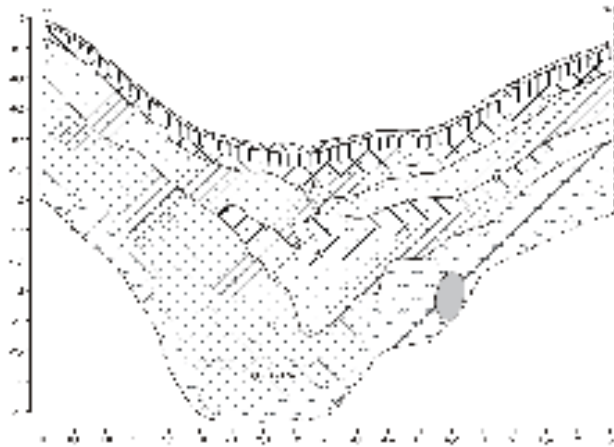

Langfristige Wirkungen der Landnutzung auf den Stoffhaushalt in der
Dithmarscher Geest seit dem Neolithikum



Stefan Reiß

Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde an der
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Dekan:	Prof. Dr. Grotemeyer
Referent:	Prof. Dr. Hans-Rudolf Bork
Korreferent:	Prof. Dr. Klaus Dierßen
Tag der mündlichen Prüfung:	07.06.2005

Gedruckt mit Genehmigung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	1
I. Kapitel: Einleitung	3
I.1. Einführung in die Thematik.....	3
I.2. Stand der Forschung.....	4
I.3. Forschungsfragen und Hypothesen.....	6
II. Kapitel: Methodik	10
II.1. Auswahl der Untersuchungsgebiete.....	10
II.1.1. Kriterien geeigneter Untersuchungsgebiete.....	10
II.1.2. Lage der Untersuchungsgebiete.....	10
II.2. Feldarbeiten.....	11
II.2.1. Vierdimensionale Landschaftsanalyse.....	11
II.2.2. Aufschlüsse und Bohrungen.....	11
II.3. Laborarbeiten.....	12
II.3.1. Textur.....	13
II.3.2. C- und N- Bestimmung, organische Bodensubstanz.....	14
II.3.3. Datierungen.....	15
II.4. Relief.....	16
II.5. Kartenauswertung.....	17
II.6. Bildquellen.....	18
II.7. Schriftliche Quellen.....	18
II.8. Erstellen von Stratigraphien.....	18
II.9. Erstellen von Phasenzeichnungen und Modellen der Siedlungslandschaften.....	18
II.10. Feststoffbilanzen.....	19
III. Kapitel: Untersuchungsraum	21
III.1. Topographie.....	21
III.2. Landnutzung.....	22
III.2.1. Beschreibung der oberirdischen Wassereinzugsgebiete.....	25
III.3. Geologie.....	27
III.4. Geomorphologie.....	28
III.5. Böden.....	29
III.6. Klima.....	32
III.7. Wasserhaushalt und Gewässer.....	32
IV. Kapitel: Ergebnisse	34
IV.1. Auswertung von Karten, Schrift- und Bildquellen.....	34

IV.1.1. Rekonstruktion der Landnutzung aus Karten und Luftbildern.....	34
IV.1.2. Rekonstruktion der Besiedlungsgeschichte, der Landnutzung und der Witterungsgeschichte aus archäologischen Quellen.....	36
IV.2. Flur Bredenhoop.....	49
IV.2.1. Ergebnisse der Feldarbeiten.....	49
IV.2.1.1. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Aufschlüsse.....	50
IV.2.1.2. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Bohrungen.....	53
IV.2.2. Ergebnisse der Laboruntersuchungen.....	54
IV.2.2.1. Textur.....	54
IV.2.2.2. Organische Bodensubstanz und C/N-Verhältnis.....	56
IV.2.2.3. Datierungen.....	57
IV.2.3. Interpretation.....	59
IV.2.4. Feststoffbilanzen.....	68
IV.3. Flur Falloh.....	68
IV.3.1. Ergebnisse der Feldarbeiten.....	68
IV.3.1.1. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Aufschlüsse.....	70
IV.3.1.2. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Bohrungen.....	73
IV.3.2. Ergebnisse der Laboruntersuchungen.....	73
IV.3.2.1. Textur.....	73
IV.3.2.2. Organische Bodensubstanz und C/N-Verhältnis.....	75
IV.3.2.3. Datierungen.....	76
IV.3.3. Interpretation.....	79
IV.3.4. Feststoffbilanzen.....	86
IV.4. Flur Reddersknüll - Untersuchungsgebiet I.....	87
IV.4.1. Ergebnisse der Feldarbeiten.....	87
IV.4.1.1. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Aufschlüsse.....	88
IV.4.1.2. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Bohrungen.....	94
IV.4.2. Ergebnisse der Laboruntersuchungen.....	94
IV.4.2.1. Textur.....	94
IV.4.2.2. Organische Bodensubstanz.....	95
IV.4.2.3. Datierungen.....	96
IV.4.3. Interpretation.....	97
IV.4.4. Feststoffbilanzen.....	104
IV.5. Flur Reddersknüll - Untersuchungsgebiet II.....	105
IV.5.1. Ergebnisse der Feldarbeiten.....	105

IV.5.1.1. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Aufschlüsse.....	106
IV.5.1.2. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Bohrungen.....	109
IV.5.2. Ergebnisse der Laboruntersuchungen.....	110
IV.5.2.1. Textur.....	110
IV.5.2.2. Organische Bodensubstanz und C/N-Verhältnis.....	112
IV.5.2.3. Datierungen.....	114
IV.5.3. Interpretation.....	116
IV.5.4. Feststoffbilanzen.....	127
V. Kapitel: Diskussion.....	128
V.1. Holozän-Stratigraphie der Gieselauniederung südlich von Albersdorf.....	128
V.2. Langfristige Wirkungen der Landnutzung auf den Stoffhaushalt.....	141
VI. Kapitel: Schlussfolgerungen.....	147
VII. Kapitel: Zusammenfassung / Summary.....	148
VII.1. Zusammenfassung.....	148
VII.2. Summary.....	149
VIII. Kapitel: Referenzen.....	150
VIII.1. Literatur.....	150
VIII.2. Karten.....	159
IX. Kapitel: Glossar.....	160
X. Kapitel: Anhang.....	162
X.1. Tabellen.....	162
X.2. Zeichnungen.....	166
X.3. Protokolle.....	175

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Topographische Einordnung der Untersuchungsgebiete	22
Abb. 2: Luftbild der Untersuchungsregion mit den vier Untersuchungsgebieten.....	23
Abb. 3: DGM des Untersuchungsgebietes Bredenhoop	25
Abb. 4: DGM des Untersuchungsgebietes Falloh.....	26
Abb. 5: DGM des Untersuchungsgebietes Reddersknüll.....	26
Abb. 6: Ausschnitt aus „Geologische Karte von Schleswig-Holstein“ 1:25000, Blatt 1821 Nordhastedt	28
Abb. 7: Ausschnitt aus „Bodenkarte von Schleswig-Holstein“ 1:25000, Blatt 1821 Nordhastedt	31
Abb. 8: Kartenausschnitte verschiedener Ausgaben im Vergleich	35
Abb. 9: Küstenentwicklung in Dithmarschen (aus Wohlenberg 1984, 27).....	37
Abb. 10: Karte von Dithmarschen 1559 (aus Jenssen et al. 1984).....	38
Abb. 11: Karte von Dithmarschen 1661 (aus Jenssen et al. 1984).....	39
Abb. 12: Aufschlüsse, Bohrungen und Kolluvien des Untersuchungsgebietes Bredenhoop...	49
Abb. 13: Detailfoto des Schnittes durch den Knick im Aufschluss BA3.....	51
Abb. 14: Detailfoto des begrabenen Podsols und eines durch Windwurf senkrecht stehenden Wurzel Tellers im Aufschluss BA4.....	52
Abb. 15: Detailfoto des Entwässerungsgrabens und der Tondränge (1. Generation) im Aufschluss BA6.....	53
Abb. 16: Korngrößenverteilung im Aufschluss BA4.....	54
Abb. 17: Korngrößenverteilung im Aufschluss BA5.....	55
Abb. 18: Korngrößenverteilung im Aufschluss BA6.....	56
Abb. 19: Organische Bodensubstanz im Aufschluss BA4.....	57
Abb. 20: C-N-Verhältnis im Aufschluss BA4.....	57
Abb. 21: Organische Bodensubstanz im Aufschluss BA5.....	57
Abb. 22: C-N-Verhältnis im Aufschluss BA5.....	57
Abb. 23: Organische Bodensubstanz im Aufschluss BA6.....	57
Abb. 24: C-N-Verhältnis im Aufschluss BA6.....	57
Abb. 25: Phasen 4 und 6b der Flur Bredenhoop.....	64
Abb. 26: Phasen 6d und 10 der Flur Bredenhoop.....	65
Abb. 27: Phasen 11d und 11e der Flur Bredenhoop.....	66
Abb. 28: Phase 11g der Flur Bredenhoop.....	67
Abb. 29: Aufschlüsse, Bohrungen und Kolluvien des Untersuchungsgebietes Falloh.....	69
Abb. 30: Übersichtsfoto zum Aufschluss FA2.....	71

Abb. 31: Fotomontage vom Aufschluss FA3.....	71
Abb. 32: Detailfoto einer bronzezeitlichen Brandgrube (Grubentyp 2) im Aufschluss FA3...	72
Abb. 33: Korngrößenverteilung im Aufschluss FA2.....	74
Abb. 34: Korngrößenverteilung im Aufschluss Fa3.....	74
Abb. 35: Organische Bodensubstanz im Aufschluss FA2.....	75
Abb. 36: C-N-Verhältnis im Aufschluss FA2.....	75
Abb. 37: Organische Bodensubstanz im Aufschluss FA3.....	75
Abb. 38: C-N-Verhältnis im Aufschluss FA3.....	75
Abb. 39: Prozentuale Verteilung der 30 bestimmten Holzkohlen in der Holzkohlefahne im Aufschluss FA3.....	78
Abb. 40: Prozentuale Verteilung der 29 bestimmten Holzkohlen in der endmesolithischen Grube im Aufschluss FA3.....	78
Abb. 41: Prozentuale Verteilung der 101 bestimmten Holzkohlen in der bronzezeitlichen Grube 1 im Aufschluss FA3 (Nordende).....	79
Abb. 42: Prozentuale Verteilung der 59 bestimmten Holzkohlen in der bronzezeitlichen Grube 2 im Aufschluss FA3 (Südende).....	79
Abb. 43: Phasen 4a, 4c und 4d der Flur Falloh.....	83
Abb. 44: Phasen 5a, 5c und 5e der Flur Falloh.....	84
Abb. 45: Phasen 6, 8 und 11 der Flur Falloh.....	85
Abb. 46: Aufschlüsse, Bohrungen und Kolluvien des Untersuchungsgebietes I in der Flur Reddersknüll.....	88
Abb. 47: Übersichtsfoto zum Aufschluss RA1a.....	89
Abb. 48: Detailfoto der drei Podsolierungen im Aufschluss RA1b.....	90
Abb. 49: Detailfoto der Gruben im Aufschluss RA1a.....	91
Abb. 50: Detailfoto der Gruben (Grubentyp 4) im Aufschluss RA6.....	93
Abb. 51: Korngrößenverteilung im Aufschluss RA1a	94
Abb. 52: Korngrößenverteilung im Aufschluss RA1b.....	95
Abb. 53: Organische Bodensubstanz im Auf-schluss RA1a.....	96
Abb. 54: Organische Bodensubstanz im Auf-schluss RA1b.....	96
Abb. 55: Phasen 4, 5b und 5d des Untersuchungsgebietes I der Flur Reddersknüll.....	102
Abb. 56: Phasen 5e, 6b und 7a des Untersuchungsgebietes I der Flur Reddersknüll.....	103
Abb. 57: Phasen 7b und 11 des Untersuchungsgebietes I der Flur Reddersknüll.....	104
Abb. 58: Aufschlüsse, Bohrungen und Kolluvien des Untersuchungsgebietes II in der Flur Reddersknüll.....	106
Abb. 59: Übersichtsfoto vom Aufschluss RA10.....	107

Abb. 60: Fotomontage vom Aufschluss RA11.....	108
Abb. 61: Korngrößenverteilung im Aufschluss RA11.....	110
Abb. 62: Korngrößenverteilung im Aufschluss Ra12.....	111
Abb. 63: Korngrößenverteilung im Aufschluss RA13.....	112
Abb. 64: Organische Bodensubstanz im Aufschluss RA11.....	113
Abb. 65: C-N-Verhältnis im Aufschluss RA11.....	113
Abb. 66: Organische Bodensubstanz im Aufschluss RA12.....	113
Abb. 67: C-N-Verhältnis im Aufschluss RA12.....	113
Abb. 68: Organische Bodensubstanz im Aufschluss RA13.....	114
Abb. 69: C-N-Verhältnis im Aufschluss RA13.....	114
Abb. 70: Prozentuale Verteilung der 123 bestimmten Holzkohlen in der spätneolithischen Grube (Aufschluss RA11)	116
Abb. 71: Prozentuale Verteilung der 130 bestimmten Holzkohlen in der bronzezeitlichen Rinne (unten, Aufschluss RA12)	116
Abb. 72: Prozentuale Verteilung der 107 bestimmten Holzkohlen in der bronzezeitlichen Rinne (oben, Aufschluss RA12)	116
Abb. 73: Phase 4 des Untersuchungsgebietes II der Flur Reddersknüll.....	120
Abb. 74: Phase 5b des Untersuchungsgebietes II der Flur Reddersknüll.....	121
Abb. 75: Phase 5d des Untersuchungsgebietes II der Flur Reddersknüll.....	122
Abb. 76: Phase 5g des Untersuchungsgebietes II der Flur Reddersknüll.....	123
Abb. 77: Phase 5h des Untersuchungsgebietes II der Flur Reddersknüll.....	124
Abb. 78: Phase 10b des Untersuchungsgebietes II der Flur Reddersknüll.....	125
Abb. 79: Phase 11 des Untersuchungsgebietes II der Flur Reddersknüll.....	126
Abb. 80: Modell der Siedlungslandschaft des Gieselautals im Mesolithikum.....	130
Abb. 81: Modell der Siedlungslandschaft des Gieselautals im Neolithikum.....	133
Abb. 82: Modell der Siedlungslandschaft des Gieselautals in der Bronzezeit.....	134
Abb. 83: Modell der Siedlungslandschaft des Gieselautals in der Eisenzeit.....	137
Abb. 84: Modell der Siedlungslandschaft des Gieselautal in der Völkerwanderungszeit.....	138
Abb. 85: Modellhafte Siedlungslandschaft des Gieselautales im Mittelalter.....	139
Abb. 86: Modellhafte Siedlungslandschaft des Gieselautals in der Neuzeit/Heute.....	141
Abb. 87: Übersicht der Zeiträume mit (grau) und ohne (schraffiert) Bodenerosion in den vier Untersuchungsgebieten im Gieselautal südlich von Albersdorf.....	145
Abb. 88: Legende zu den Aufschlusszeichnungen.....	166
Abb. 89: Aufschlusszeichnung BA1.....	166
Abb. 90: Aufschlusszeichnung BA3 (Nordwand).....	166

Abb. 91: Aufschlusszeichnung BA3 (Ost- und Südwand).....	167
Abb. 92: Aufschlusszeichnung BA4.....	167
Abb. 93: Aufschlusszeichnung BA5 (Ost- und Südwand).....	167
Abb. 94: Aufschlusszeichnung BA5 (Nordwand).....	168
Abb. 95: Aufschlusszeichnung BA6.....	168
Abb. 96: Aufschlusszeichnung FA1.....	168
Abb. 97: Aufschlusszeichnung FA2.....	169
Abb. 98: Aufschlusszeichnung FA3.....	169
Abb. 99: Aufschlusszeichnung RA1a.....	170
Abb. 100: Aufschlusszeichnung RA1b.....	170
Abb. 101: Aufschlusszeichnung RA2a.....	171
Abb. 102: Aufschlusszeichnung RA2b.....	171
Abb. 103: Aufschlusszeichnung RA3.....	172
Abb. 104: Aufschlusszeichnung RA5.....	172
Abb. 105: Aufschlusszeichnung RA6.....	172
Abb. 106: Aufschlusszeichnung RA10.....	173
Abb. 107: Aufschlusszeichnung RA11.....	173
Abb. 108: Aufschlusszeichnung RA12.....	173
Abb. 109: Aufschlusszeichnung RA13.....	174

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: AMS-14C-Datierungen an Proben der Flur Bredenhoop.....	58
Tab. 2: Erosionsbilanzen der Flur Bredenhoop.....	68
Tab. 3: AMS-14C-Datierungen der Flur Falloh (*unpräzise datiert).....	77
Tab. 4: Erosionsbilanzen der Flur Falloh.....	87
Tab. 5: AMS-14C-Datierungen der Flur Reddersknüll I.....	97
Tab. 6: Erosionsbilanzen der Flur Reddersknüll I (*für ein Ereignis).....	105
Tab. 7: AMS-14C-Datierungen der Flur Reddersknüll II (*unpräzise datiert).....	115
Tab. 8: Erosionsbilanzen der Flur Reddersknüll II.....	127
Tab. 9: Trockendichten der Kolluvien der Untersuchungsgebiete Bredenhoop, Falloh, Reddersknüll I und II.....	162
Tab. 10: Ergebnisse der exemplarischen CaCO ₃ -Bestimmung.....	162
Tab. 11: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss BA4.....	162
Tab. 12: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss BA5.....	163
Tab. 13: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss BA6.....	163
Tab. 14: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss FA2.....	163
Tab. 15: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss FA3.....	164
Tab. 16: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss RA1a.....	164
Tab. 17: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss RA1b.....	164
Tab. 18: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss RA11.....	165
Tab. 19: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss RA12.....	165
Tab. 20: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss RA13.....	165

Danksagung

Ich möchte mich bei allen Personen und Institutionen bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Auch wenn sie hier aus Platzgründen nicht alle erwähnt werden können, sei ihnen herzlich für ihre Unterstützung gedankt.

Für die Finanzierung, ohne die es für mich nicht möglich gewesen wäre, diese Arbeit anzufertigen, danke ich der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU). Bedanken möchte ich mich bei Herrn Dr. M. Hempel für die Betreuung von Seiten der DBU, sein Interesse an der Arbeit und seine Unterstützung.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. H.-R. Bork, der die Arbeit mit großem Engagement betreute und mich trotz der räumlichen Distanz jederzeit unterstützte. Für die Begutachtung meiner Dissertation und die Anfertigung des Zweitgutachtens möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. K. Dierßen bedanken.

Den Familien Timm, Sund und Keldenich, dem AÖZA und der Gemeinde Albersdorf danke ich besonders für die unkomplizierte Genehmigung der Grabungen auf ihren Flächen.

Des Weiteren danke ich den Familien Bock, Zimmermann, Russok und Dreibrodt/Giesler für die vorzügliche Gastfreundschaft während meiner Arbeiten in Kiel und Albersdorf.

Gedankt sei Dipl.-Prähistoriker R. Kelm (Archäologisch-Ökologisches Zentrum Albersdorf) und Dr. V. Arnold (Museum für Archäologie und Ökologie Albersdorf) für ihr Interesse an meiner Arbeit, die aufschlussreichen Diskussionen, die sehr gute Zusammenarbeit, sowie ihre Unterstützung. Herr Dr. V. Arnold bestimmte eine Vielzahl von Holzkohlen aus den Aufschlüssen und stellte mir freundlicherweise die Ergebnisse für meine Arbeit zur Verfügung.

Ferner danke ich U. Bastian und ihren Kollegen vom Alfred-Wegener-Institut Potsdam, sowie Dr. R. Naumann und seinen Kollegen vom GeoForschungsZentrum Potsdam für die Möglichkeit, auf unkomplizierte Weise ihre Laborräume nutzen zu können und für die methodische Einarbeitung in die Untersuchungen. Prof. Dr. P. Grootes und seinen Kollegen vom Leibniz Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung möchte ich für die gute Zusammenarbeit und die Durchführung der zahlreichen Radiokohlenstoffdatierungen danken.

Für die tatkräftige Unterstützung im Gelände und die zahlreichen fachlich anregenden Diskussionen bin ich Dipl.-Geograph C. Russok und Dipl.-Geograph S. Dreibrodt zu besonderem Dank verpflichtet. Ihnen sowie Dr. G. Schmidtchen und Dipl.-Prähistoriker R.

Kelm sei für die kritische Durchsicht der angefertigten Manuskripte gedankt.

M. Laukisch, Doreen und Dorothee Rochow möchte ich recht herzlich für das Korrekturlesen des abschließenden Manuskriptes danken.

Großen Dank richte ich auch an meine Familie und Angehörigen, die sich stets für meine Arbeit interessierten und mich im Rahmen ihrer Möglichkeiten unterstützten. Widmen möchte ich die Arbeit Leo, Paul und Doreen, sie gaben mir durch ihre Freude an unserem gemeinsamen Leben die Kraft, diese Arbeit anzufertigen. Sie bewiesen darüber hinaus viel Geduld mit mir und unterstützten mich auch in den schwierigsten Phasen dieser Arbeit. Herzlichen Dank.

Potsdam, im Juni 2005

Stefan Reiß

I. Kapitel: Einleitung

I.1. Einführung in die Thematik

Die Funktionalität der Böden für den Naturhaushalt ist die Basis der landwirtschaftlichen Produktion und der Versorgung der Bevölkerung mit ausreichend sauberem Trinkwasser (FRIELINGHAUS & BORK 1999, 122). Angesichts kulturhistorischer Entwicklungen und der daraus entstandenen gesellschaftlichen Situationen, ist der Schutz vor Bodenerosion (s. Glossar S. 160) notwendig, um die Funktionen der Böden im Landschafts- und Stoffhaushalt für die menschliche Nutzung und als Umweltarchiv zu erhalten und zu fördern. Eine Verbesserung der Erkenntnisse über Bodenerosion kann durch genaue Untersuchungen der Wirkungsketten von Mensch-Umwelt-Interaktionen erzielt werden. Sie bilden die Grundlage, um Maßnahmen ableiten zu können, die die Bodenfunktionen für die Zukunft sichern (vgl. BORK et al. 1998).

Ein erosiver Abtrag der fruchtbaren Böden durch Wind und Wasser gefährdet vor allem die Funktionalität des Bodens (vgl. BORK et al. 1998; SCHMIDTCHEN et al. 2001). Durch die Rodung der Wälder und die anschließende landwirtschaftliche Nutzung hat der Mensch in Mitteleuropa häufig erst die Voraussetzungen für die Erosion (s. Glossar S. 160) von Böden geschaffen. Darüber hinaus haben veränderte Bodenzustände maßgeblich die Flora beeinflusst und manche Gehölze eroberten erst unter Mitwirkung des Menschen neue Wuchsgebiete. So breitete sich die Buche (*Fagus sylvatica*) in Nordwestdeutschland erst aus, nachdem der Mensch Flächen gerodet hatte. Nach Aufgabe der Nutzung konnte über eine Sekundärsukzession eine Wiederbewaldung einsetzen, die an bestimmten Standorten nicht wieder zum ehemals vorhandenen Eichenbestand (*Quercus robur*) oder vor allem haselreichen (*Corylus avellana*) Bestand zurückführte, sondern zum Buchenwald (*Fagus sylvatica*) (KÜSTER 1993, 479).

Sehr gute Möglichkeiten zur Rekonstruktion vergangener Landschafts- und Umweltzustände bieten neben archäologischen und vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen sedimentologisch-pedologische Untersuchungen. Wichtige neue Erkenntnisse zu früheren Klima-, Landnutzungs-, Boden- und Reliefverhältnissen und ihrer Dynamik können durch solche Untersuchungen erarbeitet werden (vgl. NILLER 1998; BORK et al. 1998; SCHATZ 2000; DOTTERWEICH et al. 2003a/b; SCHMIDTCHEN et al. 2003). Hierzu wurden Geoarchive (s. Glossar S. 160) untersucht, die Sedimentfallen für geeignete kleine oberirdische Wassereinzugsgebiete darstellen. In diesen Sedimentfallen nimmt die Fließgeschwindigkeit des bei Starkregen oberirdisch abfließenden Wassers so stark ab, dass verlagertes Bodenmaterial in Form von Kolluvien abgelagert wird. Dadurch werden in den untersuchten Geoarchiven

neben den Kolluvien auch unter ihnen begrabene Böden konserviert. Letztere erlauben Rückschlüsse auf die Bildungsbedingungen vor einem Erosionsereignis. Da verschiedene Umlagerungs- und Bodenbildungsprozesse im zeitlichen Wechsel auftreten, sind in den untersuchten Geoarchiven Kolluvien und Böden verschiedener Generationen konserviert.

Im Zusammenhang mit den erläuterten Mensch-Umwelt-Interaktionen werden Phasen mit geomorphodynamischer Aktivität von solchen mit geomorphodynamischer Stabilität unterschieden. Aktive Zeiten sind durch Bodenerosion gekennzeichnet, hingegen zeichnen sich Stabilitätsphasen durch intensive Bodenbildung unter Wald und Grünland aus (BORK et al. 1998, 17 ff; vgl. ROHDENBURG 1989).

Zur Rekonstruktion von langfristigen Wirkungen der Landnutzung auf die Landschaftsgenese sollte das historisch-dynamische Beziehungsgeflecht von Witterung/Klima, Böden, Relief und Nutzung berücksichtigt werden (vgl. HAHN 1992). Weiterhin muss zwischen linienhafter, flächenhafter und schleichender Erosion (s. Glossar S. 160) unterschieden werden, um Aktivitätsphasen mit Bodenerosion bzw. Stabilitätsphasen mit kontinuierlicher Bodenbildung bestimmten Kulturen bzw. menschlichen Wirtschaftsweisen zuzuordnen. Damit ist es möglich eine direkte Landnutzungswirkung darzustellen, zu quantifizieren und diese vergleichend gegenüber zu stellen.

I.2. Stand der Forschung

Fragestellungen der Landschaftsgenese wurden in den letzten Jahren unter verschiedenen Gesichtspunkten untersucht. Meist wurden kleine oberirdische Wassereinzugsgebiete erforscht (u. a. BORK et al. 1998; SCHATZ 2000; DOTTERWEICH et al. 2003a/b, SCHMIDTCHEN et al. 2003, SCHMIDTCHEN & BORK 2003).

Ein interdisziplinärer Ansatz, der alle relevanten Fachrichtungen wie Archäologie, Geoökologie, Geschichte, Hydrologie, Geomorphologie, Pedologie, Klimatologie und Palynologie, aber auch Agrar- und Forstökologie verbindet, steht bei BORK et al. (1998) im Vordergrund. In der Publikation „Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa“ entwickelten die Verfasser nach über zwanzigjähriger Forschung Theorien zur Mensch-Umwelt-Spirale, die „Das Bodensyndrom“ genannt wird. Erstmals werden auch quantitative Informationen über die Bedeutung von anthropogenen Einflüssen auf die Landschaftsgenese dargestellt. In der Monographie „Untersuchungen zur holozänen Landschaftsentwicklung Nordostdeutschlands“ von SCHATZ (2000) wurde dies weiterentwickelt. Durch feinstratigraphische Untersuchungen wurde eine Genauigkeit erreicht, durch die es möglich wurde, einzelne Erosionsereignisse

genauer zu quantifizieren und mit Unterstützung von Datierungen erosionsbedingte Stoffdynamiken seit Beginn der vorgeschichtlichen Landnutzung zu rekonstruieren. Des Weiteren wurden Feststoffbilanzen für organischen Kohlenstoff und Phosphor berechnet (SCHATZ 2000, 2).

Zum Verständnis der Landschaftsentwicklung als interdisziplinäre Forschungsrichtung tragen auch die Vielzahl an Arbeiten anderer Disziplinen (Klimatologie, Archäologie, Agrarhistorik, Paläobotanik u. a.) bei. Zu einer genauen Rekonstruktion der Landschaftsentwicklung in einer Region, wie es das Ziel dieser Dissertation wart, sind sie Grundbausteine.

Zusammenfassende Klimarekonstruktionen wurden u. a. von LENKE (1981), PFISTER (1999), HSÜ (2000) und GLASER (2001) veröffentlicht. Zur Waldentwicklung in Mitteleuropa seien Zusammenfassungen von SCHENK (1999) und KÜSTER (1998) genannt. Vor allem FIRBAS (1952) und KÜSTER (1998) erarbeiteten aus einer Vielzahl von Pollenprofilen einen Überblick zur Veränderung in der Waldzusammensetzung seit der letzten Kaltzeit. Zur Problematik der historischen Bodenerosion wurden zahlreiche Arbeiten publiziert, u. a. von ROHDENBURG (1989), BORK (1988), LU PENGAN (1994), SEMMEL (1995), BORK & FRIELINGHAUS (1997). Die flächenhafte Bodenerosion auf verschiedenen Standorten in Deutschland analysierten u. a. BORK et al. (1998), NILLER (1998), RÖSNER & TÖPFER (1999), WUNDERLICH (2000) und TINAPP et al. (2002). LÜNING (et al. 1997, 2000) stellte Ergebnisse zur Agrargeschichte der Vor- und Frühgeschichte in Deutschland zusammen. Er erläutert detailliert die Unterschiede und die Übergänge zwischen den einzelnen Epochen. ABEL (1962, 1976, 1978) beschäftigte sich mit der deutschen Agrargeschichte und legte den Schwerpunkt vor allem auf die Entwicklung seit dem Mittelalter. Hierzu betrachtete er auch die Ernährungsverhältnisse, sowie die Höhen und Tiefen der Landwirtschaft.

Archäologische Untersuchungen in Norddeutschland und der Umgebung von Albersdorf wurden in verschiedenen Werken publiziert. Einen Überblick über die geschichtliche Entwicklung Schleswig-Holsteins seit dem Jungpaläolithikum geben SCHMIDTKE (1995) und LANGE (1996). Für den Kreis Dithmarschen liegen u. a. Werke von JENSSEN et al. (1984) und GIETZELT (2000) vor, die einen Zusammenschnitt der Geschichte seit der Vor- und Frühgeschichte geben.

Umfangreiche archäologische Arbeiten zur Siedlungsgeschichte und zur Landschaftsentwicklung wurden u. a. von MEIER (2000a, 2001), MEIER & THAMM (1999) und MEIER & PAUKSZTAT (1999) in Dithmarschen und Nordfriesland durchgeführt. Weitere wichtige Forschungsergebnisse zu archäologischen Untersuchungen in Schleswig-Holstein werden in der Offa-Reihe und den Veröffentlichungen des Institutes für Ur- und Frühgeschichte der

Christian-Albrechts-Universität Kiel (CAU) vorgestellt. KÜHN (1979) fasste darin sehr ausführlich das Spätneolithikum zusammen. Auswertungen zur Bronzezeit sind von MENKE (1972) und aus der vorrömischen Eisenzeit von HINGST (1983) in dieser Reihe veröffentlicht worden. Für das Mittelalter sind u. a. die Arbeiten von ELSNER (2002) und WITT (2002a/b) zu nennen, wobei ELSNER sich speziell mit dem Ort Haithabu und dem Einfluss der Wikinger in Norddeutschland befasste und WITT einen Überblick über die Ereignisse vom Früh- bis zum Spätmittelalter gab. Trotz dieser überblickgebenden Werke ist die Dithmarscher Geest vergleichsweise fragmentisch untersucht.

Wissenschaftler verschiedener Fachrichtungen beschäftigten sich in den letzten Jahren mit der Rekonstruktion der Landschaft des Neolithikums in Schleswig-Holstein und im Raum Albersdorf. Zusammenfassungen der Ergebnisse sind als Albersdorfer Forschungen zur Archäologie und Umweltgeschichte Band 1-3 (KELM 2000, 2001, 2005) veröffentlicht.

Eine Zusammenführung der Ergebnisse der einzelnen Disziplinen wird in den letzten Jahren verstärkt praktiziert. Gerade im Forschungsbereich der Landschaftsentwicklung konnte gezeigt werden, dass eine Verknüpfung der Einzeldisziplinen zu einem viel besseren Verständnis der abgelaufenen Prozesse führt und dadurch eine größere Genauigkeit bei der Rekonstruktion erreicht wird. Dieser interdisziplinäre Ansatz diente auch für diese Arbeit als Grundgerüst (vgl. BORK 1998, 39 ff).

I.3. Forschungsfragen und Hypothesen

Ziel der Dissertation war es, durch die Verknüpfung von mehreren Untersuchungsgebieten in einer Region den Vergleich zwischen benachbarten Nutzungsgebieten zu ermöglichen und die holozäne Landschaftsgenese in der Dithmarscher Geest für einen Landschaftsausschnitt zu rekonstruieren. Dabei spielte die nacheiszeitliche Landschaftsentwicklung mit ihren Stoffdynamiken und Reliefveränderungen eine wesentliche Rolle. Dieser landschaftsgeschichtliche Kenntnisstand wurde durch die Ergebnisse dieser Arbeit mit der Rekonstruktion der Relief- und Bodenentwicklung wesentlich vertieft und um eine messbare Dimension (Massenbilanzierung der Bodenerosion) erweitert.

Im Untersuchungsraum wurden drei oberirdische Wassereinzugsgebiete pedologisch-sedimentologisch untersucht. Die gute Abgrenzbarkeit sowie das Vorhandensein eines geeigneten Geoarchivs waren hierfür Voraussetzung. Das Verhältnis von Mensch und Umwelt in der Vorzeit wurde vorrangig in Bezug auf die Ursachen und Folgen der Bodenerosion behandelt. Eine der konkreten Fragen, die durch das Projekt beantwortet

werden sollte, lautete: Haben die Veränderungen der Bodenoberfläche durch Abtrag von nährstoffreichem Boden oder durch Akkumulation von nährstoffarmen Sedimenten Auswirkungen auf das Siedlungs- bzw. Nutzungsverhalten der Menschen im Untersuchungsgebiet gehabt?

Darüber hinaus sollte die vergleichende Untersuchung verschiedener Standorte die Beantwortung weiterer Fragen ermöglichen. Können Phasen mit geringer und erhöhter Bodenerosion bestimmten Kulturen bzw. menschlichen Wirtschaftsweisen zugeordnet werden? Wie sieht das regionale Verteilungsmuster der Siedlungen aus bestimmten Kulturen aus? Kann durch die Untersuchung mehrerer oberirdischer Wassereinzugsgebiete die gesamte nacheiszeitliche Entwicklung der Region erfasst werden?

Zur Verwirklichung dieser Ziele war eine Verknüpfung bodenkundlich-sedimentologischer Untersuchungen mit archäologischen Ergebnissen notwendig. Die Archäologie bietet einen fundierten Überblick über Siedlungsschwerpunkte und ihre zeitliche Einordnung für den Zeitraum der Ur- und Frühgeschichte. Für das Mittelalter und vor allem für die Neuzeit konnten zusätzlich schriftliche Quellen ausgewertet werden.

Die geringe Besiedlung in der paläolithischen und mesolithischen mitteleuropäischen Landschaft und die lokal begrenzten Siedlungsräume (vgl. SCHWABEDISSEN 1961; LANGE 1996) korrelieren mit sehr geringen und lokalen, begrenzten Eingriffen in die Landschaft. Eine landnutzungsbedingte Bodenerosion ist aufgrund der fehlenden Landwirtschaft für diesen Zeitraum nicht zu erwarten.

Für das folgende Neolithikum und mit der weiteren Ausbreitung des Menschen ging ein größerer Flächenbedarf in der Landschaft einher. Die beginnende Landwirtschaft führt erstmals zu einer erhöhten Flächeninanspruchnahme durch Rodung und Ackerbau (vgl. DÖRFLER 2001, 39 ff; LÜNING 2000, 13). Für diesen Zeitraum war mit ersten landnutzungsbedingten Veränderungen der Stoffdynamik in der Landschaft zu rechnen.

In den nachfolgenden Zeitabschnitten, vor allem für das Mittelalter und die Neuzeit, waren höhere Bodenerosionsraten und stärkere Erosionsereignisse zu erwarten (vgl. BORK et al. 1998; NILLER 1998; SCHMIDTCHEN et al. 2001). Dies begründet sich durch gestiegene Bevölkerungszahlen und den damit verbundenen, wachsenden Bedarf an landwirtschaftlichen Flächen. Hinzu kam noch die Weiterentwicklung der Bodenbearbeitungstechniken. Sie ermöglichte die Bearbeitung großer Flächen und führte zur kontinuierlichen Vergrößerung der Schläge.

Diese Prozesse sollten anhand von Bodenentwicklung bzw. verschiedenen Bodenbildungs-

phasen nachgewiesen werden. In diesem Zusammenhang waren die Bodenerosion und die Reliefveränderungen von großer Bedeutung.

Eine geschlossene, natürliche Waldbedeckung verhindert durch hohe Infiltrationskapazität des Waldbodens und die mechanische Schutzwirkung des Wurzelwerks die Bildung von Abfluss auf der Bodenoberfläche und damit Bodenerosion durch Wasser und Wind (BORK et al. 1999, 21). Vom Menschen unbeeinflusste Erosion trat in holozänen natürlichen Waldlandschaften nicht auf (BORK et al. 1998, 309 ff). Starke Witterungsereignisse und gleichzeitige Vegetationsfreiheit, bedingt durch die landwirtschaftliche Nutzung einer Fläche, können zu Erosionsereignissen (s. Glossar, S. 160) führen und haben dadurch einen direkten Einfluss auf Stoffdynamik und Reliefentwicklung. Die Bodenerosion spielte somit die entscheidende Rolle bei der Beantwortung der Frage, inwieweit bzw. wie stark der Mensch seit dem Neolithikum am Wandel der Landschaft beteiligt war. Durch Rodung oder ackerbauliche Nutzung ausgelöst, kann Bodenerosion die Landschaftsentwicklung entscheidend beeinflussen und verändern.

Aufgrund einer Vielzahl von Grabanlagen und anderer archäologischer Funde aus der Ur- und Frühgeschichte stellte das Umfeld des Ortes Albersdorf (mit dem Gelände des Archäologischen Ökologischen Zentrums Albersdorf (AÖZA)) einen idealen Untersuchungsraum dar, um landschaftsgenetische Untersuchungen mit den Befunden der Archäologie zu verbinden. Schon ARNOLD (1981b, 7 ff) bezeichnete die Umgebung von Albersdorf als „klassische Quadratmeile der Archäologie“.

