und fotografisch aufgenommen. Nach der fotografischen Aufnahme erfolgte die makroskopische Beschreibung der im Bohrkern sichtbaren Schichten. Für die Beschreibung jeder sichtbaren Schicht wurden folgende Eigenschaften festgehalten:

- Mächtigkeit bzw. Tiefe in Zentimeter
- Farbe im Munsell-Farbsystem
- Sedimentart unter Berücksichtigung der Bestimmungsmethode nach Kinne (2013)
- Sichtbare Einschlüsse

Anhand der Beschreibungen wurde schließlich jeder einzelne Bohrkern graphisch mit dem Programm *Corel Draw X7* umgezeichnet. Speziell für das Programm konstruierte Füllmuster für die Sedimentart sowie eine Munsell-Farbpalette für die farbliche Darstellung der Bohrkerne wurden für die Umzeichnungen angewendet. Den Umzeichnungen wurden zusätzlich je ein Foto des Bohrkerns, ein Maßstab, sowie die Beschreibungen jeder dokumentierten Schicht beigelegt.



Abb. 34: Bohrkerne aus der ersten Kampagne, kurz vor ihrer Öffnung (Foto: Felix Köstelbauer)

4.4 Radiokarbondatierung

Im Zuge der Untersuchung der Bohrkerne kam organisches Material in Form von konservierten Pflanzenresten in manchen der dokumentierten Schichten zutage. Bohrkern 2017/3 war der erste, an dem solch ein Material festgestellt werden konnte. Proben für Radiokarbondatierungen sowie mikroskopische Untersuchungen wurden daher aus dem besagten Bohrkern geborgen.

Die Proben für die Radiokarbondatierung wurden mit einem Stuckateureisen entnommen, in Aluminiumfolie eingewickelt und in kleinen Plastikbehältern verwahrt. Die Messung erfolgte im Messlabor der *CEDAD - CEntro di Fisica applicata, DAtazione e Diagnostica* der *Università del Salento* in Lecce, Italien, wo die Proben auf postalischem Weg hingeschickt wurden. Im Labor wurden die eingeschickten Proben unter dem Mikroskop per Hand von allen möglichen Kontaminierungen, die ein verfälschtes Ergebnis verursachen könnten, gereinigt. Die gereinigten Proben wurden anschließend durch Verbrennung in Kohlendioxid und anschließend unter 550 Grad Celsius und Zugabe von Wasserstoff in reinen Grafit umgewandelt. Die Datierung der in Grafit umgewandelten Proben erfolgte mittels Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS), welche das Verhältnis der auffindbaren ^{14}C , ^{13}C und ^{12}C Bestandteile mit dem Verhältnis von bereitgestellten Vergleichsproben der IAEA (Internationale Atomenergie-Organisation) vergleicht. Die Berechnung des „konventionellen Alters“ erfolgte mit Hilfe einer $\delta^{13}\text{C}$ -Korrektur, die das $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Verhältnis direkt im AMS misst. Mit Hilfe der Software *OxCal 3.5* wurde das konventionelle Alter schließlich in Kalenderjahre kalibriert, basierend auf die von Reimer et al. (2013) publizierten atmosphärischen Kalibrationsdaten.

4.5 Bioarchäologische Analysen

Eine bioarchäologische Voruntersuchung, zur ersten Beurteilung der Erhaltung von Mikroresten, wurde ebenfalls am Bohrkern 2017/3 durchgeführt. An bestimmten Stellen mit vermehrt sichtbaren organischen Einschlüssen sowie innerhalb der laminierten Schichten wurden Blöcke von etwa einem Quadratzentimeter extrahiert (Abb. 35). Die Aufbereitung der Proben wurde nach standardisierten Richtlinien der chemischen Behandlung nach Faegri et al. (1989) sowie Jacomet und Kreuz (1999) und wie in der Masterarbeit von Ries (2018) beschrieben, durchgeführt. Jeder Probe wurden zwei Pillen mit Sporen des Mooses *Lycopodium annotinum* zugefügt (enthaltene jeweils 9666 ± 671 Sporen) und anschließend in Erlenmeyerkolben in zehnprozentiger Salzsäure aufgelöst. Die bekannte Menge an *Ly-*

copodium Sporen erleichtert die nachfolgende Bestimmung von Pollen, Sporen und Non-Pollen Palynomorphs (NPP's), womit im weiteren Sinne alle mikroskopischen Überreste, zum Beispiel von Algen, Pilzen oder Mikroreste zoologischer Herkunft gemeint sind, die wertvolle paläoökologische Zusatzinformationen liefern. Nach Zufügen von destilliertem Wasser wurden die Proben auf eine vibrierende Platte gestellt, um den Lösungsvorgang zu beschleunigen. Nach vollständiger Lösung wurden mit zwei Siebvorgängen (zuerst 250 Mikrometer und danach 8 Mikrometer) die makroskopischen Bestandteile von den mikroskopischen getrennt, danach zentrifugiert und dekantiert. Das übrig gebliebene Material wurde mit Essigsäure dehydriert. Der Acetolysevorgang fand nach der Beschreibung von Erdtman (1960) statt, mit der Zugabe einer Lösung von 9:1 aus Essigsäureanhydrid und Schwefelsäure in einem heißen Wasserbad durchgeführt. Nach der Acetolyse wurden die Proben in Teströrchen aus Plastik gegeben und mit Flusssäure behandelt, die die restlichen mineralischen Bestandteile in den Proben entfernt. Anschließend wurden die Proben jeweils auf Objekträger aufgetragen, mit Fuchsin gefärbt und mit Deckgläsern bedeckt. Die Identifizierung der mikroskopischen Bestandteile erfolgte mit einem optischen Mikroskop des Typs *Olympus BX50* unter 400-fachen Größe.



Abb. 35: Entnahmestellen am Bohrkern für die bioarchäologische Untersuchung (Foto: Marie-Claire Ries)

5 Ergebnisse

5.1 Beschreibung und Interpretation der Bohrungen

Im folgenden Unterkapitel werden die schriftlichen Beschreibungen und Interpretationen der dokumentierten Schichten angeführt. Als erstes folgen die Beschreibungen der Bohrungen aus dem Bereich der Kreisgrabenanlage (Bohrkerne 1 bis 12) und anschließend die Beschreibungen aus dem Siedlungsbereich (Bohrkerne 13 bis 18).

5.1.1 Kreisgrabenanlage, Äußerer Graben (2017/1-3)

Die ersten 130 Zentimeter unter Geländeoberkante (in weiterer Folge als „u. GOK“ abgekürzt) des äußeren Grabens (Abb. 30, 2017/1-3) zeigen einen einheitlichen, stark humosen Horizont aus kiesigem Silt. Dies spiegelt sehr gut die oberen Schichten von Grabenverfüllungen wider, die langsam mit humusreichem Material verfüllt werden (Abb. 41 und Abb. 42).

Zwischen 130 und 150 Zentimeter u. GOK zeigt sich ein Horizont aus sandigem Silt mit Eisen-Mangan-Ausfällungen. Ab diesem Horizont sind die ungestörten Verfüllungen des Grabens klar auszumachen. Lagen aus Silt, Sand und Kies, stellen die überwiegenden Sedimente der Grabenverfüllungen dar. Eine Linse aus kompaktem homogenem Silt ist ebenfalls auszumachen (Abb. 42).

Zwischen 200 und 210 Zentimeter u. GOK befindet sich humoses Material, das vermutlich beim Herausziehen des vorhergehenden Bohrkerns in das Bohrloch gefallen ist. Darunter ist zwischen 205 und 209 Zentimeter u. GOK eine dünne Lage aus Silt erkennbar. Nach dieser dünnen Lage aus Silt folgt eine Schicht aus Feinkies, die wiederum ab einer Tiefe von 220 bis 225 Zentimeter u. GOK von vorwiegend tonigen Sedimenten abgelöst wird. Diese tonigen Sedimente weisen zum Teil eine Lamination auf, die an Sedimente aus limnischen (stehendes Gewässer) oder schwach energetischen alluvialen oder fluviatilen Milieus erinnern. Innerhalb dieser Sedimente befinden sich zwei Lagen aus reichlich organischem Material, bei dem es sich vermutlich um pflanzliche Überreste, wie z.B. Blätterwerk, handelt (Abb. 36). Durch die relative Nähe zum anstehenden Grundwasser wurde klar, dass ab einer Tiefe von zwei bis drei Meter u. GOK Feuchtboden-Verhältnisse vorherrschen, die für eine Konservierung des organischen Materials sorgen. Aus den beiden organischen Lagen sowie tonigen Sedimenten wurden Proben für sowohl ¹⁴C Datierung als auch zur bioarchäologischen Analyse entnommen (siehe Kapitel 5.2 und Abb. 43)



Abb. 36: Organische Schichten zwischen 240 und 246 Zentimeter u. GOK (Foto: Felix Köstelbauer)

5.1.2 Kreisgrabenanlage, Mittlerer Graben (2018/4-7)

In den oberen 119,5 Zentimeter u. GOK im Bereich des mittleren Grabens (Abb. 30, 2018/4-7) treten vor allem stark humose Sedimente aus sandigem Silt zum Vorschein, die zum Großteil dem modernen Pflughorizont zuzuordnen sind. Mit zunehmender Tiefe nehmen die humosen Anteile jedoch eindeutig ab (Abb. 44 und Abb. 45).

Zwischen 119,5 und 191 bis 192,5 Zentimeter u. GOK tritt die heterogene Schichtabfolge der Grabenverfüllung zum Vorschein. Es überwiegen sandige Sedimente, die sich vermutlich durch raschere Verfüllungsprozesse im Graben abgelagert haben. Ab 169,5 Zentimeter u. GOK findet sich eine Abfolge schräg abgelagerter Sande und Kiese, welche mit Wahrscheinlichkeit den fein geschichteten Sedimenten der ältesten Phase der Grabenverfüllung zuzuordnen sind. Eine homogene Schicht aus Feinsand, beginnend ab 191 Zentimeter u. GOK, wird, auf Grund ihrer feineren Korngröße, wohl bereits natürlichen (alluvialen oder fluviatilen) Ursprungs sein (Abb. 45).

Der dritte Meter des zentralen Grabens ist vergleichbar mit dem Bohrkern des dritten Meters des äußeren Grabens. Er zeigt einen Übergang von sandigen Sedimenten mit zunehmender Tiefe zu vorwiegend laminierten Tonen. Zwischen 238,5 und 143 Zentimeter u. GOK finden sich erneut organische Lagen, in erster Linie botanische Überreste, eingebettet in den tonigen Sedimenten. Darunter befindliche kiesige Schichten deuten auf alluviale oder fluviatile Ablagerungsprozesse, deren Transportpotential wohl stetig abnahm und als Folge die Ablagerung von Sedimenten vorwiegend limnischer Charakteristika begünstigt hat (Abb. 46).

Der vierte Meter im Bereich des mittleren Grabens wird zu mehr als die Hälfte dominiert von sandigen, moderat bis schlecht sortierten, Sedimenten, ohne jegliche Einschlüsse von Kies oder anderem Material. Die gräuliche Umfärbung des sandigen Sedimentes ab etwa 321,5 Zentimeter u. GOK wird durch den Einfluss des Grundwasserspiegels zu erklären sein. Ab etwa 60 Zentimeter zeigen sich Lagen von kompaktem sandigem Ton, mit vereinzelten Einschlüssen von gerundetem Kies. Die bläuliche Färbung ist vermutlich auf anaerobe grundwasserbedingte Eisenausfällung (Vergleyung) zurück zu führen (Abb. 47).

5.1.3 Kreisgrabenanlage, Innerer Graben (2018/8-10)

Beim ersten Meter des inneren Grabens (Abb. 30, 2018/8-10) zeigen sich, vom stratigraphischen Aufbau her, große Ähnlichkeiten mit den jeweils ersten Metern des äußeren und mittleren Grabens, ersichtlich durch das Vorkommen eines massiven humosen Horizontes. Bei diesem Bohrkern fängt jedoch der Übergang zu den relativ ungestörten Grabenverfüllungen, die gleich unter dem humosen Horizont beginnen, bei etwas geringerer Tiefe von etwa 55 Zentimeter u. GOK an (Abb. 48).

Bis 120,5 Zentimeter u. GOK ist jener massive humose Horizont feststellbar, der auch bei den Bohrungen der anderen Gräben auszumachen ist. Die darunter auftretenden sandigen Sedimente, die den Großteil des Bohrkerns ausmachen, weisen in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen Lagen von nahezu steriles Ton auf. Getrennt werden die sandigen von den humosen Lagen durch einen Horizont aus ausgefallenem Kalk. Durch die moderate bis gute Sortierung der sandigen Lagen, scheint eine Ablagerung durch fluviatile Prozesse am wahrscheinlichsten zu sein. Zwischen 190 und 225 Zentimeter u. GOK zeigt sich eine Lage aus arm sortiertem Kies, deren Ablagerung wohl ebenso auf fluviatile Prozesse zurückzuführen ist (Abb. 49 und Abb. 50).

Unmittelbar unter der kiesigen Lage befinden sich jene tonig-laminierte Sedimente mit organischen Schichten, die bereits bei den Bohrungen im äußeren und mittleren Graben (Abb. 43 und Abb. 46) festgestellt wurden. Darunter folgen erneut alluviale Schichten aus sandigem Silt und mit reichlich Kies versehen (Abb. 50).

5.1.4 Kreisgrabenanlage, innere Palisadenwand (2017/11)

Die Beprobung der inneren Palisadenwand (Abb. 30, 2017/11) ist jene Bohrung, die im Rahmen des Oberbodenabtrags abgeteuft wurde (Abb. 37). Mit der Bohrung wurde ein Pfostenloch gezielt beprobt,

das im Georadar, ab einer errechneten Tiefe von 130 bis 155 Zentimeter u. GOK, ein stark reflektierendes Signal zeigt. Der Bohrkern, der direkt an den freigelegten Palisadengraben abgeteuft wurde, erreichte lediglich eine Eindringtiefe von 67 Zentimeter, bevor der Bohrer einen zu starken Widerstand verspürte und nicht mehr weiter vordringen konnte.

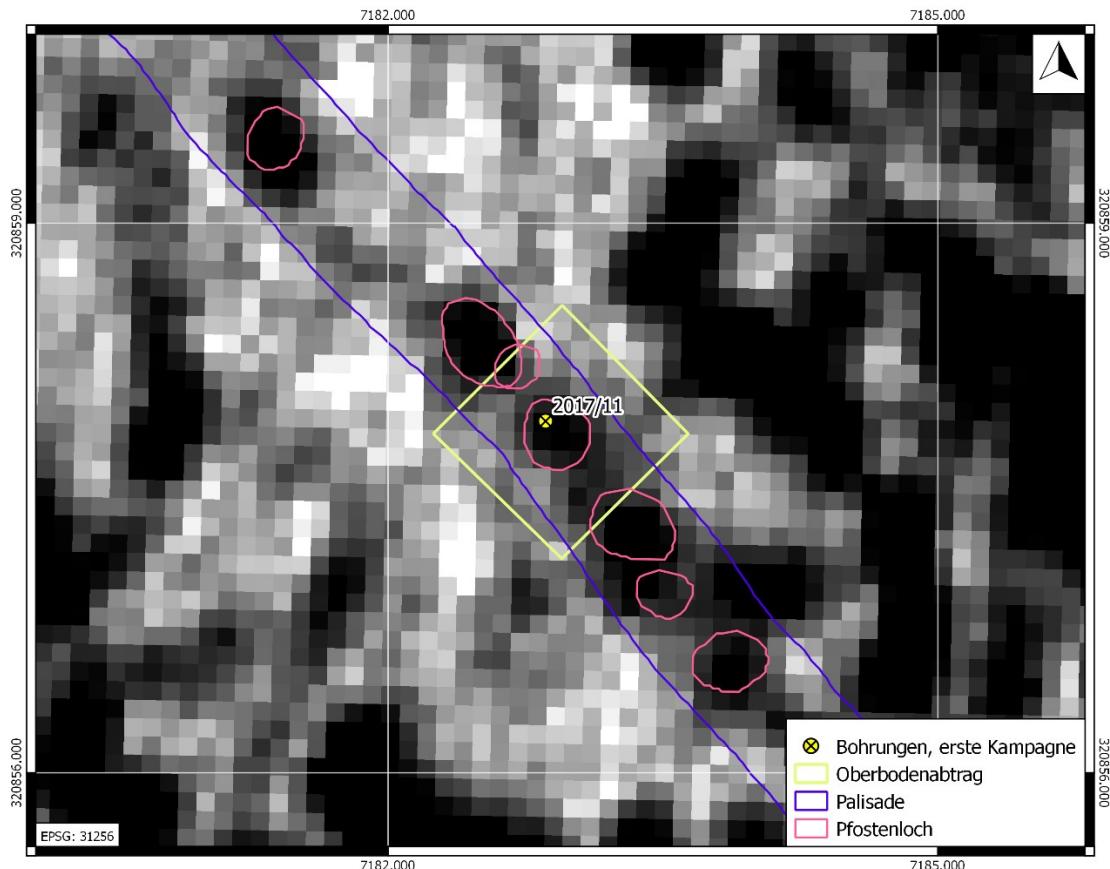


Abb. 37: Umriss des Oberbodenabtrags. Tiefe der GPR-Messung: 140-145 Zentimeter (Umzeichnung: Mario Wallner, Layout: Felix Köstelbauer)

Bei der Untersuchung des Bohrkerns zeigen sich siltig bis sandige Lagen, die sich mit sandigen Lagen abwechseln. Einzig die oberste Schicht ist frei von Kies. Ab etwa 53,5 Zentimeter im Bohrkern zeigt sich eine stark zementierte Lage aus sandigem Kies (Abb. 51). Reflektionen im Georadar können durchaus mit im Untergrund verhärteten Horizonten (bedingt durch Kalkausfällung oder Zementation) zu korrelieren sein (siehe dazu Kapitel 6.1). Aufgrund dieses starken Widerstands war es nicht möglich, die Mächtigkeit des zementierten Horizonts zu eruieren, da die vermeintliche Unterkante nicht erreicht wurde.

5.1.5 Kreisgrabenanlage, äußere Palisadenwand (2017/12)

Die Bohrung wurde als Vergleich zur Bohrung der inneren Palisadenwand abgeteuft, an einer Stelle, wo im Georadar keine Pfostenlöcher festgestellt wurden (Abb. 30, 2017/12). Die Bohrung, die einen ganzen Meter abgeteuft wurde, scheint die Abwesenheit solcher zu bestätigen. Lediglich eine siltig-sandige Lage unter dem Oberboden ist festzustellen. Unter dieser befindet sich ebenso eine erhärtete Schicht, die jedoch nicht dieselbe Härte aufweist, wie die zementierte Schicht aus der Bohrung der inneren Palisadenwand (Abb. 52). Vermutlich wurden die Pfostenlöcher an dieser Stelle durch Bodenerosion zum Großteil zerstört, weshalb sie auch im Georadar kein Signal geben.

5.1.6 Haus 1, Außenbereich (2017/13)

Die Bohrung im Außenbereich des neolithischen Hauses (Abb. 30, 2017/13) dient zum einen als Referenz für die Bohrungen der Außenwand und im Innenbereich des Hauses, zum anderen als generelle Nullprobe für alle anderen getätigten Bohrungen. Da diese abseits aller sichtbaren archäologischen Befunde abgeteuft wurde, soll sie einen generellen Einblick in den sterilen geologischen Untergrund auf der Fläche der Fundstelle geben. Der Bohrkern konnte nur in etwa einen halben Meter in den Untergrund abgeteuft werden. Ab einer Tiefe von ca. 25 Zentimeter zeigt sich unter dem Oberboden der geologische Untergrund aus einer massiven mittel- bis grobsandigen Schicht, mit reichlich Kies unterschiedlicher Durchmesser versetzt (Abb. 53). Dieser kiesreiche und sandige Untergrund bedingt jene hochauflösenden Reflektionen, die am Georadar erkennbar sind.

5.1.7 Haus 1, Innenbereich (2017/14)

Die Bohrungen im Innenbereich des Hauses (Abb. 30, 2017/14) sollten eruieren, ob ein für das Haus zugehöriges Bodenniveau erhalten geblieben ist. Es zeigte sich, dass dieser Bohrkern stark ähnlich mit jenem des Außenbereichs des Hauses ist. Die Bohrung konnte ebenso nur etwa einen halben Meter tief abgeteuft werden. Direkt unter dem Oberboden folgt, nach einem Verwitterungshorizont, bereits der fundleere sandige Kies als geologischer Untergrund (Abb. 54). Die Bohrung zeigt, dass zumindest an dieser Stelle, kein Bodenniveau erhalten geblieben ist.

5.1.8 Haus 1, Pfostenloch der westlichen Längsseite (2017/15)

Dieser Bohrkern wurde im Hausgrundriss von Haus 1, innerhalb eines Pfostenlochs der westlichen Außenwand, abgeteuft (Abb. 30, 2017/15). Mit nur einem Meter Eindringtiefe erreichte er den Kies des geologischen Untergrunds nicht. Ob die Unterkante des Pfostenlochs erreicht wurde, ist daher nicht mit Sicherheit zu beantworten. Auffallend ist die Wechsellagerung von siltigen und feinsandigen Lagen, was einen Kontrast zu den beiden Vergleichsbohrungen inner- und außerhalb des Hauses darstellt. Somit kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei den sandig-siltigen Sedimenten um die Verfüllung des Pfostenlochs handeln muss (Abb. 55). Die Wechsellagerung der dokumentierten Schichten lässt sich wohl durch eine phasenweise, durch natürliche Prozesse verursachte, Verfüllung erklären.

5.1.9 Haus 1, Zentrales Pfostenloch (2017/16)

Beim Bohrkern des zentralen Pfostenlochs (Abb. 30, 2017/16) heben sich die Verfüllungen des Pfostenlochs vom fundleeren Schotter des geologischen Untergrunds deutlich anhand ihrer braunen Färbung ab. In der obersten Lage befindet sich ein siltig bis sandiges Sediment, während die unterste Verfüllung, abgesehen von der Farbe, kaum vom geologischen Untergrund zu unterscheiden ist (Abb. 56). Im Vergleich zu den anderen Pfostenlöchern weist dieses Pfostenloch die geringste Tiefe auf, was vermutlich durch nachfolgende Bodenerosion zu erklären ist.

5.1.10 Haus 1, Südwestliches Pfostenloch (2018/17)

Die Verfüllungen des südwestlichen Pfostenlochs von Haus 1 (Abb. 30, 2018/17) sind klar durch ihren erhöhten Anteil an Silt feststellbar. In den untersten zehn Zentimetern des Bohrkerns deutet eine gräuliche Verfärbung auf eine Ausfällung von Kalk hin, eine Verhärtung des Sediments ist aber nicht feststellbar (Abb. 57). Im Georadar sind an diesem Pfostenloch keine auffälligen Reflexionen zu erkennen.

5.1.11 Haus 2, Zentrales Pfostenloch (2018/18)

Diese Bohrung wurde im nördlichsten der zentralen Pfostenlochs von Haus 2 abgeteuft (Abb. 30, 2018/18). Der stratigraphische Aufbau ist den anderen bereits beprobten Pfostenlöchern des neolithischen Hauses sehr ähnlich. Genauso sind die Verfüllungen durch ihren erhöhten Anteil an Silt feststellbar (Abb. 58). Datierbares Material, dessen Auffindung unter anderem Ziel dieser Bohrung war, konnte jedoch nicht geborgen werden.

5.2 Radiokarbondatierungen

In den Bohrkernen 2017/3, 2018/6 und 2018/10 konnten zwischen 240 und 260 Zentimeter u. GOK organische Substanzen, eingebettet in Stillwassersedimenten festgestellt werden. In dieser Tiefe herrschen, wohl durch grundwasserbedingte Einflüsse, Feuchtbodenverhältnisse vor, die die Konservierung von organischem Material begünstigen.

Im Rahmen der Untersuchung von Bohrkern 2017/3, bildete sich die anfängliche Hypothese, dass botanische Überreste, wie hereingefallenes Blätterwerk und Holzfragmente in die ausgehobenen Gräben der Kreisgrabenanlage gefallen ist und dort im stehenden Gewässer wasserführender Gräben konserviert wurde. Es wurden daraufhin an drei Stellen Proben für eine Radiokarbondatierung genommen. Zwei der Proben wurden im Bereich der organischen Schichten zwischen 240 und 246 Zentimeter u. GOK entnommen, während die dritte Probe etwas weiter tiefer bei etwa 280 Zentimeter u. GOK entnommen wurde. Bei allen Proben handelt es sich um durchmischt organisches Material aus Laub, Resten von Holz und anderen Mikroresten.

Tiefe (cm u. GOK)	Alter		$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Alter (CalBC)	
	BP	\pm		68,2%	95,4%
240 - 242	10.603	80	-23.9 \pm 0.6	10.728 – 10.578 (62,4%) 10.509 – 10.489 (5,8%)	10.771 – 10.439
245 - 246	10.553	110	-23.1 \pm 0.7	10.726 – 10.440	10.756 – 10.175
280	10.936	100	-27 \pm 0.5	10.961 – 10.769	11.082 – 10.745

Tabelle 1: Ergebnisse der ^{14}C -Datierung an Bohrkern 2017/3 (dritter Bohrmeter des äußeren Grabens)

Die Ergebnisse der Radiokarbondatierung werden in Tabelle 1 angeführt. Die gemessenen Proben weisen allesamt Alter auf, die vorwiegend auf den Anfang bis Mitte des elften Jahrtausends v. Chr. hindeuten. Das aufgefunden organische Material in den laminierten tonigen Sedimenten ist somit um etwa sechs Jahrtausende älter als alle bisher datierte Proben aus Kreisgrabenanlagen. Die datierten Sedimente aus diesen Bohrtiefen werden deshalb nicht als Grabenverfüllungen interpretiert, sondern als fluviatile Überschwemmungs- oder Altarmsedimente.

Da aus allen beprobten Gräben in etwa derselben Tiefe ähnliche Strukturen zu erkennen sind, scheinen jene organischen Schichten und laminierte Sedimente aus dem mittleren und inneren Graben wohl ähnlichen Alters zu sein. Aufgrund dieser Datierungsergebnisse liegt die Vermutung nahe, dass alle

drei Bohrungen die Grabensohlen durchschlagen haben und es sich bei den aufgefundenen organischen Schichten um eine einzelne sedimentär gebildete Lage handelt, die sich flächig unter die gesamte Kreisgrabenanlage erstreckt.

5.3 Bioarchäologische Untersuchung

Eine stichprobenartige Voruntersuchung der entnommenen Proben zeigt eine Vielzahl an verschiedenen Pollen, Sporen und NPP's auf, die für zukünftige Paläoumwelt-Rekonstruktionen vielversprechende Ergebnisse liefern könnten. Aufgefunden wurden unter anderem Pollen von *Pinus* (Kiefer), Farnspore, *Betula* (Birke) sowie Sporen des Pilzes *Glomus cf. fasciculatum*.



Abb. 38: *Glomus cf. fasciculatum* (links) und Reste von Holzkohle (rechts) aus den organischen Schichten zwischen 240 und 246 Zentimeter u. GOK, Länge des Maßstabs: 50 Mikrometer (Fotos: Marie-Claire Ries)

Von besonderem Interesse sind jedoch die entnommenen Proben aus den organischen Schichten zwischen 240 und 280 Zentimeter u. GOK. Neben den bereits genannten *Glomus* Sporen finden sich in diesen Lagen auch vermehrt Reste von Holzkohle (Abb. 38). Das erhöhte Vorkommen von Sporen von *Glomus cf. fasciculatum* wird oft in Verbindung als Mykorrhiza in jungen Böden, unmittelbar nach der Gletscherschmelze, gebracht, aber genauso mit Phasen erhöhter Bodenerosion, wie dies zum Beispiel nach intensiver Entwaldung der Fall ist (Anderson et al., 1984). Das gleichzeitige Vorkommen von Holzkohle in denselben Schichten könnte daher als indirekter Hinweis auf erhöhte Bodenerosion nach Waldbränden im elften Jahrtausend v. Chr. verstanden werden. Da es sich bei der mikroskopischen Untersuchung jedoch lediglich um stichprobenartige Analysen handelt und daher statistisch aussagekräftige Daten fehlen, bedarf es weiterer Forschungsarbeit, bevor eindeutigere Aussagen getroffen werden können.

6 Diskussion

6.1 Reflektierende Signale aufgrund Verhärtungen der Grubenverfüllungen

Zur Erforschung der im Georadar auffälligen, stärker reflektierenden Signale der Pfostenlöcher im Bereich der Kreisgrabenanlage sowie in der Siedlung, konnte bei der Beprobung des Pfostenlochs der inneren Palisadenwand (Bohrkern 2017/11) ab einer Tiefe von etwa 90 Zentimeter bis einem Meter u. GOK (inkl. Tiefe des Oberbodenabtrags) eine Verhärtung festgestellt werden. Diese Zementation wurde vermutlich durch bevorzugte Kalkausfällung verursacht, die möglicherweise mit lokalen Änderungen der chemischen Bedingungen im Bereich von verrottendem organischem Material (beispielsweise Holzpfosten) im Zusammenhang steht. Eine ähnliche Kalkausfällung ließ sich auch an der vermeintlichen Unterkante des inneren Grabens feststellen, jedoch ohne erkennbare Verhärtung des Materials.

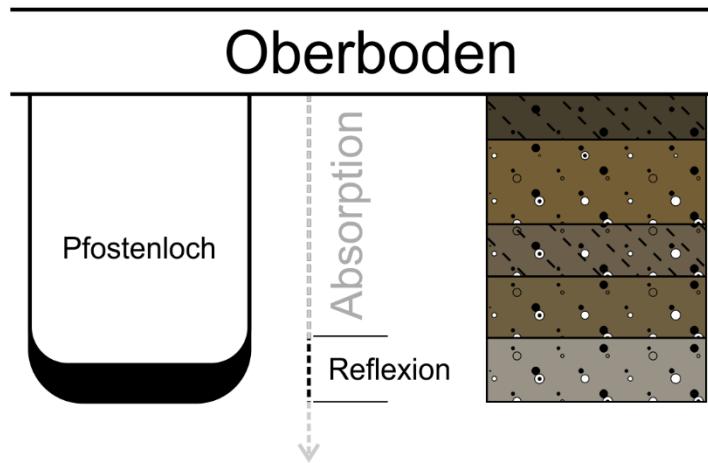


Abb. 39: Gegenüberstellung des idealisierten Profils des in den GPR-Messungen abgeleiteten Pfostenlochs mit der Umzeichnung von Bohrkern 2017/11.

Solche Verhärtungen bzw. Kalkausfällungen können in den GPR-Messungen die festgestellten Reflexionen erklären (Abb. 39). Im Vergleich zur Bohrung wird im Georadar die Tiefe des im Bereich der inneren Palisadenwand reflektierenden Signals jedoch auf etwa 150 bis 170 Zentimeter geschätzt, was eine Differenz von etwa einem halben Meter bedeutet. Sofern die Reflexion tatsächlich in Verbindung mit dieser Beobachtung zu bringen sind, könnten die getätigten Bohrungen daher unter anderem für

die Geschwindigkeitsberechnung der GPR-Messung und so für eine genauere Tiefeninformation heran genommen werden. Hierzu sind jedoch weiterführende und umfangreichere Maßnahmen, wie zum Beispiel experimentelle Messungen, vonnöten.

6.2 Tiefe und Aufbau der Gräben

Durch die Bohrungen der Gräben konnte ein erster grober Einblick in den stratigraphischen Aufbau der untersuchten Gräben gewonnen werden. Bei allen drei Gräben zeigt sich vor allem im ersten Meter u. GOK jener massiv humose Horizont, der typisch für Grabenverfüllungen von Kreisgrabenanlagen ist (Zeman, 1975; Verginis, 1986; Verginis und Grubner, 1995; Loishandl-Weisz, 2006). Zwischen dem ersten und zweiten Meter u. GOK zeigen sich jedoch unterschiedliche Verhältnisse im jeweiligen Aufbau der Gräben. Beim äußeren und mittleren Graben scheinen sich die Verfüllungen noch beinahe bis zu exakt zwei Meter Tiefe zu erstrecken, bevor sie etwa zwischen 190 und 200 Zentimeter u. GOK von einer sandigen Schicht, die vermutlich alluvialen Ursprungs ist, abgelöst wird. Beim inneren Graben hat es den Anschein, als würden die Verfüllungen bereits ab etwa 120 Zentimeter u. GOK aufhören, ehe sie ebenso von sandigen Schichten abgelöst werden. Damit weisen alle drei Gräben der Kreisgrabenanlage eine nur geringe Tiefe auf, die nicht über etwa zwei Meter hinausreicht (Abb. 40).