Während der Vorarbeiten zu dieser Dissertation und während der ersten Feldkampagnen ergaben sich weitere Fragen. Im Großteil der geöffneten Aufschlüsse, die im Profil die Tiefenlinie durchschnitten, wurde des Öfteren beobachtet: In der Tiefenlinie und an den Westhängen sind Podsole ausgebildet. An den Osthängen und den Kuppenbereichen dominieren hingegen Braunerden. Dieses Phänomen wurde in verschiedenen übereinander abgelagerten Sedimentpaketen nachgewiesen. Anzumerken ist hierbei, dass rezent eine initiale Podsolierung in allen Bereichen der heutigen Oberfläche nachweisbar ist. Diese reliefabhängige Bodengenese wurde bereits durch SEMMEL (1993, 17 ff) beschrieben. Aufgrund der sehr deutlichen und starken Ausprägung der Podsole wurden folgende Fragen geprüft:

- Hängt die Podsolierung mit einem erhöhten Sickerwasserstrom in der Tiefenlinie zusammen, der zu einer schnelleren Auswaschung von organischen Stoffen sowie Aluminium und Eisen führt (vgl. SEMMEL 1993, 25)?

- Kann die Podsolierung nur durch Substratunterschiede erklärt werden?
- Ist die Podsolierung in der Tiefenlinie und an den Westhängen Resultat verschiedener Mikroklimata im Umfeld und in den Dellen? Genauer, erhöht sich der Sickerwasserstrom in diesen Bereichen durch schnellere Auftauprozesse, bedingt durch günstigere Sonneneinstrahlungsverhältnisse, am Anfang und Ende der Frostperiode.

Im Rahmen dieser Arbeit stellten sich folgende Forschungsfragen: Wie hat sich die Landschaft im Raum Albersdorf im Holozän verändert? Welchen Einfluss hatten Ackerbau und Tierhaltung auf die Böden und ihre Genese? Gab es in der Ur- und Frühgeschichte, im Mittelalter und in der Neuzeit Phasen erhöhter Bodenerosion? Wie hat der Mensch auf die Veränderung seiner Umwelt reagiert? In welchen Zeiträumen waren die Veränderungen in der Landschaft am stärksten? Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede lassen sich an den untersuchten Standorten feststellen?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden zu den im Rahmen dieser Arbeit selbst durchgeführten Untersuchungen die Ergebnisse eines weiteren Untersuchungsgebietes (REISS 2002, SCHMIDTCHEN et al. 2003, REISS et al. 2005) in die Auswertungen einbezogen. Dadurch wurden interessante Aussagen zum regionalen Entwicklungsprozess möglich.

II. Kapitel: Methodik

Zur Untersuchung der langfristigen Wirkungen der Landnutzung auf die Landschaftsgenese und auf den partikulären Stoffhaushalt der Untersuchungsgebiete wurde eine Vielzahl von Methoden angewendet. Vorgegangen wurde hauptsächlich nach dem Methodenwerk der Vierdimensionalen Landschaftsanalyse (BORK et al. 2001, DOTTERWEICH 2003a, SCHMIDTCHEN & BORK 2003). Weitere Methoden wurden den „Arbeitsmethoden in Physiogeographie und Geoökologie“ (BARSCH et al. 2000) und der „Bodenkundlichen Kartieranleitung“ (AG BODEN 1994) entnommen. Im Folgenden werden die angewandten Methoden zusammenfassend erläutert.

II.1. Auswahl der Untersuchungsgebiete

II.1.1. Kriterien geeigneter Untersuchungsgebiete

Grundlage pedologisch-sedimentologischer Untersuchungen ist die Auswahl von geeigneten Schlüsseleinzugsgebieten. Wichtige Eigenschaften solcher Untersuchungsgebiete, die zur Beantwortung der in Abschnitt I.3. diskutierten Fragestellungen nötig sind, müssen sein:

- Es müssen kleine, eindeutig oberirdische abgrenzbare Wassereinzugsgebiete sein.
- Sie enthalten bei Vegetationsfreiheit einen Bereich erhöhten oberirdischen Abflusses (Kerbe, Delle), d. h. eine Abflussbündelung in der Tiefenlinie ist möglich (BORK & DALCHOW 2000, 156).
- Es existiert ein Bereich, in dem die Reliefenergie ausreichend stark abnimmt, um verlagertes Material zu sedimentieren (Sedimentfang für umliegende Hänge und Ausprägung als Geoarchiv).

Obwohl die Dithmarscher Geest zur Altmoränenlandschaft (periglazial verursachte Hangverflachung und Einebnung der glazialen Formen während des Jungpleistozäns) zählt, bietet sie gute Voraussetzungen für solche Untersuchungen.

II.1.2. Lage der Untersuchungsgebiete

Eine Vorauswahl der Untersuchungsgebiete erfolgte nach der Sichtung von aktuellen topographischen und historischen Karten. Diese wurden hinsichtlich Relief-, Boden- und Landnutzungsänderungen ausgewertet. Im zweiten Schritt wurde in umfangreichen

Geländebegehungen die eindeutige Abgrenzbarkeit der oberirdischen Wassereinzugsgebiete geprüft. Weiterhin fanden erste Probebohrungen (Pürkhauer-Schlagsonde) zur Sondierung der Qualität und der Quantität der Ablagerungsräume statt. Insgesamt wurden drei kleinräumige oberirdische Wassereinzugsgebiete in der Umgebung von Albersdorf untersucht (siehe Abb.: 1, S. 22). Frühere Forschungsarbeiten in einem benachbarten Gebiet wurden in die Auswertung einbezogen (vgl. dazu SCHMIDTCHEN et al. 2003).

II.2. Feldarbeiten

II.2.1. Vierdimensionale Landschaftsanalyse

Die angewandten geomorphologischen, stratigraphischen und pedologisch-sedimentologischen Felduntersuchungen wurden dem Methodikkanon der vierdimensionalen Landschaftsanalyse entnommen. Diese Zusammenstellung von Arbeitstechniken wurde durch die „European Society of Soil Conservation“ in der „Taskforce Long-term effects of land use on soil erosion in a historical perspective“ unter Vorsitz von Hans-Rudolf Bork entwickelt und ermöglicht eine genaue Identifizierung und Quantifizierung der Landschaftsveränderungen durch vorzeitliche Bodenerosion. Ausführliche Zusammenfassungen haben BORK et al. (2001) und DOTTERWEICH (2003a) veröffentlicht.

II.2.2. Aufschlüsse und Bohrungen

Die Aufschlüsse wurden so angelegt, dass alle holozänen Schichten durchteuft und das anstehende pleistozäne Material aufgeschlossen wurde. Auf eine vollständige und möglichst detaillierte Erfassung der Sedimente durch die angelegten Profilschnitte wurde geachtet. Nach dem Öffnen der Aufschlüsse wurden die Profilwände gesäubert und geglättet. An den aufzunehmenden Profilwänden wurden Nulllinien (s. Glossar, S. 160) mit Hilfe einer Schnurwasserwaage waagrecht justiert. Anschließend erfolgte die Abgrenzung von Substrat- und Bodenbildungsgrenzen auf Grundlage von Farb-, Dichte- und Substratunterschieden. Die Unterscheidung autochthoner (Bodenreste) und allochthoner Profilabschnitte (Kolluvien und Hochflutsedimente) stand hier im Vordergrund (BORK et al. 1998, 39 ff). Wichtige Artefakte (Keramik, Holzkohle, etc.) wurden zur Datierung geborgen und die Entnahmestellen zur Übertragung in die Zeichnungen nummeriert und markiert. Die Profilaufnahme selbst erfolgte durch Vermessen der Schichten und Anfertigen von maßstabgerechten Zeichnungen. Alle Zeichnungen wurden mit zweifacher Überhöhung in den Maßstäben 1:20 (vertikal) und 1:40 (horizontal) aufgenommen. Detailzeichnungen wurden ohne Überhöhung der vertikalen

Achse angefertigt. Die Ansprache der Horizonte und Schichten wurde nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG BODEN 1994) vorgenommen. PH-Wertmessungen mit Indikatorpapierstreifen und die Farbansprache nach MUNSELL-Farbtafel (2000) wurden am erdfeuchten Material im Gelände durchgeführt.

Im zweiten Schritt wurden die Zeichnungen mit einem Flachbettscanner digitalisiert. Von diesen Vorlagen im Rasterformat wurden mit der Grafik-Software Corel DRAW 9 (Corel Corporation 2000) Vektorzeichnungen erstellt.

Um die Verbreitung und Übergänge der Schichten und Horizonte zwischen den Aufschlüssen genau zu lokalisieren, wurden im Umfeld und zwischen den Aufschlüssen Bohrungen abgeteuft. Ein Großteil der Bohrungen wurde mit einer Pürkhauer-Schlagsonde durchgeführt. Ein geringer Teil der Bohrungen, hauptsächlich erste Sondierungen, wurde mit einer Rammkernsonde vorgenommen. Der Vortrieb der Rammkernsonde erfolgte durch einen Wackerhammer, das Bergen der Sonde mit Hilfe eines hydraulischen Zuggerätes. Die Ansprache der Bohrkerne erfolgte nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG BODEN 1994). Eine Zuordnung der Schichten und Horizonte zu den Aufschlüssen erfolgte anhand der Lagerungsabfolge und der Substrateigenschaften Textur (AG BODEN 1994) und Farbe (MUNSELL-Farbtafel 2000).

Zur Dokumentation der Befunde wurden zusätzlich von den wichtigsten Aufschlüssen und Bohrkernen Fotos angefertigt. Details wurden in Großaufnahmen festgehalten.

Abschließend wurden die Bohrungen und Aufschlüsse mit einem GPS-Messgerät (Leica GPS-System 500) eingemessen.

II.3. Laborarbeiten

Die Laboruntersuchungen dienten dazu, die Geländebefunde zu überprüfen sowie grundlegend zu ergänzen. Bodenproben wurden den für die Landschaftsgenese wichtigsten und für den Ablagerungsraum typischen Profilen entnommen. Im Labor wurden die Parameter Trockendichte (nur für Kolluvien), Textur (Alfred-Wegener-Institut Potsdam) und organische Bodensubstanz (GeoForschungsZentrum Potsdam) untersucht. Um eine absolute zeitliche Einordnung der Schichten und Horizonte vornehmen zu können, wurden Proben zur AMS-¹⁴C-Datierung (s. Glossar, S. 160) in das Leibnizlabor für Altersbestimmung und Isotopenforschung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel gegeben.

II.3.1. Textur

Zur Bestimmung der Korngrößenverteilung wurde vom luftgetrockneten Material der Grobboden (Bodenskelett) abgeseigt (2 mm Maschenweite) und in den prozentualen Anteil umgerechnet. Dann wurden 10 g Boden eingewogen und die organische Bodensubstanz beseitigt. Hierzu wurden die Proben mit 100 ml dreiprozentiger H_2O_2 -Lösung versetzt und 48 h ruhen gelassen. Danach wurde der pH-Wert mit Hilfe von konzentriertem Ammoniak und konzentrierter Essigsäure auf einen Wert zwischen pH 6-8 eingestellt und anschließend die Probe mit 10 ml konzentriertem H_2O_2 versetzt. Die Proben wurden für 48 h auf einen Schüttler gegeben. Nach Abschluss der Reaktion wurden die Proben zur Siebung vorbereitet. Reagierten die Proben noch mit H_2O_2 , erfolgte eine pH-Wertüberprüfung, gegebenenfalls eine erneute pH-Werteinstellung. Anschließend wurden die Proben erneut mit 10 ml konzentriertem H_2O_2 versetzt und für 48 Std. auf einen Schüttler gegeben. Der Vorgang wurde so lange fortgesetzt bis die Reaktion mit H_2O_2 abgeschlossen war (maximale Anzahl der beschriebenen Umläufe: 15 mal).

Im folgenden Schritt wurde die Sandfraktion durch Nasssiebung über ein 63 μm Sieb von der Lösung abgetrennt. Die Sandfraktion wurde in eine Abdampfschale überführt und getrocknet. Die Lösung mit dem Ton- und Schluffanteil wurde in einen Atterbergzylinder überführt, um den Ton- vom Schluffanteil zu trennen. Die Trennung erfolgte bei 21°C Raumtemperatur und einer Fallzeit von 21 Std. und 30 Min.. Der abgetrennte Tonanteil wurde nach dem Zentrifugieren und Abtrennen des überschüssigen destillierten Wassers getrocknet, zurückgewogen und in den Gewichtsprozentanteil umgerechnet. Die Lösung mit der Schlufffraktion wurde getrocknet, zurückgewogen und in den Gewichtsprozentanteil der Gesamtprobe umgerechnet.

Die Sandfraktion wurde am ATM Sonic-Sifter trocken gesiebt. Dazu wurden die Siebe der Größen 63 μm , 125 μm , 250 μm , 500 μm und 1000 μm verwendet. Die einzelnen Anteile wurden zurückgewogen und in den Gewichtsprozentanteil umgerechnet.

Die Textur im Untersuchungsgebiet I der Flur Reddersknüll wurde über eine Siebanalyse bestimmt. Die Trennung erfolgte nach der konventionellen Gliederung, die KNOTHE (2000, 292 ff) beschreibt. Hierzu wurden 200 g getrockneter Boden durch Sieben in einer Siebmaschine (Rentsch AS 200 Baslc) in die Fraktionen > 2000 μm , 2000 μm - 630 μm , 630 μm - 200 μm , 200 μm - 63 μm und > 63 μm getrennt.

II.3.2. C- und N- Bestimmung, organische Bodensubstanz

Der Anteil der organischen Bodensubstanz wurde mit Hilfe der Elementaranalyse bestimmt. Das bei 105°C getrocknete Probenmaterial wurde fein gemörsert und homogenisiert. Anschließend wurden 50 mg der Probe eingewogen und am Elementaranalysegerät (Vario EL III der Firma Elementar) gemessen. Zur Überprüfung der Zuverlässigkeit des Gerätes wurden alle Proben doppelt bestimmt, wobei die zweite Messreihe in umgekehrter Reihenfolge durchgeführt wurde. Der prozentuale Anteil des Gesamtkohlenstoffs (C) sowie des Stickstoffes (N) wurden durch die Gerätesteuersoftware berechnet.

Zur Ermittlung der organischen Bodensubstanz wurde der Anteil des anorganischen Kohlenstoffs (C_{anorg}) aus Kalziumcarbonat (CaCO_3) bestimmt, um ihn anschließend vom Gesamtkohlenstoff (C) zu subtrahieren.

Exemplarisch wurde die CaCO_3 -Bestimmung an 12 repräsentativen Proben durchgeführt. Die Ergebnisse der Bestimmung lagen weit unter der Messgenauigkeit des Gerätes. Somit kann von einer vollständigen Entkalkung ausgegangen werden (Tabelle 10, S. 162 fasst die Ergebnisse der repräsentativen CaCO_3 -Bestimmung zusammen). Damit entspricht der bestimmte Gesamtkohlenstoff dem organischen Kohlenstoff (C_{org}). Zur Berechnung der organischen Bodensubstanz wurde der C_{org} -Gehalt mit 1,72 multipliziert (vgl. AG BODEN 1994 und HÖHN 2000).

Der Anteil der organischen Bodensubstanz im Untersuchungsgebiet I der Flur Reddersknüll wurde über den Gewichtsverlust durch Oxidation beim Glühen von getrocknetem Bodenmaterial im Ofen bei 430°C ermittelt. Hierbei bleibt anzumerken, dass diese Methode nur bei sandigen Substraten angewendet werden sollte, da der Fehler bei anderen Substraten, z.B. carbonathaltigem Boden durch Glühverlust anderer Bodenbestandteile (Carbonate) vergrößert wird (Dr. habil. A. BRAUER, GeoForschungsZentrum Potsdam, freundl. mündl. Mitteilung, Oktober 2001). In solchen Fällen sollten diese Bestandteile extra ermittelt und vom Glühverlust subtrahiert werden. Im Untersuchungsgebiet sind ausschließlich Proben aus carbonatfreiem, reinem Sand bzw. schwach schluffigem Sand untersucht worden. Orientiert wurde sich an der durch HÖHN (2000, 340 ff) beschriebenen Methode. Er diskutiert verschiedene Fehlerquellen, unter anderem die Fehler durch unterschiedliche Temperaturen. So geht er davon aus, dass Temperaturen von 550°C im Muffelofen (nach DIN 19684) einen höheren Fehler verursachen. SCHACHTSCHABEL et al. (1998, 64) erörtert: bei Böden mit über 80% Sandanteil liefert die Bestimmung des Glühverlustes bei 400°C ausreichend genaue Werte. Weiterhin wurden Wurzelreste vor dem Glühen entfernt. Der Gewichtsverlust nach dem Glühen der Probe wurde ausgewogen und in den Gewichtsprozentanteil der

Ausgangsprobe umgerechnet. Anschließend wurde der Prozentanteil des Glühverlustes mit 1,72 multipliziert (vgl. AG BODEN 1994 und HÖHN 2000).

II.3.3. Datierungen

Eine Datierung von Artefakten (Holzkohle, Keramik, u. a.) ist einer der wichtigsten Bestandteile der Vierdimensionalen Landschaftsanalyse. Durch eine Datierung kann das Alter der Schichten hinreichend bestimmt werden. Das Alter des Artefaktes kann jedoch nicht direkt auf die Schicht übertragen werden, in der er gefunden wurde. Nur wenn ein Verbringen des Artefakts durch anthropogene Einflüsse oder Tiere (z. B. durch Tiergänge) auszuschließen ist, lässt sich daraus schließen, dass das umliegende Sediment annähernd gleich alt oder jünger ist (SCHATZ 2000, 9). Im größeren Umfang hat bis heute nur die ^{14}C -Methode zur Datierung von Bodenhorizonten und Sedimentschichten Anwendung gefunden (SEMMELE 1993, 77). Die Interpretation der Datierungsergebnisse spielt eine wesentliche Rolle und wurde wie folgt vorgenommen: kann eindeutig nachgewiesen werden, dass es sich um eine verlagerte Holzkohle handelt, zeigt die jüngste in dieser Schicht gefundene Holzkohle annähernd ein Maximalalter des Sediments (Kolluvium). Bei in situ-Holzkohlen aus Oberbodenhorizonten, Brandhorizonten, Brandgruben o. ä. erhält man annähernd ein minimales Alter. Die gleiche Interpretationsweise wurde bei anderen Artefakten (z. B. Keramik) angewendet. In allen Fällen muss außer dem Alter des Artefakts auch die stratigraphische Position im Aufschluss berücksichtigt werden, um eine korrekte Interpretation zu erhalten. Außerdem müssen die Bodenbildungen berücksichtigt werden. Die Ausbildung der Bodenhorizonte bedarf, je nach entstandenem Boden und Ausgangssubstrat, gewisser Entwicklungszeiträume. Im Rahmen dieser Arbeit wurden häufig Podsole kartiert, welche überwiegend über die Stadien Braunerde und Parabraunerde entstanden sind. Selbst bei starker anthropogener Mitwirkung liegt die Bildungszeit für einen deutlich ausgeprägten Podsol bei 400-500 Jahren (Prof. Dr. A. SEMMEL, freundl. mündl. Mitteilung auf einer Exkursion zur Grabung am 30.04.2004).

Im Zusammenhang mit Holzkohledatierungen wird oft die „Altholzproblematik“ diskutiert, wodurch Horizonte und Schichten nach dieser Interpretationsweise älter datiert werden, als sie in Wirklichkeit sind. Diesen Rückschluss kann man ziehen, wenn man einerseits bedenkt, dass inneres Holz (Kernholz) einem Feuer länger widersteht als äußeres. In Brandgruben, Feuerstellen, o. ä. (in situ Holzkohlen) verbrennt man andererseits nicht beliebig große Stämme, sondern spaltet sie vorher, wodurch wiederum Kernholz nach außen gerät. Unter Berücksichtigung dieser praxisbezogenen Tatsache kann für solche Datierungen der "Holz zu

alt"-Faktor vernachlässigt werden (Dr. V. ARNOLD, Museum für Archäologie und Ökologie Albersdorf, Korrespondenz vom 24.08.2004). Darüber hinaus wurde bei allen entnommenen Holzkohlestücken, sofern es möglich war, durch Dr. V. ARNOLD (Museum für Archäologie und Ökologie Albersdorf) die Holzart bestimmt. Dadurch konnte die Qualität der Datierungen noch einmal überprüft werden. In besonders kritischen Fällen wurden raschwüchsige, kurzlebige Weichhölzer ausgewählt und datiert.

In allen Schichten und Horizonten wurden ausreichend Holzkohlereste gefunden, die im Leibnizlabor für Altersbestimmung und Isotopenforschung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel durch Prof. Dr. P.M. GROOTES und seine Mitarbeiter mittels AMS-¹⁴C-Methode (s. Glossar, S. 160) datiert wurden.

Mit Ausnahme der Proben KIA21748, KIA 21745, KIA21080 und KIA25017 haben alle ausreichend viel Material für eine präzise Messung zur Verfügung gestellt. Hierbei wurden die Proben unter dem Mikroskop auf Verunreinigungen untersucht und dann mit 1%iger HCL-Lösung, 1%iger NaOH-Lösung und danach wieder mit 1%iger HCL-Lösung bei 60°C extrahiert. In einer mit CuO und Silberwolle gefüllten Quarzampulle wurde die Probe bei 900°C verbrannt. Weiter wurde das entstandene CO₂ mit H₂ bei 600°C zu Graphit reduziert und in einen AMS-Probenhalter gepresst, sowie in der AMS-Anlage gemessen. Die ¹⁴C-Messung wurde durch Isotopenfraktionierung korrigiert. Außerdem berücksichtigt die Unsicherheit Zählstatistik und Stabilität der AMS-Anlage. Das kalibrierte Alter wurde mit „CALIB rev4.3“ (Datensatz 2), STUIVER et al., Radiocarbon 40, (1998) 1041-1083 bestimmt (zusammengefasst nach P. GROOTES, Korrespondenz vom 08.07.2003, 13.10.2004 und 20.01.2004).

Die in dieser Arbeit angegebenen Datierungsergebnisse beziehen sich auf die Two Sigma Range (cal BC bzw. cal AD). Angegeben wurden nur die Ergebnisse, dessen Wahrscheinlichkeiten über 10% lagen.

II.4. Relief

Das Relief ist eine wichtige geoökologische Steuergröße für Lokalklima, Abfluss, Boden, Vegetation, Wasser- und Stoffdynamik sowie natur- und kulturgeschichtliche Erscheinungen (BORK & DALCHOW 2000, 143). Des Weiteren ist eine Reliefaufnahme für eine korrekte Interpretation und eine genaue Rekonstruktion von Erosions- und Akkumulationsereignissen notwendig. Die Reliefdaten wurden aus aktuellen topographischen Karten erhoben. Dazu wurden die relevanten Kartenausschnitte (oberirdische Wassereinzugsgebiete) aus der

topographischen Karte (Maßstab 1:5000) gescannt. Anschließend wurden mit der GIS-Software (s. Glossar, S. 160) ArcView GIS 3.2 (Environmental Systems Research Institute, Inc. 1999) aus den Kartenausschnitten georeferenzierte Punktt Themen digitalisiert. Somit standen zur weiteren Verarbeitung Tabellen mit XYZ-Koordinaten zur Verfügung.

Die so gewonnenen Daten wurden mit der GIS-Software Surfer 8 (Golden Software, Inc. 2002) weiter verarbeitet. Für alle oberirdischen Wassereinzugsgebiete konnten digitale Geländemodelle (DGM) erstellt werden.

Die Vermessungsdaten der Bohrungen und Aufschlüsse wurden mit den georeferenzierten Daten aus den topographischen Karten zusammengeführt. Weiterhin wurden die ursprünglichen oberirdischen Wassereinzugsgebiete (vor Anlage der Knicks/Wälle, etc.) eingetragen. Zweidimensionale Ausschnitte der Einzugsgebiete wurden in CorelDRAW 9 (Corel Corporation 2000) kopiert, um die Verbreitung der Kolluvien zeichnerisch aufzuarbeiten.

II.5. Kartenauswertung

Die Sichtung aller verfügbaren Ausgaben der topographischen Karten des Untersuchungsgebietes ist ein aufschlussreicher Arbeitsschritt, da hier sehr schnell ein Überblick über die jüngere Entwicklung und den Wandel der Landschaft deutlich wird. Ergebnisse liegen in der Erkenntnis über die Verhältnisse von bestimmenden Strukturen (Wald, Ackerflächen, Grünland, Siedlungsverteilung) in der Landschaft. Es ist zusätzlich notwendig, andere Kartentypen, wie z.B. geologische Karten für das Ausgangssubstrat, hydrologische Karten für den Wasserhaushalt des Gebietes, bodenkundliche Karten für die Bodentypen oder geomorphologische Karten für die Geländeformen, auszuwerten, um einen Überblick über die naturräumliche Situation zu bekommen.

Die älteste verfügbare topographische Karte für den Raum Schleswig-Holstein ist die durch das Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein neu aufgelegte Varendorfsche Karte im Maßstab 1:25000 (1999; Topographisch Militärische Charte des Herzogtums Holstein, 1789-1796). Karten lagen insgesamt für den Zeitraum von 1780 bis 1997 vor. Diese wurden im Landesvermessungsamt Kiel gesichtet, um die Landnutzungen in historischer Zeit seit Ende des 18. Jahrhunderts zu rekonstruieren.

II.6. Bildquellen

Eine Auswertung von Luftbildern ist nur für die 2. Hälfte des 20. Jh. möglich. Sie bietet eine sehr gute Möglichkeit die jüngste Landnutzungs- und die Siedlungsentwicklung räumlich zu rekonstruieren. Darüber hinaus bietet die Luftbildinterpretation die Möglichkeit, verschiedene Anbaukulturen zu differenzieren (vgl. DRACHENFELS 1994; BUND FÜR NATURSCHUTZ 1995).

II.7. Schriftliche Quellen

Hinweise über die Art der Landnutzungen, Besitzverhältnisse und die Besiedlungsgeschichte seit dem Mittelalter sind gelegentlich in schriftlichen Quellen zu finden. Archäologische Befunde wurden in dieser Arbeit ebenfalls als Hilfsmittel zur Rekonstruktion der Landnutzung bzw. der Siedlungsgeschichte in prähistorischer Zeit verwendet. So fanden sich in archäologischen Abhandlungen regionspezifische Einordnungen von Siedlungstätigkeiten des Menschen und genaue Lokalisationen der archäologischen Grabungen. Weiterhin wurde vorhandene Literatur zur Waldentwicklung, Agrar- und Klimageschichte ausgewertet. Diese fachübergreifende Literaturanalyse ermöglicht Aussagen zu einzelnen Landschaftszuständen und Witterungsbedingungen, welche dann in eine Rekonstruktion der Landschaftsgenese integriert werden konnten.

II.8. Erstellen von Stratigraphien

Die Stratigraphien sind der Zusammenschritt aller erarbeiteten Ergebnisse. Um eine Vergleichbarkeit der Untersuchungsgebiete zu erleichtern, wurden die Stratigraphien in Phasen unterteilt. Letztere stehen jeweils für eine geschichtliche bzw. erdgeschichtliche Epoche. Einzelne Unterphasen sind in dieser Arbeit durch Buchstaben gekennzeichnet. Die zeitliche Einordnung der Phasen erfolgte nach den regional, momentan gültigen Zeitleisten (zusammengestellt nach DÖRFLER 2001, 40 und ARNOLD & KELM 2004, 30).

II.9. Erstellen von Phasenzeichnungen und Modellen der Siedlungslandschaften

Zur Veranschaulichung der Stratigraphien wurden für die wichtigsten Zeitfenster Phasenzeichnungen und modellhafte Siedlungslandschaften erstellt.

Die Rekonstruktion der Phasen erfolgte aus den Aufschlüssen und Bohrungen. Hierzu wurde die für das Profil relevante Oberflächenlinie aus dem DGM extrahiert und in ein

Grafikprogramm (CorelDRAW 9, Corel Corporation 2000) importiert. Anschließend wurden die Aufschlüsse im gleichen Maßstab eingehängt. Zusätzlich wurden die Bohrungen maßstabgetreu eingezeichnet und die Schichten und Horizonte miteinander verbunden. Die Phasenzeichnungen stellen jeweils nur ein Profil pro Untersuchungsgebiet dar und beinhalten die wichtigsten Informationen zur Bodenbildung, Sedimentation und Landnutzung.

Die modellhaften Siedlungslandschaften veranschaulichen vorrangig die Landnutzung. Erstellt wurden diese auf Grundlage der eigenen Ergebnisse und dem momentanen Forschungsstand zur Siedlungsgeschichte der Region. Dazu wurde der relevante Geländeauschnitt als DGM in das Grafikprogramm CorelDRAW 9 (Corel Corporation 2000) importiert und die Verteilung der Landnutzung grafisch aufgearbeitet.

II.10. Feststoffbilanzen

Durch die beschriebenen Methoden war es darüber hinaus möglich, Aussagen über das Ausmaß der partikulär verlagerten Stoffe zu treffen. Die Bodenerosion konnte in Form von Bilanzen quantifiziert werden.

Hierzu wurde die Ausdehnung der oberirdischen Wassereinzugsgebiete auf Grundlage der Deutschen Grundkarte 1:5000 berechnet. Zur Berechnung der Kolluvienablagerungsfläche wurden zweidimensionale Höhenlinienkarten aus dem DGM extrahiert und mit den Vermessungsdaten der Aufschlüsse und Bohrungen verschnitten. Nach Eintragen der Kolluvien wurde die Ablagerungsfläche berechnet. Durch Bestimmung der mittleren Mächtigkeit wurde das Volumen der Ablagerungen ermittelt. Für eine eindeutige Bilanzierung waren folgende Voraussetzungen notwendig (vgl. DOTTERWEICH et al. 2003a):

1. Die Kolluvien sind eindeutig abgrenzbar, d. h. ein Austrag über angrenzende Vorfluter kann ausgeschlossen werden.
2. Die Wasserscheide hat sich im gesamten Bilanzierungszeitraum nicht verlagert (z. B. durch Anlage der Knicks/Wallhecken in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts).
3. Der Abtragszeitraum ergibt sich aus der landschaftsgenetischen Entwicklung unter besonderer Berücksichtigung der regionalen Hauptsiedlungsphasen.
4. Zur Berechnung der Bilanzen im wahrscheinlichen Abtragszeitraum wurde ein bestimmtes Verhältnis von Nutzung zu Brache angenommen. Das bedeutet, dass auf 3 Jahre Nutzung 12 Jahre Brache zur Regeneration der verbrauchten Böden folgte.

Zur Berechnung der mittleren Tieferlegung wurde das Abtragsvolumen auf das erosionsrelevante Einzugsgebiet (erosionsrelevantes Einzugsgebiet = Gesamteinzugsgebiet – Ablagerungsfläche des Kolluviums) zurückgerechnet. Die Massenbilanzierung wurde unter Berücksichtigung der mittleren Trockendichte der jeweiligen Kolluvien berechnet. Tab. 9 auf S. 162 gibt eine Übersicht der ermittelten Trockendichten.

III. Kapitel: Untersuchungsraum

Der folgende Abschnitt charakterisiert die naturräumlichen Gegebenheiten des Untersuchungsgebietes. Die für eine pedologisch-sedimentologische Untersuchung relevanten Landschaftsbestandteile, wie Topographie, Gesteine, Relief, Böden, Klima, Wasserhaushalt, Vegetation sowie die heutige Landnutzung, werden vorgestellt.

III.1. Topographie

Der Untersuchungsraum befindet sich südlich des Ortes Albersdorf, ca. 65 km westlich von Kiel. Albersdorf liegt auf der schleswig-holsteinischen Geest im Landkreis Dithmarschen. Die genaue Abgrenzung des Landkreises erfolgt durch das Wattenmeer im Westen, die Eider im Norden, die Elbe im Süden und den Nord-Ostsee-Kanal im Osten. Als Übersicht zur topographischen Einordnung dient die Abb. 1 (S. 22).

Die vier Untersuchungsgebiete befinden sich auf bzw. im näheren Umfeld des AÖZA-Geländes. Das AÖZA schließt sich südwärts an den Ort Albersdorf an. Es umfasst eine Fläche von ca. 40 ha und liegt bei 54°06' nördlicher Breite und 9°18' östlicher Länge. Die Untersuchungsgebiete tragen folgende Flurbezeichnungen: Bredenhoop, Falloh und Reddersknüll. Im Rahmen dieser Arbeit wurde in der Flur Reddersknüll ein Gebiet untersucht. Ergebnisse aus einer vorangegangenen Untersuchung in einem zweiten Untersuchungsgebiet wurden in die Auswertungen einbezogen (vgl. hierzu SCHMIDTCHEN et al. 2003, REISS et al. 2005). Allen Untersuchungsgebieten ist gemeinsam, dass sie direkt an das Gieselautal grenzen und südwärts in Richtung Gieselau entwässern (vgl. Abb. 1, S. 22).

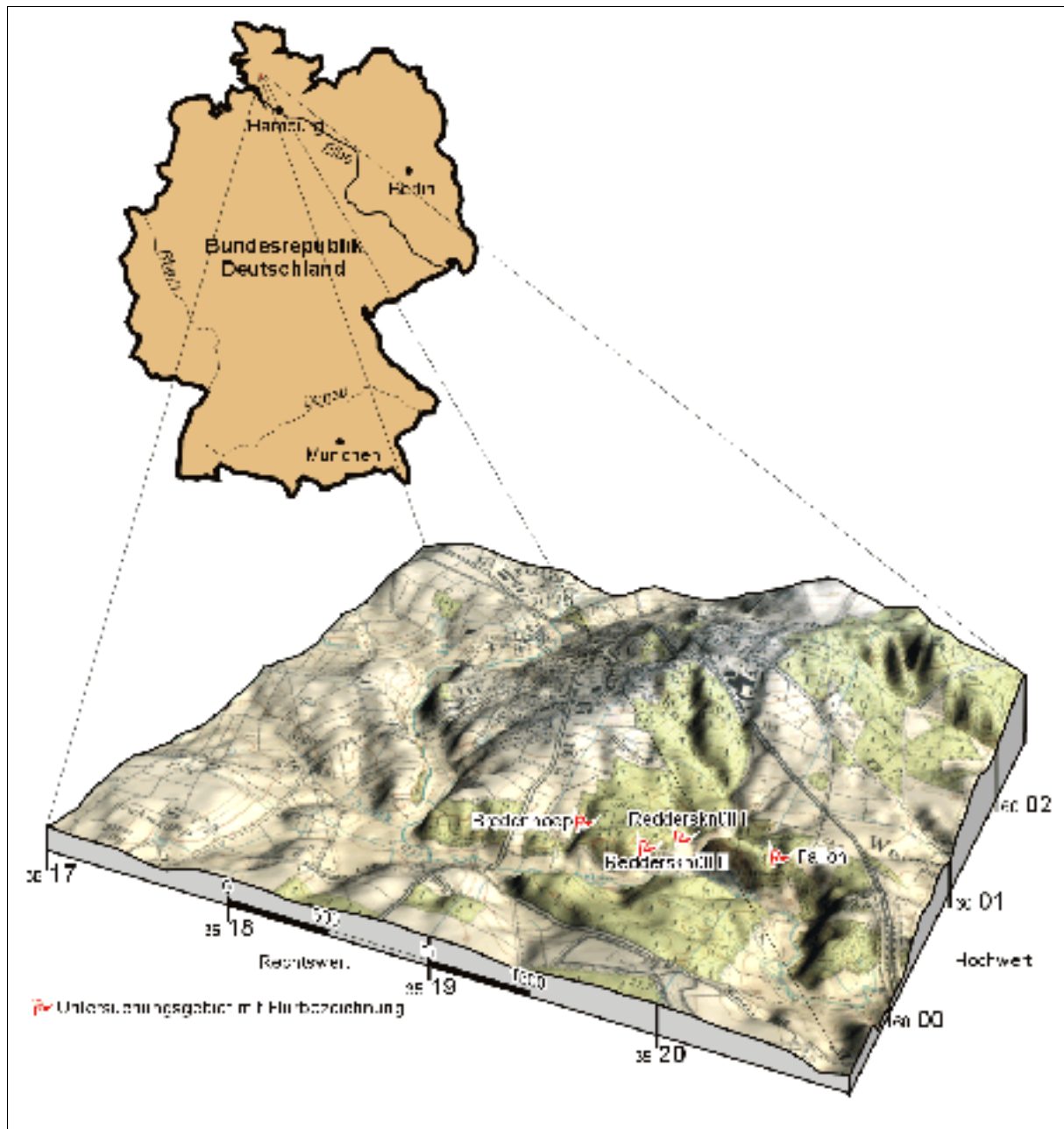


Abb. 1: Topographische Einordnung der Untersuchungsgebiete

(Kartengrundlage: TK25, Blatt 1821, Nordhastedt, verkleinert, vervielfältigt mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Schleswig-Holstein vom 21.02.2005, Geschäftszeichen: 1-562.6 S 131/05)

III.2. Landnutzung

Heute ist das Untersuchungsgebiet Reddersknüll I mit Mischwald bestanden. Es dominiert eine lockere Forststruktur aus Eichen (*Quercus robur*), Buchen (*Fagus sylvatica*) und Kiefern (*Pinus sylvestris*). Es sind keine engen reihenartigen Strukturen vorhanden. Im westlich angrenzenden Bereich Reddersknüll II dominiert die Buche (*Fagus sylvatica*). Östlich und südlich der Flur Reddersknüll schließt sich Offenland, das so genannte Horstenmoor, an. Hier

befinden sich Nasswiesen bzw. Dauergrünland des Gieselautals. Die Gieselau wurde zu Teichen aufgestaut, die früher einmal der Fischzucht dienten (freundl. mündl. Mitteilung E. ZIMMERMANN, AÖZA, Juni 2001).