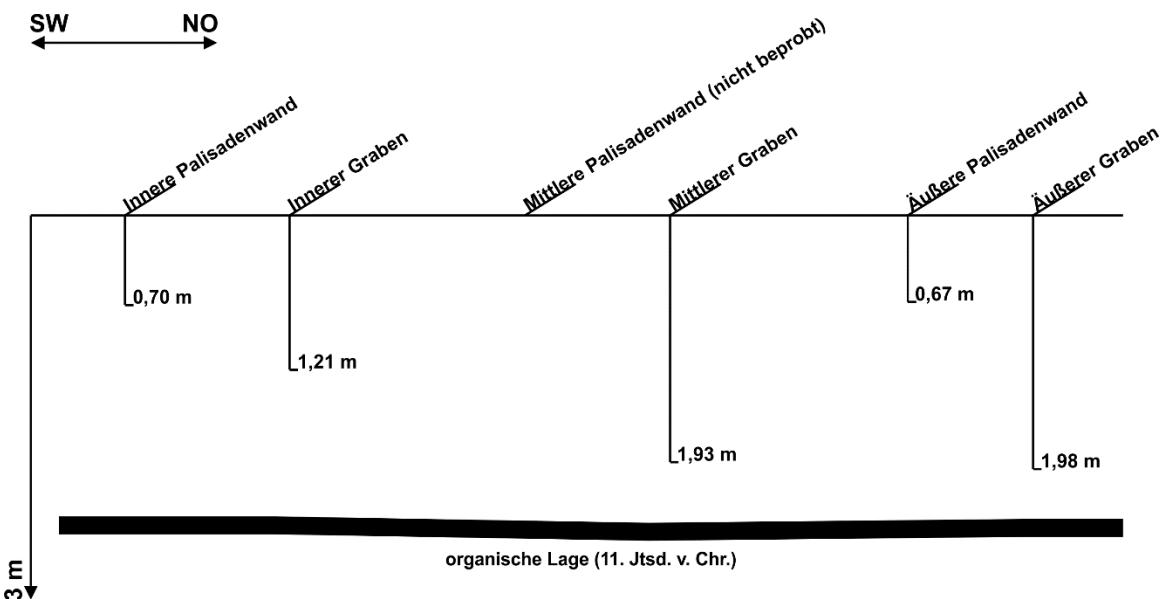


Abb. 40: Schematische Darstellung der errechneten Tiefen der beprobten Gräben und Pfostenlöcher der Kreisgrabenanlage von Velm, inklusive des Horizontes der organischen Schichten des Feuchtbodenmilieus (Grafik: Felix Köstelbauer)

Die relativ geringen Tiefen der Gräben lassen nach derzeitigem Kenntnisstand nur Mutmaßungen zu. Eine Erosion der Oberfläche, mit Abtrag der Gräben auf nur wenige erhaltene Meter Tiefe, scheint aufgrund des allgemein guten Erhaltungszustands der Fundstelle jedoch unwahrscheinlich zu sein. Eine ehemalige Lössdecke, auf der, ähnlich wie in Gauderndorf (Trnka, 1991), die Anlage und eventuell auch die Siedlung errichtet wurde, ist, wegen der relativ starken Ähnlichkeit zwischen dem Verfüllungsmaterial und dem anstehenden Sediment (sandiger Kies), ebenfalls auszuschließen. Hervorzuheben ist jedoch, dass alle Gräben in die unter dem Kies befindlichen sandigen Schichten zu reichen scheinen. Es ist, nach derzeitigem Kenntnisstand, daher durchaus möglich, dass die Aushubarbeiten nach Erreichen der sandigen Lagen schlicht beendet wurden. Eine Erklärung dafür könnte vielleicht darin liegen, dass unmittelbar nach Erreichen der sandigen Lagen das Grundwasser anzutreffen ist, welches den Aushub tieferer Gräben schlicht unmöglich gemacht hat.

Neben der bemerkenswert geringen Tiefe zeigen der äußere und innere Graben ebenso offenkundige Unterschiede in der Stratifizierung auf, die sich vom bisherigen Kenntnisstand über Grabenverfüllungen herausheben. Bis auf die in der Tiefe abnehmenden humosen Bestandteile (die für die Braunfärbung verantwortlich sind) wirken die Verfüllungen beider Gräben recht homogen. Sie stehen daher im Kontrast zu in der Vergangenheit dokumentierten Grabenverfüllungen von Gräben, die in der Regel mehrphasige, klar abgrenzbare Verfüllungsprozesse mit unterschiedlichen Ablagerungsmilieus aufweisen (Zeman, 1975; Verginis, 1986; Verginis und Grubner, 1995; Loishandl-Weisz, 2006) (siehe dazu Kapitel 1.4). Eine solche mehrphasige Verfüllung lässt sich einzig beim mittleren Graben erkennen, wo sich zwischen 270 und 290 Zentimeter u. GOK jene ersichtlich typisch lagig abgelegten Sedimente zeigen, die schon öfters in der Vergangenheit dokumentiert wurden und mit der ersten Sedimentationsphase nach Aufgabe der Anlage korrelieren, in der oberflächliches Material (in diesem Fall sandiger Kies) in der Grabensohle deponiert wird.

Bedauerlicherweise wurden die Proben des Öfteren durch in das Bohrloch hineingefallenes Erdmaterial kontaminiert, welches sich während des Wechsels der Bohrkerne nach jedem abgeteuften Meter mit den oberen Schichten des nachfolgenden Bohrkerns vermengte. Am deutlichsten ist dies beim inneren Graben zwischen dem ersten und zweiten Bohrmeter, beim mittleren Graben zwischen dem dritten und vierten Meter und beim äußeren Graben zwischen dem zweiten und dritten Meter zu erkennen, wo beim Beobachten der Bohrkerne gänzlich unterschiedliche Schichten zu sein scheinen. Ein Kompaktieren der Sedimente durch den Druck des Rammkernbohrers ist ebenfalls nicht auszuschließen. Nichtsdestotrotz konnten durch die rein punktuellen Bohrungen erste grundlegende Erkenntnisse

über die Tiefe sowie dem Aufbau der Gräben gewonnen werden, die zwar in keiner Weise mit dem Erkenntnisgewinn von archäologischen Grabungen mithalten können, aber eine erste Planungsgrundlage für diese liefern können.

6.3 Entdeckung eines spätpleistozänen Feuchtgebiets

Durch die Bohrungen der Gräben wurde ersichtlich, dass in einer Tiefe von zwei bis drei Metern u. GOK ein wohl grundwasserbedingtes Feuchtbodenmilieu herrscht, welches ein reichhaltiges Vorkommen an konserviertem organischem Material aufweist. Hierbei stechen vor allem zwei klar unterscheidbare Schichten rein organischen Materials hervor, die sich in einer Tiefe von etwa 240 bis 246 Zentimeter u. GOK befinden. Radiokarbondatierungen dieser Schichten deuten auf eine Bildung um das elfte Jahrtausend v. Chr. hin, womit sie erdgeschichtlich in das auslaufende Pleistozän, datieren und etwa 6.000 Jahre älter als die bisher datierten Kreisgrabenanlage sind. Die anfängliche Annahme, dass es sich hierbei um konservierte organische Überreste zur Zeit der Nutzung der Kreisgrabenanlage handelt, wurde somit schnell widerlegt und es wurde klar, dass sich diese Schichten flächig unter der gesamten Anlage erstrecken und einen spätpleistozänen Horizont intensivierter Akkumulation organischen Materials darstellen. Diese Lagen sind eingebettet in tonigen, leicht laminierten Sedimenten, die vermutlich unter limnischen oder fluviatilen Stillwasser Ablagerungsmilieus entstanden.

Anhand der getätigten Beobachtungen aus den Bohrkernen des dritten Meters u. GOK scheint im ausgehenden Spätpleistozän zum beginnenden Holozän ein Feuchtgebiet mit vorwiegend stehenden Gewässern, wie Grundwasserteiche und Seen, oder nur sehr langsam fließenden, stark mäandrierenden Flüssen, die Landschaft der zukünftigen Kreisgrabenanlage geprägt zu haben. In diesen Gewässern wurde in regelmäßigen Abständen pflanzliche Überreste und anderes organisches Material eingebettet, was die Bildung der sichtbaren Laminierung bedingte, wobei jedoch mindestens zwei relativ kurze Ereignisse stattfanden, die eine weit intensivere Ablagerung von organischem Material verursachten (siehe dazu Kapitel 6.3.1). Laut den getätigten Datierungen scheint dieser großteils langsame Ablagerungsprozess mindestens etwa ein halbes Jahrtausend angedauert zu haben, ehe die Feuchtbodensedimente ab dem Holozän von jenen Sanden und Kiesen überlagert wurden, auf denen schließlich die Kreisgrabenanlage errichtet wurde. Diese Überlagerung muss dabei so schnell stattgefunden haben, dass organische Material hermetisch versiegelt und bis heute konserviert wurde.

6.3.1 Mögliche Hinweise auf anthropogene Umwelteinflüsse

Neben der Anwendung der Radiokarbondatierung, wurden im Bereich der Feuchtbodensedimente auch stichprobenartige mikroskopische Voruntersuchungen durchgeführt, die verschiedene Pollen, Sporen und NPP's nachweisen konnten. Pollen von *Pinus* und *Betula* spiegeln dabei jene Flora wider, die klimatisch für die typische Tundrenvegetation des ausgehenden Alleröd-Interstadials und der beginnenden Jüngeren Dryas, zur Zeit der großen Gletscherschmelze am Ende der letzten Eiszeit, steht (Latałowa und Borówka, 2006). Aus budgetären und zeitlichen Gründen war kein vollständiges Pollenprofil aus den entnommenen Proben möglich, um eine umfassende paläoökologische Auswertung durchzuführen.

Es konnten jedoch in jenen Proben, die aus den organischen Schichten im Feuchtboden entnommen wurden, eine Vielzahl an Sporen des Erosionsindikators *Glomus cf. fasciculatum* nachgewiesen werden. Zusammen mit den mikroskopischen Resten von Holzkohle, die aus denselben Proben geborgen wurden, kann derzeit nicht ausgeschlossen werden, dass Menschen bereits im elften Jahrtausend v. Chr. großflächige Brandereignisse im Einzugsgebiet der damals nur schwach fließenden Gewässer ausgelöst haben könnten. Deren Spuren sind schließlich in Form mehrerer dicht aneinander liegender organischer Schichten in den alluvialen und limnischen Sedimenten des Feuchtbodens erhalten geblieben. Ihre jeweilige Mächtigkeit und Nähe zueinander könnte auch für einen einzelnen Aktivitätshorizont mehrerer relativ zeitnaher Brandereignisse sprechen. Ähnliche Beobachtungen wurden bereits von Latałowa und Borówka (2006) an zwei organischen Schichten aus Wolin, in Polen, getätigt, deren Bildung durch bewusst verursachte Brandereignisse paläolithischer Jägergruppen erklärt wird.

Für die Umgebung von Velm wäre somit eine erstmalige anthropogene Aktivität bereits 6000 Jahre vor Errichtung der Kreisgrabenanlage nachweisbar. Für einen konkreten Nachweis solch menschlicher Umwelteinflüsse (und ein Ausschließen natürlich hervorgerufener Brandereignisse) sind die gewonnenen Informationen aus den Bohrungen jedoch bei weitem nicht ausreichend, weshalb für diese Forschungsfrage zukünftige Untersuchungen vonnöten sind.

Kulturgechichtlich datieren die Proben aus den entnommenen Schichten in das ausgehende Jungpaläolithikum, kurz vor Übergang zum Spätpaläolithikum, der letzten Epoche der Altsteinzeit. Zu dieser Zeit wird Niederösterreich von Jäger- und Sammlergruppen des Magdalénien-Technokomplexes bevölkert. Im Zuge der Wiedererwärmung nach dem letzten Kältemaximum, vor etwa 20.000 Jahren,

breitete sich das Magdalénien von Frankreich aus nach Osten bis Südmähren und Niederösterreich aus. Diese Regionen stellen auch die letzten Ausläufer dieser Ausbreitung dar (Neugebauer-Maresch et al., 1995; Einwögerer, 2013). Bekannte Fundstellen des Magdalénien-Technokomplexes sind für Niederösterreich nur sehr wenige bekannt und beschränken sich hauptsächlich auf Höhlen aus dem Waldviertel. Freilandstationen des Magdalénien wurden bisher nicht gefunden.

Für das Spätpaläolithikum, das nur wenige Jahrhunderte nach Bildung der organischen Schichten anschließt, sind sehr wenige Fundstellen in Österreich bekannt. Dem bisher bekannten Fundmaterial aus dieser Zeit (dessen genaue Herkunft oft fraglich ist) konnte noch nicht eine klar definierbare Kultur oder Technokomplex zugewiesen werden (Einwögerer, 2013). Die durch die Bohrungen entdeckten organischen Schichten im Feuchtboden unter der Kreisgrabenanlage von Velm stellen damit ein potenzielles Umweltarchiv dar, welches die Erforschung einer noch sehr lückenhaften Epoche der österreichischen Urgeschichte ermöglicht.

6.4 Potential der geoarchäologischen Bohrprospektion innerhalb archäologischer Befunde

Für die durchgeführten Bohrungen im Bereich der Kreisgrabenanlage und der angrenzenden Siedlung gelang es grundsätzlich, Unterschiede im stratigraphischen Aufbau zwischen den Verfüllungen der archäologischen Strukturen und den anstehenden geologischen Sedimenten großteils rein makroskopisch zu dokumentieren und zu interpretieren. Die Verfüllungen der Pfostenlöcher aus der Siedlung und den Palisaden sind vor allem durch einen vermehrten Anteil an Silt in den dokumentierten Schichten zu erkennen. Der anstehende sandige Kies des geologischen Untergrunds ist generell frei von Silt. Die Bohrungen der Gräben zeigen die Grabenverfüllungen durch ihre Humifizierung und ebenfalls erhöhten Anteil an Silt, trotz der großteils nicht feststellbaren typischen Stratifizierung. Die Ermittlung der Grenze der Grabenverfüllungen zu den geologischen Sedimenten war schwierig und konnte durch Radiokarbondatierungen klar gezeigt werden.

Der angesprochene erhöhte Anteil an Silt in den Verfüllungen korreliert ebenso mit den beobachteten absorbierenden Signalen aus der GPR-Messung. Vergleichbar mit den in Kapitel 6.1 beschriebenen Reflexionen durch Zementation und Verhärtungen im Untergrund scheinen die vergleichsweise weichen silthältigen Schichten im Gegenzug für die erhöhte Absorption im Georadar verantwortlich zu sein. Am deutlichsten ist dies anhand der Grabenverfüllungen zu erkennen, die zum Großteil aus Silt bestehen

und sich auch daher überwiegend durch absorbierende Signale im GPR zeigen. Bohrungen könnten sich somit auch als ergänzende Methode zu geophysikalischen Methoden wie Georadar oder Geomagnetik eignen, um der genauen Herkunft bestimmter registrierter Signale näher auf den Grund zu gehen.

Da für jeden Befund nur eine Bohrung durchgeführt wurde, ist es anhand der gewonnenen Daten jedoch nicht möglich, konkrete Verläufe der gefundenen Schichten zu rekonstruieren sowie, im Fall der Gräben, die eigentliche Form auszumachen. Dies ist wohl einer der größten Nachteile von Bohrungen im Vergleich zu Grabungen oder anderen Prospektionsmethoden. Für eine flächige Einsicht wäre die Durchführung mehrerer Bohrungen in ausreichender Menge für jeden einzelnen Befund vonnöten. Abhängig von der Geländesituation einer Fundstelle können Bohrungen in solcher Dichte ein nicht unerheblicher Zeit- und Kostenfaktor sein – vor allem, wenn schwer zu transportierende Rammkernbohrer zum Einsatz kommen. Wenn daher die genaue Rekonstruktion von Schichtverläufen ein Teil der Forschungsfrage ist, wird der Einsatz von ebenso zeit- und kostengünstigen Suchschnitten mittels Bagger vermutlich aussagekräftigere Ergebnisse liefern, gerade wenn budgetäre Mittel knapp sind und seitens der Denkmalschutzbehörde keine Einwände vorliegen. Noch dazu sind weitere Faktoren, wie Kompaktion der Sedimente und Kontamination im Zuge der Abteufung und Entnahme von Bohrkernen, wo vor allem zweites auch im Zuge dieser Arbeit passiert ist, stets zu berücksichtigen.

Die Bohrungen konnten die eingangs gestellten Forschungsfragen dennoch ausreichend beantworten. So zeigt sich, dass bei adäquaten Forschungsfragen (sowie geeignetem Terrain) Bohrungen durchaus Potential in der geoarchäologischen Forschung aufweisen. Die gewonnenen Informationen von Bohrungen sind zwar nur punktuell, dafür lassen sich aber mit relativ geringem Aufwand Tiefen erreichen, in die keine andere Prospektionsmethode vordringt und dabei gleichzeitig Probenmaterial zutage bringen, das sich für weitere Analysen am Feld oder im Labor eignet. Für direkte Beprobungen bereits bekannter Strukturen, stellen Bohrungen somit durchaus eine kostengünstige und zeitsparende Methode dar. Weiters ließe sich auch Potential auf Grabungen mit anthropogenen Schichten von mehreren Metern Mächtigkeit, wie zum Beispiel im Stadtkern, finden. Wie bereits in Kapitel 1.1 angesprochen, ist jedoch festzuhalten, dass Bohrungen, wie jede Prospektionsmethode, nur dann aussagekräftige Ergebnisse liefern, wenn sie supplementär eingesetzt werden. Nur in Zusammenarbeit mit anderen Prospektionsmethoden oder Grabungen lassen sich sämtliche Nachteile und mögliche Fehlerquellen ausgleichen und dafür die Vorteile dieser geoarchäologischen Prospektion hervorheben.

7 Zusammenfassung

Im Bereich der neolithischen Kreisgrabenanlage von Velm wurden Bohrungen durchgeführt, um, zum einen, das Potential geoarchäologischer Prospektionsmethoden innerhalb archäologischer Befunde zu testen und, zum anderen, bisher unerklärliche reflektierende Signale zu untersuchen, die im Georadar auszumachen sind. Beprobt wurden die Palisaden und Gräben der Kreisgrabenanlage sowie ausgewählte Pfostenlöcher der angrenzenden Siedlung. Allgemein gelang es, mit den Bohrungen klar ersichtliche Unterschiede zwischen den jeweiligen Verfüllungen der Pfostenlöcher und Gräben sowie dem umliegenden Kies des geologischen Untergrunds, auf dem die Kreisgrabenanlage sowie die Siedlung errichtet wurde, auszumachen. Insbesondere die Verfüllungen der Pfostenlöcher heben sich mit einem erhöhten Anteil siltiger Bestandteile hervor, trotz des weiterhin hohen Anteils von Kies. Eine Verhärtung durch Kalkausfällung konnte in einem der Bohrkerne ausgemacht werden, die speziell zur Beprobung eines der reflektierenden Strukturen abgeteuft wurden. Diese Verhärtung kann unter anderem in Verbindung mit den reflektierenden Signalen gebracht werden.

Für die Grabenverfüllungen der Gräben konnten erste Informationen über die Mächtigkeit sowie den grundlegenden Aufbau gewonnen werden. Die Gräben zeigen sich, im Vergleich zu untersuchten Gräben anderer Kreisgrabenanlagen, als relativ seicht, mit einer Tiefe von nur maximal zwei Metern. Eine Erklärung für die geringen Tiefen ist nach derzeitigem Kenntnisstand nicht eindeutig auszumachen, jedoch könnte die Nähe zum Grundwasserspiegel eine entscheidende Rolle gespielt haben. Zur Stratifizierung der jeweiligen Grabenverfüllungen konnten grobe Einblicke gewonnen werden. Diese deuten darauf hin, dass der innere und äußere Graben annähernd homogen erscheinende Verfüllungen aus hauptsächlich sandigem Silt mit Anteilen von Kies aufweisen, ohne Anzeichen auf jene typisch mehrphasige Verfüllung, die bereits in der Vergangenheit in anderen Kreisgrabenanlagen dokumentiert wurde.

Die Bohrungen der Grabenverfüllungen, die allesamt die Gräben durchdrungen haben, brachten ab etwa zweieinhalb Meter u. GOK Feuchtbodensedimente zutage, die unter anderem eng aneinander liegende Schichten aus reichhaltig organischen Bestandteilen aufweisen. Die Radiokarbonmethode datiert diese Schichten in das elfte Jahrtausend v. Chr., womit diese Schichten nicht, wie ursprünglich angenommen, noch Teile der Grabenverfüllungen sind, sondern sich flächig unter die gesamte Anlage erstrecken. Stichprobenartige mikroskopische Untersuchungen konnten unter anderem Sporen des Erosionsindikators *Glomus cf. fasciculatum* sowie Mikroreste von Holzkohle nachweisen, womit die

Möglichkeit besteht, dass die aufgefundenen organischen Schichten erste Hinweise auf anthropogene Umwelteinflüsse (in diesem Fall großflächige Brandereignisse) im Paläolithikum des Wiener Beckens liefern könnten.

Die Bohrungen heben erneut den besonderen Status der Kreisgrabenanlage von Velm unter allen anderen bekannten Kreisgrabenanlagen in Österreich hervor. Zusätzlich zur ungewöhnlichen Form und dem Standort der Anlage, kann nun auch die nur geringe Tiefe sowie die Stratifizierung der Gräben als Besonderheit betrachtet werden. Die Existenz darunter befindlicher Feuchtbodensedimente, die für das südliche Wiener Becken als beispiellose Umweltarchive zur Erforschung des Einflusses paläolithischer Gesellschaften auf ihre unmittelbare Landschaft gesehen werden könnten, unterstreicht die Wichtigkeit dieses geschützten Denkmals.

2017/1 - Kreisgrabenanlage, Äußerer Graben Meter 0 – 1

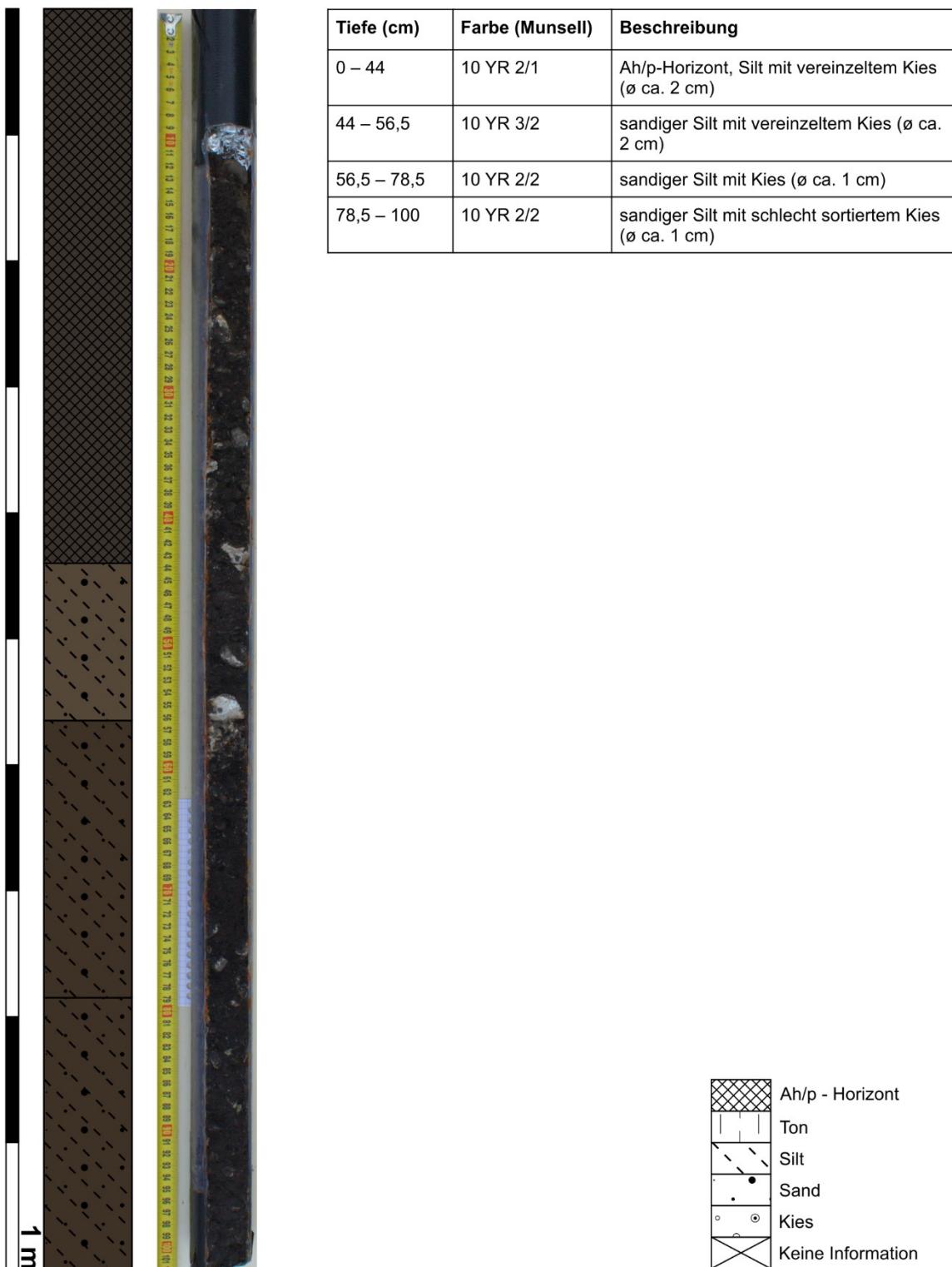
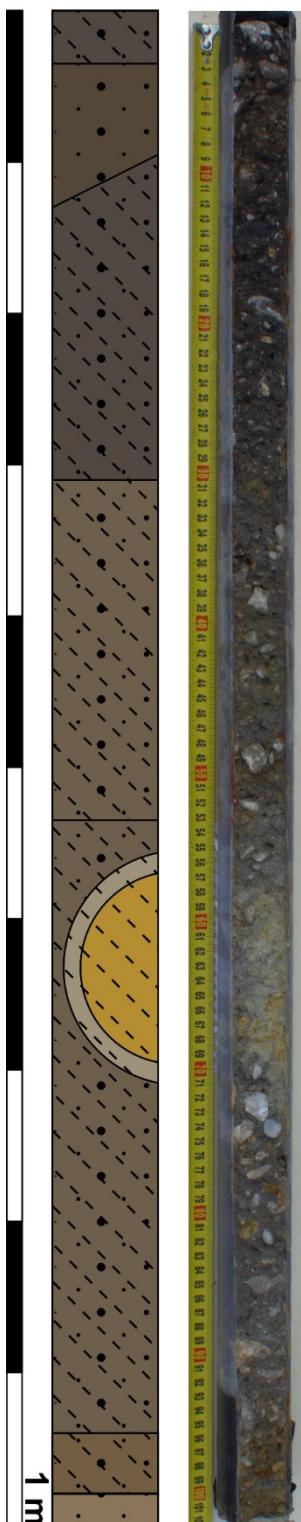


Abb. 41: Bohrkern 2017/1, Kreisgrabenanlage, Äußerer Graben, Meter 0 – 1

2017/2 - Kreisgrabenanlage, Äußerer Graben Meter 1 – 2



Tiefe (cm)	Farbe (Munsell)	Beschreibung
0 – 3,5	10 YR 3/1	sandiger Silt mit Kies unterschiedlicher Größen
3,5 – 9,5/13	10 YR 3/2	Feinsand mit Kies unterschiedlicher Größen
9,5/13 – 31	10 YR 3/1	sandiger Silt mit Kies (\varnothing ca. 1 cm)
31 – 53,5	10 YR 4/2	sandiger Silt mit Kies (\varnothing ca. 2 cm), Rostausfällungen
53,5 – 94	10 YR 4/2	sandiger Silt mit Kies (\varnothing ca. 2 cm), Linse aus homogenen Silt (zwischen 57,5 und 73 cm), Farben: 2,5 Y 6/2, 2,5 Y 6/8
94 – 98	10 YR 4/3	sandiger Silt mit Kies unterschiedlicher Größen
98 – 100	10 YR 5/3	Feinsand mit Kies (\varnothing ca. 0,2 cm)

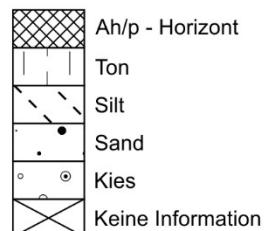


Abb. 42: Bohrkern 2017/2, Kreisgrabenanlage, Äußerer Graben, Meter 1 – 2

2017/3 - Kreisgrabenanlage, Äußerer Graben Meter 2 – 3

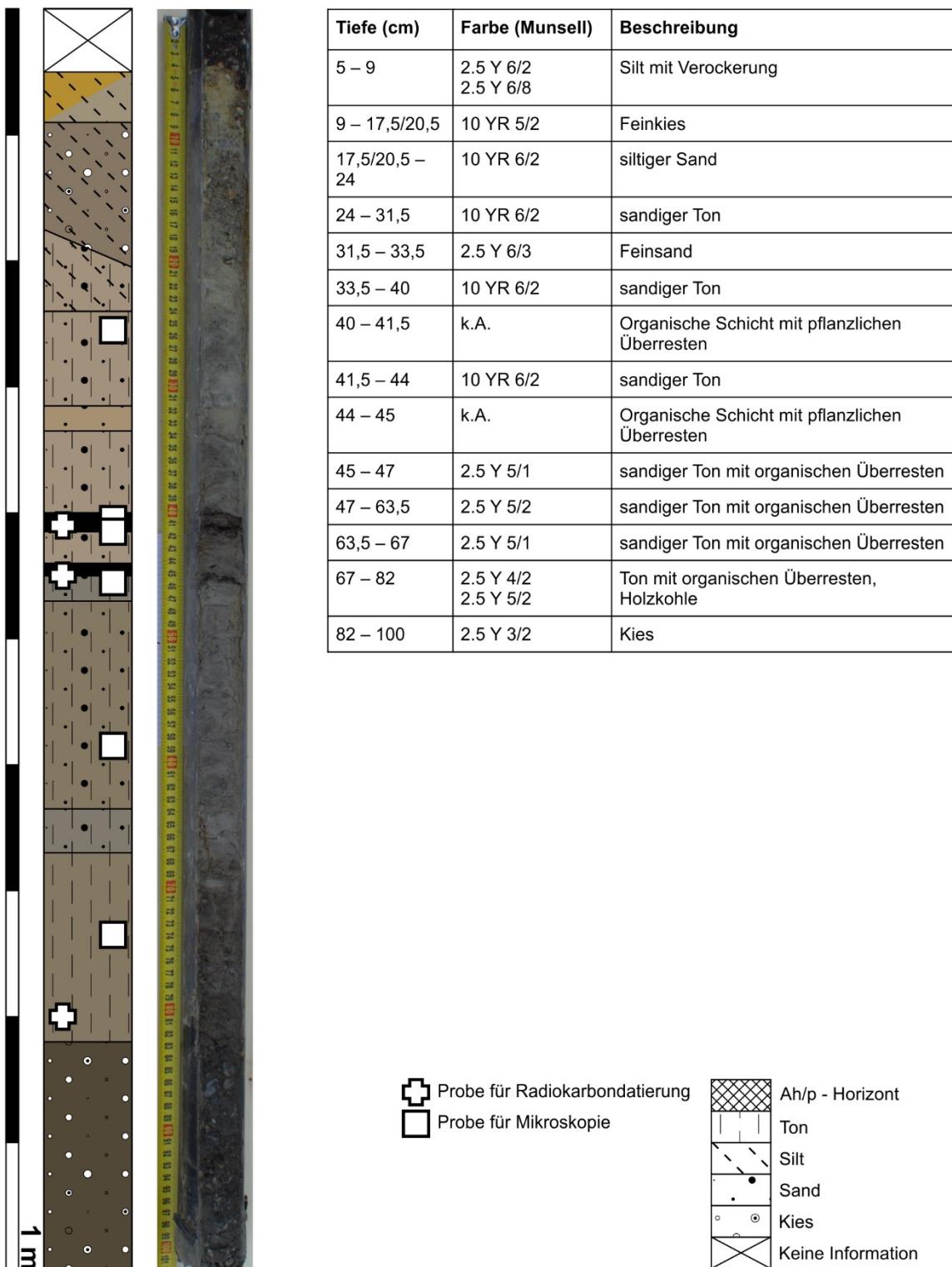
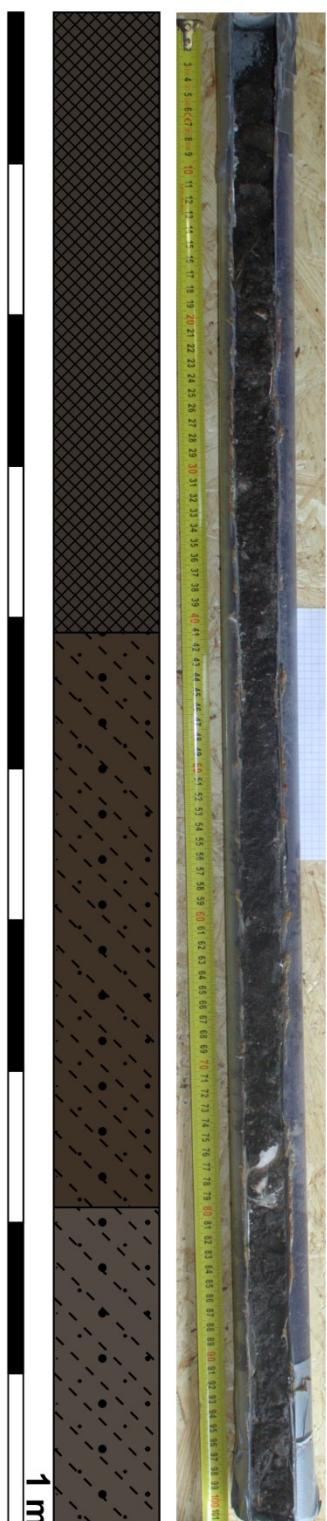


Abb. 43: Bohrkern 2017/3, Kreisgrabenanlage, Äußerer Graben, Meter 2 – 3

2018/4 - Kreisgrabenanlage, Mittlerer Graben Meter 0 – 1



Tiefe (cm)	Farbe (Munsell)	Beschreibung
0 – 41	10 YR 2/1	Ah/p-Horizont, sandiger Silt mit Kies (ø ca. 1 cm) und Glimmer
41 – 79	10 YR 2/2	Sandiger Silt mit wenig Kies (ø ca. 0,5 cm) und Glimmer
79 – 100	10 YR 3/1	Sandiger Silt mit wenig Kies (ø ca. 0,5 cm)