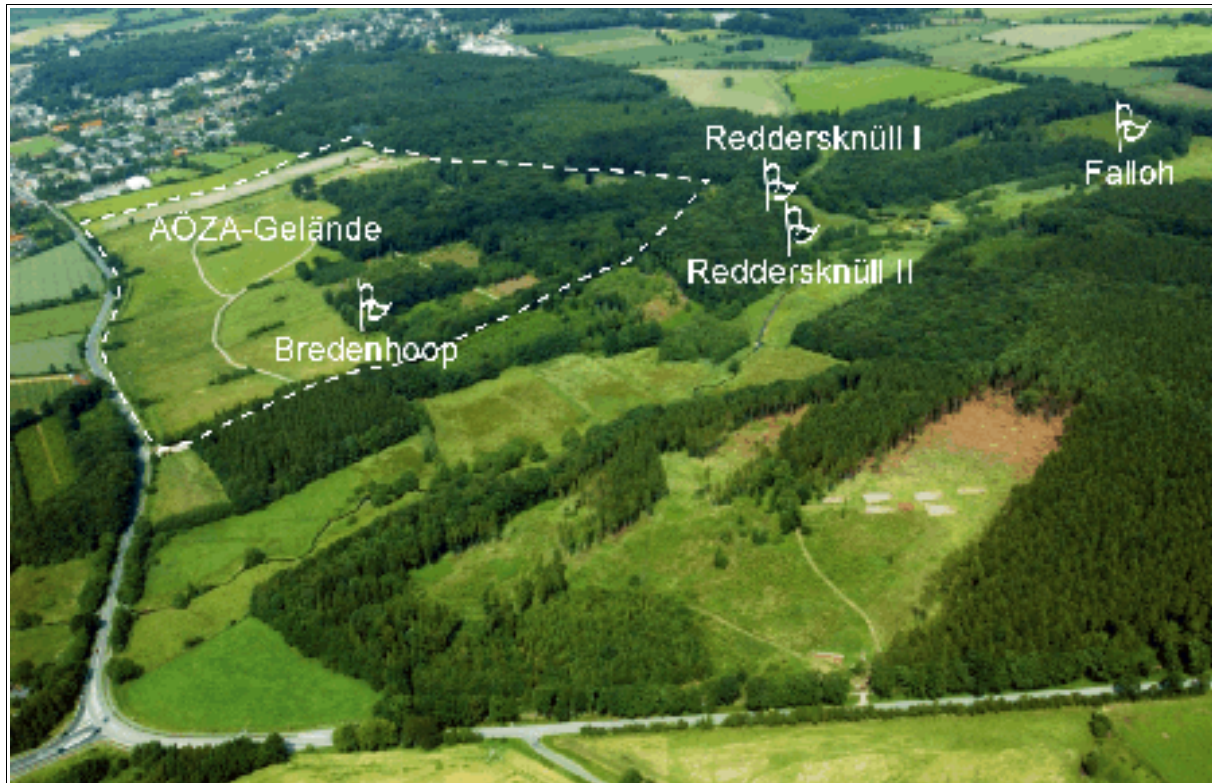


Abb. 2: Luftbild der Untersuchungsregion mit den vier Untersuchungsgebieten
(Foto: G. Winkler, Juli 2002)

In den nördlich angrenzenden Bereichen (Teile der Fluren Bredenhoop und Rathsbusch, die sich westlich an die Flur Bredenhoop anschließt) wächst ebenfalls Wald. Im Südwestteil der Flur Bredenhoop herrscht derselbe Mischwaldtyp vor wie im Bereich Reddersknüll I. Dem gegenüber steht eine sehr junge (15-20 Jahre) Nadelforstkultur im Südteil der Flur Rathsbusch. Hier ist zu bemerken, dass ein dichter, krautiger Unterwuchs, hauptsächlich aus Farnen (*Polypodiopsida*), das Gebiet prägt. Diese Struktur ist im Rückbau befindlich und wird durch den vorherrschenden Laubmischwaldtyp ersetzt. Der südwestliche Teil der Flur Rathsbusch wird bereits umstrukturiert.

Weiter nordwestlich schließt sich das Untersuchungsgebiet Bredenhoop an. Es befindet sich auf dem im Umbau befindlichen Gelände des Archäologisch-Ökologischen Zentrums Albersdorf (AÖZA, vgl. Abb. 2, S. 23). Das AÖZA hat das Ziel, neolithische Landschaftsmerkmale zu visualisieren, wie sie vor ca. 5000 Jahren existierte. Die Grundlage für die Rekonstruktion

einer ca. 40 ha großen Fläche bilden archäologische und paläoökologische Forschungsergebnisse (vgl. K_EL_M 2001). Bei diesen Flächen handelt es sich um ehemalige Agrarflächen, die durch das AÖZA als extensives Weideland genutzt werden. Landschaftsbild prägend sind einige Knicks (s. u. Exkurs Knicks), die mit ca. 100 Jahre alten Bäumen bewachsen sind.

Das Untersuchungsgebiet in der Flur Falloh ist im Gegensatz zu den anderen beschriebenen Untersuchungsgebieten zweigliedrig. Das Landschaftsbild im östlichen Teil des oberirdischen Wassereinzugsgebietes wird durch eine junge Fichtenaufforstung (*Picea abies*) aus den 1990iger Jahren bestimmt (freundl. mündl. Mitteilung M. T_IM_M, Besitzer der Fläche, März 2003). Hingegen ist das Landschaftsbild im westlichen Teil durch eine ca. 100-150 Jahre alte Mischwaldstruktur mit einem hohen Fichtenanteil (*Picea abies*) bestimmt.

Aus einer Begehung wurde deutlich, dass die Anlage der Knicks zu einer Verkleinerung der Oberflächenwassereinzugsgebiete führte (vgl. Exkurs Knicks). Dadurch verringerte sich der potentielle Oberflächenabfluss entlang der Tiefenlinie der Delle. Die ehemaligen und damit erosionsrelevanten Einzugsgebiete vom Neolithikum bis in die frühe Neuzeit sind in den Abb. 3- 5 dargestellt.

Weitere wichtige Befunde der Landschaftsbegehung sind die neolithischen Großsteingräber (auch Langbetten oder Hünengräber) und die bronzezeitlichen Hügelgräber, die sich unweit der untersuchten Areale befinden. Oft sind die Gräber von den Hangbereichen der Delle aus sichtbar. Sie belegen die urgeschichtliche Besiedlung des Untersuchungsraumes.

Exkurs: Knicks

Knicks sind grasbewachsene und strauchbestandene Erdwälle von etwa 0,5-1.5 m Höhe. Sie wurden in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts im Rahmen der Verkoppelung als Feldgrenzen angelegt. Der Boden und die Steine der Knicks stammen von den beiderseitig angrenzenden Äckern. Sie entstanden erst aus bäuerlicher Initiative, später aber in der Mehrzahl durch staatliche Verordnungen (Agrarreformen). Ihre Aufgabe bestand in der Abgrenzung des Privatbesitzes, sowie dem Schutz und der Absperrung des Weideviehs. Schutz vor Wind- und Bodenerosion waren nicht die ursprünglichen Aufgaben. Als Flurbegrenzung wurden Knicks auch in Wäldern angelegt (H_AS_SE_NF_LU_G 1968, 64 ff).

III.2.1. Beschreibung der oberirdischen Wassereinzugsgebiete

Flur Bredenhoop:

In der Flur Bredenhoop befindet sich das größte der drei untersuchten Einzugsgebiete. Es umfasst eine Fläche von 12,99 ha. Das oberirdische Wassereinzugsgebiet ist durch eine etwa 150 m breite Delle mit einer etwa 800 m langen Tiefenlinie geprägt. Die Delle besitzt eine Nord-Süd-Ausrichtung und entwässert nach Süden zum Gieselalautal.

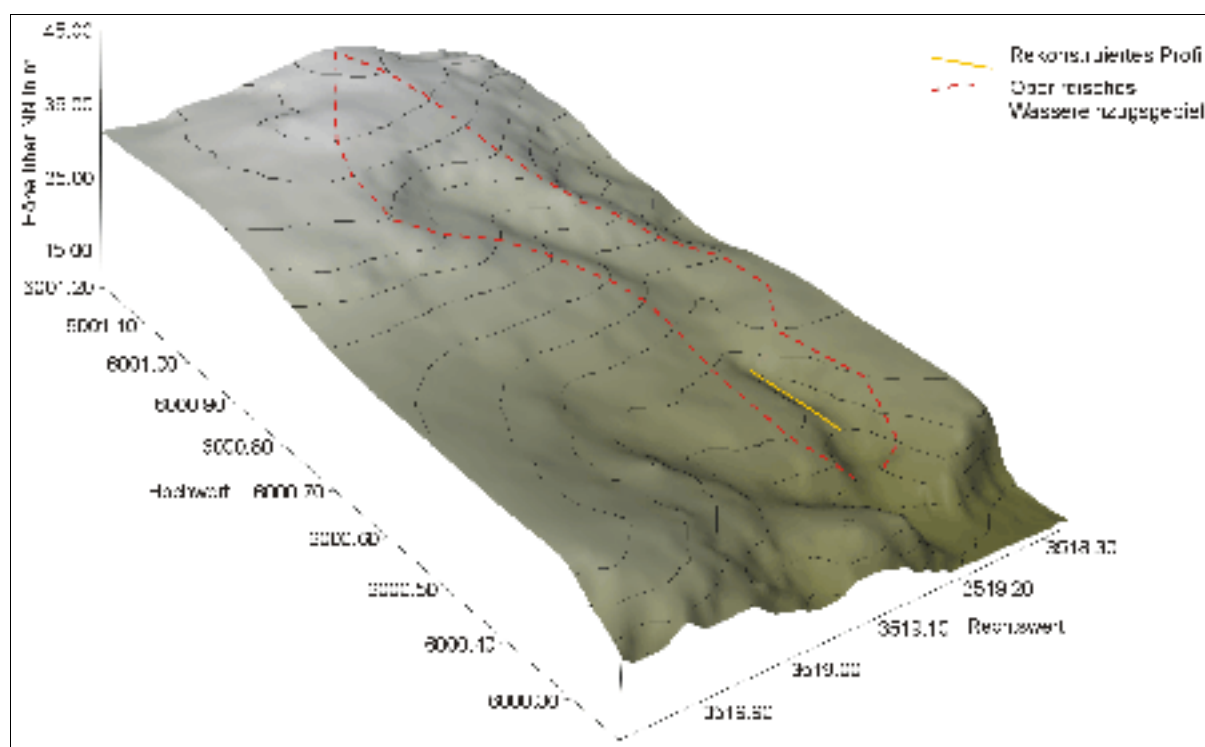


Abb. 3: DGM des Untersuchungsgebietes Bredenhoop

Flur Falloh:

In der Flur Falloh wurde eine Delle mit einem 2,16 ha großen oberirdischen Wassereinzugsgebiet untersucht. Die etwa 100 m breite, nach Süden zum Gieselalautal geöffnete Delle verzweigt sich nach ca. 25 m hangaufwärts in zwei Tiefenlinien. Eine läuft etwa 50 m weiter nach Norden. Die zweite Tiefenlinie läuft etwa 100 m weiter in westliche Richtung auf den westlichen Endmoränenzug.

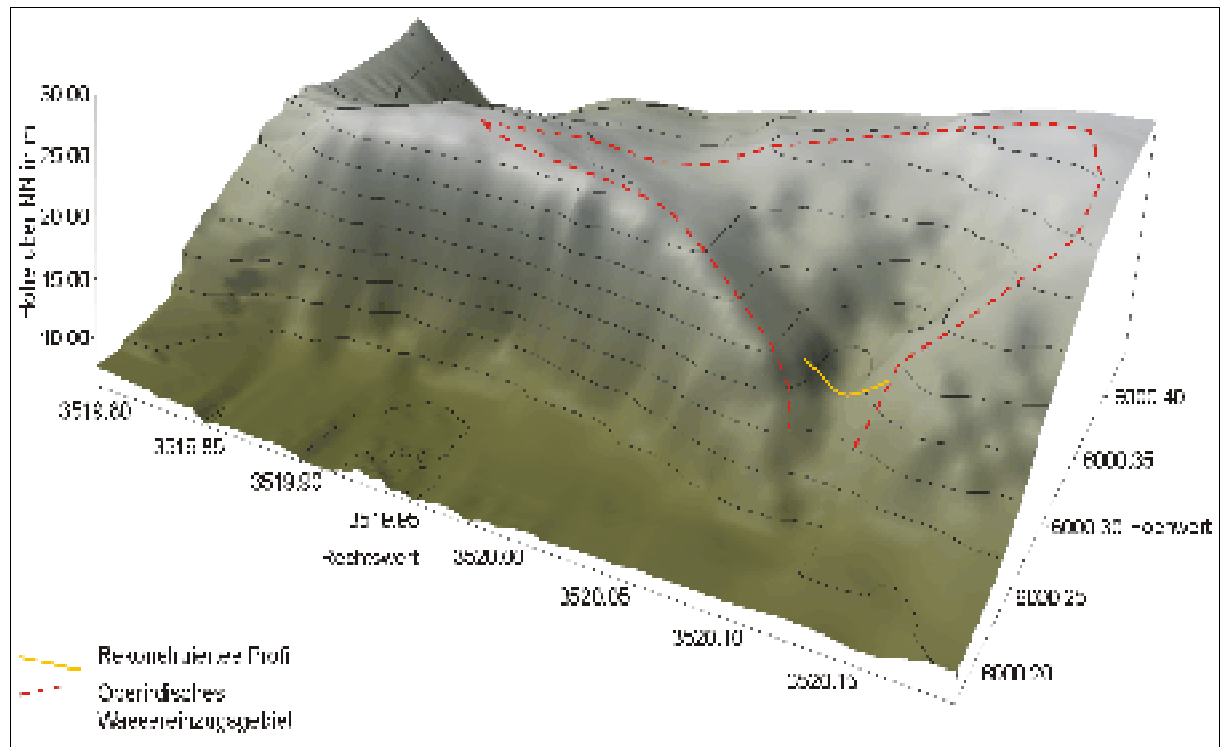


Abb. 4: DGM des Untersuchungsgebietes Falloh

Flur Reddersknüll (Untersuchungsgebiet I und II):

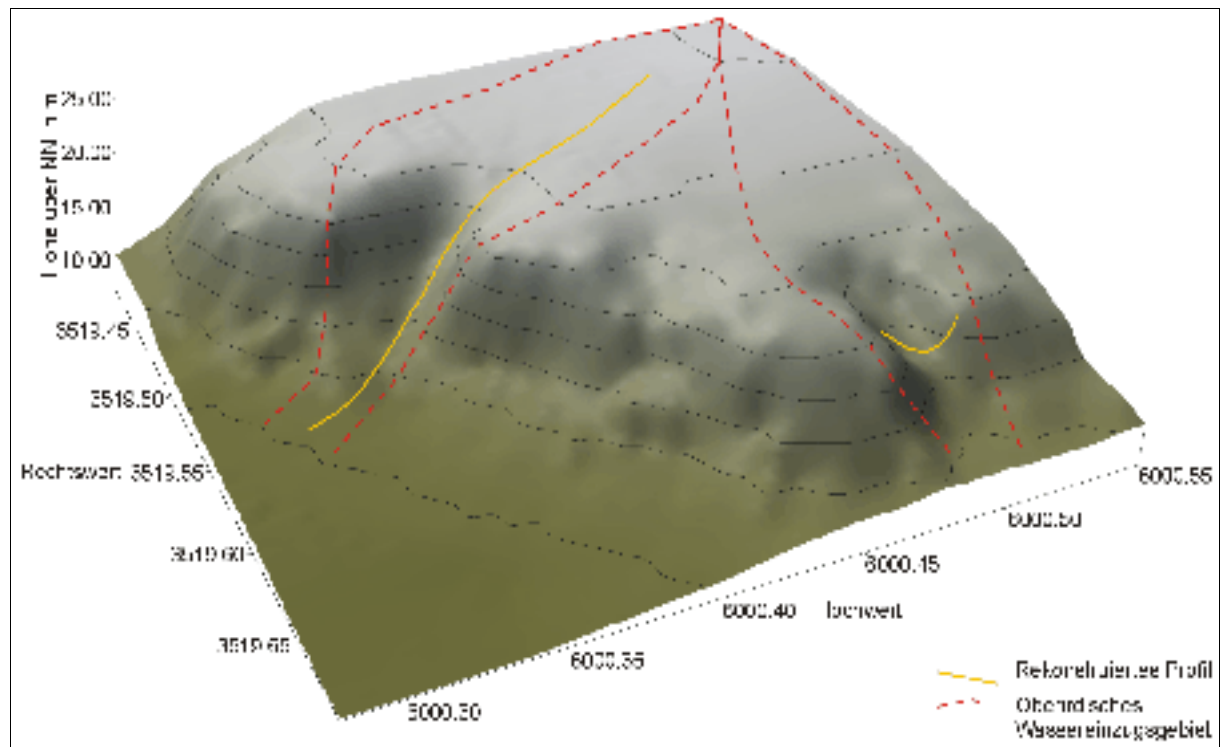


Abb. 5: DGM des Untersuchungsgebietes Reddersknüll
Grabung I (rechts) und II (links)

Die beiden kleinsten untersuchten Einzugsgebiete in der Flur Reddersknüll entwässern nach Süden (Reddersknüll II, 1,15 ha groß) bzw. nach Südosten (Reddersknüll I, 1,46 ha groß). Die Delle der Grabung I im Untersuchungsgebiet Reddersknüll ist ca. 50 m breit. Die von West nach Ost verlaufende Tiefenlinie ist ca. 80 m lang und entwässert über einen nördlichen Ausläufer des Gieselautals weiter südwärts in Richtung Gieselau.

Die Delle der Grabung II im Untersuchungsgebiet Reddersknüll ist ca. 50 m breit und die nord-südlich verlaufende Tiefenlinie ist ca. 100 m lang.

III.3. Geologie

Die kaledonische Plattform, eine der vier geotektonischen Einheiten Mitteleuropas, bildet den geologischen Untergrund Schleswig-Holsteins. Sie wurde im Ordovizium und Silur während der kaledonischen Orogenese gebildet. Der Untersuchungsraum befindet sich am Nordrand der Norddeutschen Senke, dem Zentralabschnitt der Mitteleuropäischen Senke. Hierbei handelt es sich um einen von Südostengland bis zu den Karpaten ziehenden, letztmalig kaledonisch deformierten Streifen Altpaläozoikums unter z.T. mächtiger jungpaläozoischer bis känozoischer Bedeckung (WALTER 1992, 79). Bereits im Tertiär war der gesamte Nordseebereich ein Senkungsgebiet. Das Absinken setzte sich im Quartär fort (LIEDTKE 1994, 222).

Die heutigen Geländeformen sind vor allem das Ergebnis des Mittel- und Jungpleistozäns (WALTER 1992, 128). Mit Ausnahme weniger Vorkommen (z. B. Lauenburger Ton) stehen keine Ablagerungen der Elster-Kaltzeit an der Landoberfläche Schleswig-Holsteins an. Auch der Nachweis ihrer wenigstens indirekten geomorphogenetischen Bedeutung steht noch aus (FRÄNZLE 2004, 12). Während des Drenthe-Stadiums der Saale-Kaltzeit (180000-128000 vor heute) war die gesamte deutsche Nordseeküste eisbedeckt. Mit dem Ausklingen des Glazials und der folgenden Eem-Warmzeit (128000-117000 vor heute, STREIF 2002, 137) ging die Ausdehnung des Meeres in Schleswig-Holstein einher. Der Küstenverlauf war geprägt durch tiefe Buchten und große Halbinseln (Dithmarschen, Raum Amrum-Sylt) (LIEDTKE 1994, 223).

Die quartären Deckschichten sind 50-100 m, maximal 500 m mächtig. In dieser, heute hauptsächlich reliefarmen Altmoränenlandschaft sind Grundmoränen und sandige Geestplatten ausgebildet. Die Endmoränenzüge sind teilweise eingeebnet (WALTER 1992, 128). GRIPP (1964, 208 ff) weist auf einen mehrfachen Wechsel von Grundmoränenlagen mit Schmelzwassersanden hin. Im Bereich der vier Untersuchungsgebiete südlich des Ortes Albersdorf (Fluren Bredenhoop, Falloh und Reddersknüll) stehen geringmächtige, lückenhaft vorhandene Flugsande über Schmelzwasserablagerungen des Warthe-Stadials (Saale-Kaltzeit,

(FRÄNZLE 2004, 12). Während der eemzeitlichen Bewaldung erfolgte eine organogene Verlandung der Senken, ansonsten blieben die saalezeitlichen Hohlformen weitgehend erhalten (FRÄNZLE 1988, 25). FRÄNZLE (2004, 14) differenziert eine Verlandungssequenz wassererfüllter Hohlformen zunächst mit Kalkmudden und später durch limnisch-telmatische Ablagerungen.

In der Weichsel-Kaltzeit (117000-11560 vor heute, STREIF 2002, 140) veränderte sich das Relief wieder stärker. Die äußere Randlage der Weichselvereisung (im Brandenburger Stadium) lag ca. 25-30 km vor dem Untersuchungsraum (vgl. STREHL 1986, 37 ff). Vor allem periglaziale Prozesse waren für die jungpleistozäne Formung der Oberfläche im Untersuchungsraum verantwortlich. Diese können sehr unterschiedlich sein. Dauerfrostboden, Solifluktion, Flugsanddecken etc. sind nur einige oberflächenprägende Prozesse und Phänomene (LIEDTKE 1981, 153 ff). Durch den zunehmenden Einfluss des subarktischen Klimas (längere Frostperioden) am Anfang der Weichsel-Kaltzeit sank die Infiltrationskapazität des Bodens. Durch erhöhten Oberflächenabfluss kam es zu starken Abspülungen und zur Einebnung der saalezeitlichen Hohlformen. In der Folgezeit führte der Permafrostboden mit seinen boden- und reliefprägenden Eigenschaften zur periglazialen Überformung der Täler und Vollformen (FRÄNZLE 1988, 25 ff). EHLERS (1990, 130) weist darauf hin, dass die Oberflächenformen Norddeutschlands keine klare Zuordnung zu den üblichen Formen zulassen. Die heute geringe Hangneigung führt FRÄNZLE (1988, 25 ff) auf Abtragungs- und Sedimentationsprozesse (Ablation und Solifluktion) dieser Zeit zurück. Er bemerkt jedoch, dass die Solifluktionserscheinungen in der Hohen Geest eher eine untergeordnete Rolle gespielt haben. Die periglaziär-fluvialen Erosionserscheinungen und seitlichen Uferunterschneidungen der Talhänge sind heute in den von mächtigen Holozän-schichten bedeckten Gebieten zu finden. Durch sie entstanden die breiten Talwannen, welche der Hohen Geest ihre auch für die Kulturlandschaftsentwicklung bedeutsame Großgliederung verleihen (FRÄNZLE 2004, 15).

III.5. Böden

Die Klassifikation der Bodenregionen Mitteleuropas nach SCHACHTSCHABEL et al (1998, 461 ff) weist für die Region um Albersdorf eine Dominanz typischer Böden einer Pleistozän-landschaft aus. Zu den Leitbodenformen zählen die Rost- und Braunerden sowie Gleye und Niedermoor in den feuchteren bzw. grundwasserbeeinflussten Bereichen. SEMMEL (1993, 45) weist für den Untersuchungsraum Braunerden und Parabraunerden als Leitböden aus. Diese Böden bildeten sich auf altem Moränenmaterial (Drenthe- und Warthe-Stage der Saale-

Kaltzeit) aus, welche Entkalkungstiefen von 1,5-2,5 m (Warthe-Moräne) bzw. 2-4 m (Drenthe-Moräne) aufweisen (KOPP 1968, 160 ff). KOPP (1968, 160 ff) weist ebenfalls darauf hin, dass die Kalkgehalte in den Sanden wahrscheinlich keinen Einfluss auf die späteren Bodenbildungen mehr hatten, da zu Beginn der holozänen Vegetationsperiode der gesamte Kalk ausgewaschen war. FRÄNZLE (2004, 26) beschreibt für die steinfreien Flugsanddecken in relativ trockenen Kuppen- und Hanglagen unter Wald häufig tonarme, saure Braunerden, Podsole und Parabraunerden. Die mächtigen tonverarmten Oberböden, die größeren Entkalkungstiefen und die stärkeren Podsolierungstendenzen der Parabraunerden wertet er als Ergebnis der Lessivierungen während zweier Interglaziale.

Die Rosterden werden heute oft als Podsol angesprochen. Unter Podsolierung wird eine abwärts gerichtete Umlagerung gelöster organischer Stoffe (Fulvosäuren und Huminsäuren) verstanden, die oft im Zusammenhang mit Eisen- und Aluminiumumlagerung (metallorganischer Komplexe) stattfindet. Diese Verlagerungserscheinungen treten unter sauren Bedingungen auf. Die Podsolierung führt zur Umverteilung von Fe, Mn, Cu, P und Mo im Bodenprofil (vgl. BLUME 1992, 272 ff; SEMMEL 1993, 25; SCHACHTSCHABEL et al. 1998, 389 ff). Die Podsolierung ist in erster Linie an eine positive Wasserbilanz gebunden und entsteht in der Regel unter Rohhumus liefernden Pflanzenarten. Hierzu zählen vor allem Heide- und Forstgesellschaften mit Glocken- und Besenheide (*Erica tetralix*, *Calluna vulgaris*), Waldkiefer (*Pinus sylvestris*), Fichte (*Picea abies*), Birke (*Betula pendula*) und Eiche (*Quercus robur*) (TOLKSDORF-LIENEMANN 2000, 6). SEMMEL (1993, 76) beschreibt die Podsolierung gegenüber der Lessivierung als vergleichsweise schnellen Bodenbildungsprozess. Jedoch wertet er tiefentwickelte Podsolprofile als Indikator für eine langfristige Stabilität in der Boden- und Landschaftsentwicklung.

Detaillierte Auswertungen der Schleswig-Holsteinischen Bodenkarte (1983) im Maßstab 1:25000 bestätigen das Vorhandensein der regionalen Leitböden (vgl. Abb.: 7, S. 31). Der Untersuchungsraum befindet sich in einem ausgedehnten Eisenpodsolbereich. In allen vier Untersuchungsgebieten sind Podsole in verschiedenen Ausprägungen vorzufinden. Für die Fluren Bredenhoop, Falloh und Reddersknüll ist ein Eisenpodsol vom Bodentyp Pl 1 ausgewiesen. Dieser hat sich an allen vier Standorten in schwach lehmigem Sand über Sand entwickelt. Die nutzbare Feldkapazität ist als gering einzuschätzen. In den angrenzenden Bereichen haben sich gleiche Böden auf leicht tonigeren Untergründen gebildet. Diese Standorte sind durch ihre geringfügig höhere Feldkapazität etwas besser für ackerbauliche Nutzung geeignet (Bodentyp Pl 2-Pl 3).

Im Gieselautal sind grundwasserbeeinflusste Böden (podsoliierte Anmoorgleye und gering-

III.6. Klima

Die mittleren Lufttemperaturen für das Sommerhalbjahr liegen bei 13,0-13,5 °C. Juli und August sind mit 17-18 °C mittlerer Lufttemperatur die wärmsten Monate des Jahres. Die mittleren Lufttemperaturen für das Winterhalbjahr liegen zwischen 2,5-3,0 °C, wobei die tiefsten Durchschnittstemperaturen mit 0-1 °C im Januar und Februar liegen (vgl. MÜLLER-WESTENMEIER 1999). Die Dämpfungswirkung in den Jahresschwankungen der Lufttemperaturen ist den Wassermassen von Nord- und Ostsee zuzuschreiben (LIEDTKE 1994, 48).

Ein weiterer Effekt der maritimen Lage drückt sich in der mittleren Jahresniederschlagshöhe aus. Sie liegt mit 900 bis 1200 mm im Jahr deutlich höher als bei Standorten mit kontinentalerer Lage. Im langjährigen Mittel ist der November der Monat mit den höchsten Niederschlägen. Der Durchschnitt dieses Monats liegt zwischen 90-140 mm. Mit 40-50 mm Niederschlagshöhe ist der Februar der trockenste Monat (vgl. MÜLLER-WESTENMEIER 1999).

Die Sonnenscheindauer unterscheidet sich kaum vom bundesweiten Durchschnitt. Sie beträgt für das Sommerhalbjahr 1000-1200 h und im Winterhalbjahr 400-500 h (vgl. MÜLLER-WESTENMEIER 1999).

Die Temperaturen sind im Wald niedriger als im Offenland. Dadurch laufen die Prozesse der Zersetzung, Verwitterung und Mineralbildung im Wald langsamer ab. Zu Zeiten einer Nutzung der Untersuchungsgebiete bzw. einzelner Teilflächen ist eine vollständige Waldbedeckung auszuschließen. Hierdurch wurde das Mikroklima vollständig verändert. Bei Grabungsarbeiten in der Flur Falloh konnte ein günstiges Lokalklima festgestellt werden, welches durch die Geländeform bedingt, gute Voraussetzungen für Ackerbau bietet (Dellen nach Süd-Südost geöffnet und gegen Hauptwindrichtung aus West und Nordwest geschützt). Durch die windgeschützte Position sind die Temperaturen deutlich höher.

III.7. Wasserhaushalt und Gewässer

Grundwasser

Im Bereich der Eisenpodsole und der Gley-Podsole ist die Infiltrationskapazität der Böden mittel bis hoch. Die hydrologischen Verhältnisse im Bereich der Anmoorgleye (Gh 1) und Niedermoortorfe (Hn 1,8) sind gekennzeichnet durch im Bodenkörper hoch anstehendes Grundwasser. Bei den Niedermoortorfen ist von einem Grundwasserflurabstand um 30 cm unter Flur oder höher auszugehen, während bei den Anmoorgleyen das Grundwasser in den

feuchten Perioden nahe der Oberfläche und in den trockenen Perioden 50-80 cm unter Flur anzutreffen ist (vgl. Bodenkarte von Schleswig-Holstein 1:25000, Blatt 1821 Nordhastedt). Die Rate der Grundwasserneubildung hängt von dem Bewuchs des jeweiligen Untersuchungsgebietes ab.

Oberflächengewässer

Die Eider ist das größte natürliche Fließgewässer im Untersuchungsgebiet. Sie fließt in Dithmarschen etwa in Ost-West-Richtung und entwässert aus der Hohen Geest in die Nordsee. In direkter Peripherie zu den Untersuchungsgebieten liegt der Fluss Gieselau. Alle untersuchten Einzugsgebiete führen ihr Oberflächenwasser über sie ab. Die Gieselau mündet in den Nord-Ostsee-Kanal, welcher das größte, jedoch künstlich geschaffene Oberflächengewässer der Region ist. Hierbei handelt es sich nicht um ein Fließgewässer, da die Ein- und Ausflüsse über Schleusen reguliert werden. Durch Menschen angelegte Fischteiche sind als kleine Stillgewässer im Gieselautal vorhanden.

IV. Kapitel: Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt sind die erarbeiteten Ergebnisse aus Feld- und Laborarbeit, sowie die Auswertungen der Bild- und Schriftquellen dargestellt. Aufschluss- und Bohrungsbezeichnungen ergeben sich aus dem Anfangsbuchstaben der Flur plus A für Aufschluss bzw. B für Bohrung plus der Nummerierung (z. B.: Bredenhoop Aufschluss 1 = BA1). Horizonte und Schichten sind nach den Vorgaben der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AG-BODEN 1994) aufgenommen und bezeichnet worden.

IV.1. Auswertung von Karten, Schrift- und Bildquellen

IV.1.1. Rekonstruktion der Landnutzung aus Karten und Luftbildern

Die Rekonstruktion der Landnutzung aus Karten und Luftbildern besitzt den Nachteil, dass diese Dokumentationsart relativ jung ist. Die älteste verfügbare Karte für den überwiegenden Teil des heutigen Schleswig-Holstein ist die Varendorfsche Karte (1789-1796). Nachteil dieser Darstellung ist eine nicht unerhebliche Verzerrung, welche eine Vergleichbarkeit mit heutigen georeferenzierten Karten erschwert (vgl. Abb. 8, S. 35). Ähnliche Probleme ergeben sich für Luftbildinterpretation. Für die Fluren Falloh, Reddersknüll I und II konnte aus allen im Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein verfügbaren und gesichteten topographischen Karten keine landwirtschaftliche Nutzung der oberirdischen Wassereinzugsgebiete nachgewiesen werden. Lediglich eine Änderung in der Waldzusammensetzung, zu mehr Nadelwald, konnte rekonstruiert werden. Dies weist für den durch Karten rekonstruierbaren Zeitraum auf eine geomorphodynamische Stabilität hin. Erosionsrelevant sind nur zeitweise vegetationsfreie Flächen, wie sie beispielsweise unter landwirtschaftlicher Nutzung auftreten (vgl. ROHDENBURG 1989; BORK et al. 1998; SCHMIDTCHEN et al. 2001).

Für die Flur Bredenhoop gestaltete sich eine Auswertung der Landnutzung ebenfalls schwierig. Die eben angesprochene Verzerrung der ältesten, verfügbaren Karte erlaubt lediglich die Mutmaßung, dass nach 1796 in geringem Umfang neue landwirtschaftliche Flächen im Einzugsgebiet hinzu gekommen. Anhand der Karten konnte ein gewisser Anteil an landwirtschaftlichen Nutzflächen im westlichen Teil des oberirdischen Wassereinzugsgebietes festgestellt werden. Damit standen seit 1796 erosionsrelevante Flächen zur Verfügung. Der Anteil dieser Flächen am gesamten Einzugsgebiet hat sich seit damals geringfügig geändert. Nach 1796 wurde weitere Flächen ackerbaulich genutzt (vgl. Abb. 8, S. 35). Nach 1954 wurden der Bereich, in dem ein Großteil der Aufschlüsse angelegt wurde, wieder extensiver (Weidefläche) genutzt (vgl. Abb. 8, S. 35).

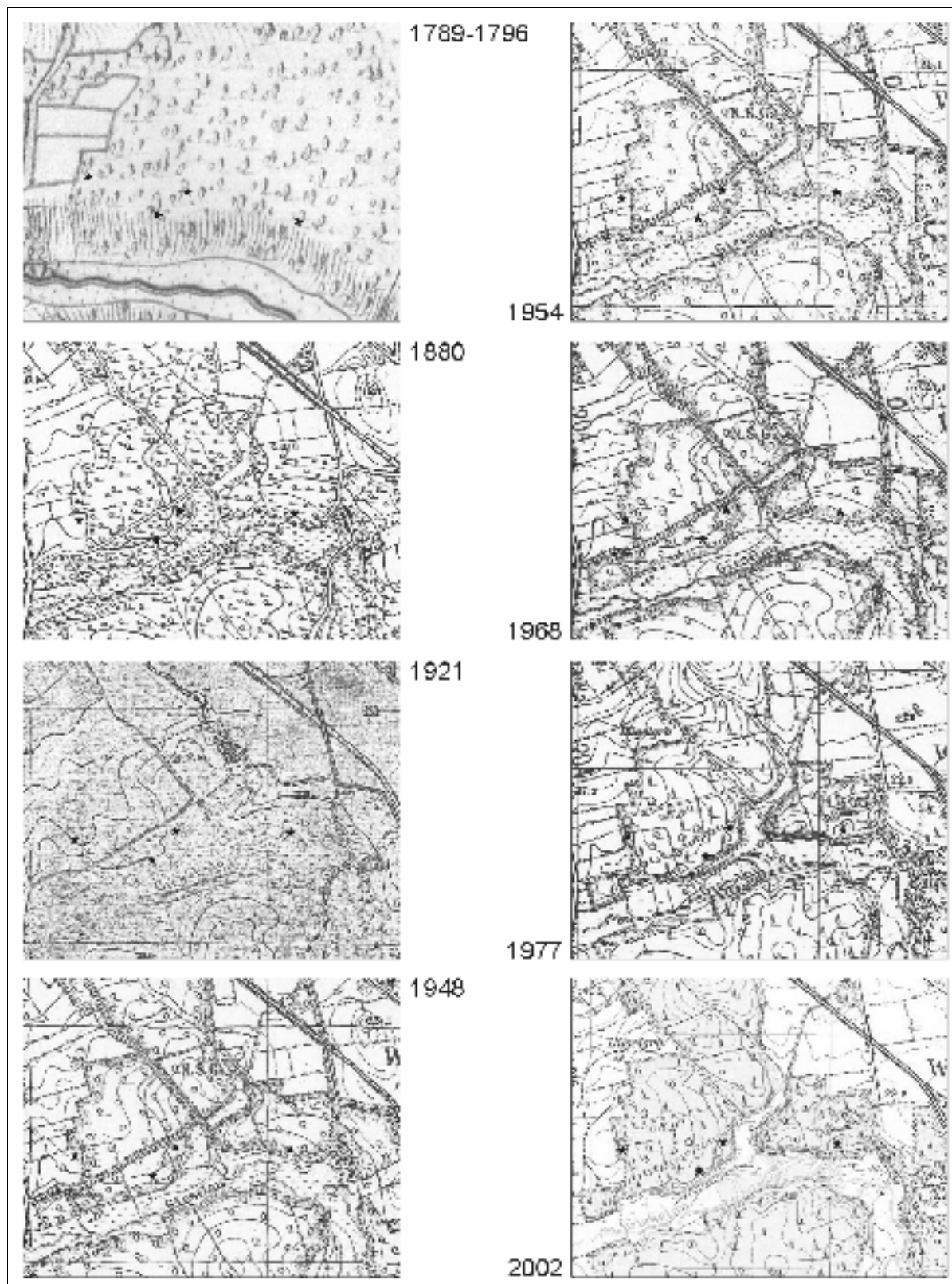


Abb. 8: Kartenausschnitte verschiedener Ausgaben im Vergleich
 (Kartengrundlage: TK25, Blatt 1821, vervielfältigt mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Schleswig-Holstein vom 21.02.2005, Geschäftszeichen: 1-562.6 S 131/05), Dargestellt ist ein Ausschnitt des Gieselautals mit den vier Untersuchungsgebieten (schwarze Sterne).