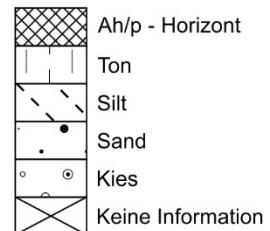
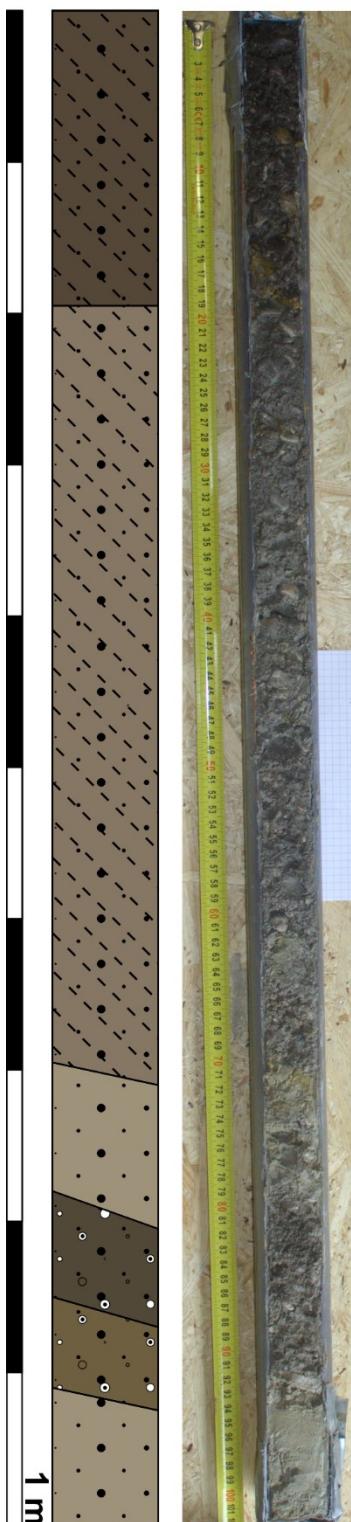


Abb. 44: Bohrkern 2018/4, Kreisgrabenanlage, Mittlerer Graben, Meter 0 – 1

2018/5 - Kreisgrabenanlage, Mittlerer Graben Meter 1 – 2



Tiefe (cm)	Farbe (Munsell)	Beschreibung
0 – 19,5	10 YR 3/2	sandiger Silt mit Kies (\varnothing ca. 0,5 cm), schlecht sortiert
19,5 – 69,5/71	10 YR 5/2	sandiger Silt mit Kies (\varnothing 0,5 – 3 cm)
69,5/71 – 78/80,5	2.5 Y 6/2	Feinsand mit Kies (\varnothing ca. 1 cm)
78/80,5 – 85/87	2.5 Y 3/2	Feinsand mit Kies (\varnothing 0,5 – 1 cm), schlecht sortiert
85/87 – 91/92,5	2.5 Y 4/3	Feinsand mit Kies (\varnothing 0,5 – 1 cm), schlecht sortiert
91/92,5 – 100	2.5 Y 6/2	Feinsand

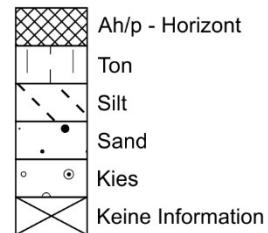


Abb. 45: Bohrkern 2018/5, Kreisgrabenanlage, Mittlerer Graben, Meter 1 – 2

2018/6 - Kreisgrabenanlage, Mittlerer Graben Meter 2 – 3

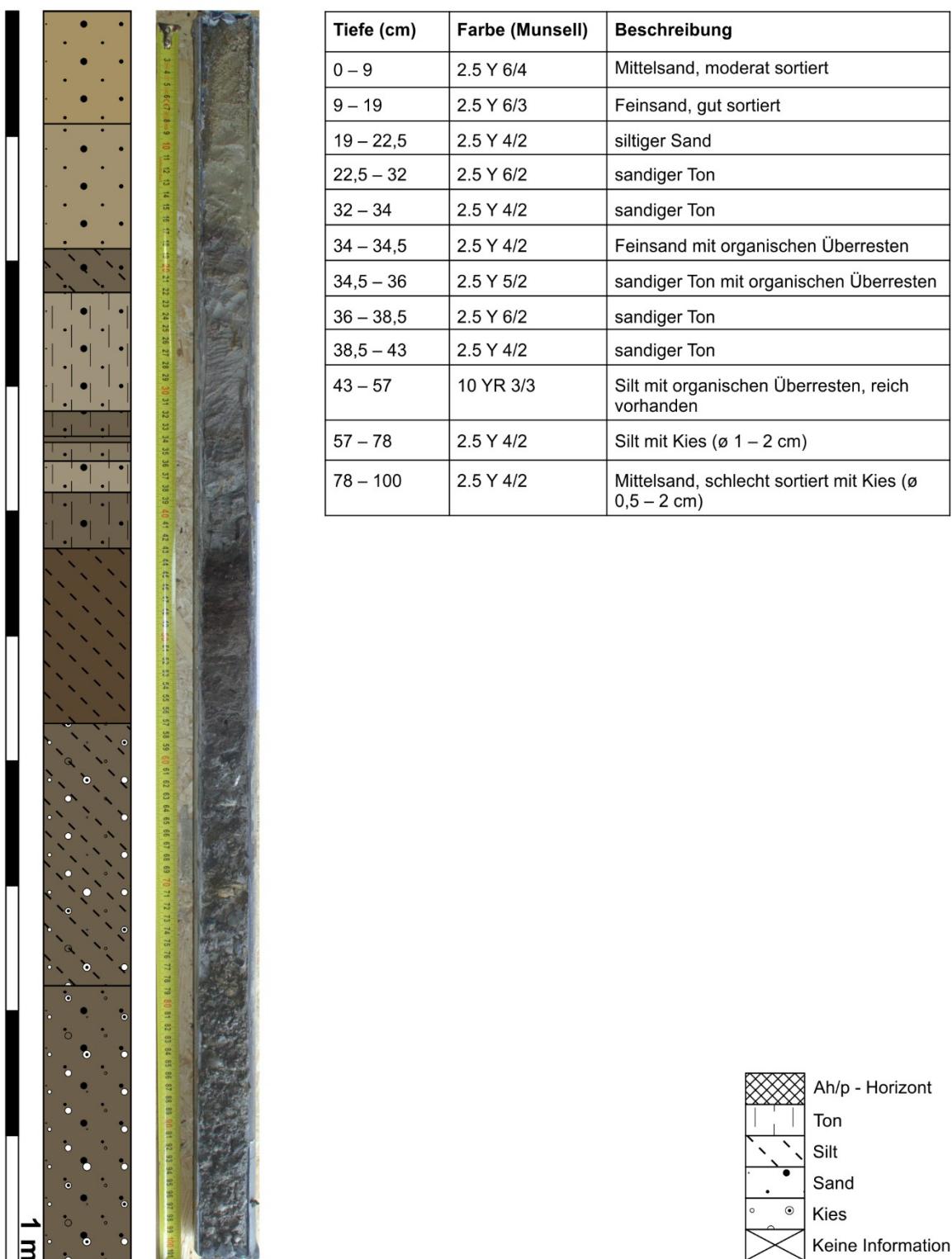


Abb. 46: Bohrkern 2018/6, Kreisgrabenanlage, Mittlerer Graben, Meter 2 – 3

2018/7 - Kreisgrabenanlage, Mittlerer Graben Meter 3 – 4

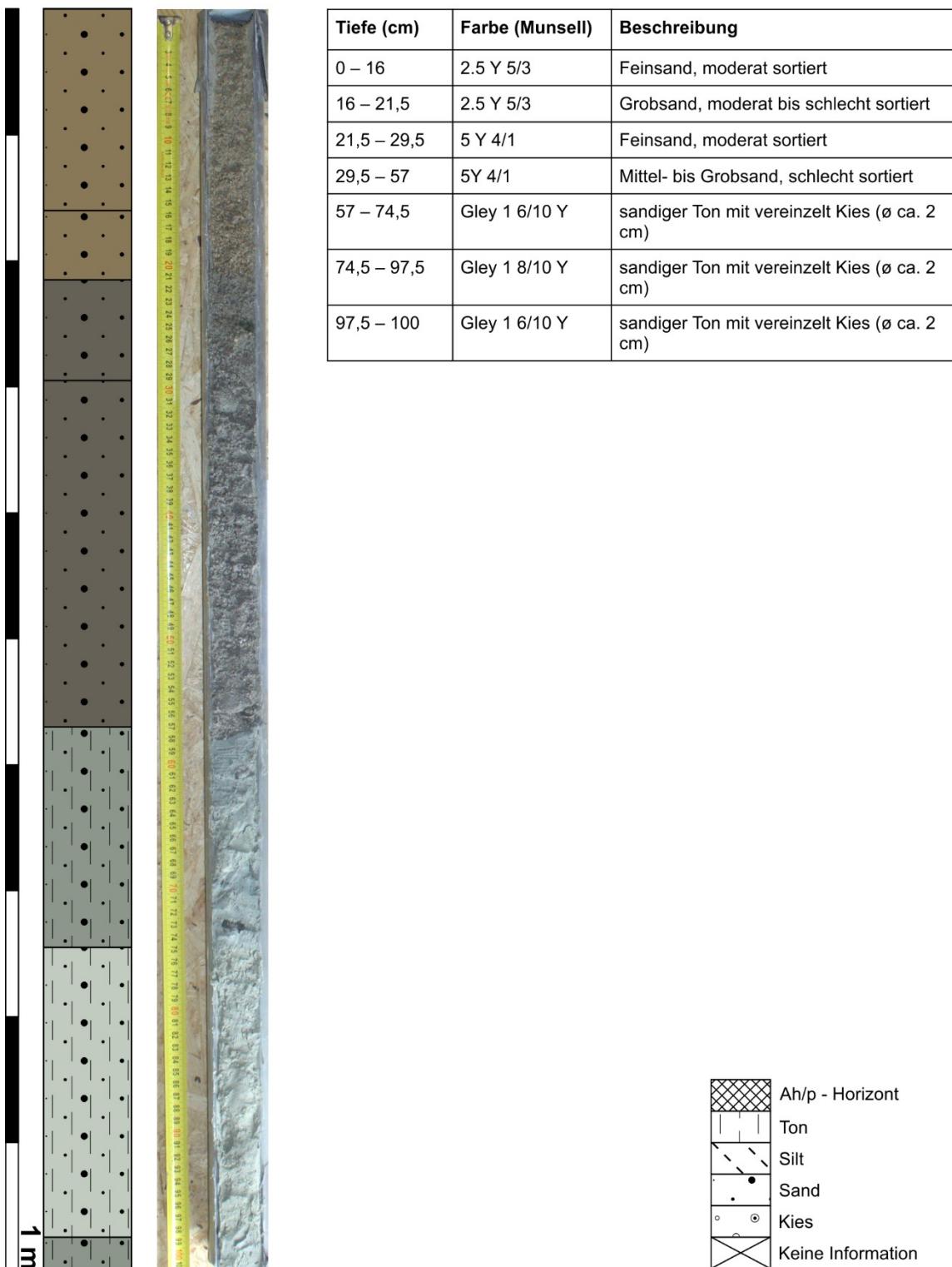


Abb. 47: Bohrkern 2018/7, Kreisgrabenanlage, Mittlerer Graben, Meter 3 – 4

2018/8 - Kreisgrabenanlage, Innerer Graben Meter 0 – 1

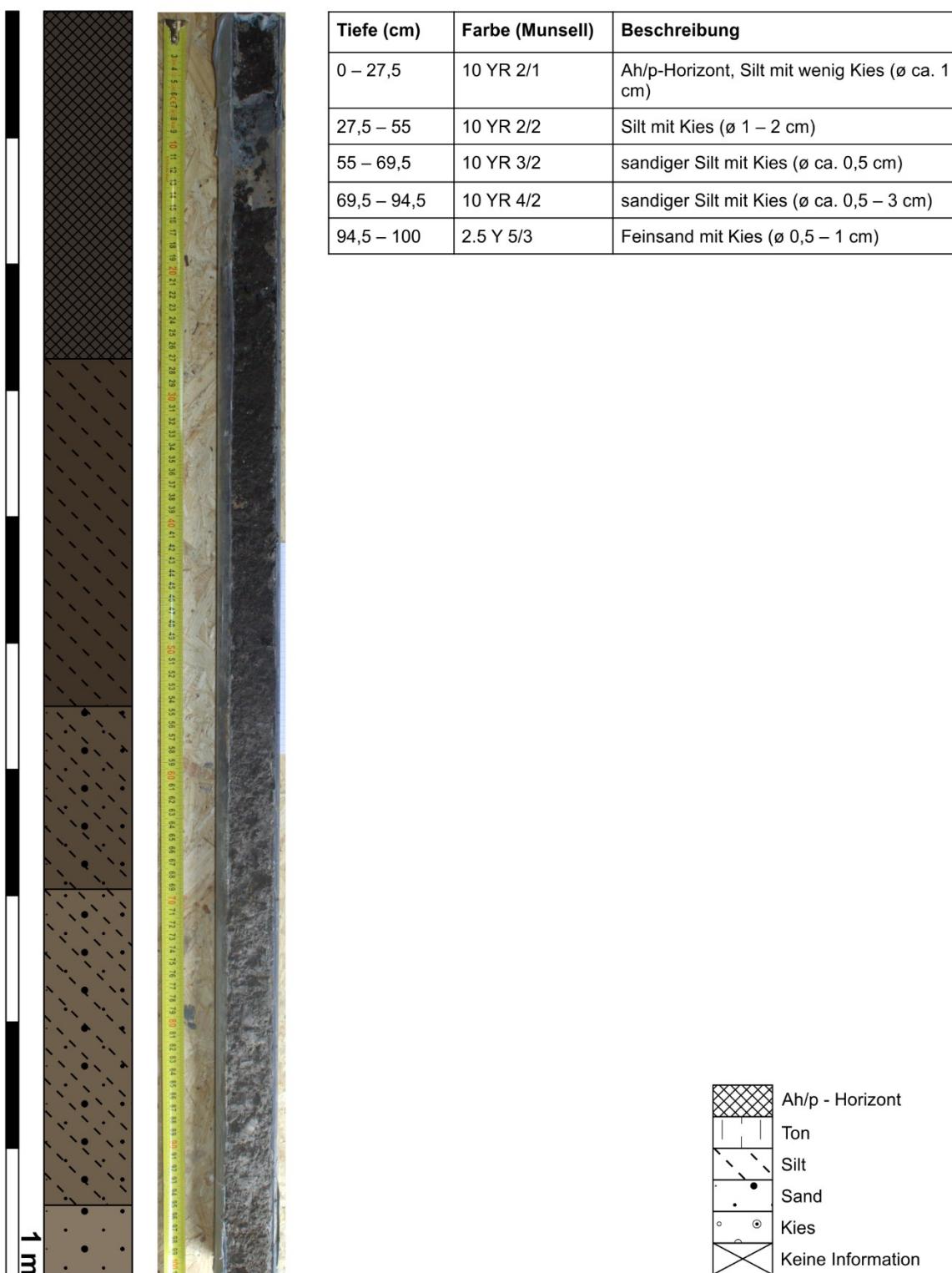
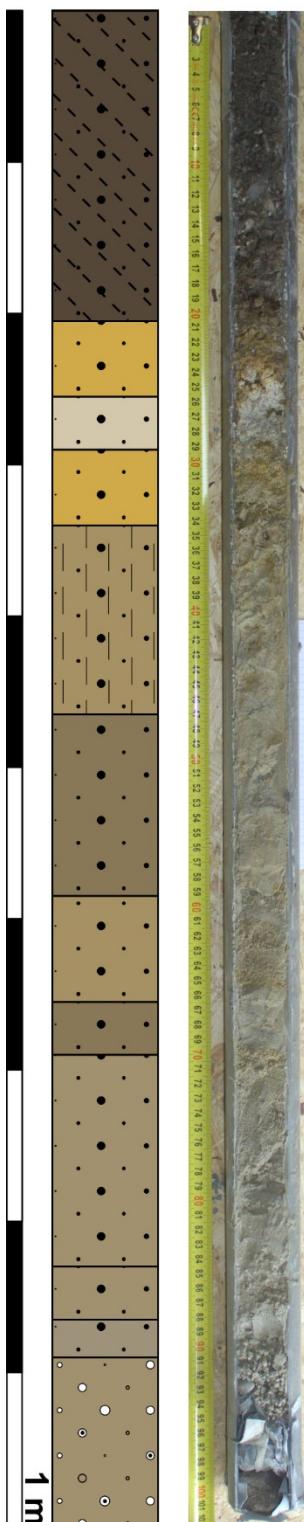


Abb. 48: Bohrkern 2018/8, Kreisgrabenanlage, Innerer Graben, Meter 0 – 1

2018/9 - Kreisgrabenanlage, Innerer Graben Meter 1 – 2



Tiefe (cm)	Farbe (Munsell)	Beschreibung
0 – 20,5	10 YR 3/2	siltiger Sand mit Kies (ø ca. 0,5 – 2 cm)
20,5 – 25,5	2,5 Y 7/8	Feinsand, gut sortiert mit wenig Kies (ø ca. 0,5 cm)
25,5 – 29	2,5 Y 8/2	Fein- bis Mittelsand mit gut sortiertem Kies (ø ca. 1 cm), Kalkausfällung
29 – 34	2,5 Y 7/8	Feinsand, gut sortiert mit wenig Kies (ø ca. 0,5 cm)
34 – 46,5	2,5 Y 6/4	sandiger Ton
46,5 – 58,5	2,5 Y 5/3	Feinsand, sehr gut sortiert, Bänderungen aus Ton
58,5 – 65,5	2,5 Y 6/4	Mittelsand, gut sortiert
65,5 – 69	2,5 Y 5/3	Feinsand, sehr gut sortiert, Bänderungen aus Ton
69 – 83	2,5 Y 6/3	Feinsand, gut sortiert
83 – 86,5	2,5 Y 6/3	Grobsand moderat sortiert
86,5 – 89	2,5 Y 6/2	Feinsand, gut sortiert, Bänderungen aus Ton
89 – 100	2,5 Y 6/3	Grobsand bis Feinkies, arm sortiert mit Kies (ø ca. 0,1 – 1 cm)