IV.1.2. Rekonstruktion der Besiedlungsgeschichte, der Landnutzung und der Witterungsgeschichte aus archäologischen Quellen

Zur Erstellung der Holozän-Stratigraphie wurden die Landnutzung, Besiedlungsgeschichte und Witterungsgeschichte der Region um Albersdorf zusätzlich aus Publikationen rekonstruiert. Im Umfeld von Albersdorf sind zahlreiche Standorte archäologisch untersucht und beschrieben worden. Diese Ergebnisse ermöglichen eine zeitliche Einordnung der Erosions- und Akkumulationsereignisse, sowie eine Zuordnung der Ereignisse zu bestimmten Kulturen und Wirtschaftsweisen. Die zeitliche Einordnung erfolgte nach DÖRFLER (2001, 40) und ARNOLD & KELM (2004, 30). Einen entscheidenden Einfluss auf das Siedlungsverhalten im weiteren Untersuchungsraum hatte die Veränderung des Meeresspiegels (vgl. Exkurs Meeresspiegelschwankungen) und damit der Küstenverlauf (vgl. WOHLBERG 1984; BEHRE 1987; HOFFMANN 1991; MEIER 2000a und 2001).

Exkurs: Meeresspiegelschwankungen

Betrachtet man die Bewegungen des Meeresspiegels (Mittleres Tidehochwasser, Mthw) und damit die Veränderung des Küstenverlaufes, so wird deutlich, dass diese Entwicklungen in eine Rekonstruktion der Landschaftsgeschichte einbezogen werden müssen (vgl. dazu MEIER 2001). Zwar liegt der Untersuchungsraum Albersdorf ca. 25-30 km von der heutigen Nordseeküste entfernt, jedoch war das seit der letzten Kaltzeit (Weichsel-Glazial) nicht immer der Fall.

Während des Weichsel-Glazials lag der Meeresspiegel mehr als 100 m unter dem heutigen Niveau (BEHRE 1987, 9). Im Zuge der Klimaerwärmung am Ende des Weichsel-Glazials kam es zum Abtauen des Inlandeises. Durch das Schmelzen der Gletscher wurden enorme Wassermengen in den Wasserkreislauf zurückgeführt, die über mehr als 60000 Jahre im Eiskörper festgelegt waren. Die Folge war der Anstieg des Meeresspiegels und durch eine Nordseetransgression drang Meerwasser in den heutigen Küstenraum vor. Über den genauen Küstenverlauf am Ende der Kaltzeit gibt es wenige Quellen, da archäologische Funde und Befunde, also Siedlungsspuren am Meeresboden oder unter den Marschen zu finden sind (BEHRE 1987, 9).

Um 6000 v. Chr. verlief die Küstenlinie im Bereich Süderditmarschens westlich der heutigen Küstenlinie. Der Meeresspiegel lag ca. 30 m unter dem heutigen Niveau. Nur 400 Jahre später erreichte die Küstenlinie den Fuß der Geeststeilhänge. Der anhaltende, rasche Anstieg des Meeresspiegels führte zum weiteren Vordringen der Nordsee. Etwa um 5000 v. Chr. erreichte



Abb. 9: Küstenentwicklung in Dithmarschen
(aus WOHLBERG 1984, 27)

und 1000 n. Chr. (WOHLBERG 1984, 19). Um 600 v. Chr. wurden die zuvor gebildeten Torfe durch weitere Seesedimente einer aktiveren Phase des Meeres überdeckt. Eine nächste, um 100 v. Chr. einsetzende Regression führte dazu, dass sich das Meer aus den Marschen zurückzog und der größte Teil der heutigen Marschen landfest wurde (BEHRE 1987, 15). Bis zu diesem Zeitpunkt passte sich der Mensch den Meeresspiegelschwankungen an, er folgte mit seinen Siedlungen den Regressionen und Transgressionen. Erst in der Zeit nach Christi Geburt wehrte sich der Mensch aktiv gegen Sturmfluten durch künstliche Erhöhung (Wurten/Warften) der Siedlungen. Die ab dem 2.-4. nachchristlichen Jahrhundert höher auflaufenden Sturmfluten zwangen die Menschen immer wieder zum Erhöhen ihrer Wurten. Über die Kartierung der Wurten konnte die Küstenlinie sehr gut rekonstruiert werden, da die Siedlungen sehr häufig in den höher aufgelandeten, küstennahen Bereichen angelegt wurden (BEHRE 1987, 29; vgl. MEIER 2000a). Auch im Mittelalter erhöhten die Siedler mehrfach ihre

die Küstenlinie in Norderdithmarschen die heutige Geestgrenze, der Pegel lag ungefähr in einer Tiefe von *NN* -10 m. Der im weiteren Verlauf aber nur noch sehr langsame Anstieg des Meeresspiegels führte zum Absetzen von Sedimenten und dem Entstehen eines Gezeitenmeeres (HOFFMANN 1991, 26 ff; HOFFMANN 2004, 30 ff). Nehrungen (Donns), Verlandungen und Vermoorungen prägten die Küste zu dieser Zeit (WOHLBERG 1984, 14 ff; HOFFMANN 1991, 29; MEIER 2000a, 25). Dieser Zeitraum kann als Geburtsphase der Marsch angesehen werden. In den Jahren 1500-600 v. Chr. führte eine Regression zur Ablagerung weiterer Sedimente. Im weiteren Verlauf der Regression wurden die Marschen kaum noch von Sturmfluten überschwemmt und deshalb auch nicht weiter aufgehöhht (HOFFMANN 1991, 31).

Die sogenannten „alten Marschen“ entstanden in der Zeit zwischen 600 v. Chr.



Abb. 10: Karte von Dithmarschen 1559 (aus JENSSEN et al. 1984)



Abb. 11: Karte von Dithmarschen 1661 (aus JENSSEN et al. 1984)

Wurten. BEHRE (1987, 33 ff) sieht dies als Nachweis für steigende Sturmflutpegel zwischen dem 8.-11. Jahrhundert. Im weiteren Verlauf des Mittelalters regulierte der Mensch den Wasserhaushalt der Marschen (alte Marschen) gezielt durch Deiche und Dränagemassnahmen (vgl. WOHLBERG 1984, BEHRE 1987, HOFFMANN 1991, MEIER 2000a). Die ersten Deiche wurden wahrscheinlich im 11. Jahrhundert errichtet (BEHRE 1987, 34).

In der Neuzeit wurde die Küstenlinie durch das Anlegen neuer Deiche mehrfach westwärts verlagert. Das so gewonnene Land wird als junge Marsch bezeichnet. Die Küstenlinie und ihre Veränderungen in der beginnenden Neuzeit stellen die Abb. 10 und 11 (S. 38 und 39) dar. Sehr deutlich wird, wie der Ort Büsum im Laufe von 100 Jahren von einem „Inselort“ zum „Festlandort“ wird. Seit dem 16. Jahrhundert stiegen der Wasserstand und das Sturmflutniveau etwa 25 cm pro Jahrhundert. Dieser Wert resultiert aus der systematischen Auswertung von Flutmarken und Pegelmessungen (BEHRE 1987, 41).

Paläolithikum (ältere Steinzeit, bis 9500 v. Chr.)

Am Ende der Weichsel-Kaltzeit (Spätglazial) lebte die sogenannte *Hamburger Kultur* (11000-10500 v. Chr.) in einer offenen Parktundra mit schütterem Birkenbestand (*Betula pendula*) in Norddeutschland. Diese Rentierjäger machten sich das Wanderverhalten des Rens zunutze. Sie folgten den Herden und nutzten ihre Kenntnis der Wanderwege. Flint diente diesen Jägern als Material für ihre Klingengeräte. Der bedeutendste Fund in Dithmarschen wurde bei Schalkholz geborgen. Weitere vereinzelte Funde sind aus Redderstall, Gaushorn, Bunsöh und Albersdorf bekannt (ARNOLD 2000; 23). Mit dem Übergang zum Allerröd stiegen die Temperaturen (u. a. SEMMEL 1993, 76). Ein lichter Bestand aus Birken (*Betula pendula*) und Kiefern (*Pinus sylvestris*), in dem sich Standwild (Elch: *Alces alces*, Riesenhirsch: *Megaloceros giganteus*) ansiedelte, prägte das Landschaftsbild. Der Jäger band sich stärker an sein Revier und die Jagdgruppen wurden kleiner. In Schleswig-Holstein lebten Menschen der *Federmesser-Gruppe* und weiter nördlich die *Bromme-Lyngby-Gruppe* (10000-9000 v. Chr.) (LANGE 1996, 11 ff). ARNOLD (2000, 23) vermutet, dass der Elch (*Alces alces*) eine Hauptrolle als Jagdtier einnahm.

KÜSTER (1998, 56) beschreibt das Landschaftsbild für diesen Zeitraum folgendermaßen: Über weite Teile Nordeuropas hatten sich vor allem Kiefern (*Pinus sylvestris*), Weiden (*Salix*), Birken (*Betula pendula*), Pappeln (*Populus tremula*) und Lärchen (*Larix decidua*) ausgebreitet. Die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) expandierte sehr erfolgreich.

Mesolithikum (mittlere Steinzeit, 9500-4000 v. Chr.)

Ein erneuter Temperaturrückgang prägte die folgende jüngere Dryas (u. a. SEMMEL 1993, 76). Durch ihn kamen die Rentierherden und die mit ihnen verbundene Jagdkultur zurück. Die so genannte *Ahrensburger-Gruppe* (9000-8000 v. Chr.) lebte in dieser Zeit im Untersuchungsraum (LANGE 1996, 11 ff). Im Frühmesolithikum, um 9500 v. Chr., wurde es wärmer und die Klimaphase des Präboreals brach an (u. a. SEMMEL 1993, 76). Die *Pinneberger Gruppe* (8000-7300 v. Chr.) ist für diesen Zeitraum kulturbestimmend. Hauptbaumarten waren vor allem Kiefern (*Pinus sylvestris*) und Birken (*Betula pendula*) (ARCHÄOLOGISCHES LANDESMUSEUM DER CAU KIEL 1998, 32). Für das nachfolgende Mittelmolithikum, der trocken-warmen Klimaphase des Boreals (u. a. SCHWABEDISSEN 1961, 1), sind zahlreiche archäologische Fundplätze in Schleswig-Holstein bekannt. Der bekannteste Fund war namensgebend für die *Duvensee-Gruppe* (7300-5500 v. Chr.). Sie besaß eine saisonale und regionale Mobilität und suchte ihre Siedlungsplätze nur kurzzeitig auf. Mischwälder aus Eichen (*Quercus robur*), Ulmen (*Ulmus minor*) und Linden (*Tilia cordata*) entwickelten sich unter dem Einfluss des wärmeren Klimas. Reh (*Capreolus capreolus*), Hirsch (*Cervus elaphus*) und Wildschwein (*Sus scrofa*) waren als Standwild heimisch. Die Werkzeugherstellung aus Flint wurde spezifischer. Funde belegen sauber gearbeitete Klingen und geometrisch geformte Mikrolithen. Im folgenden Spätmesolithikum, in der Klimaphase des Atlantikums (<+2° höhere mittlere Jahresdurchschnittstemperatur und bis zu 100 mm weniger Jahresniederschlag als heute (FRENZEL et al. 1992, 75 u. 79)), war die *Oldesloe-Gruppe* (5500-4200 v. Chr.) in Schleswig-Holstein verbreitet (LANGE 1996, 11 ff; vgl. ARNOLD 2000, 24 ff). Ihre Lebensweise unterschied sich nicht von der *Duvensee-Gruppe*. Sie waren Jäger, Fischer und Sammler, die saisonal an bestimmte Räume gebunden waren (vgl. SCHWABEDISSEN (1961, 7 ff).

SCHWABEDISSEN (1961, 7 ff) beschreibt die ersten Anzeichen von Ackerbau und Viehzucht und die vielfältige Nutzung der natürlichen Ressourcen während der *Duvensee-* und *Oldesloe-Stufe*. In diesem Zusammenhang sind erste Reusen nachgewiesen worden, und er spricht von standortgebundener Lebensweise. Hierdurch ist von einer ersten nennenswerten Landschaftsnutzung für die Bereiche der Siedlungsplätze auszugehen.

Aufgrund der nomadischen Lebensweise der Menschen im Mesolithikum dürften merkbare Einflüsse auf die Vegetation kaum vorhanden gewesen sein. Pollenanalytisch lassen sie sich jedenfalls kaum nachweisen (LANG 1994, 231).

Neolithikum (jüngere Steinzeit, 4000-1700 v. Chr.)

Im Neolithikum war Landwirtschaft der prägende Faktor der Kultur. LÜNING (2000, 13) beschreibt das Neolithikum als die bäuerliche Phase schlechthin. Durch Ackerbau und Viehzucht wurde der Mensch sesshaft, er entwickelte festere Häuser und erste geschlossene Siedlungen. Zudem entwickelte sich der Totenkult mit besonderen Grabanlagen (SCHWABEDISSEN 1961, 21).

Die mittlere Jahresdurchschnittstemperatur lag 1-2° über den heutigen Durchschnittstemperaturen (FRENZEL et al. 1992, 73), der Jahresniederschlag unterschied sich jedoch nicht zu den heutigen (FRENZEL et al. 1992, 77). Das Neolithikum reicht in etwa vom ausgehenden Atlantikum bis ins Subboreal und unterliegt ebenfalls einer Dreiteilung. Während dieser Zeitabschnitte wird durch die nachfolgend beschriebenen Entwicklungsstufen von einer zunehmenden Nutzung der Landschaft ausgegangen. Dies ist auf die sich entwickelnde Landwirtschaft und die dafür benötigten Flächen zurückzuführen. Außerdem ist ein hoher Bedarf an Holz (z.B. als Brennholz, für Häuser, ...) in der Umgebung der Siedlungen wahrscheinlich. Die Lichtung der Wälder wurde nicht nur durch Rodungen für die Siedlungs- und Feldflächen vorangetrieben, sondern vor allem durch Waldweide (LÜNING 2000, 46). LANG (1994, 244) spricht in diesem Zusammenhang für Mitteleuropa jedoch von Nutzungsphasen, die an einem Standort höchstens einige Jahrhunderte gedauert haben, danach wurden die lokalen Siedlungen aufgegeben und neue Plätze aufgesucht. Des Weiteren gründete sich die Viehzucht dieser Zeit auf Waldweide und Stallhaltung.

Für das Protoneolithikum wird davon ausgegangen, dass der Mensch sich im Übergang zu einer sesshaften und ackerbaulichen Kultur befand. Anfangs ist diese in Schleswig-Holstein als *Ertebölle-Ellerbek Kultur* bezeichnete Kultur noch wildbeuterisch und die Landwirtschaft stellte lediglich eine Ergänzung dar (LANGE 1996, 16). Nach HOIKA (2000, 61) stellt die *Ertebölle-Ellerbek Kultur* (4100-3500 v. Chr.) eine Adaptationsphase dar, in der anfangs die Sammelwirtschaft und später der Getreideanbau eine wichtige Rolle spielte. Der Übergang in das Frühneolithikum wird für Schleswig-Holstein an der Klimaphasengrenze vom Atlantikum zum Subboreal angesetzt. Diese Grenze ist charakterisiert durch den Ulmenfall, die Hinweise auf Ackerbau sind hier noch sehr spärlich (DÖRFLER 2001, 39 ff).

Repräsentativ für den Zeitabschnitt des Frühneolithikum ist die *Rosenhof-Gruppe* (3500-3350 v. Chr.), die vor allem im östlichen Schleswig verbreitet war. Wichtige Impulse für die Neolithisierung (s. Glossar, S. 160) Schleswig-Holsteins kamen aus südlich angrenzenden Bereichen. Damals war in Mitteleuropa die *Kultur der Bandkeramik* verbreitet. Durch die landwirtschaftliche Nutzung griff der Mensch nun planvoll in seine Umwelt ein. Dies geschah

in Form von Rodungen für Siedlungen, Ackerflächen etc. Es traten die ersten regelrecht trichterförmigen Keramikgefäße auf (LANGE 1996, 16 ff). LÜNING (2000, 14 ff) geht davon aus, dass die bäuerliche Tätigkeit durch ein mehr oder minder spezialisiertes Handwerk ergänzt wurde. DÖRFLER (2001, 39 ff) spricht von einem vorausschauenden „Waldmanagement“, bemerkt aber, dass sich die Waldzusammensetzung nicht einschneidend änderte. Die Landwirtschaft dieses Zeitabschnittes basierte auf dem Anlegen von Saatfurchen (Rillen mit beiderseits aufgeworfenem Boden), die parallel zueinander oder auch über kreuz angelegt wurden. Der Hackbau bestimmte die ackerbauliche Nutzung (BORK et al. 1998, 162), die Verwendung eines Hakenpfluges ist für das Frühneolithikum nicht nachgewiesen (ENNEN & JANSSEN 1979, 32).

Die in Schleswig-Holstein wohl bekannteste Kultur des Neolithikums ist die *Trichterbecherkultur* (4100-2800 v. Chr.). In dieser Periode erlaubte der Hakenpflug eine leichtere Bewirtschaftung der Felder. Auch war das Halten von Haustieren, wie Schwein (*Sus scrofa*), Rind (*Bos primigenius f. taurus*), Schaf (*Ovis ammon*) und Ziege (*Capra ibex*) weit verbreitet. Das Beil war als Arbeitsgerät und Waffe das Symbol dieser Zeit (LÜNING 2000, 16 ff). Das Volk der *Trichterbecherkultur* errichtete Großsteingräber (Langbetten oder Hünengräber). Mit Längen von bis über 100 m zählen sie zu den wohl eindrucksvollsten Denkmälern der Vorzeit (SCHWABEDISSEN 1996, 22 ff). ARNOLD (1991, 51) weist darauf hin, dass sonstige Funde der *Trichterbecherkultur* in Dithmarschen bisher selten sind.

Der mittelneolithischen Kultur werden auch erstmals zentrale Kultanlagen, wie kreisförmige Gräber, zugeordnet. In dieser Zeit erfolgte die mittelneolithische Landnahme, sie wird am abrupten Anstieg siedlungsanzeigender Pollentypen deutlich (DÖRFLER 2001, 39 ff).

Die mittelneolithische Kultur- und Wirtschaftsweise hatte einen großen Anspruch an die Landschaft und so auch zu ihrer erstmals aktiven Gestaltung beigetragen. Durch die menschliche Land- und Weidewirtschaft lichtete sich im Laufe des Neolithikums das zunächst geschlossene Waldkleid, so dass es schon aus diesem Grunde zu einer Verschiebung in der Zusammensetzung der Fauna gekommen sein wird (LÜNING 2000, 201). In diesem Zeitabschnitt konnten durch Rodungen, Ackernutzung und vor allem durch Waldweide bereits erste Heideflächen auf der Geest entstehen (vgl. REISS 2002; SCHMIDTCHEN et al. 2003; REISS et al. 2005).

Das folgende Spätneolithikum wird in zwei Phasen unterteilt, in den Übergang zur Einzelgrabkultur (2800-2300 v. Chr.) und in die Dolchzeit (2300-1700 v. Chr.). Der Name Dolchzeit entstammt dem Wechsel des Statussymbols vom Beil zum Dolch (LANGE 1996, 22-23). In dieser Zeit verliert das Großsteingrab an Bedeutung (KÜHN 1979, 16). Die acker-

bauliche Tätigkeit im Untersuchungsgebiet ist in diesem Zeitraum rückläufig (DÖRFLER 2001, 39 ff).

Als wichtiger Fund aus der Zeit des Neolithikums gilt ein jungsteinzeitliches Erdwerk (s. Glossar, S. 160) bei Albersdorf (Dieksknöll). Es ist eines der zwei in Schleswig-Holstein nachgewiesenen Erdwerke und belegt die Siedlungstätigkeit des Menschen in der Landschaft um Albersdorf (vgl. ARNOLD 1995-97; 2000; LORRA 1996).

ENNEN & JANNSEN (1979, 37) merken an, dass es in Mitteleuropa im Neolithikum gewisse Rückzugsräume mit mesolithischer Kultur gab. Nicht alle Räume waren mit Bauernkulturen besetzt.

Bronzezeit (1700-600 v. Chr.)

Die Bronzezeit wird für Schleswig-Holstein von 1700-600 v. Chr. angenommen, wobei für den Zeitraum von 600-500 v. Chr. der Übergang in die jüngere Eisenzeit angesetzt wird. Auch hier existieren mehrere Perioden, die unterteilt werden können.

Die ältere Bronzezeit (1700-1100 v. Chr.) ist geprägt durch den Import von bronzezeitlichen Gerätschaften (LANGE 1996, 24). Mit der Bronzetechnologie setzte sich die handwerkliche Spezialisierung, die bereits im Neolithikum im Bereich der bergmanischen Flintgewinnung und -verarbeitung zu beobachten war, verstärkt fort (ENNEN & JANNSEN 1979, 39). Die spätneolithischen Streitäxte wurden durch Dolche, die aufgrund des Metallmangels noch aus Flint gearbeitet wurden, weitgehend abgelöst (KEILING 1999, 16). Die Rohstoffe zur Bronzeherstellung (Kupfer und Zinn) kommen im Land nicht vor und mussten über die gesamte Bronzezeit importiert werden (ARNOLD 2000, 39). Im Laufe weiterer Abschnitte der Bronzezeit änderte sich das Bestattungsverhalten der Menschen. Hügelgräber, Urnenfelder, Einzelgrabbestattungen u. a. wurden nachgewiesen (vgl. KEILING 1999, 11 ff; LANGE 1996, 24 ff; MENKE 1972, 63 ff).

Zur Landwirtschaft äußert sich LANGE (1996, 26) wie folgt: Ökonomische Grundlage war die agrarische Produktion. Damit verbunden war der Ausbau der Nutzflächen durch weitere Rodungen. Hinzu kamen neue Bearbeitungsgeräte (Bronzesichel) und neue Anbauprodukte. Er führt auch die Lichtung des gesamten Landschaftsbildes durch die Rodungen auf. Hinsichtlich der Agrartechnik brachte die Bronzezeit unter anderem einen vom Gespann gezogenen Jochsohlenhaken, einen primitiven Pflug ohne Streichkörper (ENNEN & JANNSEN 1979, 47).

Im Verlauf der Bronzezeit zwangen oszillierende Klimabedingungen die Bauern immer wieder zum Anpassen der Wirtschaftsweise (ENNEN & JANNSSEN 1979, 41). HSÜ (2000) beschreibt das Klima der Bronzezeit in Nordeuropa als kalt und feucht. Anhand von paläobotanischen Untersuchungen ist nachzuweisen, dass am Beginn der subatlantischen Periode feuchtere Bedingungen vorherrschten. Dies ist an nordwesteuropäischen Torfen durch eine scharfe Grenze in den Profilen sichtbar. Diese Klimaänderung wird auf 850 v. Chr. datiert und hatte dramatische Auswirkungen auf den prähistorischen Ackerbau (HSÜ 2000, 172 ff). Durch die zum Ende der Bronzezeit einsetzende Feuchtigkeitszunahme und Temperaturabnahme wurde der Rückzug aus den bronzezeitlichen Höhensiedlungen in Täler und Niederungen forciert (ENNEN & JANNSSEN 1979, 53).

Aus der Bronzezeit sind zahlreiche Hügelgräber im Untersuchungsraum erhalten. Die Gräber der älteren Bronzezeit stellen den größten Denkmalbestand der Dithmarscher Geest dar (ARNOLD 2000, 39). Auf dem Gelände des AÖZA befinden sich ebenfalls zwei bronzezeitliche Hügelgräber.

Vorrömische Eisenzeit (600 v. Chr. - 0)

Der Übergang von der Bronzezeit zur Eisenzeit war fließend. In Schleswig-Holstein lebte zu dieser Zeit die *Jastorfkultur* (500 v. Chr. - 400 n. Chr.). Wichtige Befunde sind die so genannten Türurnen, die bis in die vorrömische Eisenzeit genutzt wurden (HINGST 1983, 55). Im Zusammenhang mit der in dieser Zeit typischen Eisenverhüttung traten erhebliche ökologische Belastungen auf. Es kam zu einem intensiven Holzverbrauch und dadurch zu lichten Waldbeständen. Der intensive Getreideanbau führte zur schnellen Erschöpfung der Böden. Dem wirkte man mit Düngung der Äcker bzw. Verlegen der Siedlungen (Wandersiedlungen) entgegen. An Moorleichen, die südlich von Schleswig gefunden wurden, konnten Hungersnöte nachgewiesen werden (LANGE 1996, 30 ff). Weitere gesellschaftliche Veränderungen beschreibt LANGE (1996, 30 ff) wie folgt: Die Siedlungen in Dithmarschen schoben sich bis an den Geestrand heran, die Marschen wurden als Grünland genutzt (vgl. dazu auch MEIER 1999; MEIER & THAMM 1999; MEIER & PAUKSZTAT 1999). Es kam zur Stammesbildung und neben verschiedenen Bestattungsformen gab es auch Zentralfriedhöfe. Zahlreiche Urnengräberfelder lassen auf eine Bevölkerungsvermehrung in der vorrömischen Eisenzeit schließen (MEIER 2000b, 76).

Diese Fakten deuten auf eine weitere Ausbreitung des Menschen in der Landschaft hin. In diesem Zusammenhang steht eine weitere Zunahme der Nutzung der Landschaft durch den

Menschen außer Frage. Auch LANG (1994, 245) spricht von stärkeren Eingriffen in die Landschaft als zuvor. Dies führt er einerseits auf den Bevölkerungszuwachs und andererseits auf technische Weiterentwicklung der Werkzeuge für Rodung und Landwirtschaft zurück. Landschaftsgestaltende Elemente wie die so genannten „celtic fields“ (siehe Glossar, S. 160) sind heute noch in der Landschaft nachweisbar (vgl. ENNEN & JANNSSEN 1979, 60).

Vor allem das Tal der Gieselau mit seiner starken Gliederung durch zahlreiche Niederungen bot den Siedlern der vorrömischen Eisenzeit günstige Voraussetzungen. In der Albersdorfer Siedlungskammer befinden sich Nekropolen und Siedlungen dieser Zeit. Während die Siedlungen auf den Geestinseln zurückgehen, bildet sich offenbar am Marschrand ein neuer Siedlungsschwerpunkt heraus. Die Marschen wurden als Wirtschaftsflächen genutzt und Siedlungen lagen am Geestrand (MEIER 2000a, 31 ff).

Für den weiteren Verlauf der vorrömischen Eisenzeit geht MEIER (2000a, 33) von einem drastischen Rückgang der Bevölkerung im Untersuchungsraum aus, da die auftretende Fundarmut nicht mit Änderungen im Bestattungsverhalten erklärt werden kann (vgl. HINGST 1983).

Römische Kaiserzeit (0 - 400 n. Chr.)

Mit dem Beginn der römischen Kaiserzeit erfolgte eine erneute Siedlungsausweitung, diesmal jedoch weiter westlich in den Marschgebieten. Nach geologischen Erkenntnissen ist davon auszugehen, dass sich westlich der Dithmarscher Geest bis um Christi Geburt stabile, hohe Marschen von teils erheblicher Ausdehnung gebildet hatten (MEIER 1991, 133). Die Marschen wurden nun stärker besiedelt (MEIER 2000a, 33 ff). Die ersten stabilen Häuser aus dem 1. und 2. Jahrhundert AD wurden in Ostermoor in Süderdithmarschen durch BANTELMANN (1957/1958) ausgegraben. Eine schnelle Besiedlung der Marschen weist möglicherweise auf ein Bevölkerungswachstum hin (MEIER 1991, 135).

Durch das Errichten künstlicher Wohnhügel (Wurten/Warften) aus Mist und Kleisoden versuchten sich die Siedler mehrfach vor den steigenden Sturmfluten zu schützen (vgl. BEHRE 1987, MEIER 1997, MEIER 2000a).

Völkerwanderungszeit (400 - 700 n. Chr.)

In der Völkerwanderungszeit wurden die Siedlungen vielfach wieder aufgegeben und der Wald konnte sich wieder regenerieren (LANG 1994, 246). Diese Periode der großflächigen Wiederbewaldung wurde durch verschiedene palynologische und archäologische Forschungen belegt (BORK et al. 1998, 219). Die Bestattungen brechen auf vielen Gräberfeldern im 5. Jahrhundert ab und große Teile Schleswig-Holsteins waren in der Folgezeit weitgehend entvölkert (WITT 2002a, 71). Auch die Marschen wurde zu dieser Zeit verlassen und frühestens seit dem 7. und 8. Jahrhundert wiederbesiedelt (MEIER 1991, 144 und 2001, 59).

Mittelalter (700 - 1517 n. Chr.)

Am Ende der Völkerwanderungszeit wanderten Sachsen in das Land ein und besiedelten es (vgl. WITT 2002a). Im frühem Mittelalter war Schleswig-Holstein dann durch Machtkämpfe zwischen skandinavischen, deutschen und slawischen Stämmen geprägt. Einen großen Einfluss auf Schleswig-Holstein hatten die Wikinger. Die *Wikingerzeit* wird von 800-1100 n. Chr. angesetzt (ELSNER 2002, 63). Die frühmittelalterliche Gesellschaft war im wesentlichen eine Agrargesellschaft. Viele Dörfer und Einzelgehöfte prägten das Landschaftsbild (WITT 2002a, 72). In der Nähe des heutigen Schleswig befand sich im 9. und 10. Jahrhundert das bedeutende Handelszentrum Haithabu (vgl. ELSNER 2002). Die Bodennutzung gliedert HENNIG (1994, 85 ff) im Zeitraum von 800-1150 n. Chr. in Gartenland, Ackerland, Dauergrünland, Allmende, Waldweide und Bannwälder und leitet davon die Produkte Gartenfrüchte (Obst, Gemüse, Flachs), Getreide, Futter für die Viehhaltung und Nutz- und Brennholz ab.

Auf den mittelalterlichen Ackerflächen wurden bevorzugt Gerste (*Hordeum*) und Hafer (*Avena*) angebaut (LANG 1994, 246). Die Siedler der Marschen wohnten auf großen Warften und versuchten ihr Wirtschaftsland ab dem 11. und 12. Jahrhundert durch Deiche zu schützen. Die flächenhafte Besiedlung der Marschen, wie sie von heute bekannt ist, setzte erst im Hochmittelalter ein (MEIER 1991, 146). In der Zeit vom 12. bis in das 14. Jahrhundert wurden die landwirtschaftlichen Nutzflächen aufgrund des Bevölkerungswachstums und des nur geringen Produktionsfortschrittes erheblich ausgedehnt (HENNIG 1994, 216; BORK et al. 1998, 221 ff).

1350 erreichte die erste Pestwelle Schleswig-Holstein. Dadurch sank die Bevölkerungszahl von ca. 400 000 (1340) auf ca. 220 000 nach dem „Schwarzen Tod“. Die Städte waren entvölkert und auf dem Land lagen viele Felder brach. Erst im 16. Jahrhundert stieg die

Bevölkerung Schleswig-Holsteins wieder auf 400 000 an (WITT 2002, 136 ff).

Neben der Pest hatten die Dithmarscher mit Sturmfluten zu kämpfen, die vor allem in den Marschen den Ackerflächen und Siedlungen erheblichen Schaden zugeführt haben dürften (vgl. z. B. WOHLBERG 1984; BEHRE 1987; HOFFMANN 1991; MEIER 2000a; WITT 2002b). Bedeutende mittelalterliche Sturmfluten sind für die Jahre 1164, 1219 und 1362 bekannt. Sie forderten viele Todesopfer (vgl. WITT 2002b) und verursachten einen erheblichen Verlust an Acker- und Weideflächen.

Seit dem hohen Mittelalter wurden die Marschen bedeiht und entwässert, so dass ein Landesausbau nicht nur in seewärts eingedeichte neue Marschen erfolgte, sondern auch weite, bis dahin teilweise vermoorte und somit wirtschaftlich bisher nicht nutzbare Sietländer erschloss (MEIER 2001 Teil2, 153).

Trotz dieser bewegten Entwicklung kommt Dithmarschen vom Mittelalter bis in die frühe Neuzeit eine besondere Rolle in Schleswig-Holstein zu. Die fruchtbaren Marschen ließen die Bauer wohlhabend werden. Beträchtliche Überschüsse konnten aus der Bauernrepublik exportiert werden. Durch ihren enormen Freiheitswillen scheiterten bis auf die „Letzte Fehde“ alle Niederwerfungsversuche (z. B. die für die Dithmarscher legendäre „Schlacht bei Hemmingstedt“ am 17.02.1500) (WITT 2002b, 128 ff).

Neuzeit (1517 n. Chr. - Heute)

Ein weiterer Rückgang des Waldbestandes und die Änderung der Holzartenzusammensetzung insbesondere nach der industriellen Revolution um 1850, durch raschwüchsige Nadelhölzer, aber auch Exoten, prägten die Neuzeit (LANG 1994, 246)

Große landschaftliche Veränderungen bewirkte die Verkoppelung, die bis in das 19. Jahrhundert andauerte (vgl. ENNEN & JANSEN 1979, 219 ff). In dessen Rahmen wurden vor allem in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts die für Schleswig-Holstein typischen Knicks bzw. Wallhecken angelegt (vgl. Exkurs Knicks, S. 24). Erst in den letzten Jahrzehnten ist wieder eine Zunahme der Waldflächen zu verzeichnen (LANG 1994, 246).

IV.2. Flur Bredenhoop

IV.2.1. Ergebnisse der Feldarbeiten

In der Feldkampagne wurden sechs Aufschlüsse und 25 Bohrungen pedologisch-sedimentologisch detailliert untersucht. Das Anlegen der Aufschlüsse erfolgte in einer flachen, nach Süden geöffneten Delle. Bis auf einen Schnitt (BA1) wurden alle Aufschlüsse im Bereich der Tiefenlinie der Delle angelegt (vgl. Abb. 12, S. 49).

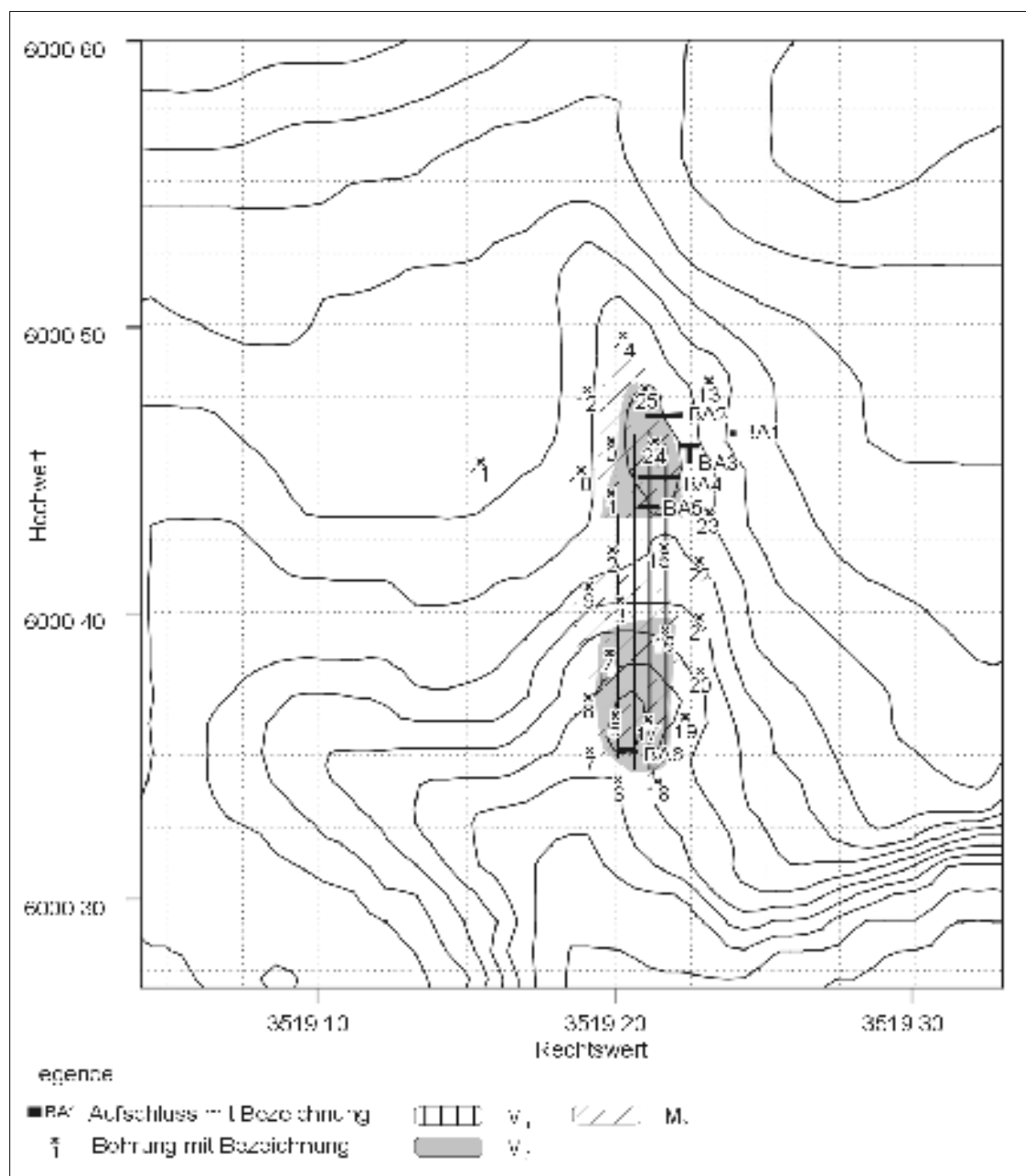


Abb. 12: Aufschlüsse, Bohrungen und Kolluvien des Untersuchungsgebietes Bredenhoop

IV.2.1.1. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Aufschlüsse

Aufschluss BA1 (Abb. 89, S. 166):

Kolluvien wurden in diesem Profil nicht nachgewiesen. Aufgrund der standorttypischen Bodenbildung diente er als Referenzschnitt, um die Bodenbildungen in den weiteren Aufschlüssen besser vergleichen zu können. Im pleistozänen Ausgangsmaterial entwickelte sich während des Holozäns nach der ersten Humusbildung zunächst eine Braunerde, später führte Lessivierung zur Weiterentwicklung in eine Bänderparabraunerde. Versauerung durch nährstoffarme Nadelstreu hat in jüngster Zeit eine Podsolierung ausgelöst. Zum Zeitpunkt der Geländearbeiten wurde eine schwach podsolierte Bänderparabraunerde kartiert.