Abb. 49: Bohrkern 2018/9, Kreisgrabenanlage, Innerer Graben, Meter 1 – 2

2018/10 - Kreisgrabenanlage, Innerer Graben Meter 2 – 3

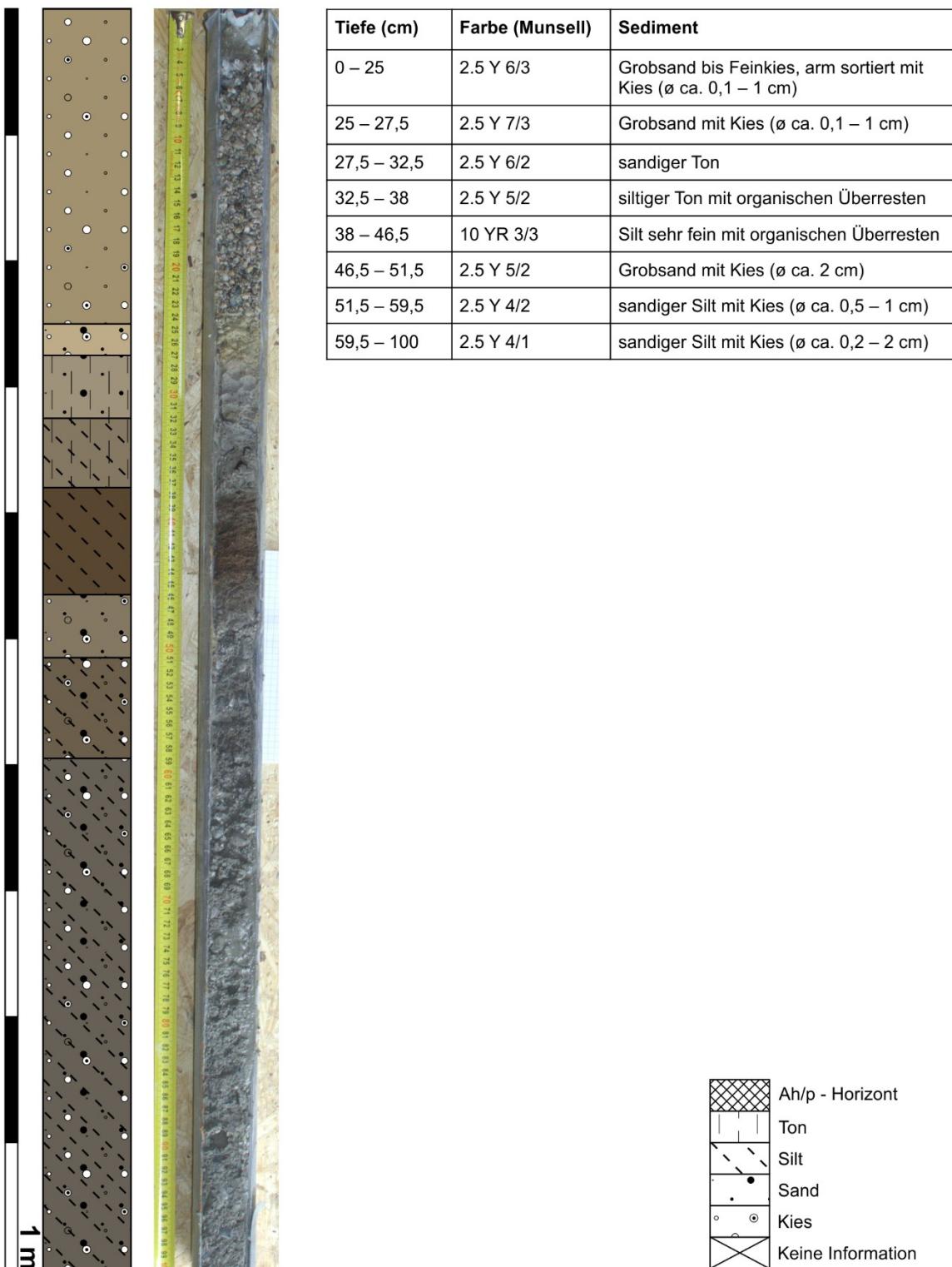


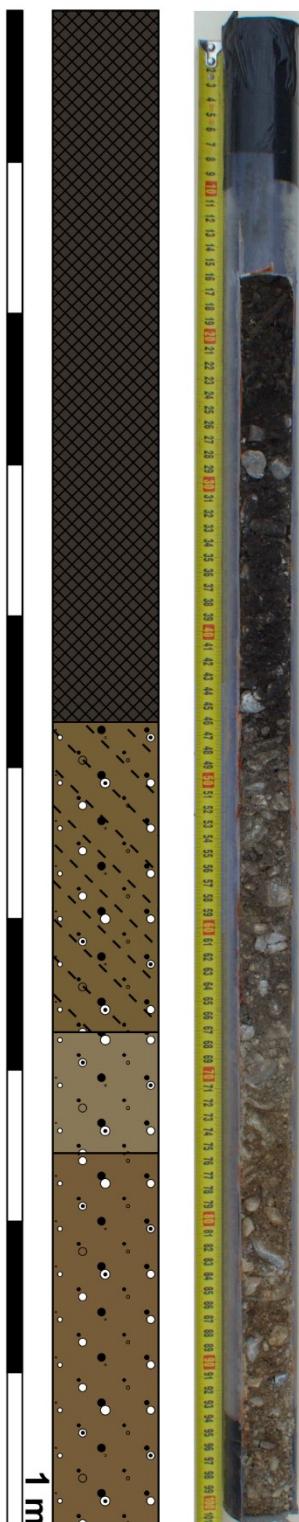
Abb. 50: Bohrkern 2018/10, Kreisgrabenanlage, Innerer Graben, Meter 2 – 3

2017/11 - Kreisgrabenanlage, Innere Palisadenwand Meter 0 – 1



Abb. 51: Bohrkern 2017/11, Kreisgrabenanlage, Innere Palisadenwand, Meter 0 – 1

2017/12 - Kreisgrabenanlage, Äußere Palisadenwand Meter 0 – 1



Tiefe (cm)	Farbe (Munsell)	Beschreibung
0 – 47	10 YR 2/1	Ah/p-Horizont, sandiger Silt mit Kies (\varnothing ca. 2 cm)
47 – 67,5	2.5 Y 4/4	sandiger Silt mit Kies (\varnothing 0,5 – 2 cm)
67,5 – 70,5	2.5 Y 5/3	Kies, schlecht sortiert
70,5 – 100	10 YR 4/1	Kies, schlecht sortiert

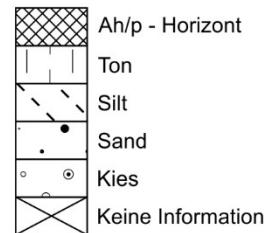


Abb. 52: Bohrkern 2017/12, Kreisgrabenanlage, Äußere Palisadenwand, Meter 0 – 1

2017/13 - Haus 1, Außenbereich Meter 0 – 1

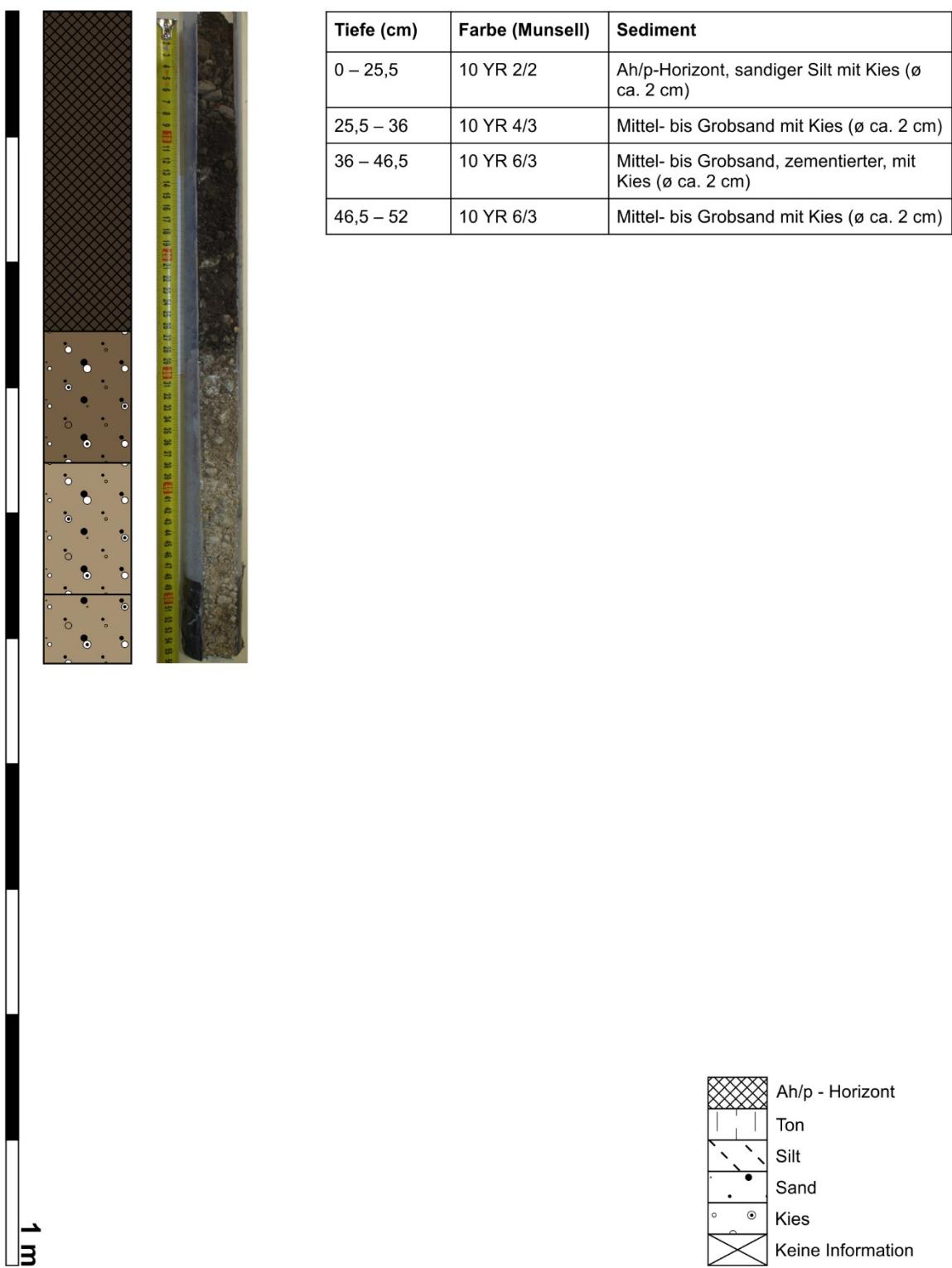


Abb. 53: Bohrkern 2017/13, Haus 1, Außenbereich, Meter 0 – 1

2017/14 - Haus 1, Innenbereich Meter 0 – 1

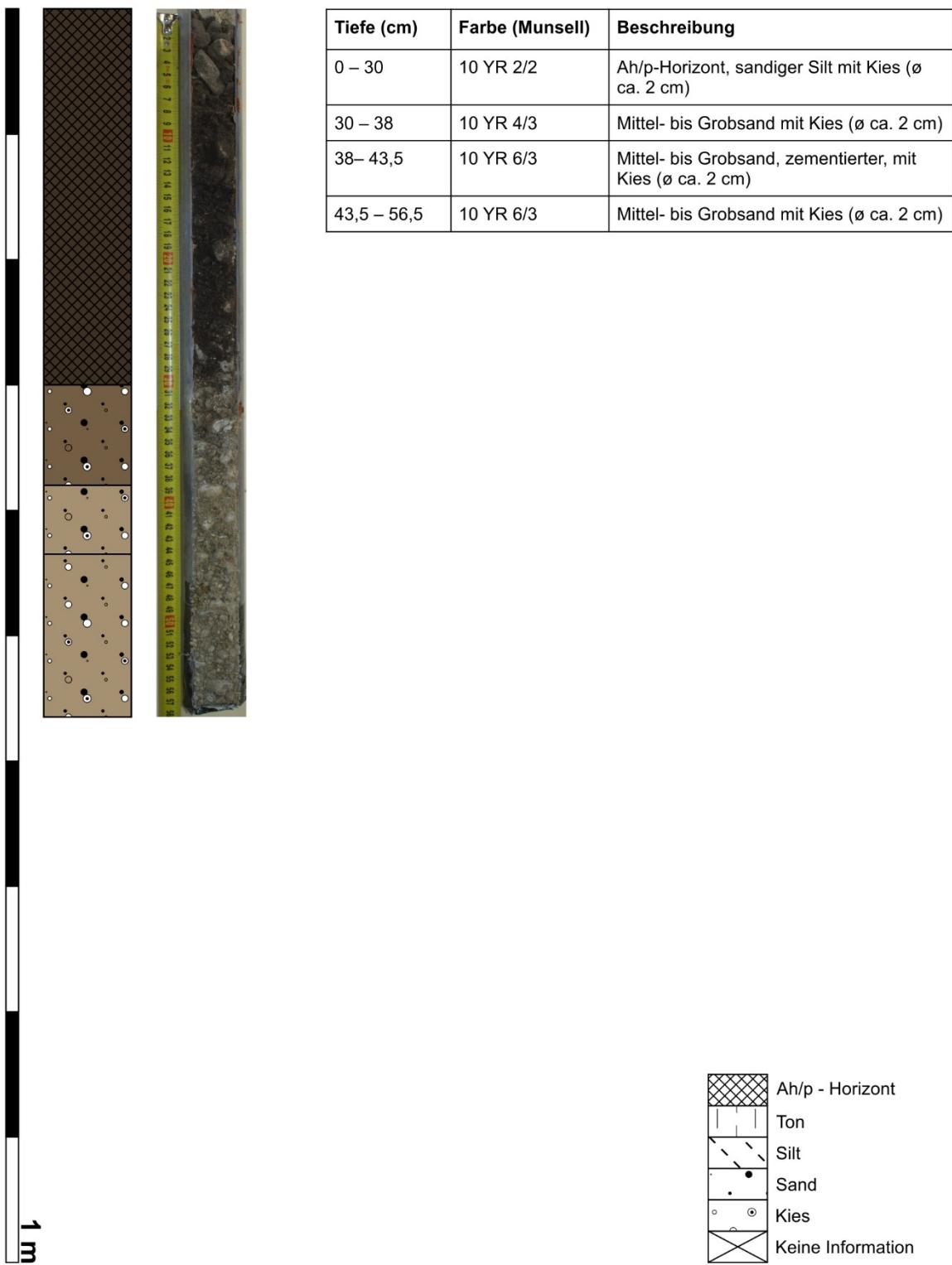
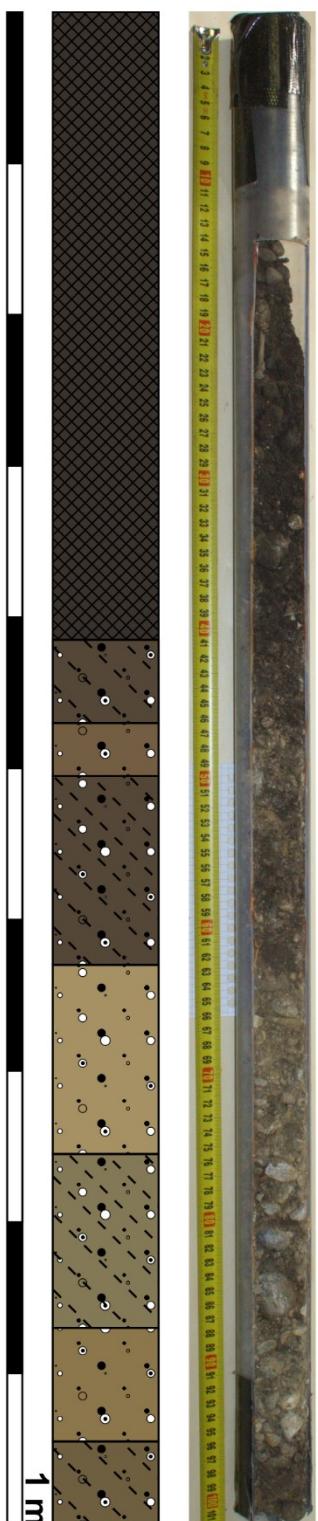


Abb. 54: Bohrkern 2017/14, Haus 1, Innenbereich, Meter 0 – 1

2017/15: Haus 1, Pfostenloch der westlichen Längsseite Meter 0 – 1



Tiefe (cm)	Farbe (Munsell)	Beschreibung
0 – 41,5	10 YR 2/1	Ah/p-Horizont, sandiger Silt mit Kies (\varnothing ca. 2 cm)
41,5 – 47	10 YR 3/2	Sandiger Silt mit Kies (\varnothing ca. 2 cm)
47 – 50,5	10 YR 4/3	Feinsand mit Kies (\varnothing ca. 2 cm)
50,5 – 63	10 YR 3/2	Sandiger Silt mit Kies (\varnothing ca. 2 cm)
63 – 75,5	2,5 Y 6/4	Feinsand mit Kies (\varnothing ca. 2 cm)
75,5 – 87	2,5 Y 5/3	Sandiger Silt mit Kies (\varnothing ca. 2-5 cm)
87 – 94,5	2,5 Y 5/4	Feinsand mit Kies (\varnothing ca. 2 cm)
94,5 – 100	2,5 Y 4/3	Sandiger Silt mit Kies (\varnothing ca. 2 cm)

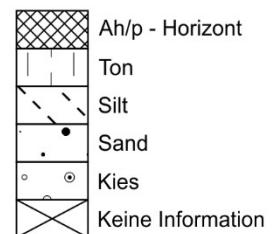


Abb. 55: Bohrkern 2017/15, Haus 1, Pfostenloch der westlichen Längsseite, Meter 0 – 1

2017/16 - Haus 1, Zentrales Pfostenloch Meter 0 – 1



Abb. 56: Bohrkern 2017/16, Haus 1, Zentrales Pfostenloch, Meter 0 – 1

2018/17 - Haus 1, Südwestliches Pfostenloch Meter 0 – 1

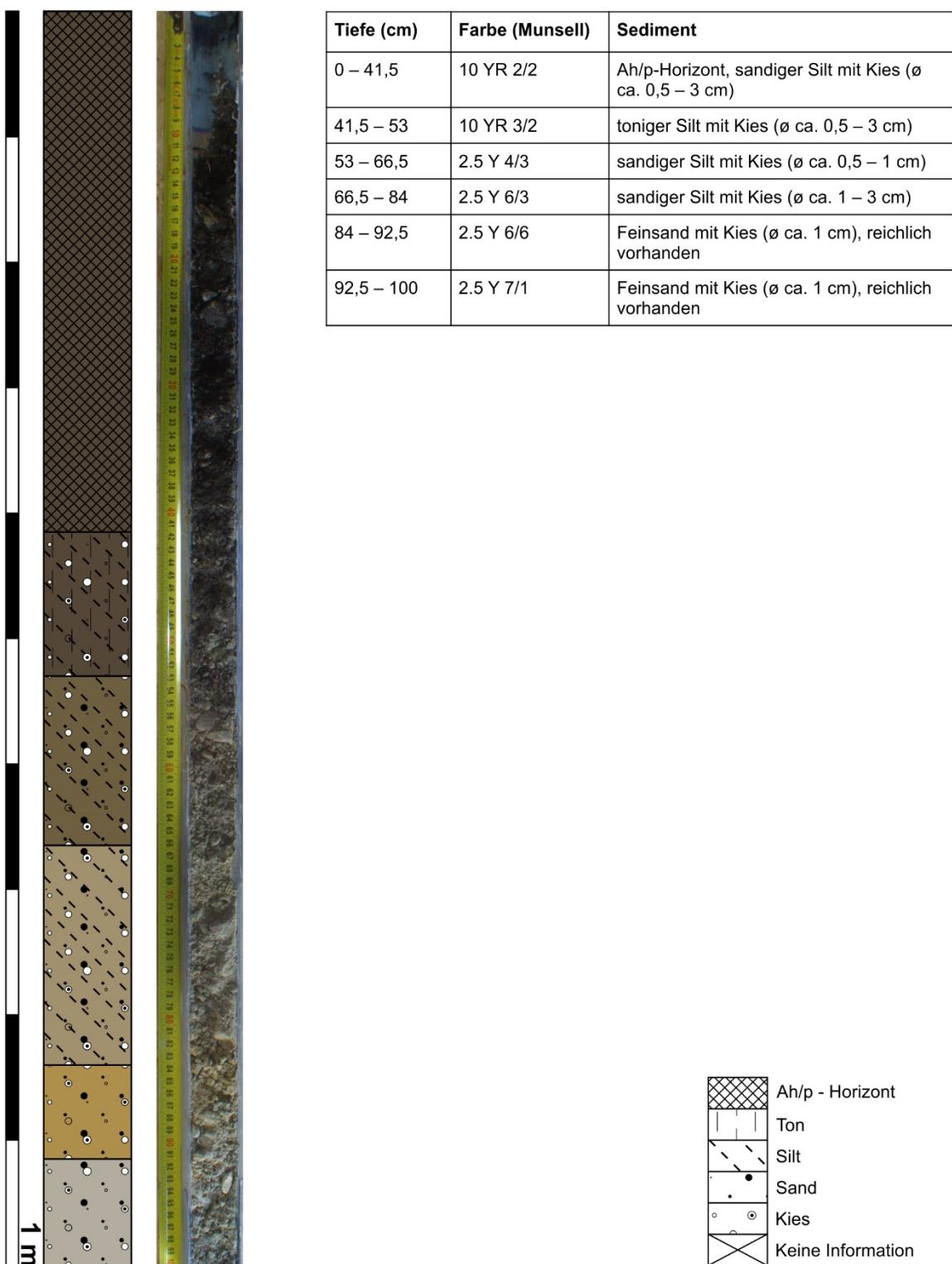


Abb. 57: Bohrkern 2018/17, Haus 1, Südwestliches Pfostenloch, Meter 0 – 1

2018/18 - Haus 2, Zentrales Pfostenloch Meter 0 – 1

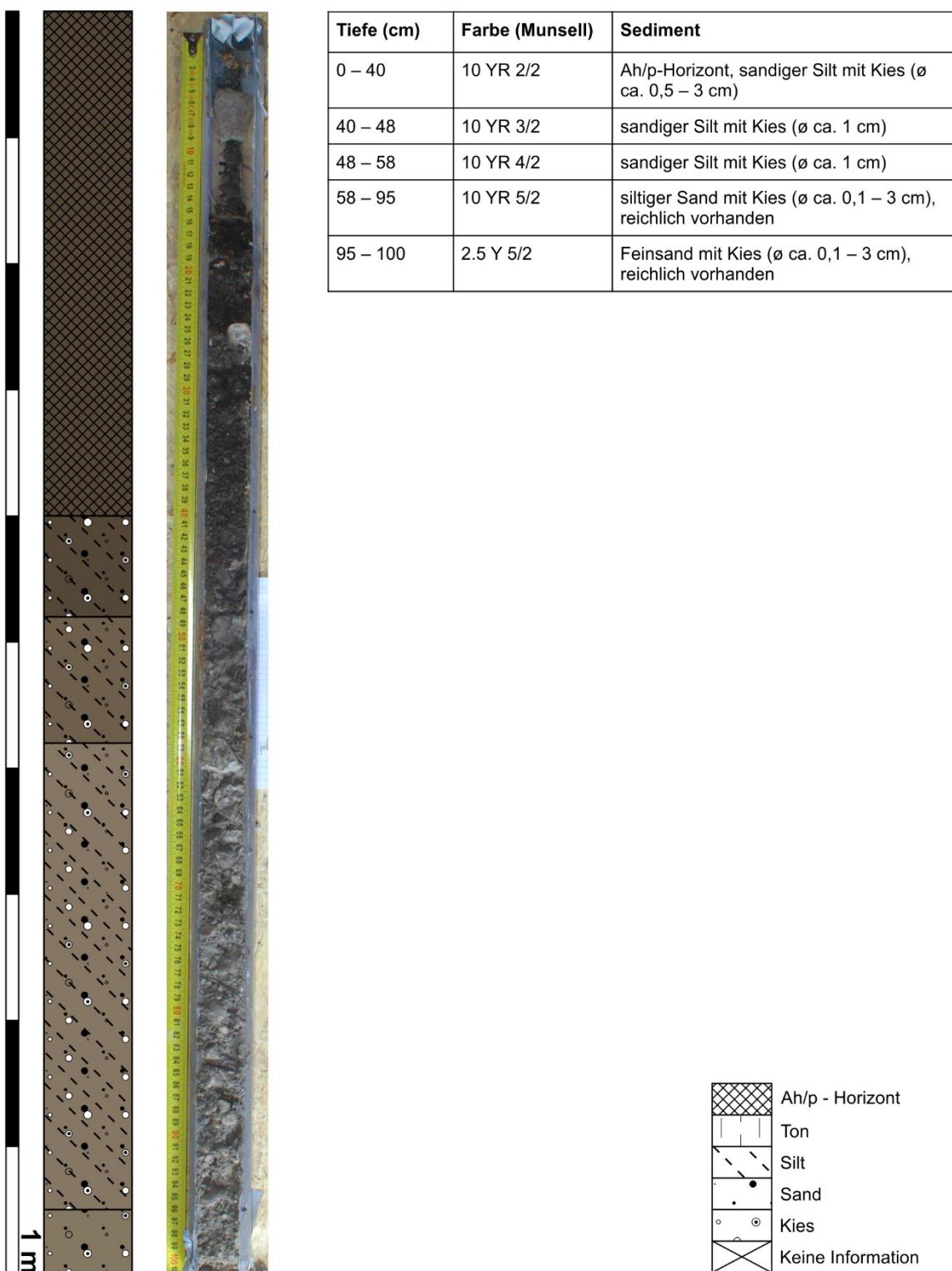


Abb. 58: Bohrkern 2018/18, Haus 2, Zentrales Pfostenloch, Meter 0 – 1

Literaturverzeichnis

- Ahnert, F., 2015. Einführung in die Geomorphologie, 4. Auflage, UTB, Stuttgart.
- Aitken, M.J., 1998. Introduction to optical dating: the dating of Quaternary sediments by the use of photon-stimulated luminescence, Oxford University Press, New York.
- Aitken, M.J., 2014. Science-based dating in archaeology, Routledge, London und New York.
- Anderson, R.S., Homola, R.L., Davis, R.B., Jacobson Jr, G.L., 1984. Fossil remains of the mycorrhizal fungal *Glomus fasciculatum* complex in postglacial lake sediments from Maine, Canadian Journal of Botany 62, 2325-2328.
- Becker, H., 1987. Das mittelneolithische Grabenrondell von Schmiedorf, Das Archäologische Jahr in Bayern 1986 1987, 37-40.
- Becker, H., 1990. Mittelneolithische Kreisgrabenanlagen in Niederbayern und ihre Interpretation auf Grund von Luftbildern und Bodenmagnetik, Vorträge des 8. Niederbayerischen Archäologentages 139, 139-176.
- Becker, H., Braasch, O., Hodgson, J., 1986. Prospektion des mittelneolithischen Grabenrondells bei Viecht, Gemeinde Eching, Landkreis Landshut, Niederbayern, Das archäologische Jahr in Bayern 1985 1986, 38-40.
- Bertemes, F., Northe, A., Schmotz, K., 2007. Der Kreisgraben von Goseck, ein Beitrag zum Verständnis früher monumentalier Kultbauten Mitteleuropas, Vorträge des des 25. Niederbayerischen Archäologentages 25, 137-168.
- Bertók, G., Gáti, C., 2011. Neue Angaben zur spätneolithischen Siedlungsstruktur in Südosttransdanubien, Acta Archaeologica 62, 1-28.
- Bieringer, G., Sauberer, N., 2001. Der Naturraum Steinfeld, Stapfia 77, 9-27.
- Bork, H.-R., 1998. Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa: Wirkungen des Menschen auf Landschaften, Klett-Perthes, Gotha.
- Bork, H.-R., Ahrendt, I., 2006. Landschaften der Erde unter dem Einfluss des Menschen, Primus-Verlag, Darmstadt.
- Bork, H., Schmidtchen, G., Dotterweich, M., 2003. Bodenbildung, Bodenerosion und Reliefentwicklung im Mittel- und Jungholozän Deutschlands, Deutsche Akademie für Landeskunde, Flensburg.
- Brown, A.G., Brown, A.G., Brown, T., Brown, A., 1997. Alluvial geoarchaeology: floodplain archaeology and environmental change, Cambridge University Press, Cambridge.

Brückner, H., Vött, A., 2007. Geoarchäologie—eine interdisziplinäre Wissenschaft par excellence, in: Kulke, E., Popp, H. (Eds.), Umgang mit Risiken, Katastrophen, Destabilisierung, Sicherheit, Deutscher Geographentag, Bayreuth, pp. 181–202.

Bujna, J., Romsauer, P., 1986. Siedlung und Kreisanlage der Lengyeler Kultur in Bučany, Internationales Symposium über die Lengyel-Kultur, Nitra, pp. 27-35.

Butzer, K.W., 1982. Archaeology as human ecology: method and theory for a contextual approach, Cambridge University Press, Cambridge.

Canti, M., Meddens, F., 1998. Mechanical coring as an aid to archaeological projects, Journal of field archaeology 25, 97-105.

Christlein, R., Schmotz, K., 1977. Zur Kenntnis des jungsteinzeitlichen Grabenwerks von Kothingeichendorf, Jahresbericht des Historischen Vereins für Straubing und Umgebung Straubing 80, 43-56.

Conyers, L.B., 2013. Ground-penetrating radar for archaeology, Altamira Press, Lanham.

Conyers, L.B., 2016. Interpreting ground-penetrating radar for archaeology, Routledge, London und New York.

Daim, F., Neubauer, W., 2005. Zeitreise Heldenberg. Geheimnisvolle Kreisgräben. Niederösterreichische Landesausstellung 2005.

Doneus, M., 2001. Die Keramik der mittelneolithischen Kreisgrabenanlage von Kamegg, Niederösterreich, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.

Doneus, M., 2005. Entdeckungen aus der Luft, in: Daim, F., Neubauer, W. (Eds.), Zeitreise Heldenberg. Geheimnisvolle Kreisgräben. Niederösterreichische Landesausstellung, pp. 40-45.

Dotterweich, M., 2013. The history of human-induced soil erosion: Geomorphic legacies, early descriptions and research, and the development of soil conservation—A global synopsis, Geomorphology 201, 1-34.

Draganits, E., Preh, A., 2014. Römisches Gräberfeld von Halbturn: Überlegungen zum Volumen und Verwendungszweck der entnommenen Erde aus den Begrenzungsgräbchen der Grabgärten, Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums 122, 277-297.

Eder-Hinterleitner, C., Einwögerer, T., Neubauer, W., 2005. Grundlagen für eine Rekonstruktion.—Die Kreisgrabenanlage Schletz, in: Daim, F., Neubauer, W. (Eds.), Zeitreise Heldenberg. Geheimnisvolle Kreisgräben. Niederösterreichische Landesausstellung, pp. 85-92.

Einwögerer, T., 2013. Altsteinzeit, in: Pieler, F. (Ed.), Geschichte aus dem Boden: Archäologie im Waldviertel, Waldviertler Heimatbund, Horn - Waidhofen an der Thaya, pp. 73-117.

Erdtman, G., 1960. The acetolysis method-a revised description, *Sven Bot Tidskr* 54, 516-564.

Faegri, K., Kaland, P.E., Krzywinski, K., 1989. Textbook of pollen analysis, John Wiley & Sons Ltd., Chichester.

Fera, M., Rachbauer, O., Neubauer, W., 2004. Steinabrunn, Fundberichte aus Österreich 43, 828-832.

French, C., 2015. A handbook of geoarchaeological approaches to settlement sites and landscapes, Oxbow Books, Barnsley.

Geyh, M.A., 2005. Handbuch der physikalischen und chemischen Altersbestimmung, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

Goldberg, P., Macphail, R.I., 2008. Practical and theoretical geoarchaeology, Blackwell publishing.

Harris, E.C., 1979. Principles of archaeological stratigraphy, Academic Press.

Haupt, P., 2012. Landschaftsarchäologie, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

Hinterleitner, A., Löcker, K., Neubauer, W., 2010. Katalog Mittelneolithische Kreisgrabenanlagen, in: Melichar, P., Neubauer, W. (Eds.), Mittelneolithische Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, pp. 168-415.

Jacomet, S., Kreuz, A., 1999. Archäobotanik: Aufgaben, Methoden und Ergebnisse vegetations-und agrargeschichtlicher Forschung, Eugen Ulmer, Stuttgart.

Karkanas, P., Goldberg, P., 2018. Reconstructing archaeological sites: Understanding the geoarchaeological matrix, John Wiley & Sons.

Kinne, A., 2013. Tabellen und Tafeln zur Grabungstechnik, 7. überarbeitete und erweiterte Auflage, Dresden.

Kovárník, J., 1984. Zur Frage der Verbreitung der Kreisgräben in der Kultur mit mährischer bemalter Keramik im Kreise Znojmo, II. Internationales Symposium über die Lengyel-Kultur, Nitra–Nové Vozokany.