Aufschluss BA2

Nach dem Öffnen des Aufschlusses BA2 wurde festgestellt, dass dieser sehr stark anthropogen überprägt war. So wurden z. B. in ca. 1,20 m unter der Geländeoberfläche metallische Zaunreste gefunden. Des Weiteren tauchten im Aushub Ziegelsteine auf. Eine Recherche ergab eine Besiedlung der Delle durch einen Einsiedler, der bis in die 1970iger Jahre dort lebte (Dipl. Prähistoriker R. K_{ELM}, freundl. mündl. Mitteilung, AÖZA, August 2002). Aufgrund der starken anthropogenen Überprägung und Durchmischung der Sedimente wurde dieses Profil nicht aufgenommen und ausgewertet.

Aufschluss BA3 (Abb. 90, S. 166 und Abb. 91, S. 167):

Der T-förmig angelegte Schnitt wurde von der Tiefenlinie der Delle hangaufwärts in Richtung BA1 angelegt. Dabei wurde in West-Ost-Richtung ein Knick aufgeschlossen, um die Veränderungen in der Bodenbildung und den Einfluss auf Erosions- und Akkumulationsereignisse seit der Anlage der Knicks zu prüfen. Aufgenommen wurden die Schicht- und Horizontabfolgen in West-Ost- sowie in Nord-Süd-Richtung.

Im Aufschluss BA3 wurde fast ausschließlich anstehendes pleistozänes Sediment angetroffen. Kolluvien wurden nicht kartiert. Eine ausgedehnte pleistozäne Rinne wurde durch den Aufschluss angeschnitten. Die Eintiefung sowie die Verfüllung dieser Rinne erfolgte durch periglaziale Prozesse während der Weichsel-Kaltzeit (vgl. dazu L_{IEDTKE} 1981; F_{RÄNZLE} 1988; E_{HLLERS} 1990). Die Verfüllung ist aufgrund der teilweise chaotischen, meist aber laminaren Schichtung auf fluviatile Prozesse zurückzuführen. Die Rinne läuft von Nordwest nach

Südost aus dem heutigen Hang. Durch die fehlende Sedimentation von Kolluvien fand die holozäne Bodenbildung ausschließlich im pleistozänen Sediment statt. An den Rändern sind die Relikte einer holozänen Bodenbildung (Verbraunung) erhalten, in der Tiefenlinie der Delle (Aufschlussmitte) nicht.

Die Anlage der Knicks in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts (vgl. HASENFLUG 1968) konservierte die bis dahin stattgefundene Bodenbildung im östlichen Aufschlusssteil. Die ehemalige Geländeoberfläche konnte anhand des unter dem Knick begrabenen Ah-Horizonts zweifelsfrei rekonstruiert werden (vgl. Abb. 13). Im Knick selbst wurde eine Braunerde nachgewiesen.



Abb. 13: Detailfoto des Schnittes durch den Knick im Aufschluss BA3

Aufschluss BA4 (Abb. 92, S. 167 und Tab. 11, S. 162):

Der Profilschnitt BA4 verläuft ca. 8 m südlich von BA3 senkrecht zur Tiefenlinie der Delle. Hier wurden durch die pedologisch-sedimentologischen Aufnahmen drei Kolluvien über dem anstehenden pleistozänen Material nachgewiesen. Im ersten ca. 20-30 cm mächtigen Kolluvium (M_1) ist ein Podsol ausgebildet, der sich aus einer Bänderparabraunerde gebildet hat. Die Podsolierung hat nur im Bereich des Dellentiefsten stattgefunden, in den Randbereichen (leicht hangaufwärts) sind Braunerden vorzufinden. Der Ah-Horizont dieser

Bodenbildungsphase ist gekappt. Weiterhin waren zwei gestörte, gebleichte Bereiche mit viel Holzkohle auffällig. Hierbei handelt es sich um ehemalige Wurzelbereiche einer ehemaligen Bewaldung. Auffällig war der senkrecht zur normalen Horizontierung gekippte Bs(h)-Horizont, durch einen Windwurf.

Überlagert wurden die Relikte des Podsoles von einem ca. 20 cm mächtigen Kolluvium (M_2). Als Bodenbildung in M_2 wurde eine Braunerde nachgewiesen. Der Humushorizont der Braunerde war nur noch im westlichen Aufschluss teil nachweisbar, im Dellentiefsten wurde er erodiert. Ein weiteres, ca. 40 cm mächtiges Kolluvium (M_3) lagert auf diesem in M_2 entwickelten Boden. Nach der Sedimentation hat sich in M_3 eine Braunerde entwickelt.



Abb. 14: Detailfoto des begrabenen Podsoles und eines durch Windwurf senkrecht stehenden Wurzeltellers im Aufschluss BA4

Aufschluss BA5 (Abb. 93, S. 167, Abb. 94, S. 168 und Tab. 12, S. 163):

Im ca. 10 m südlich von Aufschluss BA4 angelegten Profilschnitt wurden ebenfalls die drei Kolluvien nachgewiesen. Der Boden in M_1 zeigt das gleiche Erscheinungsmuster, wie der in Aufschluss BA4. In der Tiefenlinie war die Bodenbildung so intensiv, dass über die Stadien Braunerde und Bänderparabraunerde ein Podsol entstehen konnte. Seitwärts der Tiefenlinie (hangaufwärts) ist ebenfalls die Braunerde konserviert.

Ein ca. 10-20 cm mächtiges Kolluvium M_2 akkumulierte auf diesen Böden. Durch Verbraunung bildete sich in M_2 eine Braunerde, deren humoser Oberboden (Ah-Horizont) nicht mehr nachweisbar ist. Wie im Aufschluss BA4 wurde er durch Erosion abgetragen.

Ein weiteres, drittes ca. 40-50 cm mächtiges Kolluvium lagerte sich auf diesen Sedimenten

ab. In diesem Kolluvium entwickelte sich eine Braunerde (Ah, Bv).



Abb. 15: Detailfoto des Entwässerungsgrabens und der Tondränage (1. Generation) im Aufschluss BA6

Aufschluss BA6 (Abb. 95, S. 168 und Tab. 13, S. 163):

Profilschnitt BA6 wurde ca. 100 m südlich von Profilschnitt BA5 angelegt. Im Profil zeigte sich das anstehende pleistozäne Material ohne eine erkennbare Bodenbildung. Auffällig war die chaotische Schichtung von groben Kiesen und feinen Sandlinsen. Weiterhin wurden zwei Bereiche mit grobem Material vorgefunden. In diesen rinnenartigen Vertiefungen waren zwischen dem groben Material profilabwärts verlagerte Huminstoffe ausgefällt.

Überlagert ist das pleistozäne Material durch ein erstes ca. 20-30 cm mächtiges Kolluvium (M_1). Das Kolluvium M_1 ist von einem neuzeitlichen Graben durchtieft, der bis auf das anstehende Material reicht. Zwei weitere sehr homogene, sandige Kolluvien

lagern auf M_1 . Das Kolluvium M_2 ist ca. 20 cm und das Kolluvium M_3 ca. 30 cm mächtig. In beiden Schichten sind zu Entwässerungszwecken Dränagen (Tonrohre, 1. und 2. Generation) verlegt worden. Durch vielfache Pflugtätigkeit wurden die profildifferenzierenden Verbraunungen immer wieder homogenisiert. Dies führte zur Ausprägung von Pflughorizonten (Ap).

IV.2.1.2. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Bohrungen

Durch die 35 durchgeführten Bohrungen konnten die flächenhaften Verbreitungen der Kolluvien eindeutig abgegrenzt werden. Überraschenderweise waren die Kolluvien M_2 und M_3 im Bereich zwischen den Aufschlüssen BA5 und BA6 unterbrochen, sie konnten wider Erwarten nicht in den Bohrungen BB2 und BB15 nachgewiesen werden (vgl. Abb. 12, S. 49).

IV.2.2. Ergebnisse der Laboruntersuchungen

IV.2.2.1. Textur

Durch die im Labor durchgeführten Korngrößenbestimmungen konnten die im Gelände angesprochenen Bodenarten überprüft bzw. ggf. korrigiert werden. Die Horizonte und Schichten im Untersuchungsgebiet der Flur Bredenhoop sind fast alle sandig. Lediglich eine Probe aus dem Aufschluss BA5 weist als Bodenart einen sandigen Schluff (Us; BA5-Bv₂) auf.

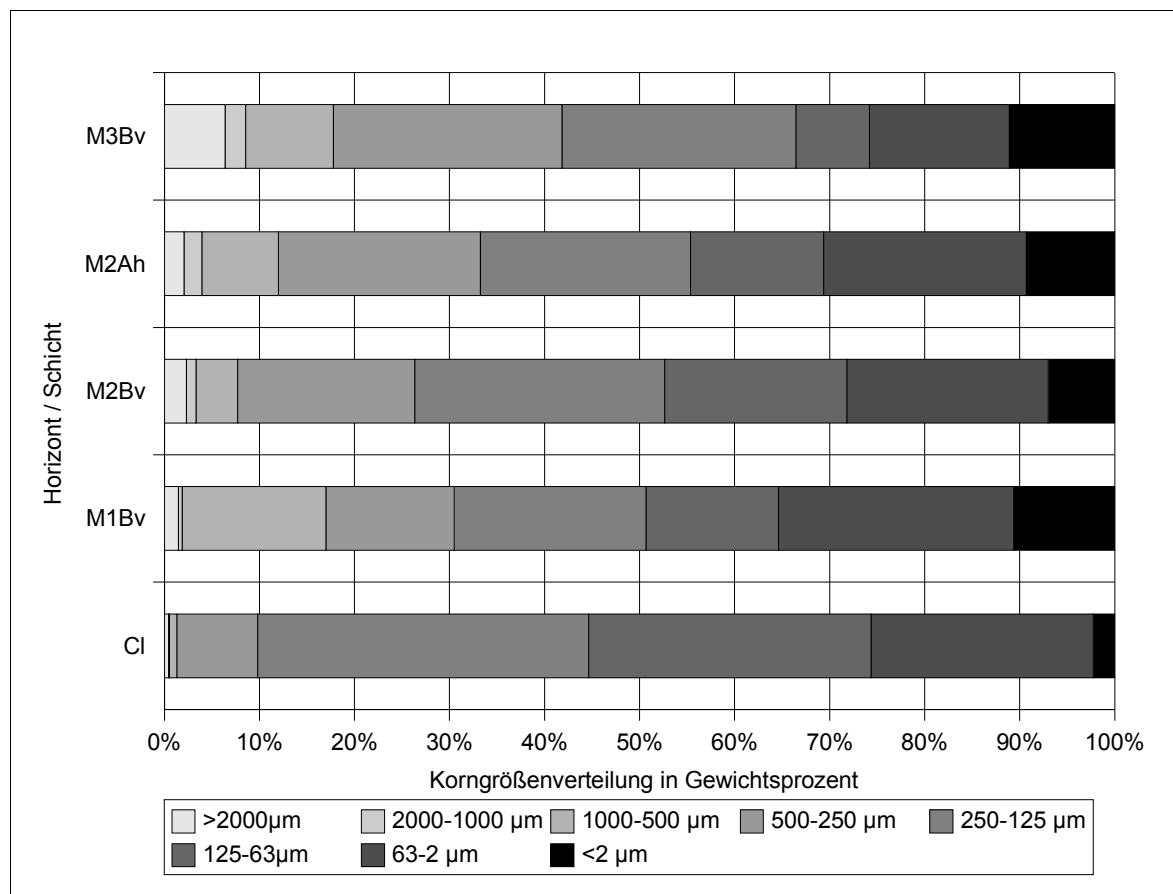


Abb. 16: Korngrößenverteilung im Aufschluss BA4

Hauptkomponente der Textur im Aufschluss BA4 ist Sand. In allen Horizonten liegt der Sandanteil bei 70 Gewichtsprozent. Mit Ausnahme des anstehenden Materials sind alle Horizonte als schwach bis mittel lehmiger Sand (Sl2 und Sl3) anzusprechen. Das anstehende pleistozäne Material ist ein schwach schluffiger Sand (Su2).

Im Aufschluss BA5, der nur wenige Meter hangabwärts angelegt wurde, verschiebt sich die Korngrößenverteilung stark zu Gunsten des Schluffs. Mittel bis stark schluffiger Sand (Su3

und Su₄) charakterisiert die Bodenart der Horizonte. Der schon erwähnte sandige Schluff (Us, BA₅-Bv₂) wurde im zweiten Bv-Horizont unter den kolluvialen Ablagerungen kartiert. Aus der Profilzeichnung in Abb. 94 (S. 168) ist ersichtlich, dass es sich um einen Senkenbereich handelt, in den das feinere Material eingetragen wurde.

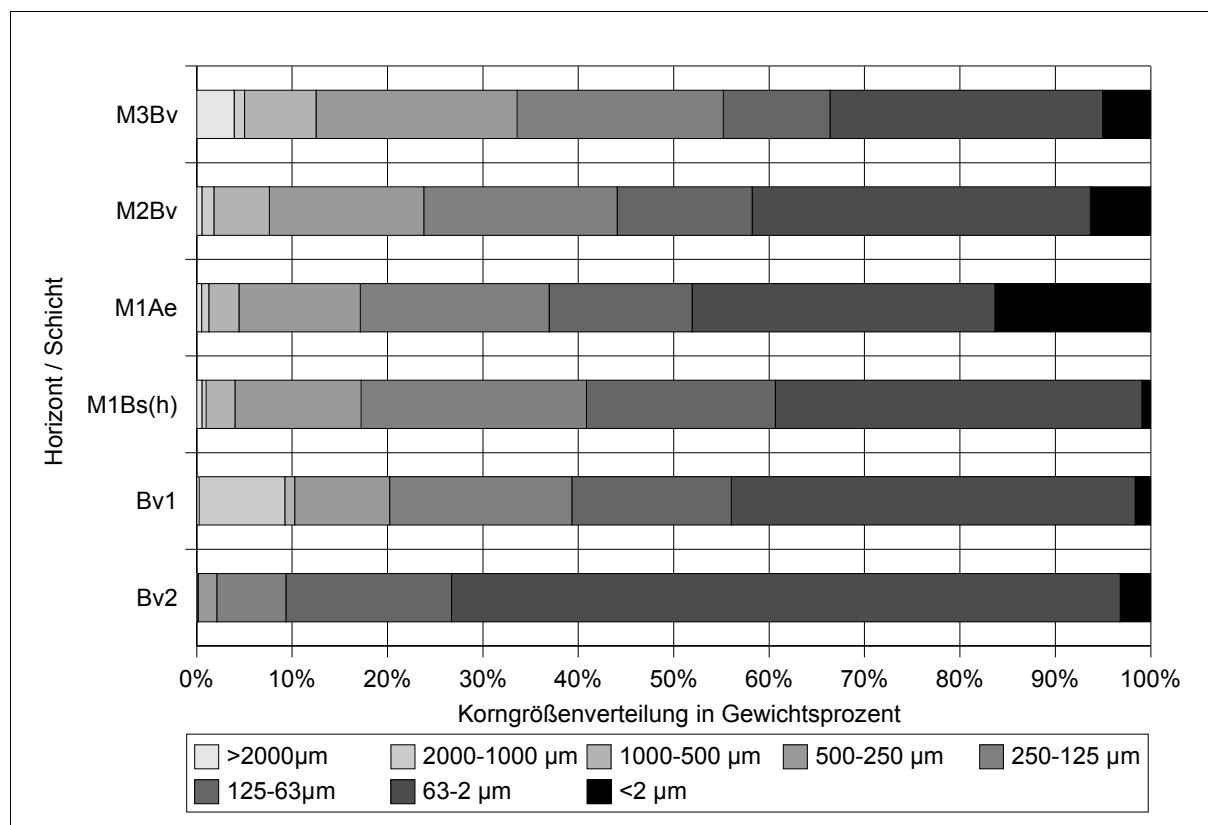


Abb. 17: Korngrößenverteilung im Aufschluss BA5

Schwach bis mittelschluffiger Sand charakterisiert die Horizonte des Aufschlusses BA6. Auffällig ist in diesem Profil nur der hohe Skelettanteil im anstehenden Material. Besonders hoch ist dieser in den beiden Rinnen (vgl. Abb. 95, S. 168).

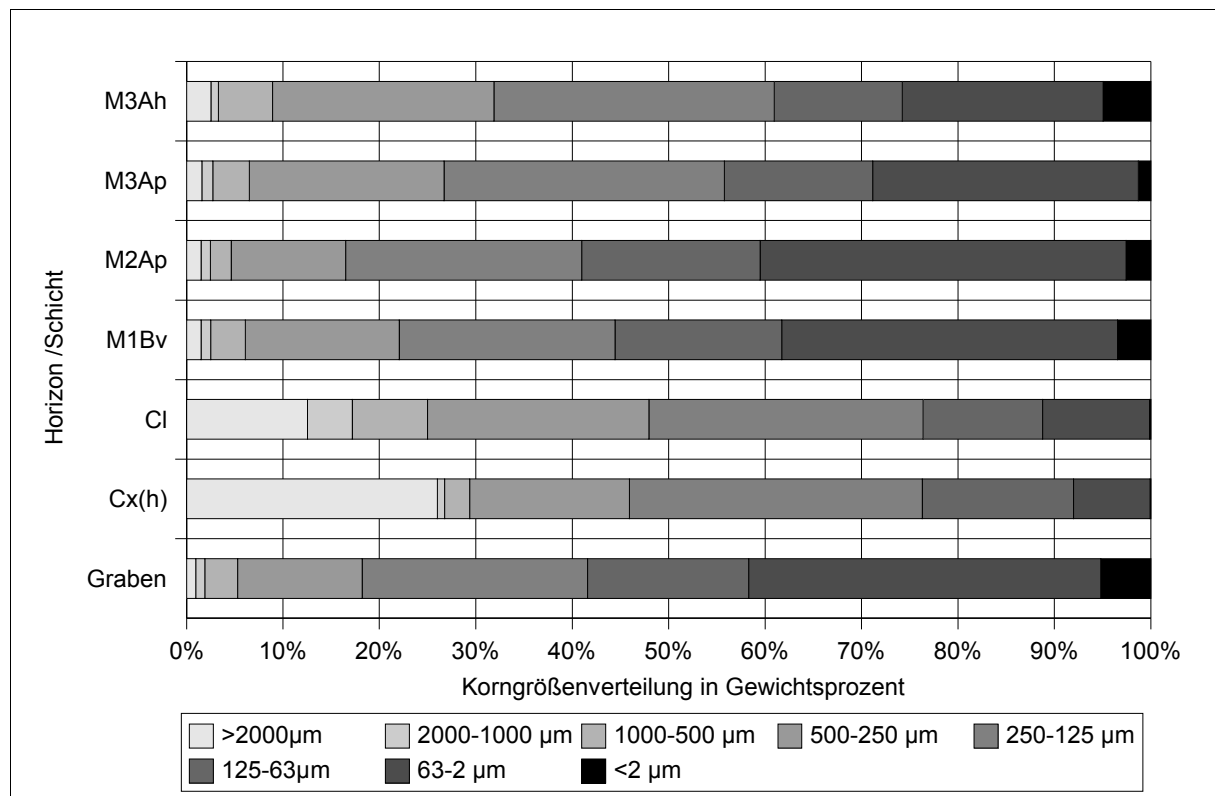


Abb. 18: Korngrößenverteilung im Aufschluss BA6

IV.2.2.2. Organische Bodensubstanz und C/N-Verhältnis

Die Bestimmung der organischen Bodensubstanz an drei repräsentativen Aufschlüssen bestätigte die im Gelände angesprochenen und eingeschätzten Horizonte und Schichten. Die Abb. 19-24 geben einen Überblick über die Verteilung der organischen Bodensubstanz und des C/N-Verhältnisses innerhalb der Aufschlüsse. Sie verdeutlichen die Verlagerungsprozesse der organischen Bodensubstanz innerhalb der Bodenprofile. Deutlich wird dies im Aufschluss BA5 an den Auswaschungs- (Ae) und Anreicherungshorizonten (Bs(h)). Hingegen sind alle Horizonte im Untersuchungsgebiet der Flur Bredenhoop sehr schwach humos bis maximal schwach humos. Gleiches gilt für die Beurteilung der Humusqualität (AG BODEN 194, 340) auf Grundlage des C/N-Verhältnisses. Lediglich im Aufschluss BA6 ist eine mittlere Humusqualität anzutreffen, in den anderen untersuchten Aufschlüssen wird nur eine sehr geringe bis geringe Humusqualität erreicht.

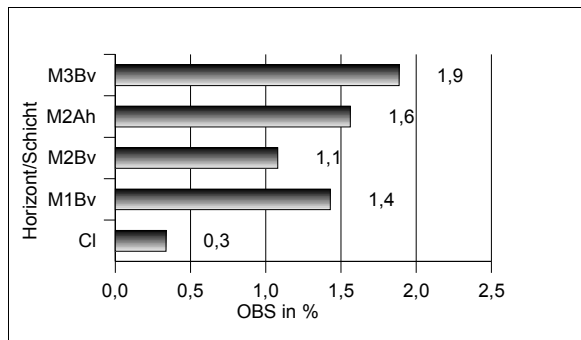


Abb. 19: Organische Bodensubstanz im Aufschluss BA4

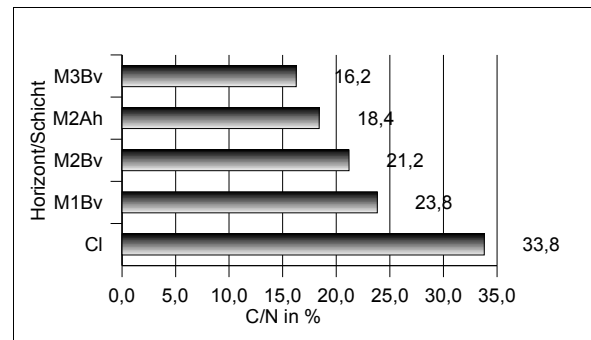


Abb. 20: C-N-Verhältnis im Aufschluss BA4

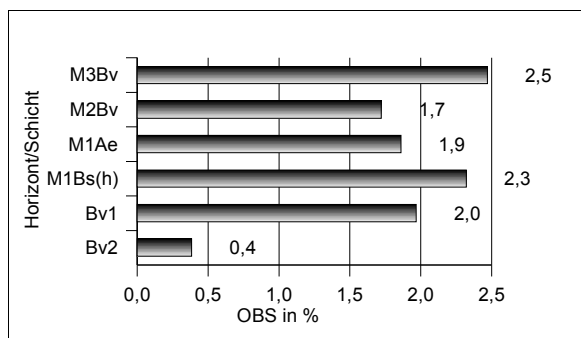


Abb. 21: Organische Bodensubstanz im Aufschluss BA5

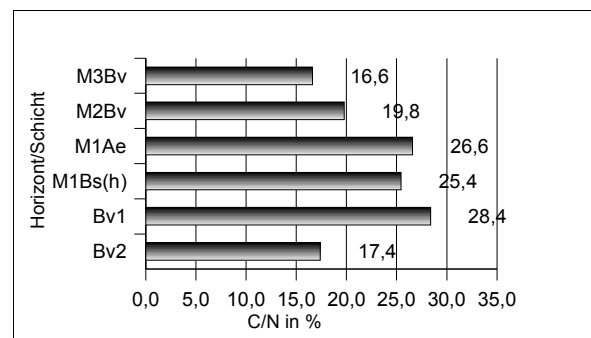


Abb. 22: C-N-Verhältnis im Aufschluss BA5

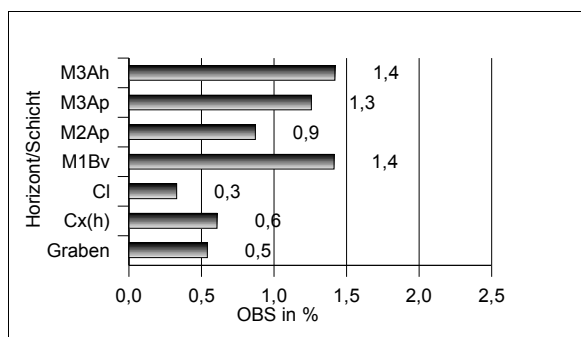


Abb. 23: Organische Bodensubstanz im Aufschluss BA6

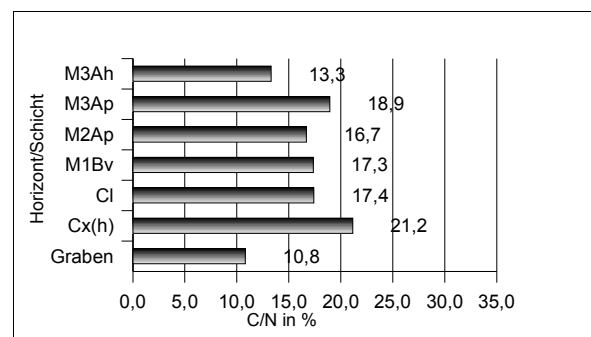


Abb. 24: C-N-Verhältnis im Aufschluss BA6

IV.2.2.3. Datierungen

Im Aufschluss BA5 wurden drei Holzkohleproben radiokohlenstoffdatiert. Die Datierung einer Holzkohle aus dem Bv-Horizont des Aufschlusses BA5 ergab ein Alter von 4043-3942 cal BC (KIA18782). Siedlungsgeschichtlich entspricht dies in Norddeutschland dem Frühneolithikum (DÖRFLER 2001, 40). Die Verbraunung ist demnach frühneolithisch oder jünger. Der M₂Bv-Horizont des Aufschlusses BA5 wurde durch die Holzkohleprobe

KIA20596 auf ein neuzeitliches Alter von 1718-1779, 1826-1885 cal AD datiert. Durch die Datierung einer Holzkohle (KIA18783) wurde für den M₃Bv-Horizont des Aufschlusses BA5 ein neuzeitliches Maximalalter von 1681-1735, 1806-1933 cal AD ermittelt.

Weitere zwei Holzkohlen aus dem Aufschluss BA4 konnten erfolgreich datiert werden. Die Datierung einer Holzkohle (KIA18784) aus dem Bs(h)-Horizont des Profilschnittes BA4 ergab ein Alter von 1694-1521 cal BC. Das Datum entspricht siedlungsgeschichtlich der älteren Bronzezeit. Durch die Probe KIA21747 konnten die Holzkohlereste aus den ehemaligen Wurzelbereichen im Aufschluss BA4 auf ein Alter von 382-474, 476-532 cal AD datiert werden. Die Holzkohle war auffällig engringig und entstammt einer Eiche (*Quercus robur*) (Dr. V. ARNOLD, Museum für Archäologie und Ökologie Albersdorf, Korrespondenz vom 20.08.2004). Die Datierung fällt in die Völkerwanderungszeit. Auch die auffallende Engringigkeit, die typisch für das Kernholz älterer Bäume ist, stützt die Vorstellung einer völkerwanderungszeitlichen Bewaldung (lange geomorphodynamisch stabile Phase). Drei weitere Holzkohlereste aus den ehemaligen Wurzelbereichen wurden ebenfalls als sehr engringige Eiche (*Quercus robur*) bestimmt (Dr. V. ARNOLD, Museum für Archäologie und Ökologie Albersdorf, Korrespondenz vom 20. und 24.08.2004).

Im Aufschluss BA6 wurde eine Holzkohle radiokohlenstoffdatiert. Diese Probe (KIA25018) aus einem Graben wurde auf ein Alter von 763-676, 674-481 cal BC datiert. Bestimmt wurde diese bronzezeitliche Probe durch Dr. V. ARNOLD (Museum für Archäologie und Ökologie Albersdorf, Korrespondenz vom 20. und 24.08.2004) als Birke (*Betula pendula*).

Tab. 1: AMS-¹⁴C-Datierungen an Proben der Flur Bredenhoop

Flur/ Aufschluss	Bezeichnungen der genommenen Proben	Probenbezeichnung des Kieler Leibniz Labors	¹⁴ C datiertes Alter (BP)	Two Sigma Range (cal BC, AD)
BA4	BA4HK3	KIA18784	3344±44	1694-1521 BC
BA4	BA4HK8	KIA21747	1630±27	382-474, 476-532 AD
BA5	BA5HK4	KIA18782	5178±33	4043-3942 BC
BA5	BA5HK2	KIA20596	145±24	1718-1779, 1826-1885 AD
BA5	BA5HK1	KIA18783	95±32	1681-1735, 1806-1933 AD
BA6	BA6HK1	KIA25018	2470±30	763-676, 674-481 BC

IV.2.3. Interpretation

Im folgenden Abschnitt wird die gesamte Entwicklungsgeschichte des untersuchten Landschaftsausschnittes in der Flur Bredenhoop dargestellt. Sie wird aus Gründen der Übersichtlichkeit und Plausibilität anhand von Entwicklungsphasen verdeutlicht. Die angegebenen Datierungsergebnisse entsprechen den Angaben der kalibrierten Two Sigma Range mit über 10% Wahrscheinlichkeit (nach „CALIB rev4.3“ (Datensatz 2), STUIVER et al. (1998), AMS-¹⁴C-Datierungen von GROOTES und Mitarbeitern des Leibnitz Labors für Altersbestimmung und Isotopenforschung der CAU Kiel).

Phase 1: Saale-Kaltzeit (180000-128000 vor heute)

Im Warthe-Stadial (Saale-Kaltzeit III) akkumulierten Schmelzwassersande und Schotter. Am Ende des Saale-Glazials hatte das Landschaftsbild einen jungmoränenlandschaftlichen Charakter (LIEDTKE 1981, 154). Vorherrschend waren die Formen der glazialen Serie (Grundmoräne, Endmoräne, Sander, Urstromtäler) und ihre Begleitformen (Kames, Oser, Drumlins, Zungenbecken).

Phase 2: Eem-Warmzeit (128000-117000 vor heute)

Unter der eemzeitlichen Bewaldung kam es lediglich zu einer organogenen Verlandung, die prägenden Landschaftsformen blieben erhalten (vgl. FRÄNZLE 1988, 25). Neben der Verwitterung des Ausgangssubstrates kam es vor allem zu dessen Entkalkung in den oberen Horizonten und Schichten (vgl. KOOP 1968).

Phase 3: Weichsel-Kaltzeit (117000-11500 vor heute)

Im Weichsel-Glazial wurden die landschaftsformenden Prozesse wieder intensiver. Die periglaziale Überprägung der Dithmarscher Geest war während des Brandenburger Stadiums (Maximalausdehnung in Schleswig-Holstein) stark landschaftsverändernd. Da in Schleswig-Holstein alle drei Vorstöße der Weichsel-Kaltzeit räumlich sehr eng beieinander lagen, herrschten ähnliche landschaftsverändernden Prozesse zu allen drei Vorstößen (vgl. STREHL 1986, 37 ff). Die Folge waren Einebnungen der glazialen Formen durch Permafrostprozesse und hoher Oberflächenabfluss (vgl. FRÄNZLE 1988, 125 ff). Schmelzwassersande und Flugdeckensande wurden abgelagert. Das Landschaftsbild prägten eine Parktundra mit Birken (*Betula pendula*) und durchziehende Rentierjäger (vgl. LANGE 1996, 11 ff).

Phase 4: Mesolithikum (9500-4000 v. Chr.)

Eine längere, nacheiszeitliche Phase der geomorphodynamischen Stabilität kennzeichnete das Mesolithikum. Durch eine erste holozäne Bodenbildung entwickelte sich eine Rohbodenform, bedingt durch das Ausgangsmaterial sehr wahrscheinlich ein Regosol (vgl. BORK et al. 1998; BORK 2001). Dieser ist heute nicht mehr nachweisbar; er wurde wahrscheinlich in einer späteren Phase erodiert.

Phase 5: Neolithikum (4000-1700 v. Chr.)

Im Neolithikum gab es weiterhin geomorphodynamisch stabile Verhältnisse, wodurch ein Voranschreiten der Bodenbildung unter Wald begünstigt wurde. Eine Braunerde entwickelte sich, die durch Lessivierung in eine Bänderparabraunerde überging. Die reliktschen Ton- und Eisenoxidbänder der Bänderparabraunerde wurden im anstehenden Substrat nach-gewiesen. Eine in situ gefundene Holzkohle aus Aufschluss BA5 wurde auf ein Alter von 4215-3825 cal BC (KIA18782) datiert. Aufgrund der stratigraphischen Fundumstände dieses Artefakts, entstammt die Holzkohle einem Waldbrand im Neolithikum.

Phase 6: Bronzezeit (1700-600 v. Chr.)***Phase 6a:***

Am Übergang zur Bronzezeit kam es zu ersten Nutzungsansprüchen des Menschen in diesem Einzugsbereich. Die Landschaft wurde durch Rodungen geöffnet und anschließend ackerbaulich genutzt.

Phase 6b:

In Folge der offenen Landschaft konnte während einer vegetationsfreien Zeit Starkregen den fruchtbaren Ackerboden im Einzugsgebiet abtragen. Bodenerosion akkumulierte das erste Kolluvium (M₁). Die Datierung einer verlagerten Holzkohle aus dem heutigen M₁Bs(h)-Horizont ergab ein maximales Alter zwischen 1738-1521 cal BC (KIA18784).

Phase 6c:

Nach Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung setzte eine erneute Sukzession auf den Flächen ein. Im oberen Bereich der Delle führte Waldweide zum Entstehen einer Heidelandchaft. Die Veränderung in der Vegetationszusammensetzung reduzierte den pH-Wert im Oberboden. Ein Podsol entstand.

Im unteren Dellenbereich zeigte die Bodenbildung eine solche Versauerung durch

Heidevegetation nicht an, hier kam es aufgrund der eher lateralen Wasserbewegungen zu weniger Auswachsungsprozessen im Boden.

Phase 6d:

Nach einer kurzen Sukzessionsphase wurde der untere Dellenbereich wieder ackerbaulich genutzt. Hier wurde zu Entwässerungszwecken ein Graben angelegt (vgl. Abb. 15, S. 53). Der Graben konnte durch eine Holzkohle (KIA25018) auf ein Alter zwischen 763-676, 674-481 cal BC datiert werden.

Phase 7: Vorrömische Eisenzeit (600 v. Chr. - 0)

Für die Eisenzeit waren keine eindeutigen Indizien für eine Nutzung der Landschaft vorhanden. Denkbar sind jedoch die weitere Nutzung als Heide/Weideflächen für die Nutztiere. Anzunehmen ist auch eine starke Holznutzung für die Eisenverhüttung (vgl. LANGE 1996, 30 ff). Trotz dieser Umstände war die Oberfläche geomorphodynamisch stabil, da die Bodenoberfläche ständig durch Vegetation geschützt war.

Phase 8-9: Römische Kaiserzeit und Völkerwanderungszeit (0-700 n. Chr.)

Mit dem Übergang in die römische Kaiserzeit nahm die Siedlungsaktivität in der Dithmarscher Geest ab. Der Siedlungsschwerpunkt verlagerte sich zur Nordseeküste, wo sich über die vergangenen Jahrhunderte fruchtbarere Marschböden gebildet hatten (vgl. MEIER 1991). Somit bestand weiterhin geomorphodynamische Stabilität auf dem podsoliertem Boden. Ein Wald entwickelte sich.

Phase 10: Mittelalter (700-1517 n. Chr.)

Am Übergang zum Mittelalter lockerten erneute Rodungen den dichten Waldbestand im Untersuchungsgebiet auf. In den Randbereichen kam es wegen des fehlenden Schutzes zum Windwurf der völkerwanderungszeitlichen Bäume. Die Windwürfe konnten anhand gekippter Bs(h)- und Bv-Horizonte (vgl. Abb. 14, S. 52 und Abb. 92, S. 167) eindeutig an mehreren Stellen nachgewiesen werden. Anschließend wurde durch einen Brand viel Holzkohle im ehemaligen Wurzelbereich der Bäume angereichert. Eine Datierung dieser Holzkohle bestätigt die Annahme einer völkerwanderungszeitlichen Bewaldung (382-474, 476-532 cal AD, KIA21747). Eine weitere Untergliederung ist für das Mittelalter aufgrund fehlender Befunde in diesem Untersuchungsgebiet nicht möglich. Die fehlenden Erosionsereignisse im Mittelalter deuten auf geomorphodynamisch stabile Verhältnisse im Mittelalter hin.

Phase 11: Neuzeit (1517 n. Chr. - Heute)***Phase 11a:***

Erst in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wurde die landschaftsgenetische Entwicklung dieses Untersuchungsgebietes wieder zeitlich erfassbar. Durch das Anlegen von Knicks (vgl. Exkurs Knicks, S. 24) in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wurde das oberirdische Wassereinzugsgebiet stark verkleinert, genauer gesagt in viele einzelne Schläge untergliedert. Im Zusammenschnitt mit den Datierungen, den Bohrungen und den topographischen Gegebenheiten konnte die Unterbrechung der Kolluvien M_2 und M_3 erklärt werden. Rückschließend bedeutet das, dass die Anlage der Knicks das oberirdische Wassereinzugsgebiet so beschnitt, dass die Knicks als Erosionsschutz dienten. Dadurch konnten die nachfolgend beschriebenen Erosionsereignisse nur innerhalb der kleineren Schläge wirken.

Phase 11b:

Im Zuge dieser Strukturmaßnahmen wurden Teilflächen wieder in Nutzung genommen. Aufgrund der Bodenentwicklungen lässt sich für den oberen, bereits in der Bronzezeit podsolierten Teil, nachweisen, dass hier keine ackerbauliche Nutzung stattgefunden hat. Sehr wahrscheinlich blieb hier trotz der Anlage der Knicks der Wald erhalten (vgl. HASSENFLUG 1968). Im unteren Teil der Delle ist die Nutzungsart eindeutig bestimmbar. Am wahrscheinlichsten ist eine intensive Weidenutzung, da homogenisierte Bodenhorizonte, wie sie durch ackerbauliche Pflugtätigkeit entstehen, völlig fehlen.

Phase 11c:

Im weiteren Verlauf kam es zu einer intensiven Nutzung der Schläge. Das belegt die Vegetationsfreiheit im oberen und unteren Dellenbereich, welche Bodenerosion ermöglichte. Es kam zur Akkumulation des zweiten Kolluviums (M_2). Eine verlagerte Holzkohle aus Kolluvium (M_2) wurde auf ein Alter von 1718- 1779, 1826-1885 cal AD (KIA20596) datiert.