Kundera, L., Zdenek, M., 1999. Bulhary, okr. Breclav, in: Podborský, V. (Ed.), Praveká sociokultovní architektura na Morave (Primeval socio-ritual architecture in Moravia), Ústav archeologie a muzeologie filozofické fakulty Masarykovy univerzity v Brne, Brno, pp. 41-55.

Kuzma, I., 2005. Kruhové priekopové útvary na Slovensku-aktuálny stav, Otázky neolitu a eneolitu našich krajín– 2004. Nitra, 185-223.

Kuzma, I., Tirpák, J., 2001. Štvornásobný rondel v Cíferi, okr. Trnava, Ve službách archeologie 3, 205-210.

Latalowa, M., Borówka, R.K., 2006. The Allerød/Younger Dryas transition in Wolin Island, northwest Poland, as reflected by pollen, macrofossils, and chemical content of an organic layer separating two aeolian series, *Vegetation History and Archaeobotany* 15, 321-331.

Leckebusch, J., 2001. Die Anwendung des Bodenradars (GPR) in der archäologischen Prospektion: 3D-Visualisierung und Interpretation, Leidorf, Rahden.

Lenneis, E., 1995. Altneolithikum: Die Bandkeramik, in: Lenneis, E., Neugebauer-Maresch, C., Ruttakay, E., Mayer, C., Neugebauer, J.-W., Stadler, P. (Eds.), *Jungsteinzeit im Osten Österreichs*, Niederösterreichisches Pressehaus, St. Pölten-Wien, pp. 11-56.

Lenneis, E., Rammer, E., 2017. Häuser, in: Lenneis, E. (Ed.), *Erste Bauerndörfer - Älteste Kultbauten*, Verlag der österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, pp. 270-275.

Literski, N., Nebelsick, L., 2012. Katalog der Kreisgrabenanlagen und verwandten Tells der ersten Hälfte des 5. Jt. v. Chr in Mittel- und Südeuropa., in: Bertemes, F., Meller, H. (Eds.), *Neolithic Circular Enclosures in Europe*, Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Halle (Saale), pp. 433-532.

Lobisser, W., Neubauer, W., 2005. Wiederaufbau einer Kreisgrabenanlage, *Zeitreise Heldenberg. Geheimnisvolle Kreisgräben*. Niederösterreichische Landesausstellung, pp. 95-101.

Loishandl-Weisz, H., 2006. Die Verfüllungsmechanismen eines Spitzgrabens am Beispiel der mittelneolithischen Kreisgrabenanlage Steinabrunn, Fakultät für Geowissenschaften, Geographie und Astronomie der Universität Wien, Universität Wien, Wien.

Loishandl-Weisz, H., Peticzka, R., 2005. Vom Winde verweht–Die Sedimente und Böden im Verbreitungsgebiet der niederösterreichischen Kreisgrabenanlagen, *Zeitreise Heldenberg. Geheimnisvolle Kreisgräben*. Niederösterreichische Landesausstellung, 143-145.

Loishandl-Weisz, H., Peticzka, R., 2007. Die Verfüllungsmechanismen des Spitzgrabens der mittelneolithischen Kreisgrabenanlage Steinabrunn, Niederösterreich, *Archaeologia Austriaca*, 141-161.

Lyell, C., 1863. *The geological evidences of the antiquity of man: with remarks on theories of the origin of species by variation*, J. Murray, London.

Macphail, R.I., Goldberg, P., 2017. *Applied Soils and Micromorphology in Archaeology*, Cambridge University Press, Cambridge.

Meyer, M., Raetzel-Fabian, D., 2006. Neolithische Grabenwerke in Mitteleuropa. Ein Überblick, *Journal of Neolithic Archaeology*.

Murphy, R., Owens, W.W., 1973. The use of special coring and logging procedures for defining reservoir residual oil saturations, *Journal of Petroleum Technology* 25, 841-850.

Němejcová-Pavúková, V., 1986. Vorbericht über die Ergebnisse der systematischen Grabung in Svodín in den Jahren 1971-1983, *Slovenska archeológia* 34, 133-176.

Němejcová-Pavúková, V., 1995. Svodín: Band I.: Zwei Kreisgrabenanlagen der Lengyel-Kultur, Katedra archeológie Filozofickej fakulty UK.

Němejcová-Pavúková, V., 1986. Siedlung und Kreisgraben in Svodín, Internationales Symposium über die Lengyel-Kultur, Nitra.

Neubauer, W., 2010. Archäologische Auswertung der systematischen Prospektion, in: Melichar, P., Neubauer, W. (Eds.), *Mittelneolithische Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission*, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, pp. 56-135.

Neubauer, W., 2017. Kreisgrabenanlagen (4850/4750 - 4650/4500 BC), in: Lenneis, E. (Ed.), *Erste Bauerndörfer - Älteste Kultbauten*, Verlag der österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, pp. 276-297.

Neubauer, W., Eder-Hinterleitner, A., Melichar, P., Trnka, G., 1997. Geomagnetische Prospektion der dreifachen mittelneolithischen Kreisgrabenanlage Glaubendorf II, *Archaeologia austriaca* 81, 19-40.

Neubauer, W., Eder-Hinterleitner, A., Trnka, G., 2001. Die mittelneolithische Kreisgrabenanlage Schletz (ca. 4800–4500 v. Chr.), in: Daim, F., Kühtreiber, T. (Eds.), *Sein & Sinn/Burg und Mensch. Niederösterreichische Landesausstellung*, pp. 174-178.

Neubauer, W., Melichar, P., 2005. Die Kreisgrabenanlagen in Österreich, in: Daim, F., Neubauer, W. (Eds.), *Zeitreise Heldenberg. Geheimnisvolle Kreisgräben. Niederösterreichische Landesausstellung*, pp. 241-245.

Neugebauer-Maresch, C., 1995. Mittelneolithikum: Die Bemaltkeramik, in: Lenneis, E., Neugebauer-Maresch, C., Ruttkay, E., Mayer, C., Neugebauer, J.-W., Stadler, P. (Eds.), *Jungsteinzeit im Osten Österreichs*, Niederösterreichisches Pressehaus, St. Pölten-Wien, pp. 57-107.

Neugebauer-Maresch, C., Antl-Weiser, W., Rabeder, G., Verginis, S., 1995. Altsteinzeit im Osten Österreichs, Niederösterreichisches Pressehaus, St. Pölten-Wien.

Neugebauer-Maresch, C., Neugebauer, J.-W., Groszschnitt, K., Randl, U., Seemann, R., 2001. Die Gräbergruppe von Beginn der Bemaltkeramik im Zentrum der Kreisgrabenanlage Friebriz-Süd, Niederösterreich, *Preistoria alpina*, 188-253.

Neugebauer-Maresch, C., Ruttkay, E., 1995. Jungsteinzeit im Osten Österreichs, Niederösterreichisches Pressehaus, St. Pölten-Wien.

Neugebauer, J.-W., Neugebauer-Maresch, C., 1993. Fundberichte aus Österreich 32, 623-624.

Neugebauer, J.-W., Neugebauer-Maresch, C., Winkler, E.-M., Wilfing, H., 1983. Die doppelte mittelneolithische Kreisgrabenanlage von Friebrizt, NO. Vorbericht über die Rettungsgrabungen der Abteilung für Bodendenkmale des Bundesdenkmalamtes in den Jahren 1979, 1981-1983, Fundberichte aus Österreich 22, 87-112.

Nikitsch, R., 1985. Kreisgrabenanlagen in Österreich (unpubl. Dissertation), Institut für Ur- und Frühgeschichte, Universität Wien, Wien.

Pavlu, I., 1982. Die neolithischen Kreisgrabenanlagen in Böhmen, Archeologické Rozhledy Praha 34, 176-189.

Pavlu, I., 1983-1984. Neolithische Grabenanlagen in Böhmen anhand neuerer Forschungen, Mitteilungen der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Ur und Frühgeschichte (MUAG), 73-88.

Pertlwieser, M., 2001. Das kreisförmige Gehege. Ein Beitrag zur Diskussion über die Funktion mittelneolithischer Kreisgrabenanlagen, in: Daim, F., Kühtreiber, T. (Eds.), Sein & Sinn/Burg und Mensch, Katalog NÖ Landesaustellung 2001, pp. 182-184.

Petrasch, J., 1985. Rettungsgrabung in der mittelneolithischen Kreisgrabenanlage bei Künzing-Unternberg, Das archäologische Jahr in Bayern 1985, 40-43.

Petrasch, J., 1987. Vorbericht über die Untersuchungen in der mittelneolithischen Kreisgrabenanlage bei Künzing-Unternberg, Lkr. Deggendorf, in: Engelhart, B., Schmotz, K. (Eds.), Vorträge des 5. Niederbayerischen Archäologentages, Buch am Erlbach, Leidorf, pp. 24-39.

Petrasch, J., 1990. Mittelneolithische Kreisgrabenanlagen in Mitteleuropa, Bericht der Römisch-Germanischen Kommission 71, 407-564.

Petrasch, J., Kromer, B., 1989. Aussagemöglichkeiten von 14C-Daten zur Verfüllungsgeschichte prähistorischer Gräben am Beispiel der mittelneolithischen Kreisgrabenanlage von Künzing-Unternberg, Ldkr. Deggendorf, Archäologisches Korrespondenzblatt 19, 231-238.

Podborsky, V., 1988. Tesetice-Kyjovice 4, Rondel osady lidu s moiravskou malovanou keramikou (Těšetice—^ Kyjovice 4, Das Rondell der Niederlassung des Volkes-mit mährischer bemalter Keramik), Universita J.E. Purkyne v Brne.

Podborský, V., 1973–1974. Šest let terénního archeologického výzkumu neolitického a halštatského sídliště v „Sutnách“ u Těšetic-Kyjovic, Sborník prací Filozofické fakulty brněnské univerzity. E, Řada archeologicko-klasická 22-23, 5-33.

Podborský, V., 1976. Erkenntnisse aufgrund der bisherigen Ausgrabungen in der Siedlung mit mährischer bemalter Keramik bei Těšetice-Kyjovice, Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte 60, 129–148.

Podborský, V., 1983-1984. Die Kreisgrabenanlage zu Těšetice und ihre möglichen Parallelen, Mitteilungen der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Ur und Frühgeschichte (MUAG), 111-132.

Podborský, V., 1999. Pravěká sociokultovní architektura na Moravě. = Primeval socio-ritual architecture in Moravia, Ústav archeologie a muzeologie filozofické fakulty Masarykovy univerzity v Brně, 1999, Brno.

Raczky, P., Anders, A., Hajdú, Z., Nagy, E.-G., Daim, F., Neubauer, W., 2005. Zwischen Himmel und Erde—Polgár-Csőszhalom, eine Siedlung in Ostungarn, Zeitreise Heldenberg. Geheimnisvolle Kreisgräben. Katalog zur Niederösterreichischen Landesausstellung, pp. 203-209.

Raczky, P., Domoróczki, L., Hajdú, Z., 2007. The site of Polgár-Csőszhalom and its cultural and chronological connections with the Lengyel culture, The Lengyel, Polgár and related cultures in the Middle/Late Neolithic in Central Europe. Kraków, 49-70.

Rapp, G.R., Gifford, J.A., 1985. Archaeological geology, Yale University Press.

Rapp, G.R., Hill, C.L., 2006. Geoarchaeology: the earth-science approach to archaeological interpretation, Yale University Press.

Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Ramsey, C.B., Buck, C.E., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., 2013. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP, Radiocarbon 55, 1869-1887.

Renfrew, C., 1976. Archaeology and the earth sciences, Geoarchaeology: earth science and the past, 1-5.

Ries, M.-C., 2018. Analyses and interpretation of human-environment interactions at the lacustrine Neolithic settlement of Weyregg II, Lake Attersee, Upper Austria: palaeoecology and archaeology, Institut für Urgeschichte und Historische Archäologie, Universität Wien, Wien (unpubliziert).

Schappelwein, C., Trnka, G., 1995. Die frühlengyelzeitliche Kreisgrabenanlage von Strögen in Niederösterreich, Archaeologia austriaca 79, 63-168.

Schiffer, M.B., 1987. Formation processes of the archaeological record, University of Utah Press.

Stadler, P., Ruttkay, E., 2007. Absolute chronology of the Moravian-Eastern-Austrian Group (MOG) of the Painted Pottery (Lengyel-Culture) based on new radiocarbon dates from Austria, The Lengyel, Polgár and related cultures in the Middle/Late Neolithic in Central Europe. Kraków, 117-146.

Stafford, C.R., Creasman, S.D., 2002. The hidden record: Late Holocene landscapes and settlement archaeology in the Lower Ohio River Valley, Geoarchaeology: An International Journal 17, 117-140.

Stäuble, H., 2002. From the air and on the ground: two aspects of the same archaeology? Round and linear ditch systems in North-Western Saxony, Archeologické rozhledy 54, 301-313.

Stäuble, H., 2007. Mittelneolithische Kreisgrabenanlagen im Wandel der Zeit. Die sächsischen Beispiele, Vorträge des 25. Niederbayerischen Archäologentages, 169-184.

Stein, J.K., 1986. Coring archaeological sites, American Antiquity 51, 505-527.

Stein, J.K., Farrand, W.R., 2001. Sediments in archaeological context, University of Utah Press, Salt Lake City.

Strawn, D.G., Bohn, H.L., O'Connor, G.A., 2015. Soil chemistry, John Wiley & Sons.

Tichý, R., 1975-1976. Křepice-opevněná osada z období moravské malované keramiky na jižní Moravě, Sborník prací Filozofické fakulty brněnské univerzity. E, Řada archeologicko-klasická 24-25, 239-244.

Trinks, I., Hinterleitner, A., Neubauer, W., Nau, E., Löcker, K., Wallner, M., Gabler, M., Filzwieser, R., Wilding, J., Schiel, H., 2018. Large-area high-resolution ground-penetrating radar measurements for archaeological prospection, Archaeological Prospection 25, 171-195.

Trnka, G., 1984. Kamegg, Fundberichte aus Österreich 23, 229-230.

Trnka, G., 1991. Studien zu mittelneolithischen Kreisgrabenanlagen, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften Wien.

Trnka, G., 2012. Die Erforschung der mittelneolithischen Kreisgrabenanlage von Kamegg im nördlichen Niederösterreich, Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 8, 197-221.

Urban, O., 1980. Ein lengyelzeitlicher Hausgrundriss aus Wetzeleinsdorf, Mitteilungen der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Ur und Frühgeschichte (MUAG) 30, 11-23.

Verginis, S., 1986. Sedimentologische Untersuchungsmethoden und deren Anwendung und Auswertung am Beispiel zweier Profile bei Kamegg, Archaeologia Austriaca 70, 103-111.

Verginis, S., Grubner, E., 1995. Sedimentologisch-bodenkundliche Untersuchungen in Strögen, Niederösterreich, Archaeologia austriaca 79, 169-178.

Vogelsang, D., 2013. Geophysik an Altlasten: Leitfaden für Ingenieure, Naturwissenschaftler und Juristen, Springer-Verlag.

Wallner, M., Valdelomar, J.T., Trinks, I., Doneus, M., Neubauer, W., Schiel, H., Trausmuth, T., Vonkilch, A., Hinterleitner, A., 2017. Unique details on the structural elements of a Neolithic site in Velm, Lower Austria-the necessity of integrated prospection and visualization in archaeological prospection, 12th International Conference of Archaeological Prospection, pp. 270-272.

Waters, M.R., 1992. Principles of geoarchaeology: A North American perspective, University of Arizona Press.

Woldřích, J., 1886. Reste der neolithischen Ansiedlung Krp bei Repín, Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien 16, 72-96.

Zalai-Gaál, I., 1990. A neolitikus körárokrendserek kutatása a Dél-Dunántúlon (Die Erforschung der neolithischen Kreisgrabensysteme in SO-Transdanubien), ArchÉrt 117, 3-24.

Zeman, A., 1975. Kvartérně-geologický výzkum na lokalitě Těšetice-Kyjovice, Sborník prací Filozofické fakulty brněnské univerzity. E, Řada archeologicko-klasická 24-25.

Zimmermann, A., Kuper, R., 1977. Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 9; Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren. Die brandkeramischen Pfeilspitzen aus den Grabungen im Merzbachtal: Teil 1.[Text], Rheinland-Verlag.

Zotti, G., 2005. Kalenderbauten?—Zur astronomischen Ausrichtung der Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich, Zeitreise Heldenberg. Geheimnisvolle Kreisgräben. Katalog zur Niederösterreichischen Landesausstellung, pp. 75-79.

Zotti, G., 2017. Sonnen- oder talwärts? Die Orientierung der Zugänge der Kreisgrabenanlagen Niederösterreichs, in: Lenneis, E. (Ed.), Erste Bauerndörfer - Älteste Kultbauten, Verlag der österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, pp. 297-306.

Zotti, G., Neubauer, W., 2010. Astronomische Aspekte der Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich, in: Melichar, P., Neubauer, W. (Eds.), Mittelneolithische Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, pp. 136-167.

Zotti, G., Neubauer, W., 2011. Astronomical aspects of Kreisgrabenanlagen (Neolithic circular ditch systems)—an interdisciplinary approach, Proceedings of the International Astronomical Union 7, 349-356.