Phase 11d:

Danach setzt eine zweigliedrige Nutzung der Delle ein. Der obere Teil der Delle diente als Weidefläche für Nutztiere, der untere Bereich wurde intensiv ackerbaulich genutzt. Die Bodenbildung verdeutlichte diese Zweigliedrigkeit. Unter der Weidefläche entstand eine Braunerde mit einer Ah-, Bv-Horizontierung. Im Gegensatz dazu entstand durch Pflugtätigkeit ein homogenisierter Ap-Horizont im unteren Bereich der Delle. Das Anlegen einer Tondränge zu Entwässerungszwecken im unteren Teil der Tiefenlinie der Delle

verdeutlicht die ackerbauliche Tätigkeit ebenfalls.

Phase 11e:

Die intensive Nutzung des Einzugsgebietes führte nach dem Zusammentreffen von Vegetationsfreiheit auf den Flächen und starken Niederschlägen zur erneuten Bodenerosion. Ein drittes Kolluvium (M₃) wird abgelagert. Die Datierung einer verlagerten Holzkohle aus Kolluvium M₃ ergab ein Alter von 1681-1735, 1806-1933 cal AD (KIA18783).

Phase 11f:

Das Anlegen einer zweiten Tondränge im unteren Teil der Tiefenlinie der Delle zeigte die weitere landwirtschaftliche Nutzung der Flächen an. Die weitere Entwicklung gestaltete sich weiterhin zweigliedrig, d. h. der untere Teil der Delle wurde intensiv ackerbaulich genutzt. Das zeigt ein ebenfalls durch Pflugtätigkeit homogener Ap-Horizont an. Der obere Teil der Delle hingegen wurde sehr wahrscheinlich als Weideland genutzt, was an der Entwicklung einer weiteren Braunerde deutlich wird.

Phase 11g:

In jüngster Zeit wurde die Nutzung wieder extensiviert. Seit 1997 gehören die Flächen des untersuchten oberirdischen Wassereinzugsgebietes zu den Projektflächen des AÖZA. Das AÖZA betreibt hier Weidewirtschaft.

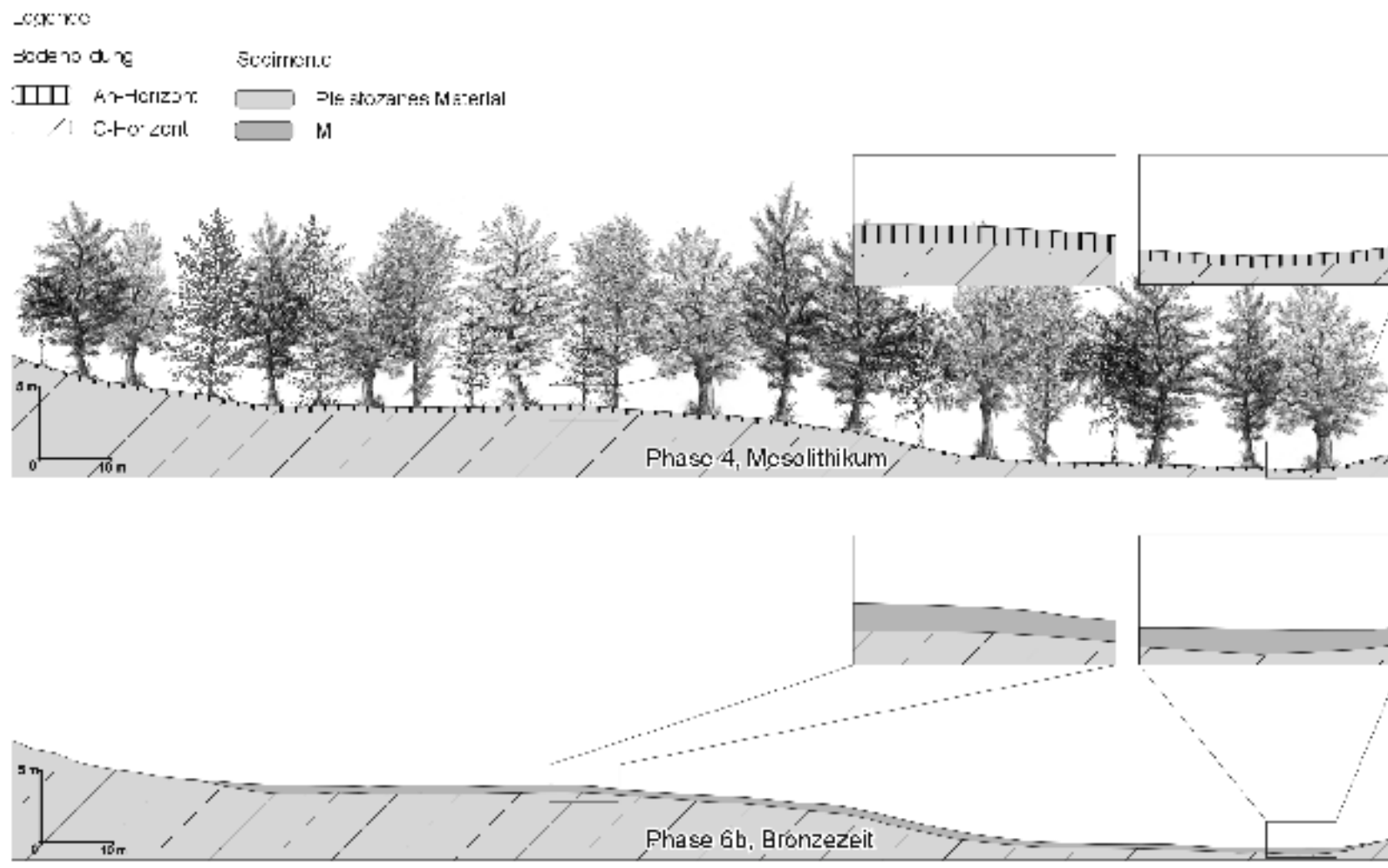


Abb. 25: Phasen 4 und 6b der Flur Bredenhoop

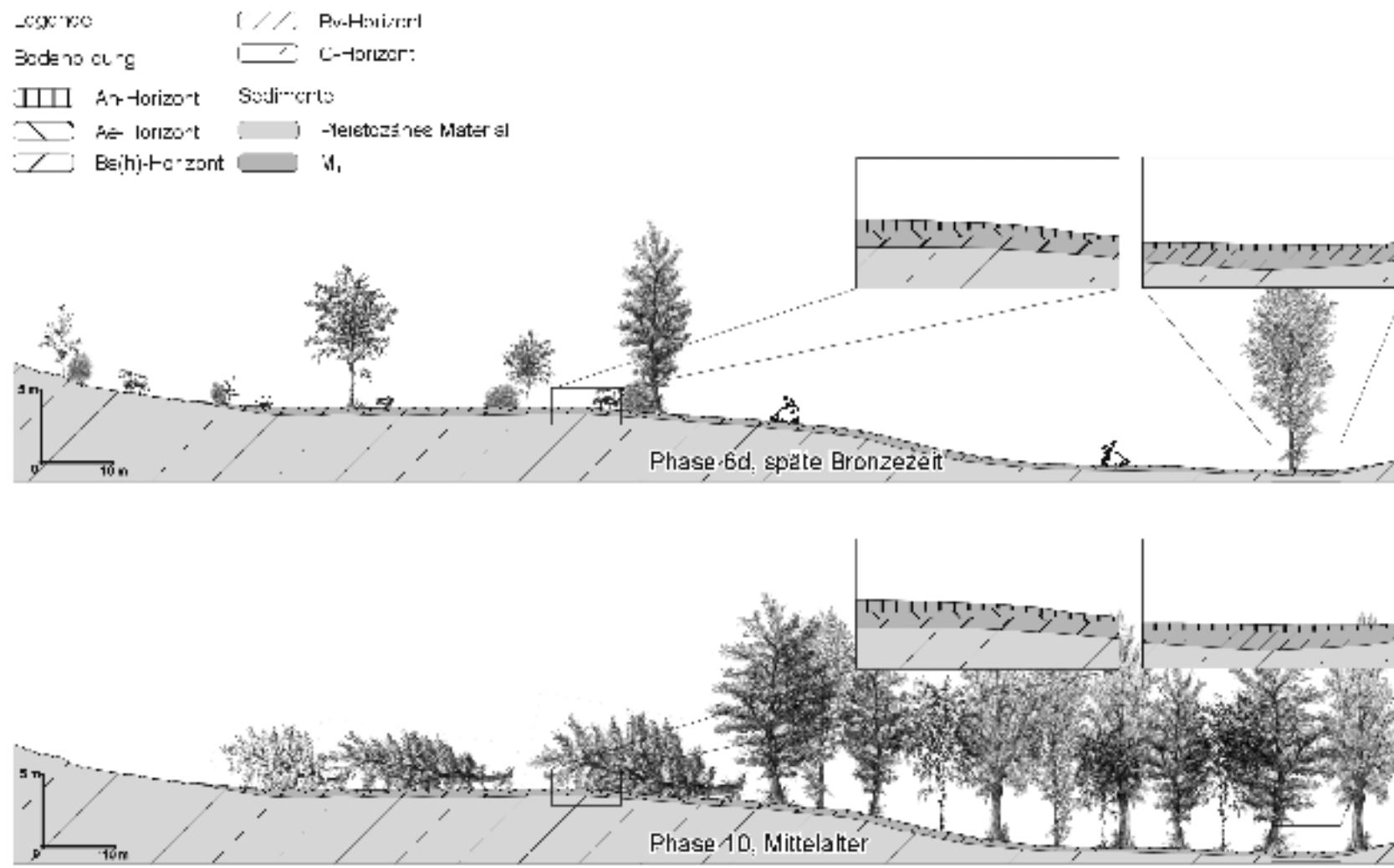


Abb. 26: Phasen 6d und 10 der Flur Bredenhoop

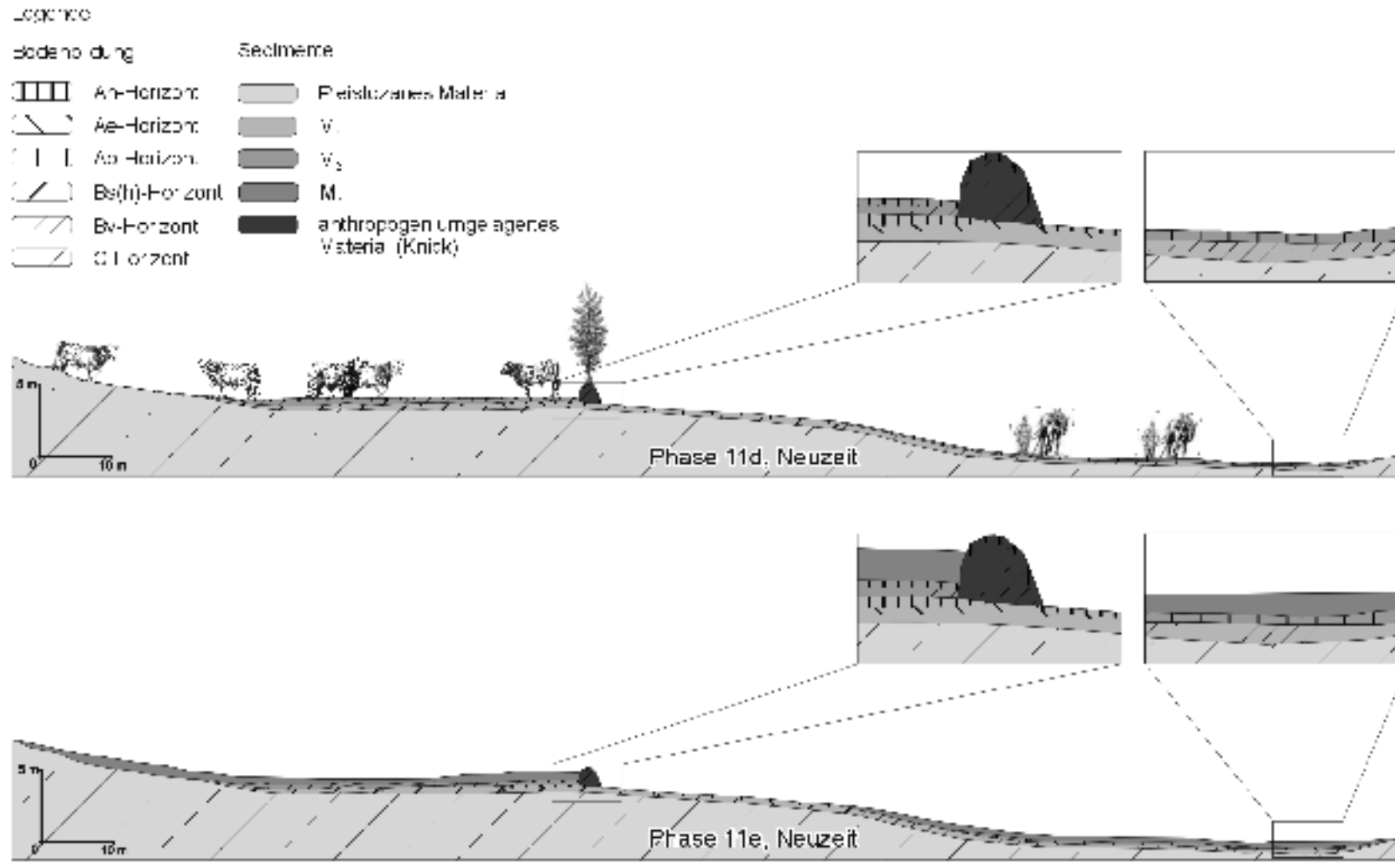


Abb. 27: Phasen 11d und 11e der Flur Bredenhoop

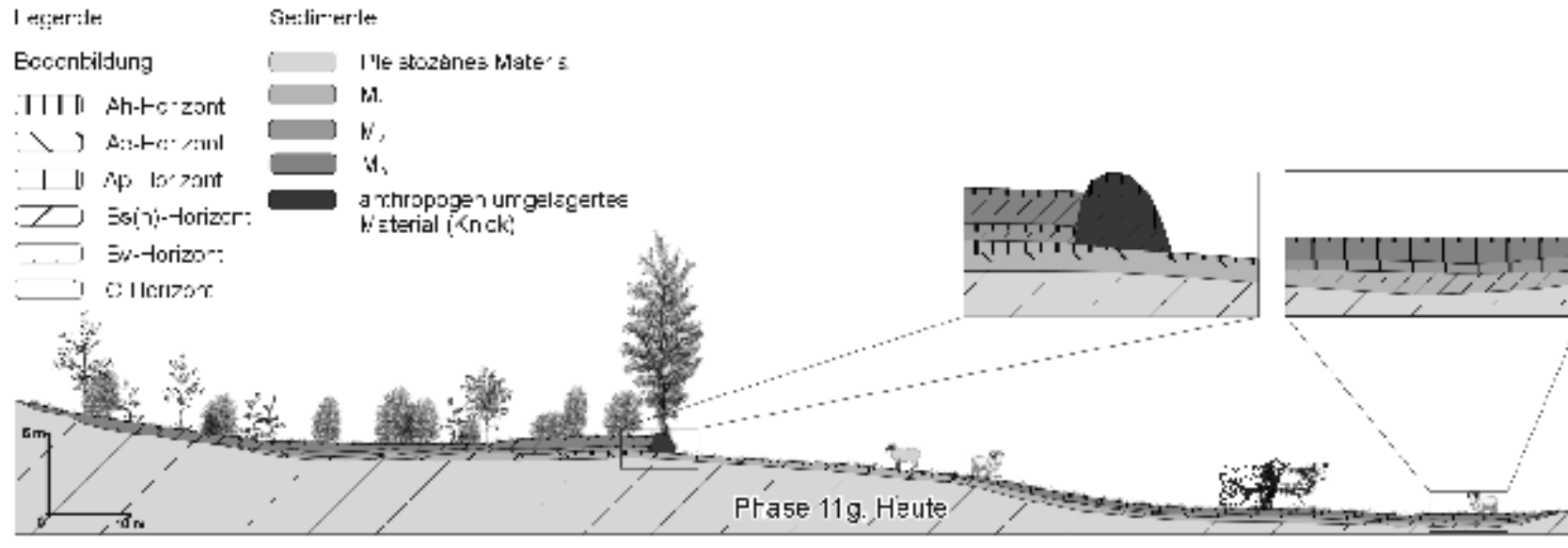


Abb. 28: Phase 11g der Flur Bredenhoop

IV.2.4. Feststoffbilanzen

Eine genaue Bilanzierung der Erosions- und Akkumulationsereignisse in der Flur Bredenhoop ist nur für die Phase 6b (Bronzezeit) möglich. Für die Phasen 11c und 11e sind die Bilanzen trotz der starken Veränderung der oberirdischen Wassereinzugsgebiete (vgl. Phase 11a, S. 62) eindeutig fassbar. Jedoch ist eine Unterscheidung zwischen der Bodenerosion durch Wasser und einer bodenbearbeitungsbedingten Bodenumlagerung (nicht Betrachtungsgegenstand diese Arbeit) aufgrund der durch Pflugtätigkeit homogenisierten Horizonte und Schichten nicht möglich.

Die Berechnung des Volumens von Kolluvium M_1 ergab 378 m^3 . Das entspricht einem mittleren Abtrag von $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ aus dem $12,99 \text{ ha}$ großen oberirdischen Wassereinzugsgebiet. Aufgrund von Datierungslücken muss ein maximaler erosionsrelevanter Zeitraum von 1000 Jahren (1500-500 v. Chr.) angenommen werden. Nach dieser konventionellen Betrachtungsweise ergeben sich Abtragsraten von $0,03 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bzw. $0,04 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Für einen wahrscheinlichen Zeitraum liegen die Werte bei $0,15 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bzw. $0,21 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Tab. 2: Erosionsbilanzen der Flur Bredenhoop

Kolluvium	Volumen (m^3)	Abtrag ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)	Abtragsraten <i>Konventionell</i>			<i>Wahrscheinlich</i>		
			Zeitraum (a)	Volumen ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$)	Masse ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$)	Zeitraum (a)	Volumen ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$)	Masse ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$)
M_1	378	30	1000	0,03	0,04	200	0,15	0,21

IV.3. Flur Falloh

IV.3.1. Ergebnisse der Feldarbeiten

Insgesamt wurden drei Aufschlüsse und 38 Bohrungen in einer nach Süden entwässernden Delle untersucht. Alle Aufschlüsse, mit Ausnahme von FA1, wurden in der Tiefenlinie der Delle angelegt. FA1 auf dem östlichen Hang dient als Vergleichsprofil zur Ansprache der standorttypischen Bodenbildung.

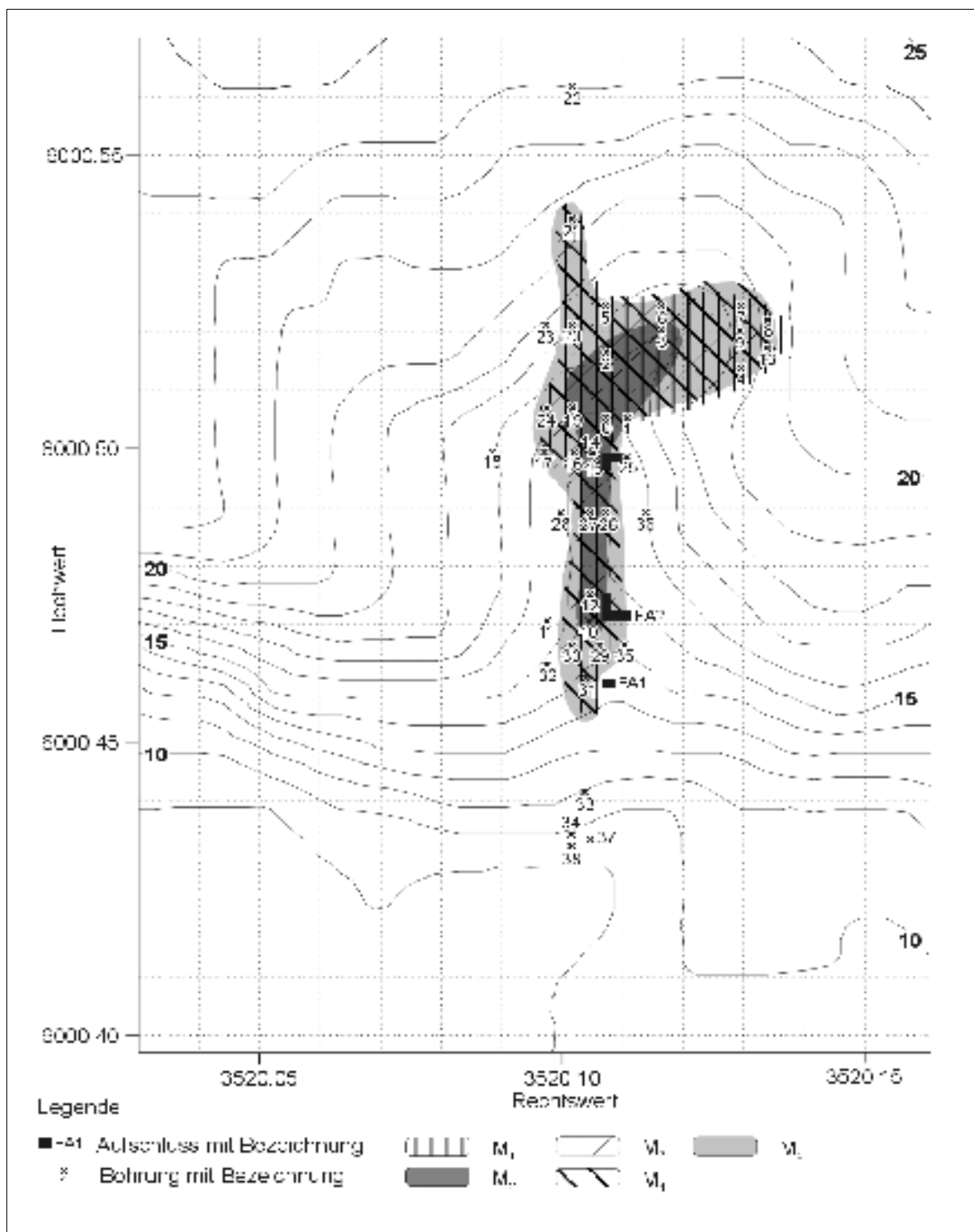


Abb. 29: Aufschlüsse, Bohrungen und Kolluvien des Untersuchungsgebietes Falloh

IV.3.1.1. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Aufschlüsse

Aufschluss FA1 (Abb. 96, S. 168):

Der Aufschluss FA1 wurde auf dem östlich angrenzenden Hang angelegt. Da dieser Profilschnitt keine Kolluvien enthielt, sondern nur die standorttypische Bodenbildung ansteht, diente er als Referenzschnitt für die Ansprache der Bodenbildungen an diesem Standort. Der entwickelte Bodentyp unterscheidet sich nicht von demjenigen in der Flur Bredenhoop. Das bedeutet, dass sich im pleistozänen Ausgangsmaterial ein initialer Podsol über die Stadien Braunerde und Bänderparabraunerde entwickelte. Kartiert wurde eine schwach podsolierte Bänderparabraunerde.

Aufschluss FA2 (Abb. 97, S. 169 und Tab. 14, S. 163):

Der Aufschluss FA2 wurde L-förmig angelegt, so dass ein Teil des Profils die Sedimente der Tiefenlinie und der andere Teil die Sedimente des Osthanges, sowie den Übergang zum Dellentiefsten erfasst. In der Tiefenlinie ist im karbonatfreien Ausgangsmaterial (Pleistozäner Sand) ein typischer altholozäner Boden (Regosol) ausgeprägt (vgl. Bork 2001, 24). Die Ah-/Cl-Horizonte des Regosols sind trotz der Überprägung durch auflagernde Böden gut erkennbar. Hangaufwärts keilen diese Horizonte aus. Am östlichen Hang sind zwei Rinnen ins Ausgangsmaterial eingeschnitten, die mit Schottern und Sanden verfüllt sind. Über dem Regosol wurde ein ca. 20 cm mächtiges Kolluvium (M₁) nachgewiesen. In diesem Kolluvium konnte eine durch die folgende Bodenbildung stark überprägte Grube (Grubentyp 1, S. 73) kartiert werden. Ein weiteres ca. 10-15 cm mächtiges Kolluvium (M₂) lagert auf dem altholozänen Boden und dem ersten Kolluvium. In beiden Kolluvien wurden Relikte einer nach Ablagerung erfolgten Podsolierung nachgewiesen, im Kolluvium M₁ ist ein Bs(h)-Horizont und in M₂ ein Ae- Horizont ausgebildet. Der zugehörige Ah-Horizont fehlt. Beide Kolluvien (M₁ und M₂) keilen innerhalb des Aufschlusses aus. M₁ ist in der Tiefenlinie des Aufschlusses FA2 durchgehend angeschnitten und keilt am Osthang aus, während M₂ nach Süden auskeilt (vgl. Abb. 97, S. 169). Im nächsten auflagernden Kolluvium (M₃) wurden ebenfalls die reliktschen Horizonte eines Podsoles nachgewiesen. Dieser ist nur noch im nördlichsten Bereich des Aufschlusses (hangaufwärts) mit den Horizonten Ae/Bs(h)/Bv erhalten. Hangabwärts ist nur ein Bs(h)-Horizont mit Übergang zu einem Bv-Horizont in Kolluvium M₃ nachweisbar. Der Ah-Horizont ist nicht mehr vorhanden, er wurde erodiert. Ein weiteres Kolluvium (M₄) überlagert die beschriebene Abfolge. Das Kolluvium besteht aus humosem Material und ist verbraunt (Bv-Horizont).



Abb. 30: Übersichtsfoto zum Aufschluss FA2

Das jüngste und gleichzeitig mächtigste Kolluvium (M_5 , bis 40 cm mächtig) reicht bis an die heutige Oberfläche. Die Ah-/Ae-/Bh/Bs-Horizontierung zeigt eine starke rezente Podsolierung (Eisenhumuspodsol) in der Tiefenlinie an. In den Hangbereichen ist die Podsolierung nur in einem initialen Stadium (Ah/Ae(i)/Bv) ausgeprägt.

Aufschluss FA3 (Abb. 98, S. 169 und Tab. 15, S. 164):



Abb. 31: Fotomontage vom Aufschluss FA3

Der Aufschluss FA3 wurde ebenfalls L-förmig angelegt, so dass ein Teil des Profils die Sedimente der Tiefenlinie und der andere Teil die Sedimente des Osthanges und des Überganges zum Dellentiefsten enthält. Im anstehenden Material wurde eine Altholozäne Bodenbildung nachgewiesen. Sowohl der C1-Horizont als auch der Ah-Horizont eines (heute nur noch) schwach ausgeprägten Regosols waren vorhanden. Im Aufschluss FA3 war dieser Boden im gesamten angeschnittenen Profil sichtbar. Überlagert wurde der Regosol von einem ca. 15 cm mächtigen Kolluvium (M_1). In M_1 konnten im rechten Aufschlussteil (Nordwand) Reste einer Brandgrube (Grubentyp 1, siehe S. 73), im linken Aufschlussteil (Westwand) ein zweites ca. 15-20 cm mächtiges Kolluvium (M_2) nachgewiesen werden. Hier hat sich in beiden Kolluvien ein Podsol (Ah, Ae, Bs(h)) entwickelt. Ah- und Ae Horizont des Kolluviums M_2 keilen rasch hangaufwärts aus.



Abb. 32: Detailfoto einer bronzezeitlichen Brandgrube (Grubentyp 2) im Aufschluss FA3

Ein weiteres bis 30 cm mächtiges Kolluvium (M_3) aus humosem Material lagerte auf diesen Böden im gesamten angeschnittenen Profil. Überlagert wurden diese Schichten und Horizonte von einem vierten gelblich, fleckigen ca. 20-30 cm mächtigen Kolluvium (M_4). Die Kolluvien M_3 und M_4 waren durchtieft von zwei Brandgruben (Grubentyp 2, siehe S.). Sie wurden von

der Oberfläche des Kolluviums M_4 aus angelegt. Prägende Bodenbildungsprozesse in M_4 waren Verbraunung und eine schwache Lessivierung. Kolluvium M_5 , ca. 30-35 cm mächtig, überdeckte alle anderen Schichten, Horizonte und die Brandgruben. Rezent bildete sich ein initialer Podsol aus, der sich über die Stadien der Braunerde und Para-braunerde entwickelte.

Grubentyp 1: 20-30 cm flache und 90-100 cm breite Brandgrube, durch Podsolierung überprägt, viele kleinere Holzkohlestückchen und Holzkohlefliter, endmesolithisches Alter

Grubentyp 2: 40-60 cm tiefe und 60-80 cm breite Brandgrube, viel Holzkohle, vereinzelt größere Steine, bronzezeitliches Alter (vgl. Abb. 31 und 32)

IV.3.1.2. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Bohrungen

Durch die detaillierten Auswertungen der 38 abgeteuften Bohrungen konnten die Mächtigkeiten und die flächigen Verbreitungen der insgesamt 5 Kolluvien des Untersuchungsgebietes in der Flur Falloh erarbeitet werden. Das Auskeilen der Kolluvien am Auslauf der Delle konnte eindeutig erfasst werden, kein Kolluvium erreichte die Niederung der Gieselau. Damit ist die Vollständigkeit für eine korrekte Bilanzierung der Ereignisse gewährleistet. Am Mittelhang verzweigten sich vier Kolluvien in den oben beschriebenen zwei Tiefenlinien, nur ein Kolluvium lagerte ausschließlich in der rechten Tiefenlinie. Diese Gegebenheiten erlaubten Rückschlüsse auf die jeweiligen Liefergebiete der Sedimente. Die Lage der Bohrungen ist in Abb. 29 (S. 69) ersichtlich, die Protokolle der Bohrungen sind in Kapitel IX. zu finden.

IV.3.2. Ergebnisse der Laboruntersuchungen

IV.3.2.1. Textur

In den Aufschlüssen FA2 und FA3 ergaben die Korngrößenanalytischen Untersuchungen für nahezu alle Horizonte einen mittelschluffigen Sand (Su3). Ausnahmen bilden die Horizonte $M_4Bs(h)$, $M_1Bs(h)$, Ah und Cl (alle Aufschluss FA2), welche deutlich höhere Schluffanteile aufwiesen. In den Horizonten $M_4Bs(h)$ und Ah ist darüber hinaus auch der Tonanteil deutlich höher.

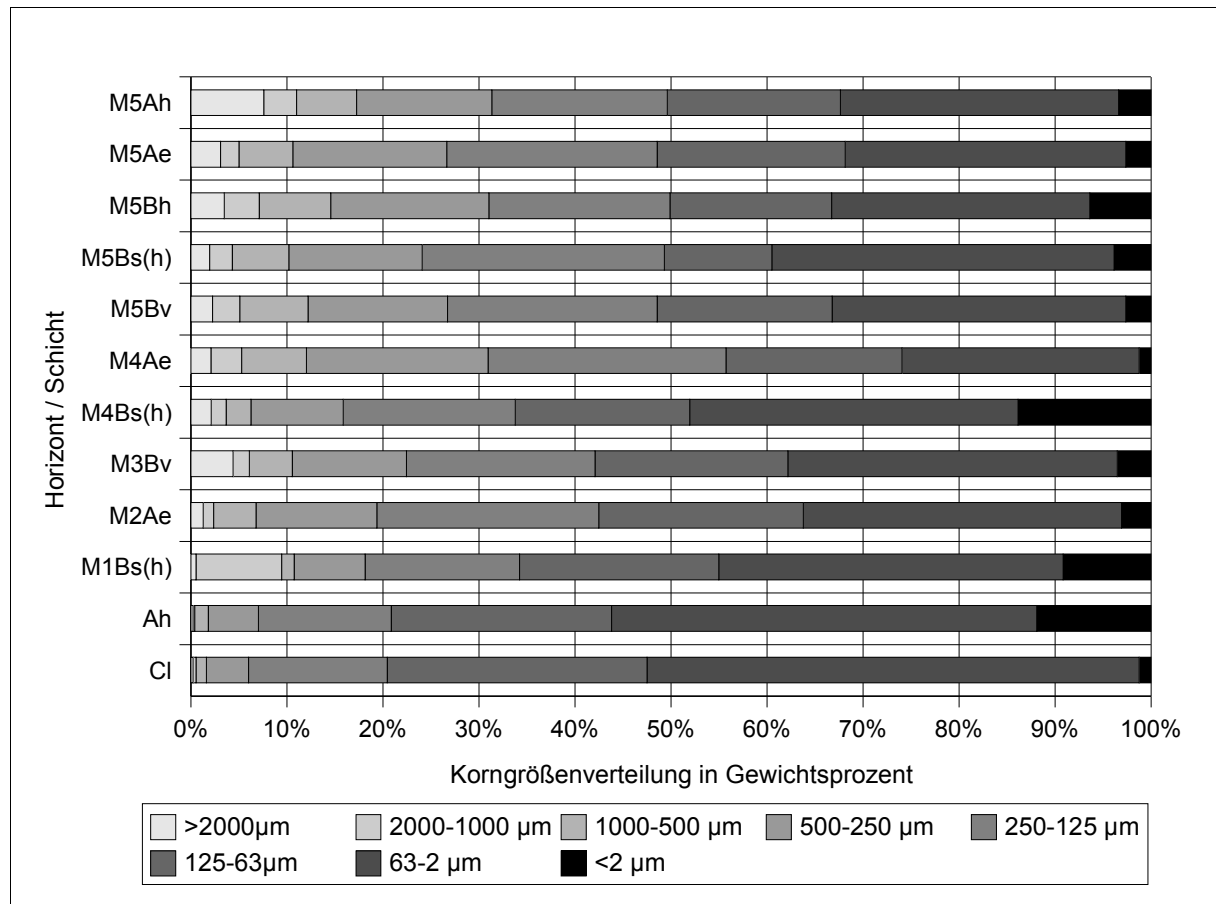


Abb. 33: Korngrößenverteilung im Aufschluss FA2

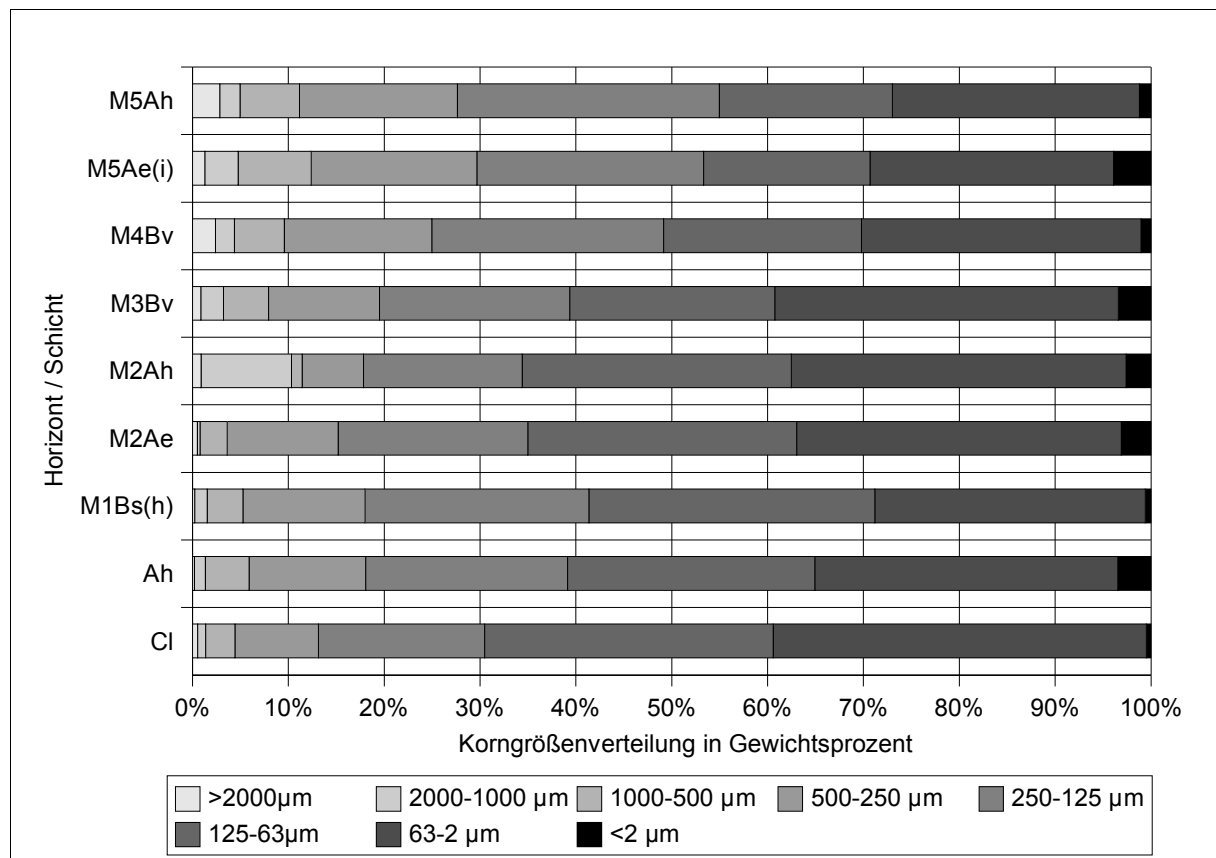


Abb. 34: Korngrößenverteilung im Aufschluss Fa3

Beide Horizonte sind durch stark schluffigen Sand (S14) charakterisiert. Im anstehenden pleistozänen Material ist der Schluffgehalt die bestimmende Komponente, so dass hier ein sandiger Schluff (Us) vorliegt.

IV.3.2.2. Organische Bodensubstanz und C/N-Verhältnis

In zwei repräsentativen Aufschlüssen wurden die organische Bodensubstanz sowie die C/N-Verhältnisse bestimmt. Die Ansprache und Einschätzung der im Gelände angesprochenen Schichten und Horizonte konnte im Labor bestätigt werden. Die Abb. 35-38 geben einen Überblick über die Verteilung der organischen Bodensubstanz und der C-N-Verhältnisse der einzelnen Schichten und Sedimente innerhalb der Aufschlüsse.

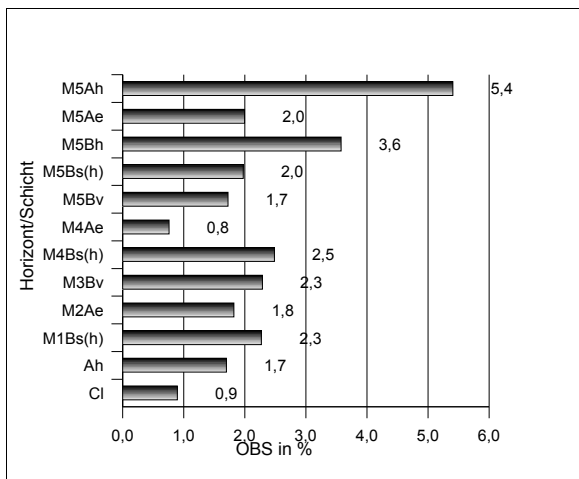


Abb. 35: Organische Bodensubstanz im Aufschluss FA2

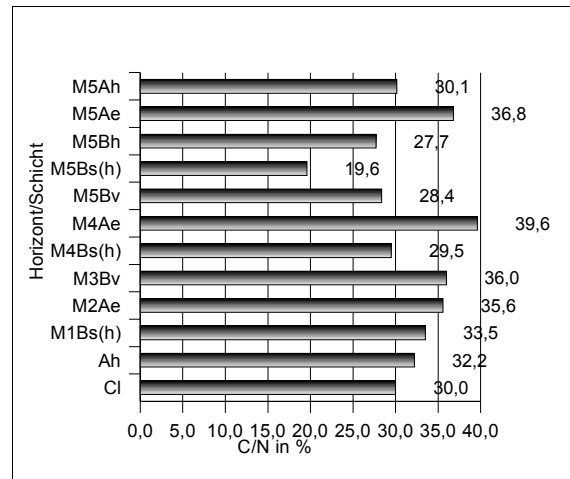


Abb. 36: C-N-Verhältnis im Aufschluss FA2

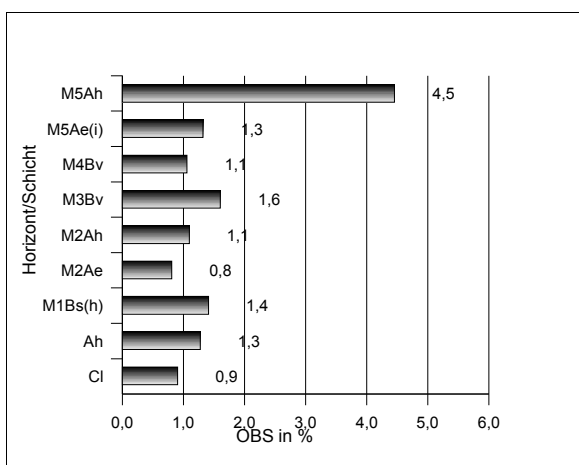


Abb. 37: Organische Bodensubstanz im Aufschluss FA3

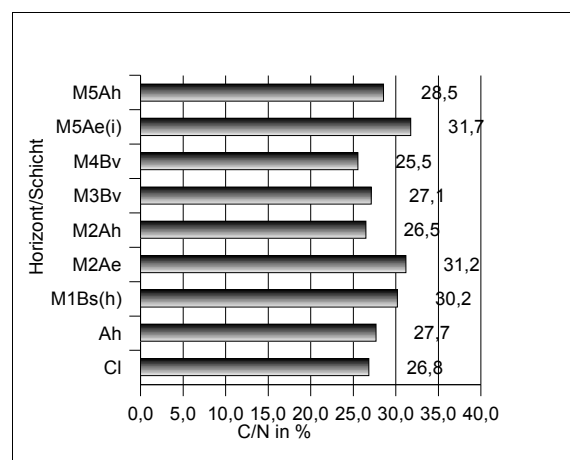


Abb. 38: C-N-Verhältnis im Aufschluss FA3

Die Verlagerungsprozesse der organischen Bodensubstanz innerhalb des Bodens werden auch hier in beiden Aufschlüssen deutlich. Im Aufschluss FA2 am Ae- und Bs(h)-Horizont, die als Auswaschungs- bzw. als Anreicherungshorizont fungieren, wird dies aufgrund der starken Ausprägung des rezenten Podsoles deutlicher, als bei FA3, der an der Oberfläche nur einen schwach podsolierten Boden enthält.

Die Humusqualität ist innerhalb der Catena (siehe Glossar, S. 160) sehr unterschiedlich. Im Aufschluss FA2 ist die Humusqualität etwas besser als im Aufschluss FA3. Die für das Pflanzenwachstum entscheidenden Oberbodenhorizonte sind stark humos. Hier sind die hohen Werte im Boden jedoch auf einen hohen Holzkohleanteil und auf Düngung in der Forstwirtschaft zurückzuführen. Die Humusqualität auf Grundlage des C/N-Verhältnisses ist in diesem Untersuchungsgebiet als sehr gering einzuschätzen.

IV.3.2.3. Datierungen

Mit Ausnahme von zwei Datierungen aus FA2 wurden die Holzkohlealtersbestimmungen im Aufschluss FA3 durchgeführt. Aufgrund der stratigraphischen Befundqualität ist eine Übertragung auf den Aufschluss FA2 eindeutig.

Die AMS-¹⁴C-Datierung einer Holzkohleprobe aus dem fossilen, untersten Ah-Horizont des Aufschlusses FA3 ergab ein Alter von 4783-4745, 4744-4600 cal BC (KIA20594). Die in situ-Holzkohle datiert demnach ins Endmesolithikum (nach aktueller, regionaler, archäologischer Zeitleiste). Eine verlagerte Holzkohle aus dem auflagernden Kolluvium (M₁) wurde durch die Probe KIA20591 auf ein Alter von 7050-6746 cal BC datiert. In diesem ersten Kolluvium in Aufschluss FA2 konnten darüber hinaus zwei Holzkohlefunde als Kiefer (*Pinus sylvestris*) bestimmt werden (Dr. V. ARNOLD, Museum für Archäologie und Ökologie Albersdorf, Korrespondenz vom 20.08.2004). Dies deckt sich mit archäobotanischen Ergebnissen zur Waldzusammensetzung während des Paläo- und Mesolithikums (vgl. Abschnitt IV.1.2., ARCHÄOLOGISCHES LANDESMUSEUM DER CAU KIEL 1998; KÜSTER 1998). Zwei weitere in situ-Holzkohlen aus einer Brandgrube wurden ebenfalls ins Endmesolithikum datiert. Die Proben ergaben Alter von 4712-4535 cal BC (KIA20592) und 4713-4534 cal BC (KIA21746). Die Probe KIA21746 konnte zweifelsfrei als Eiche (*Quercus robur*) identifiziert werden (Dr. V. ARNOLD, Museum für Archäologie und Ökologie Albersdorf, Korrespondenz vom 20.08.2004). Um die Qualität der Datierungen zu prüfen, wurde eine weitere Probe einer kurzlebigen Birke (*Betula pendula*, KIA25021) datiert. Das datierte Alter lag mit 6227-6021 cal BC deutlich höher als erwartet und kann nur durch Verlagerungsprozesse erklärt werden. Die Datierung einer Holzkohle aus dem Ah des zweiten Kolluviums (M₂Ah) ist zeitlich in das

Frühneolithikum einzuordnen (KIA20590, 3238-3167, 3164-3101 cal BC). Eine weitere Datierung einer Haselprobe (*Corylus avellana*, KIA25020) aus einer Grube, die von Kolluvium M₃ aus angelegt wurde, ergab ein Alter von 3349-3256, 3246-3098 cal BC. Durch die Probe KIA20589 (verlagerte Holzkohle) wurde das dritte Kolluvium (M₃) auf ein maximales Alter von 3378-3330 cal BC datiert. Dies entspricht dem Mittelneolithikum in der Region um Albersdorf. In die Mitte der Bronzezeit konnte eine Brandgrube aus dem Aufschluss FA3 durch die Probe KIA20588 (1193-1138, 1133-1001 cal BC) radiokohlenstoffdatiert werden. Im selben Aufschluss wurde noch eine weitere verlagerte Holzkohle, repräsentiert durch die Probe KIA20593, aus Kolluvium M₅ datiert. Mit einem Alter von 69-225 cal AD datiert diese Probe in die Römische Kaiserzeit.

Tab. 3: AMS-¹⁴C-Datierungen der Flur Falloh (*unpräzise datiert)

Flur/ Aufschluss	Bezeichnungen der genommen Proben	Probenbezeichnung des Kieler Leibniz Labors	¹⁴ C datiertes Alter (BP)	Two Sigma Range (cal BC, AD)
FA3	FA3HK1	KIA20588	2908±31	1193-1138, 1133-1001 BC
FA3	FA3HK3	KIA20592	5770±33	4712-4535 BC
FA3	FA3HK4	KIA20593	1880±29	69-225 AD
FA3	FA3HK5	KIA20594	5837±32	4783-4745, 4744-4600 BC
FA3	FA3HK6	KIA20591	7966±41	7050-6746 BC
FA3	FA3HK8	KIA20590	4549±30	3238-3167, 3164-3101 BC
FA3	FA3HK9	KIA20589	4590±30	3378-3330 BC
FA3	FA3HK14	KIA21746	5771±36	4713-4534 BC
FA3	FA3HK19	KIA25020	4510±30	3349-3256, 3246-3098 BC
FA3	FA3HK20	KIA25021	7275±55	6227-6021 BC
FA2	FA2HK19	KIA20597	2170±29	359-273, 235-149 BC
FA2	FA2HK4	KIA25019	8795±40	8004-7728 BC
FB38	FB38-1	KIA21745*	758±85	1153-1332 AD
FB38	FB38-2	KIA21744	3176±30	1517-1405 BC

Im Aufschluss FA 2 wurde eine Holzkohle aus einer Rinnenverfüllung datiert. Die Probe KIA20597 ergab ein Alter von 359-273, 235-149 cal BC und zeigt ein Maximalalter für die Verfüllung der Rinne in der Eisenzeit an. Eine weitere Datierung aus dem M₁Bs(h)-Horizont ergab für die verlagerte Holzkohle einer Kiefer (*Pinus sylvestris*, KIA25019) ein Alter von 8004-7728 cal BC. Zwei weitere Datierungen liegen aus der Bohrung FB38 vor (vgl. Abb. 29, S. 69). Ein durchgehend gewachsener Niedermoortorf wurde am unteren und oberen Ende der obersten Sequenz datiert. Die Probe KIA21744 datiert den Beginn des Torfwachstums mit einem Alter zwischen 1517-1405 cal BC in die frühe Bronzezeit, die zweite Probe KIA21745

(zu wenig Material für präzise Datierung) datiert das Ende des Torfwachstums mit einem Alter zwischen 1153-1332 cal AD in das Hochmittelalter. Auch DÖRFLER (2004, 91) konnte im Gieselautal ein Aussetzen des Torfwachstums für die letzten 2000 Jahre feststellen. Ob dies auf Abtorfungen oder tatsächlich auf ein Ende des Torfwachstums zurückzuführen ist, kann hier nicht eindeutig belegt werden.

Für eine Vielzahl von Holzkohlenstücken aus bestimmten Anreicherungs-zonen (Gruben, etc.) konnten durch Dr. V. ARNOLD (Museum für Archäologie und Ökologie Dithmarschens) die Holzart bestimmt werden. Da eine Nutzung des Holzes für Feuer sehr selektive Eingriffe in die Vegetation darstellt, lässt sich aus der Holzartenzusammensetzung kein eindeutiger Schluss auf die Vegetation durchführen. Lediglich Aussagen, ob untypische Vegetation zu einem Zeitraum vorhanden war, können gewonnen werden. Auch belegt der hohe Anteil an Hasel (*Corylus avellana*), trotz der erwähnten Selektivität, in gewisser Weise die offenen Wälder dieser Zeit. Abb. 39-42 geben einen Überblick über die Verteilung.

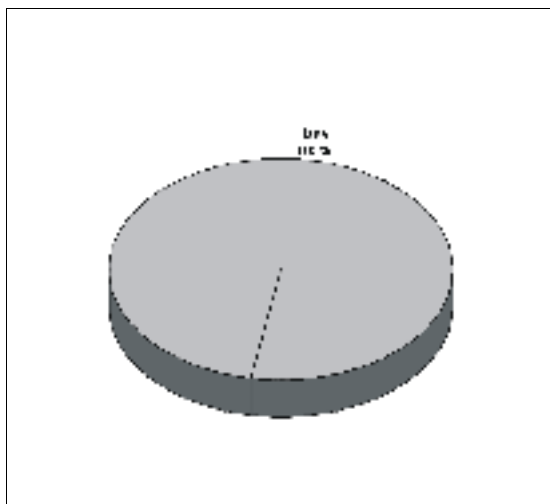


Abb. 39: Prozentuale Verteilung der 30 bestimmten Holzkohlen in der Holzkohlefähne im Aufschluss FA3

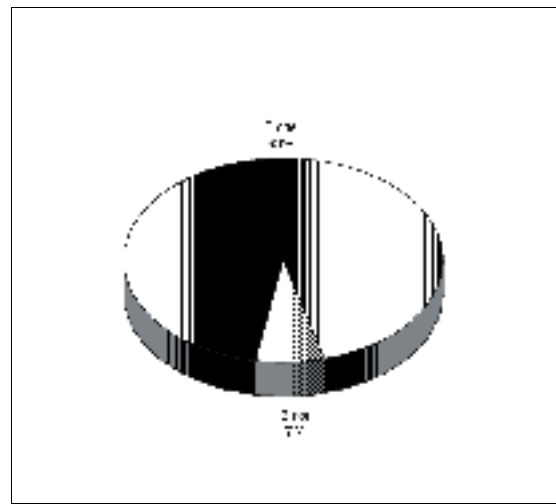


Abb. 40: Prozentuale Verteilung der 29 bestimmten Holzkohlen in der endmesolithischen Grube im Aufschluss FA3

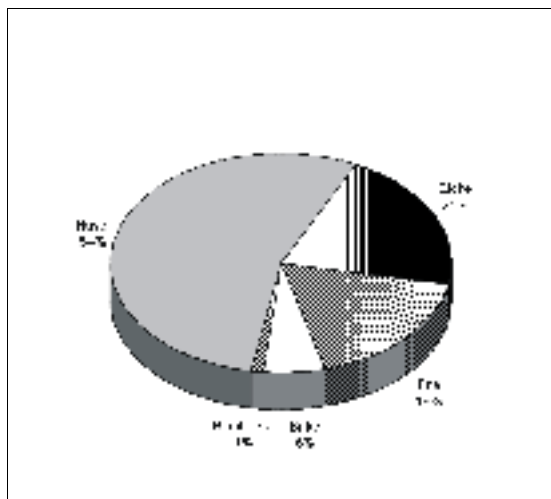


Abb. 41: Prozentuale Verteilung der 101 bestimmten Holzkohlen in der bronzezeitlichen Grube 1 im Aufschluss FA3 (Nordende)

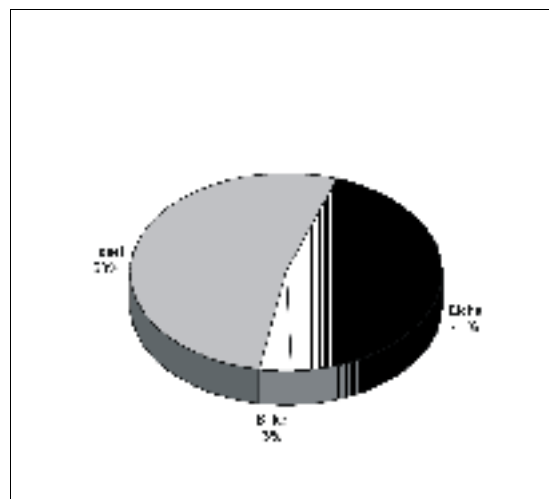


Abb. 42: Prozentuale Verteilung der 59 bestimmten Holzkohlen in der bronzezeitlichen Grube 2 im Aufschluss FA3 (Südende)

IV.3.3. Interpretation

Die Entwicklungsgeschichte des untersuchten Landschaftsausschnittes in der Flur Falloh ist im folgenden Abschnitt zusammengefasst. Die angegebenen Alter entsprechen den Angaben der kalibrierten Two Sigma Range (über 10% Wahrscheinlichkeit).

Phase 1-3: Saale-Kaltzeit bis Weichsel-Kaltzeit (180000-11500 vor heute)

Siehe Abschnitt IV.2.3.

Phase 4: Mesolithikum (9500-4000 v. Chr.)

Phase 4a:

Die Ergebnisse zeigen in diesem Untersuchungsgebiet eine längere, nacheiszeitliche Phase der geomorphodynamischen Stabilität. Sie war geprägt durch intensive Bodenbildung (bezogen auf die erste holozäne Bodenbildung, vgl. BORK et al. 1998; BORK 2001). Unter dem natürlichen Wald entwickelte sich ein Regosol (Ah, Cl).

Endmesolithikum (5200-4000 v. Chr.)

Phase 4b:

Während des Mesolithikums setzte die erste Nutzungsphase der Delle ein. Diesen Zeitraum prägten erste Auflichtungen des Waldes durch Rodungen kleinerer Flächen durch den Menschen. Die AMS¹⁴C-Datierung einer Holzkohle aus dem Ah-Horizont des ersten holozänen Bodens (Regosol) ergab ein Alter von 4744-4600 Jahren cal BC (KIA20594).

Phase 4c:

Die teilweise aufgelichtete Landschaft ermöglichte Bodenerosion im oberen Bereich des oberirdischen Wassereinzugsgebietes. Durch Starkniederschläge wurde ein erstes Kolluvium (M₁) in der Delle akkumuliert. Im Kolluvium M₁ wurden zwei verlagerte Holzkohlen gefunden und auf Alter von 7050-6746 cal BC (KIA20591) bzw. von 8004-7728 cal BC (KIA25019) datiert. Die verlagerten Holzkohlen könnten einer Feuerstelle oder einem Waldbrand aus Phase 4 entstammen.

Phase 4d:

Das Anlegen einer Brandgrube ist ein wichtiger Beleg für die Nutzung der Delle am Übergang zum Frühneolithikum. Die Datierungen zweier Holzkohlen aus der Brandgrube (in situ) ergaben Alter von 4712-4535 cal BC (KIA20592) bzw. 4713-4534 cal BC (KIA21746). Um die Qualität der Datierungen zu prüfen, wurde zusätzlich die Holzkohle einer kurzlebigen Birke (*Betula pendula*, KIA25021) datiert. Das radiokohlenstoffdatierte Alter von 6227-6021 cal BC erklärt sich durch Verlagerungsprozesse.

Phase 5: Neolithikum

Frühneolithikum (4000-3100 v. Chr.)

Phase 5a:

Während der weiteren ackerbaulichen Nutzung einzelner Flächen im Einzugsbereich der Delle kam es erneut zur Bodenerosion. Das zweite Kolluvium (M₂) akkumulierte. Anschließend wurde die Nutzung der Delle auf dem wenig fruchtbaren Boden aufgegeben.

Phase 5b:

Unter dem wieder aufwachsenden Wald fand erneut eine Bodenbildung statt. Über die Stadien einer Braunerde und Parabraunerde entwickelte sich ein Podsol mit den Horizonten

Ah, Ae und Bs(h). Diese waren in schwach überprägter Form nachweisbar. Eine Holzkohle aus dem Ah-Horizont ergab ein Alter von 3367-3101 cal BC (KIA20590). Die Podsolierung wurde durch Waldweide begünstigt (vgl. DÖRFLER 2001). Eine halboffene Heidelandschaft und ihre Folgen für die Bodenentwicklung (Podsolierung) konnten bereits durch REISS (2002) und SCHMIDTCHEN et. al (2003) südlich von Albersdorf nachgewiesen werden.

Mittelneolithikum (3350-2600 v. Chr.)

Phase 5c:

Im Mittelneolithikum wurde das oberirdische Wassereinzugsgebiet gerodet und ackerbaulich genutzt.

Phase 5d:

Durch Bodenerosion im oberen Teil des Einzugsgebietes akkumulierte ein drittes Kolluvium (M₃) in der Delle. Hierbei handelte es sich um umgelagertes Material des zweiten, frühneolithischen Bodens aus dem oberen Teil des oberirdischen Wassereinzugsgebietes. Die verlagerte Holzkohle aus Kolluvium M₃ wurde auf 3378-3330 Jahre cal BC (KIA20589) datiert. Kurz darauf folgende Bodenerosion führte zur Ablagerung des vierten Kolluviums (M₄). Anschließend wurde die Nutzung auf dem unfruchtbaren Boden aufgegeben.

Spätneolithikum (2800-1700 v. Chr.)

Phase 5e:

Die ackerbauliche Tätigkeit im Untersuchungsgebiet war im Spätneolithikum rückläufig (vgl. DÖRFLER 2001). Unter einem wieder aufwachsenden Wald bildete sich während einer längeren Phase der geomorphodynamischen Stabilität eine Braunerde in den Kolluvien M₃ und M₄.

Phase 6: Bronzezeit (1700-600 v. Chr.)

Die Rodung des Waldes öffnete die Landschaft für Ackerbau auch im Bereich der untersuchten Delle. In der jüngeren Bronzezeit wurden mehrere Brandgruben (zwei sind in Aufschluss FA3) angelegt, die durch enthaltene Holzkohle auf ein Alter von 1133-1001 Jahren cal BC (KIA20588) datiert wurden. Aus der Bronzezeit sind zahlreiche bronzezeitliche Hügelgräber im Untersuchungsraum erhalten.

Phase 7: Vorrömische Eisenzeit (600 v. Chr. -0)

Im weiteren Verlauf der Dellennutzung kam es zu einem kleineren, linienhaften Erosionsereignis, am östlichen Hang (nur im Aufschluss FA2, vgl. Abb. 97, S. 169, Rinne nicht im folgenden rekonstruierten Dellenquerschnitt enthalten). Der linienhafte Charakter (Kerbenreißen) des Erosionsereignisses im Untersuchungsgebiet führte nicht zur vollständigen Beseitigung der fruchtbaren Bodenoberfläche im gesamten oberen, oberirdischen Wassereinzugsgebiet. Eine AMS¹⁴C-Datierung einer Holzkohle aus der verfüllten Rinne ergab ein Alter von 359-273, 235-149 cal BC (KIA20597). Aufgrund dieser Fakten ist für die untersuchte Delle für diesen Zeitabschnitt von einer geringen Nutzungsintensität auszugehen.

Phase 8: Römische Kaiserzeit (0-400 n. Chr.)

Durch die weiter anhaltende, wahrscheinlich sogar in der Intensität gestiegene Nutzung kam es in der römischen Kaiserzeit zur erneuten Bodenerosion im oberen Teil des Einzugsgebietes und des Ah-Horizontes im unteren Teil (Akkumulationsbereich). Das fünfte Kolluvium (M₅) wurde auf den Brandgruben und der Braunerde abgelagert. Eine Holzkohle aus dem Kolluvium M₅ ergab nach Datierung ein Alter von 69-225 Jahren cal AD (KIA20593). Der akkumulierte unfruchtbare Boden unterband die weitere ackerbauliche Tätigkeit. Die Nutzung des oberirdischen Kleineinzugsgebietes wurde aufgegeben. Mit dem Übergang zur vorrömischen Kaiserzeit beschreibt MEIER (2001, 31 ff) die Verlagerung des Siedlungsschwerpunktes in den Bereich der Marschen.

Phase 9-11: Völkerwanderungszeit bis Neuzeit (400 n. Chr. - Heute)

Nach der Nutzungsaufgabe entwickelte sich unter dem aufwachsenden Wald eine Braunerde. Trotz des zu erwartenden Wiedereinsatzes von starken Eingriffen nach der Völkerwanderungszeit (vgl. BORK et al. 1998; MEIER 2000a) konnten keine nutzungsbedingten Erosionsereignisse für das untersuchte Gebiet im Mittelalter und der Neuzeit nachgewiesen werden. Rezent ist eine starke Podsolierung des Bodens in Aufschluss FA2 sichtbar. Sie überprägte ältere Bodenbildungsphasen. Die Podsolierung steht im Zusammenhang mit mehreren Nadelwaldbestockungen. Heute ist das Untersuchungsgebiet nach einer Wiederaufforstung von 1995 mit Fichten bewachsen.

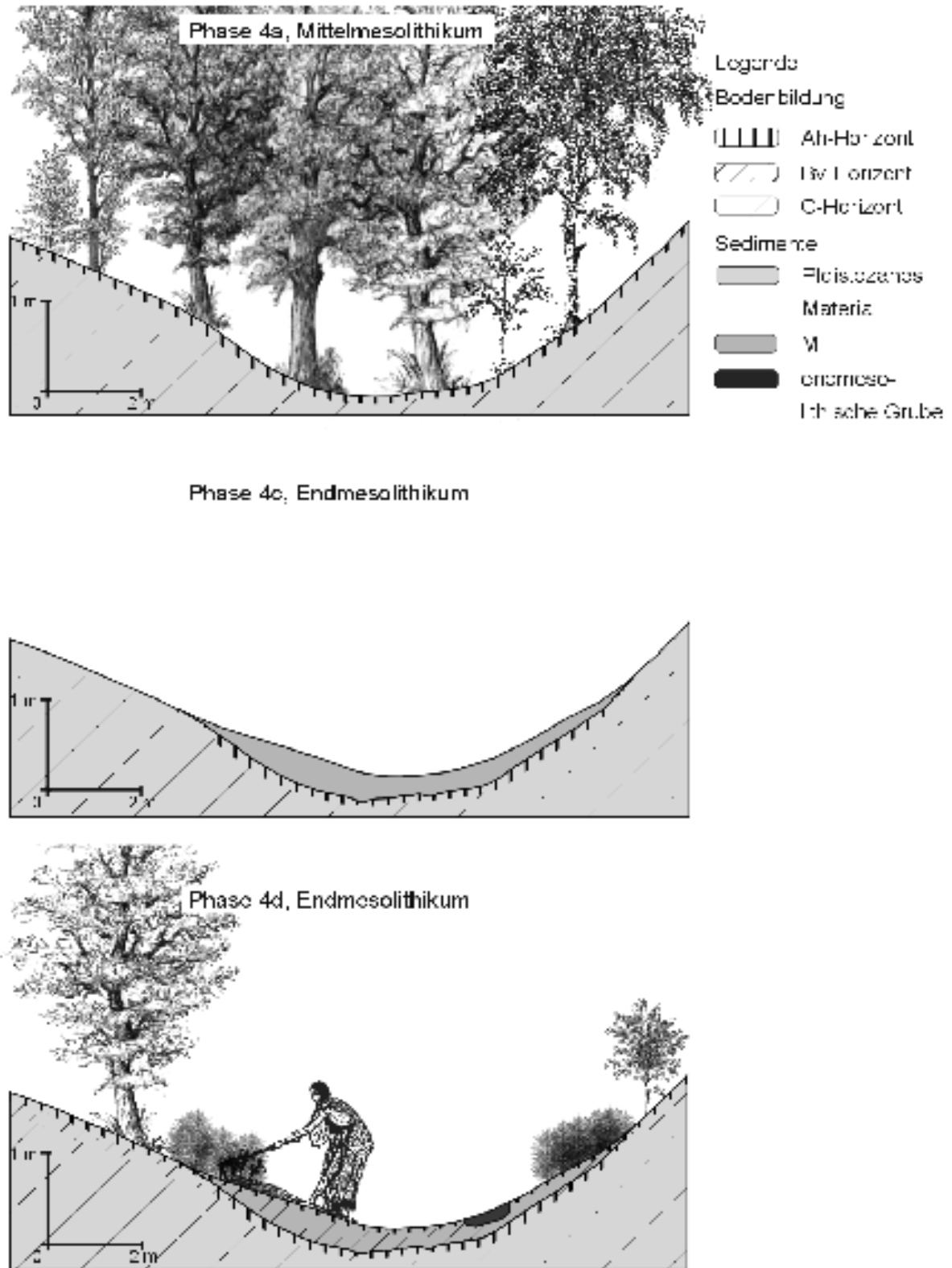


Abb. 43: Phasen 4a, 4c und 4d der Flur Falloh

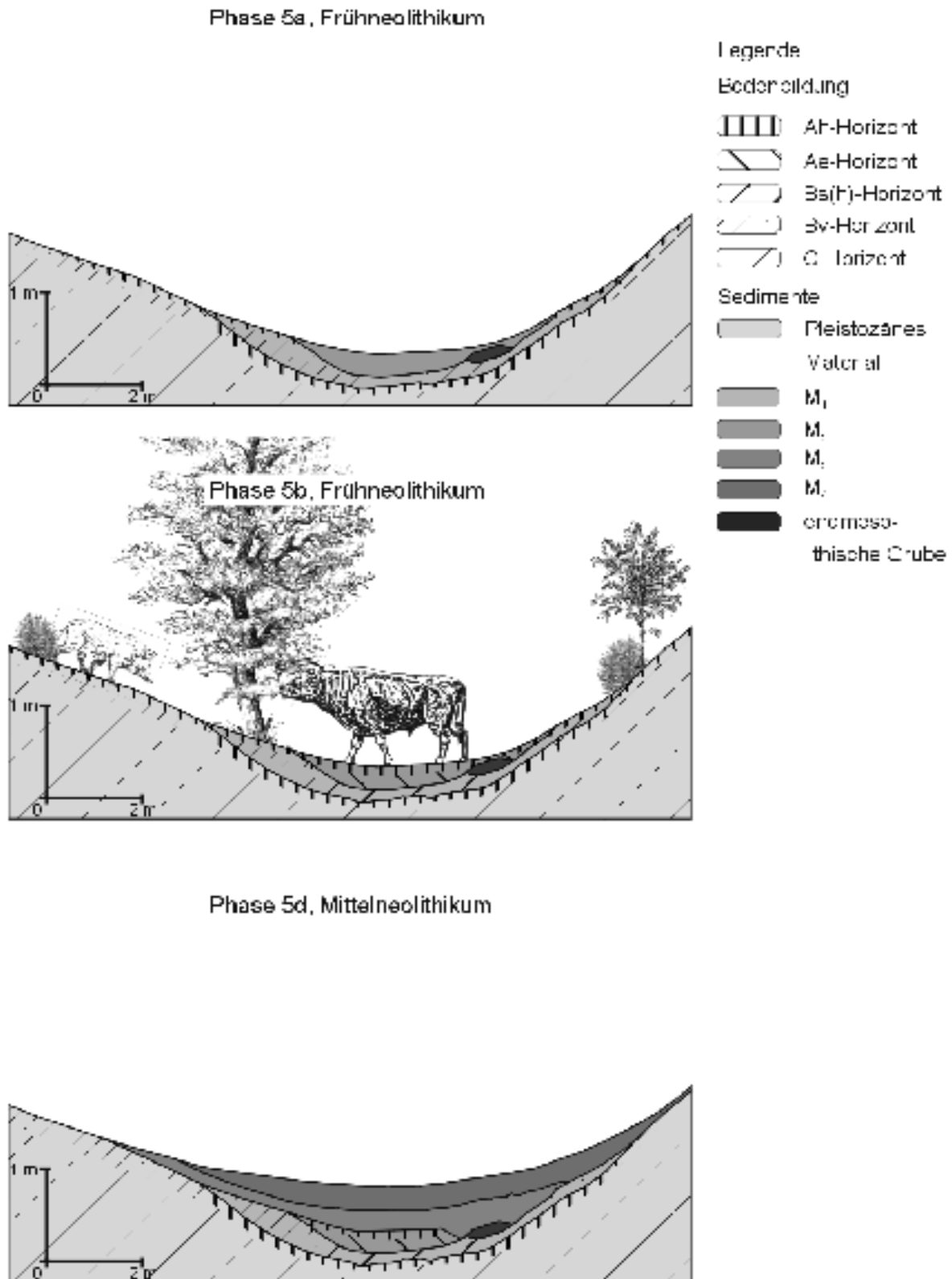


Abb. 44: Phasen 5a, 5c und 5e der Flur Falloh

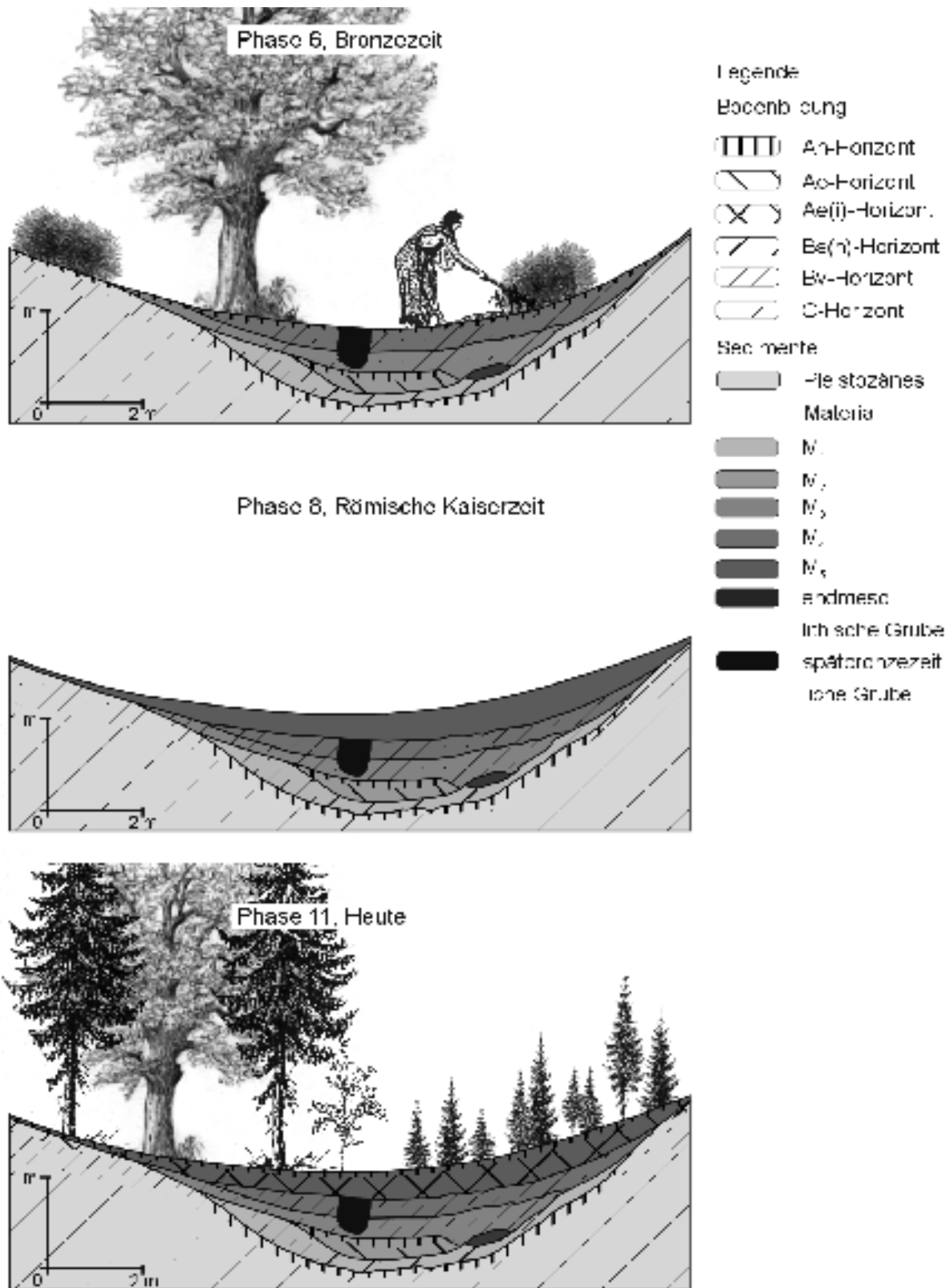


Abb. 45: Phasen 6, 8 und 11 der Flur Falloh

IV.3.4. Feststoffbilanzen

Aus den Aufschlüssen und Bohrungen konnte die Verbreitung sowie die Mächtigkeit der einzelnen Kolluvien errechnet werden. Für das Kolluvium M_1 wurde ein Volumen von 169 m^3 errechnet. Unter Berücksichtigung des 2,16 ha großen oberirdischen Wassereinzugsgebietes ergibt sich für das erste Kolluvium ein mittlerer Abtrag von 78 $m^3 ha^{-1}$. Nach konventioneller Interpretation der Stratigraphie standen maximal 200 Jahre (4700-4500 v. Chr.) für dieses Ereignis zur Verfügung. Das entspricht einem mittleren Abtrag 0,39 $m^3 ha^{-1} a^{-1}$ bzw. 0,55 $t ha^{-1} a^{-1}$. Wahrscheinlicher ist nach Berücksichtigung der damaligen Anbaumethoden jedoch ein Zeitraum von max. 40 Jahren (vgl. Abschnitt II.10). Damit ergeben sich deutlich höhere Abtragsraten von 1,95 $m^3 ha^{-1} a^{-1}$ bzw. 2,75 $t ha^{-1} a^{-1}$.

Das Kolluvium M_2 wurde in einem Zeitraum von ca. 600 Jahren (4200-3600 v. Chr.) abgelagert. Rechnet man das 62 m^3 umfassende Kolluvium auf das Einzugsgebiet zurück, ergibt sich ein Abtrag von 29 $m^3 ha^{-1}$. Unter konventioneller Betrachtungsweise entspricht dies 0,05 $m^3 ha^{-1} a^{-1}$ oder 0,07 $t ha^{-1} a^{-1}$. 0,24 $m^3 ha^{-1} a^{-1}$ bzw. 0,36 $t ha^{-1} a^{-1}$ ergeben sich für den wahrscheinlichen Abtragszeitraum von 120 Jahren.

Das dritte Kolluvium (M_3) umfasst 115 m^3 . Der mittlere Abtrag beträgt 53 $m^3 ha^{-1}$. Nach konventioneller Interpretation der Stratigraphie ergeben sich maximal 350 Jahre (3350-3000 v. Chr.), wahrscheinlicher sind jedoch ca. 70 Jahre, in denen das Kolluvium akkumulierte. 0,15 $m^3 ha^{-1} a^{-1}$ bzw. 0,21 $t ha^{-1} a^{-1}$ Boden wurden innerhalb von 350 Jahren verlagert. Im wahrscheinlichen Zeitraum liegen die Abtragsraten bei 0,076 $m^3 ha^{-1} a^{-1}$ oder 1,06 $t ha^{-1} a^{-1}$.

Kolluvium M_4 zeigt eine deutliche Zunahme der Mächtigkeit. Bei einem Abtrag von 117 $m^3 ha^{-1}$ wurde ein Volumen von 253 m^3 Boden verlagert. Für M_4 lagen ebenfalls 350 Jahre (3000-2650 v. Chr.) als konventioneller bzw. 70 Jahre als wahrscheinlicher Abtragszeitraum zu Grunde. Damit ergeben sich mittlere Abtragsraten von 0,33 $m^3 ha^{-1} a^{-1}$ bzw. 0,46 $t ha^{-1} a^{-1}$ (konventionell) und 1,67 $m^3 ha^{-1} a^{-1}$ bzw. 2,34 $t ha^{-1} a^{-1}$ (wahrscheinlich).

In der römischen Kaiserzeit wurde das mit 338 m^3 und 156 $m^3 ha^{-1}$ mittleren Abtrag mächtigste Kolluvium (M_5) abgelagert. Bei konventionell betrachteten 350 Jahren (50-400 n. Chr.) ergeben sich mittlere Abträge von 0,31 $m^3 ha^{-1} a^{-1}$ bzw. 0,43 $t ha^{-1} a^{-1}$. Bei einer wahrscheinlichen Dauer von 70 Jahren liegen die Raten bei 1,56 $m^3 ha^{-1} a^{-1}$ bzw. 2,18 $t ha^{-1} a^{-1}$.

In der folgenden Tabelle sind diese Werte noch einmal zusammengefasst und gegenüber gestellt.

Tab. 4: Erosionsbilanzen der Flur Falloh

Kolluvium	Volumen (m ³)	Abtrag (m ³ *ha ⁻¹)	Abtragsraten <i>Konventionell</i>			<i>Wahrscheinlich</i>		
			Zeitraum (a)	Volumen (m ³ *ha ⁻¹ *a ⁻¹)	Masse (t*ha ⁻¹ *a ⁻¹)	Zeitraum (a)	Volumen (m ³ *ha ⁻¹ *a ⁻¹)	Masse (t*ha ⁻¹ *a ⁻¹)
M₁	169	78	200	0,39	0,55	40	1,95	2,75
M₂	115	53	600	0,15	0,21	120	0,76	1,06
M₃	62	29	350	0,05	0,07	70	0,24	0,36
M₄	253	117	350	0,33	0,46	70	1,67	2,34
M₅	338	156	350	0,45	0,62	70	2,23	3,12

IV.4. Flur Reddersknüll - Untersuchungsgebiet I

IV.4.1. Ergebnisse der Feldarbeiten

Die dargestellten Ergebnisse in diesem Abschnitt stammen aus vorangegangenen Untersuchungen von G. SCHMIDTCHEN, H.-R. BORK und S. REISS. Erste Zusammenfassungen liegen durch REISS (2002), SCHMIDTCHEN et al. (2003) und REISS et al. (2005) vor. Die Ergebnisse wurden im Rahmen dieser Arbeit nochmals aufgearbeitet und bilden eine wichtige Grundlage für den anschließenden Diskussionsteil.

Im Untersuchungsgebiet I der Flur Reddersknüll wurden insgesamt acht Aufschlüsse angelegt, 24 Bohrungen abgeteuft und 8 Holzkohleproben radiokohlenstoffdatiert. 7 Aufschlüsse wurden im Akkumulationsbereich der Delle und ein Aufschluss am seitlichen Hang angelegt. Abb. 46 verdeutlicht die Lage der Aufschlüsse, Bohrungen und der kartierten Kolluvien im Gelände.

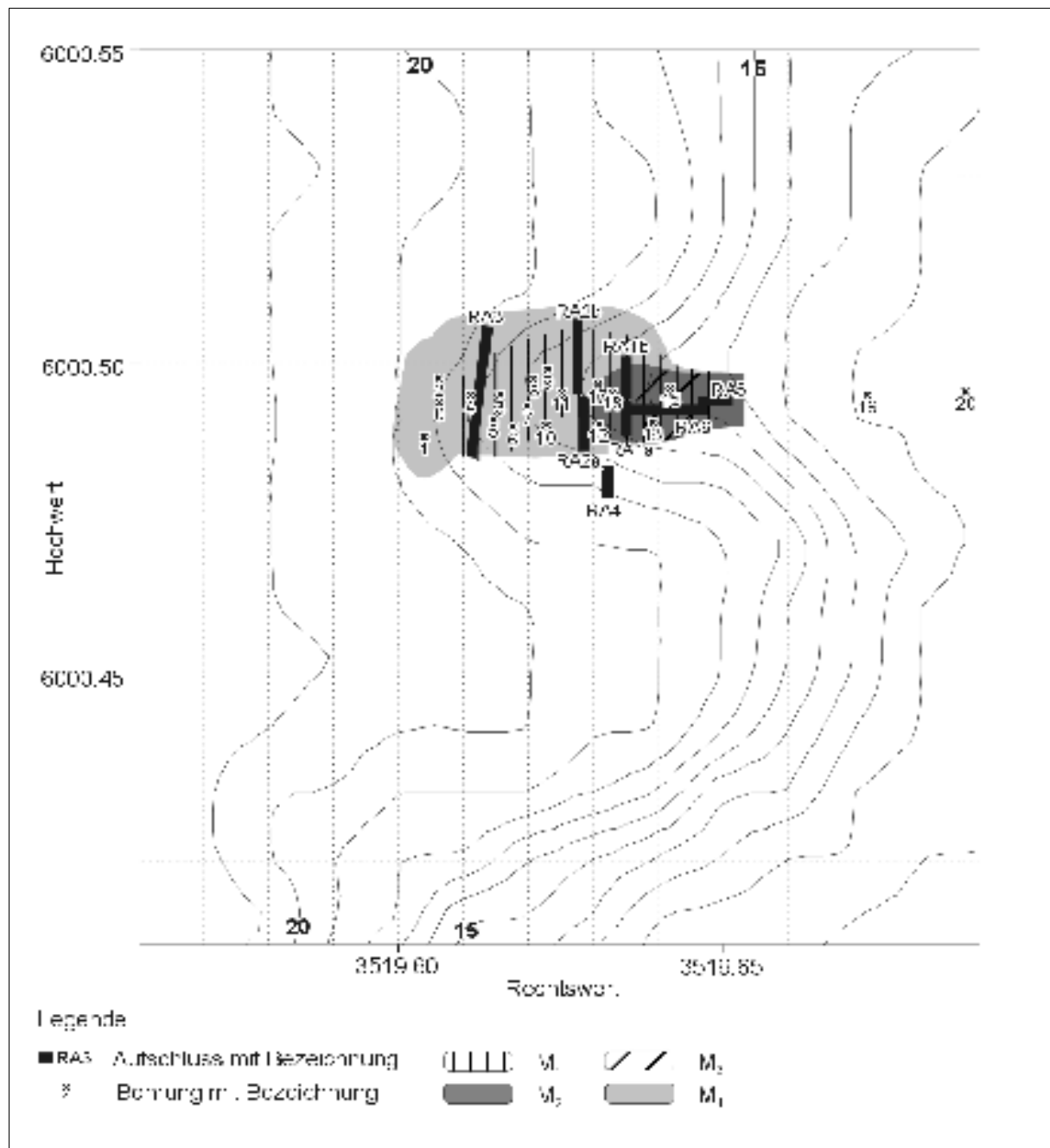


Abb. 46: Aufschlüsse, Bohrungen und Kolluvien des Untersuchungsgebietes I in der Flur Reddersküll

IV.4.1.1. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Aufschlüsse

Aufschlüsse RA1a und RA1b

(Abb. 99 und 100, S. 170 und Tab. 16 und 17, S. 164):

Das anstehende Material bestand aus glazifluvialen Sanden und pleistozänen Schottern. Deutliche Spuren mehrerer Bodenbildungen waren erkennbar. Die Stadien der Braunerde und Bänderparabraunerde waren deutlich überprägt. Der heute nachweisbare sekundäre Podsol

war eindeutig an seinen Horizonten zu identifizieren (Ae/Bsh/(Bv)/C), aber nur im Aufschluss RA1a ausgeprägt. Im Bereich des Aufschlusses RA1b waren die Horizonte einer Braunerde ausgebildet. Der Ah-Horizont war nicht mehr vorhanden. Im Ae-Horizont wurde eine kastenförmige Grube (Grubentyp 3, siehe S. 90) nachgewiesen, die heute nur noch sehr schwer zu identifizieren ist. Deutlich belegbar war die Anlage der Grube vor der Podsolierung, da der Auswaschungshorizont des Podsols (Ae) die Grube stark überprägte.



Abb. 47: Übersichtsfoto zum Aufschluss RA1a

Darüber liegt ein erstes, ca. 20-30 cm mächtiges Kolluvium (M_1). Auch hier waren die Horizonte verschiedener Bodenbildungen nachweisbar. In M_1 war ein Bs(h)- und Bv-Horizont ausgeprägt. Im auflagernden Kolluvium M_2 konnten der Ae- und der Ah-Horizont eines zweiten Podsols kartiert werden. Die Nord-Süd-Differenzierung der Delle wurde hier deutlich, der Podsol war nur im Aufschluss RA1a vollständig ausgebildet, am nördlichen Hangbereich wurde die Braunerde nachgewiesen. Beide Kolluvien durchtieften weitere anthropogene Brandgruben (Grubentyp 4, siehe S. 90). Da der Ah- und Ae-Horizont teilweise über bzw. durch die Gruben zog, war eindeutig nachweisbar, dass auch diese Podsolierung nach Anlage der Gruben erfolgte bzw. im engen Zusammenhang mit ihr stand. Die Bleichung

fürte zur Eisenverlagerung und zur Anreicherung des Eisens im untersten Podsol (Prof. Dr. BLUME, freundl. mündl. Mitteilung bei einer Besprechung an der Grabung, Juni 2001). Prof. Dr. BLUME wies ebenfalls darauf hin, dass die hellen Flecken im Bsh-Horizont auf eine Panterung, d. h. Humusauflösung durch Pilze (Mykorrhiza), und auf Bioturbation zurückzuführen sind (vgl. Abb.: 48).



Abb. 48: Detailfoto der drei Podsolierungen im Aufschluss RA1b

Die oben genannte Abfolge von Kolluvien und Bodenbildungen war überdeckt durch ein bis maximal 60 cm mächtiges, viertes Kolluvium (M_4). Folgende Bodenhorizonte haben sich entwickelt: Bv (mit leichten Erscheinungen eines Bs(h) im oberen Bereich, aber nicht eindeutig voneinander trennbar), einem schwachen, lilastichigen Ae-Horizont und Ah-Horizont. Diese schwache Podsolierung war über die gesamte Länge der Aufschlüsse ausgeprägt.

Grubentyp 3: 20-30 cm flache und 90-100 cm breite Grube, kastenförmig, in die pleistozäne Sandschicht eingegraben, durch Podsolierung sehr stark überprägt, frühneolithisches Alter

Grubentyp 4: bis zu 60 cm tiefe und bis 100 cm breite Grube, im oberen Teil fast ausschließlich Sande, im unteren Teil Steine, hauptsächlich Quarzite und Flinte (durch hohe Verbrennungstemperaturen überwiegend zersprungen), der Sand im Kontaktbereich dieser Brandgruben war aufgrund der enormen Hitzeeinwirkungen rötlich gefärbt und verbacken, spätbronzezeitliches bis früheisenzeitliches Alter



Abb. 49: Detailfoto der Gruben im Aufschluss RA1a
(gelb: Grubentyp 3, weiß: Grubentyp 4)

Aufschlüsse RA2a und RA2b (Abb. 101 und 102, S. 171):

Diese beiden Aufschlüsse befanden sich hangaufwärts in westlicher Richtung von RA1a/b und waren durch einen schmalen Steg voneinander getrennt. Die Aufnahme ergab im nördlichen Teil des Aufschlusses RA2b ein Rinnensystem im pleistozänen Material mit Schotter- und Sandfüllungen. Ähnliche Bodenbildungsprozesse wie in den Aufschlüssen RA1a und RA1b wurden nachgewiesen. Im südlichen Teil (gesamter Aufschluss RA2a und am Steg von RA2b) konnte die Ausbildung von drei sekundären Podsolen kartiert werden. Im nördlichen Teil dominierten, wie in RA1b, die Braunerden. In beiden Aufschlüssen fehlten die Kolluvien M_2 und M_3 . Bei den zwei unteren fossilen Böden fehlten jeweils die Humushorizonte. Im Aufschluss RA2b waren ebenfalls nur noch die Bv Horizonte der beiden unteren Braunerden zu identifizieren. In beiden Fällen bedeutet das einen Verlust der Ah-Horizonte durch Bodenerosion. Ein weiterer Unterschied zu den Aufschlüssen RA1a/b bestand in der Ausbildung des rezenten Podsol. Dieser ging in RA2b im nördlichen Teil allmählich in eine Braunerde über.

Aufschluss RA3 (Abb. 103, S. 172):

Ca. 15 m hangaufwärts von RA2a/b wurde der Aufschluss RA3 angelegt. Der 22 m lange Schnitt wurde durch den oberen Teil der Delle gelegt und zeigte ebenfalls die schon beschriebenen Bodenbildungen. Im nördlichen Teil wurde ein mit pleistozänen Schottern verfülltes Rinnensystem nachgewiesen. Die pleistozänen Schotter deuten auf eine späteiszeitliche Entstehung der Rinne hin. Auch hier führte die schon beschriebene Nord-Süd-Differenzierung im anstehenden Material zur Ausbildung einer Braunerde bzw. eines Podsoles. Eine Brandgrube (Grubentyp 3, siehe S. 90) wurde im südlichen Aufschlussteil identifiziert. Darüber lag das erste, ca. 30 cm mächtige Kolluvium (M₁). Darin entwickelte sich der zweite Podsol, der sehr schwer und nur bei optimaler Durchfeuchtung des Bodens sichtbar war. Hier fehlten das zweite und dritte Kolluvium völlig. Ebenfalls waren in diesem Aufschluss die Ah-Horizonte nicht mehr vorhanden, sie waren erodiert. Das vierte Kolluvium (M₄) war in diesem Aufschluss bis 60 cm mächtig. Rezent liegt in M₄ eine schwache Podsolierung der Braunerde vor, dessen Entwicklung im gesamten Schnitt sichtbar war.

Aufschluss RA4 :

RA4 wurde oben auf dem südlichen Hang der Delle angelegt, um vergleichend die Bodenbildung zwischen dem Hangbereich und der Tiefenlinie der Delle zu betrachten. Im anstehenden, pleistozänen Material wurde eine podsolierte Braunerde nachgewiesen, die identisch zu den Bodenbildungen in RA1a/b RA2a und RA3 ist.

Aufschluss RA5 (Abb. 104, S. 172):

Der in West-Ost-Richtung verlaufende Schnitt wurde am Übergang der Delle zum Dauergrünland angelegt. In diesem Aufschluss wurde das Ausdünnen des Kolluviums M₂ deutlich. Das Kolluvium M₁ konnte in RA5 nicht nachgewiesen werden. Des Weiteren waren in RA5 nur zwei Podsolierungen zu differenzieren, welche sich in ihrer Ausprägung von den bisher beschriebenen unterschieden. Bedingt durch den Übergang zum Niedermoorbereich und die hohe Bodenfeuchtigkeit waren hier teilweise subhydrische Böden entstanden. Im Bereich der Niederung wurde ein Übergang der Podsole in Humuspodsole kartiert.

Aufschluss RA6 (Abb. 105, S. 172):

Um den Übergang zwischen den Eisenpodsolon und den Humuspodsolon genau zu erfassen, wurde der Aufschluss RA6 als Verbindung zwischen den Aufschlüssen RA1a und RA5 angelegt.



Abb. 50: Detailfoto der Gruben (Grubentyp 4) im Aufschluss RA6

In der Fortsetzung von RA1a (senkrecht zur Ostwand in Richtung Osten) war der Verlauf aller Horizonte und Schichten analog. Die Kolluvien M_1 und M_2 keilten in Richtung Osten aus, die Kolluvien M_3 und M_4 waren bis zum Ende des Aufschlusses vorhanden. Eine deutliche Störung der Schichtung wurde an einer Steinverfüllung aus Feldlesesteinen deutlich. Im Aufschluss RA6 konnte des Weiteren der genaue Übergang in den Humuspodsol analysiert werden. Unter dem feuchten Einfluss am Übergang zum Niederungsbereich, eines nördlichen Ausläufers des Gieselautals, ist die Verlagerung der Huminstoffe und des Eisens deutlich tiefgründiger.

Im Aufschluss RA6 wurden drei weitere Brandgruben (alle Grubentyp 4, vgl. S. 90) identifiziert. Form und Aufbau entsprachen den unter Aufschluss RA1a erläuterten Gruben.

Wie in Abb. 50 sichtbar wird, lag eine Grube unterhalb von M₃ und eine wurde von der Oberfläche von M₃ eingetieft. Dies verdeutlicht die Wechselwirkungen, unter denen das Kolluvium M₃ akkumulierte.

IV.4.1.2. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Bohrungen

Durch die Bohrungen konnte der genaue Verlauf der Horizonte und Schichten zwischen den Aufschlüssen festgestellt werden. Der eindeutige Nachweis der sehr kleinräumigen Verbreitung von M₂ und M₃ konnte erbracht werden. Die Protokolle der Bohrungen sind im Anhang (IX. Kapitel) aufgeführt. Des Weiteren gibt Abb. 46 (S. 88) eine Übersicht über die Lage der Bohrungen und der kartierten Kolluvien im Gelände.

IV.4.2. Ergebnisse der Laboruntersuchungen

IV.4.2.1. Textur

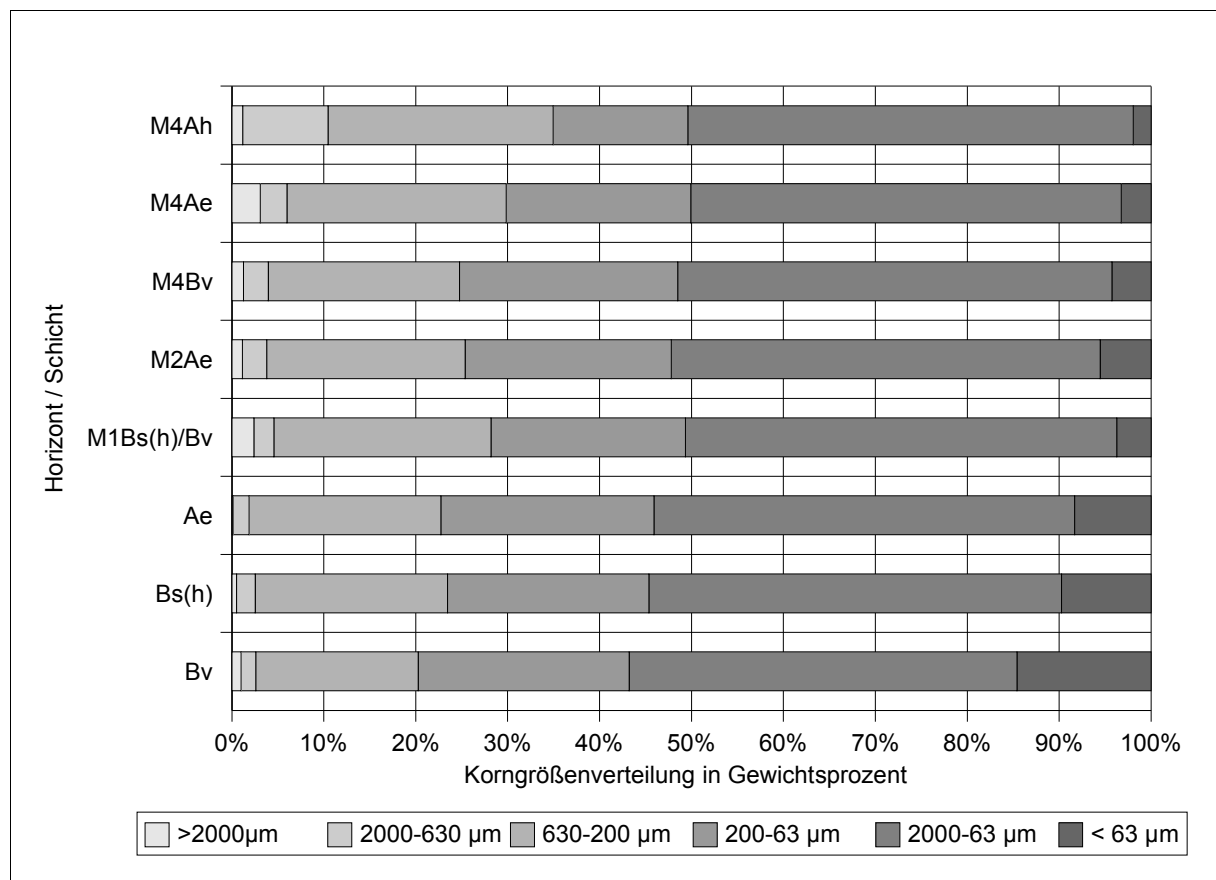


Abb. 51: Korngrößenverteilung im Aufschluss RA1a

Die durchgeführte Korngrößenanalyse ergab die Bodenarten reiner Sand (Ss), schwach schluffiger Sand (Su2) und mittelschluffiger Sand (Su3). Das entspricht ausschließlich dem groben Bereich der Feinbodenfraktion. Nur in den pleistozänen Schotterdecken wurden zusätzlich Bestandteile des Grobbodens nachgewiesen (Kies (G) bis runde Steine (fO)). Abb. 51 und 52 geben die Verteilungsmuster der einzelnen Kornfraktion wieder. In den damaligen Untersuchungen wurde auf eine Unterteilung des Schluff- und Tongehaltes verzichtet.

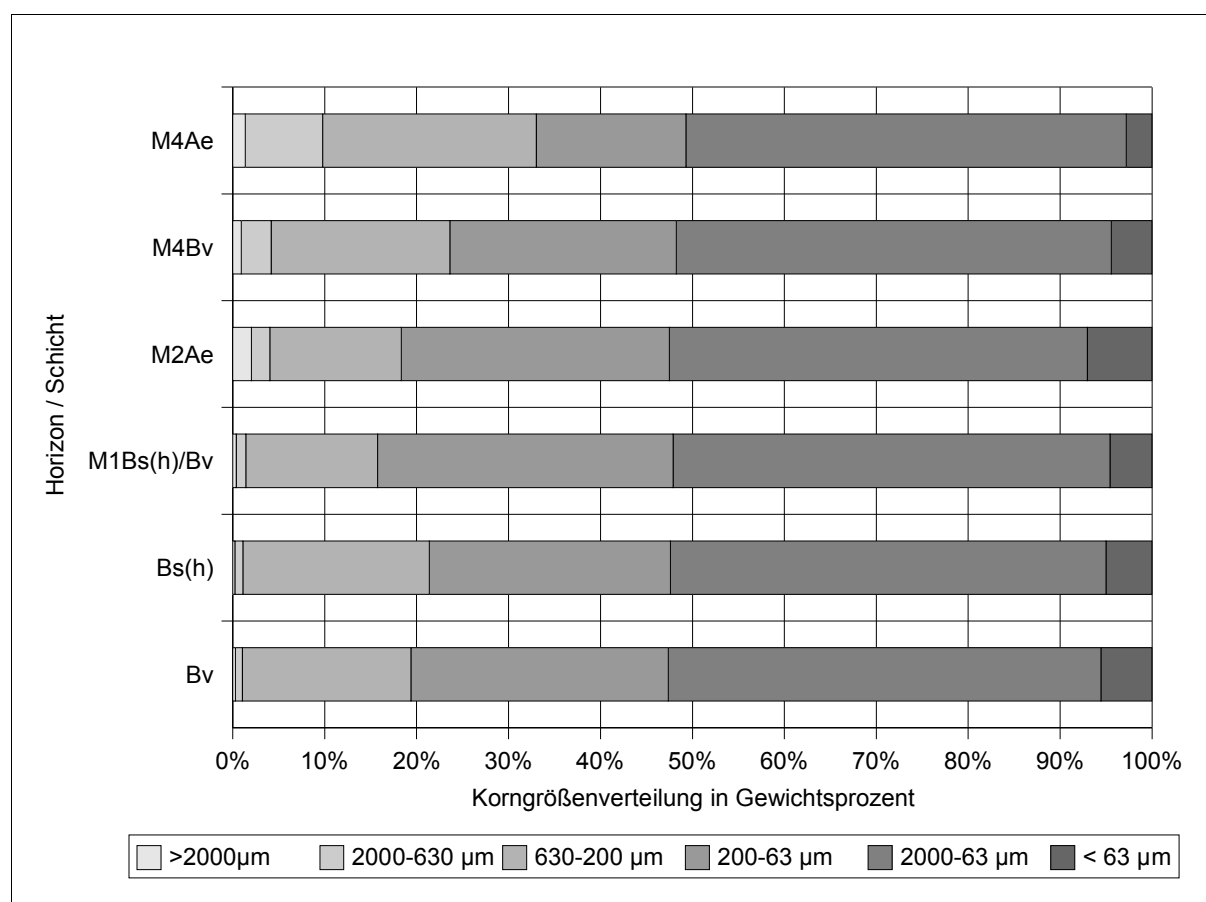


Abb. 52: Korngrößenverteilung im Aufschluss RA1b

IV.4.2.2. Organische Bodensubstanz

Durch die Bestimmung der organischen Bodensubstanz für den Aufschluss RA1a konnte die Einschätzung der im Gelände angesprochenen Bodenhorizonte bestätigt werden. Den höchsten Gewichtsprozentanteil an organischer Substanz weist der rezente Ah-Horizont auf (11,2%). Die Ae-Horizonte (M₄Ae, M₂Ae und Ae) wiesen, wie erwartet, geringe Anteile an organischer Substanz auf. Es ist jedoch signifikant, dass der rezente Bleichhorizont (M₄Ae) noch einen relativ hohen organischen Anteil aufweist (5,6%). Dies liegt an der noch jungen Podsolierung (vgl. SCHACHTSCHABEL et al. 1998, 389 und 430 ff).

Weiterhin bestätigten sich die angesprochenen Verlagerungsprozesse. Die Verlagerung von gelösten organischen Stoffen läuft oft zusammen mit Eisen und Aluminium ab. Deutlich zu erkennen ist die Verlagerung der organischen Substanz während der Ausbildung des zweiten Podsoles. Sie führte zu einer Anreicherung des organischen Materials in den unteren Horizonten (Bs(h) und Bv/Bs(h)). Das Verteilungsmuster hat sich in den anderen beprobten Aufschlüssen bestätigt.

Ein ähnliches Verteilungsmuster ergibt sich für den Aufschluss RA1b. Anmerkend sei darauf hingewiesen, dass die organische Bodensubstanz in diesem Untersuchungsgebiet über den Glühverlust bestimmt wurde. Damit ist eine Vergleichbarkeit mit den anderen drei Untersuchungsgebieten in Bezug auf die organische Bodensubstanz stark eingeschränkt.

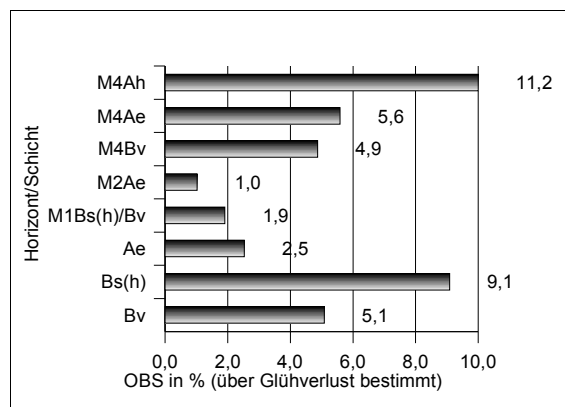


Abb. 53: Organische Bodensubstanz im Aufschluss RA1a

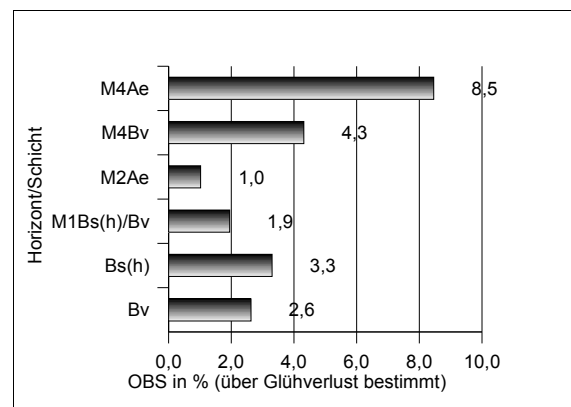


Abb. 54: Organische Bodensubstanz im Aufschluss RA1b

IV.4.2.3. Datierungen

Das erste Kolluvium in Aufschluss RA1a wurde durch eine Holzkohle (KIA14910) aus dem Bs(h)-Horizont eines Podsoles auf ein Alter 8521-8509, 8476-8268 cal BC datiert. Dies entspricht dem Zeitabschnitt der jüngeren Dryas. Eine weitere Holzkohle (KIA14415) wurde aus der Verfüllung der Kerbe im Aufschluss RA3 geborgen und auf ein Alter 9212-8740 cal BC datiert. Eine erdgeschichtliche Einordnung belegt die Waldentwicklung im beginnenden Holozän. Bei der datierten Probe war der Unterschied zwischen Laugenrest und Huminsäure mit 185 ± 70 Jahren statistisch signifikant, aber relativ niedrig (Dr. BRUHN, Leibnitz Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung der CAU Kiel, Korrespondenz vom 24.07.2001).

Die Gruben (Grubentyp 3, vgl. S. 90) im anstehenden pleistozänen Material, repräsentiert durch die Probe KIA14414, weisen ein Alter von 3641-3504, 3427-3381 Jahren cal BC auf

und belegen die menschliche Tätigkeit am Anfang des Neolithikums (Frühneolithikum).

Weitere Tätigkeiten des Menschen im Untersuchungsraum werden durch die Gruben vom Grubentyp 4 (vgl. S. 90) deutlich. Die Probe KIA14413 datiert eine in situ Holzkohle mit einem Alter von 764-407 Jahren cal BC in die späte Bronzezeit bis frühe Eisenzeit.

KIA14578 und KIA14579, entnommen aus M₄, ergaben Alter von 763-677, 672-610 bzw. 763-606, 603-405 Jahren cal BC. Bei einem Vergleich mit der Probe KIA14413 wird eine genaue Übereinstimmung im datierten Alter deutlich. Dabei handelt es sich um verlagerte spätbronze- bis früheisenzeitliche Holzkohle, die sehr wahrscheinlich weiteren Gruben vom Typ 3 entstammt. KIA15746, ebenfalls aus dem Kolluvium M₄ entnommen, ergab ein Alter von 1737-1527 cal BC. Alle drei Proben wurden aus unterschiedlichen Aufschlüssen entnommen. Da sich keine jüngeren Alter nachweisen lassen, muss angenommen werden, dass das dritte Kolluvium sich noch in der späten Bronzezeit bis Eisenzeit abgelagert hat.

Tab. 5: AMS-¹⁴C-Datierungen der Flur Reddersknüll I

Flur/ Aufschluss	Bezeichnungen der genommenen Proben	Probenbezeichnung des Kieler Leibniz Labors	¹⁴ C datiertes Alter (BP)	Two Sigma Range (cal BC, AD)
RA1a	RA1a Hk1	KIA14414	4760±30	3641-3504, 3427-3381 BC
RA1a	RA1a Hk2	KIA14413	2455±25	764-407 BC
RA1a	RA1a Hk4	KIA14910	9148±42	8521-8509, 8476-8268 BC
RA1b	RA1b Hk2	KIA15278	2444±28	762-677, 672-610 BC
Ra2a	RA2b Hk2	KIA15279	2454±26	763-606, 603-405 BC
RA3	RA3 Hk1	KIA14415	9570±51	9212-8740 BC
RA3	RA3 Hk2	KIA15746	3358±28	1737-1708, 1693-1527 BC
RA5	RA5 Hk1	KIA14571	3540±30	1944-1767, 1759-1751 BC

IV.4.3. Interpretation

Die gesamte Entwicklungsgeschichte des untersuchten Landschaftsausschnittes in der Flur Reddersknüll ist im Folgenden anhand von Entwicklungsphasen zusammengefasst. Die angegebenen Alter entsprechen den Angaben der kalibrierten Two Sigma Range (über 10% Wahrscheinlichkeit).

Phase 1-3: Saale-Kaltzeit bis Weichsel-Kaltzeit (180000 11500 vor heute)

Siehe Abschnitt IV.2.3.

Phase 4: Mesolithikum (9500-4000 v. Chr.)***Phase 4a:***

Die periglaziale Prägung am Ende der letzten Kaltzeit konnte an einem Rinnensystem (Aufschluss RA3 und RA2a) und seinen Verfüllungen belegt werden. Eine datierte Holzkohle KIA14415 aus der Rinnenfüllung ergab ein Alter von 9212-8740 cal BC. Die Holzkohle stammt vermutlich von einem Waldbrand und belegt die Waldentwicklung im beginnenden Holozän.

Phase 4b:

Durch die folgende Abkühlung am Ende des Weichsel-Glaziales kam es zur Verfüllung des Rinnensystems und der Verlagerung der Holzkohle in die Kerbe. Die weiter vorherrschende Überformung durch die periglazialen Verhältnisse wurde an den aufliegenden Sedimenten deutlich. Über dem Rinnensystem wurde ein Sandpaket flächenhaft abgelagert. Eine weitere AMS¹⁴C-Datierung aus der heute als Bs(h)-Horizont erkennbaren Schicht ergab für die Holzkohleprobe KIA14910 ein Alter zwischen 8521-8509, 8476-8268 cal BC, die Zeit des Endes der jüngeren Dryas.

Phase 4c:

Unter dem sich am Ende des Paläolithikums entwickelnden Wald kam es zur ersten holozänen Bodenbildung (vgl. BORK et al. 1998; BORK 2001). Sehr wahrscheinlich entstand ein Regosol, der heute aufgrund der nachfolgenden Weiterentwicklung nicht mehr nachweisbar ist. Während einer anschließenden, längeren Phase der geomorphodynamischen Stabilität setzte sich die Bodenbildung fort. Zunächst entstand eine Braunerde. Durch Lessivierung unter einem Laubwald entwickelte sich die Braunerde weiter zu einer Bänderparabraunerde.

Phase 5: Neolithikum

Frühneolithikum (4000-3100 v. Chr.)

Phase 5a:

Am Übergang zum Neolithikum wurde die Landwirtschaft prägender Faktor der Kultur und es kam zur Zunahme lokaler Eingriffe (LÜNING 2000, 13). Im Frühneolithikum begannen die ersten stark landschaftsverändernden Eingriffe des Menschen. Die Anlage der Gruben (Grubentyp 3, vgl. S. 90) belegt deutlich die Siedlungstätigkeit des Menschen. Die datierte Holzkohle (Probe KIA14414) aus einer der Gruben ergab ein Alter von 3641-3504, 3427-3381 cal BC.

Phase 5b:

Durch Holzeinschlag kam es zur Lichtung des Waldes und durch die folgende Waldweide wurde die Ausprägung einer Heidelandschaft forciert. Der Boden versauerte. Diese Podsolierung ist nur im schluffärmeren südlichen Teil der Delle ausgeprägt. Im schluffreicheren Nordteil blieb das Stadium der Braunerde erhalten. Diese unterschiedlichen Entwicklungen resultierten aus den Texturunterschieden des Substrates zwischen Nord- und Südhang.

Mittelnolithikum (3350-2600 v. Chr.)

Phase 5c:

Der weitere Verlauf des Neolithikums war geprägt durch die Ausweitung der landwirtschaftlichen Flächen. Damit verbunden waren weitere Rodungen des Waldes, um den Bedarf an Baumaterial für Häuser, an Holz zum Heizen und Kochen und an Ackerflächen zu decken (vgl. LÜNING 2000, 13 ff; SCHWABEDISSEN 1961, 19 ff; LANGE 1996, 16 ff). Weitere Veränderungen der Landschaft können heute gut an den durch das AÖZA rekonstruierten Großsteingräbern belegt werden. Sie wurden in der Nähe von Siedlungen angelegt (R. KELM und E. ZIMMERMANN, AÖZA, freundl. mündl. Mitteilung, Juni 2001). Für diesen Zeitabschnitt ist auch die mittelnolithische Landnahme durch den abrupten Anstieg siedlungsanzeigender Pollentypen belegt (vgl. BEHRE 2001; DÖRFLER 2001).

Phase 5d:

Als Folge der offenen Fläche und des dadurch erhöhten Oberflächenabflusses kam es zur Bodenerosion. Die Bodenoberfläche war durch die ackerbauliche Nutzung zeitweise

ungeschützt. Bodenerosion führte zum lokalen Abtrag des Ah- und Ae-Horizontes im Untersuchungsgebiet. In der Delle wurde ein erstes Kolluvium (M_1) am Ende des Mittelneolithikums akkumuliert. Aufgrund der geringen Ertragsfähigkeit des Bodens wurde die Nutzung aufgegeben.

Spätneolithikum (2800-1700 v. Chr.)

Phase 5e:

Während der Sukzession (erneute längere Phase der geomorphodynamischen Stabilität) kam es zur Bildung einer Braunerde. Im weiteren Verlauf lessivierte diese Braunerde schwach.

Phase 5f:

Durch die Rodung des Waldes und die folgende ackerbauliche Nutzung war die Grundlage für das nächste Erosionsereignis gelegt.

Phase 5g:

Am Übergang zur Bronzezeit trug Bodenerosion ein zweites Kolluvium (M_2) am Südhang ab und lagerte es im Bereich der Delle ab. Eine Datierung der Holzkohleprobe KIA14571 ergab ein Alter zwischen 1944-1767, 1759-1751 cal BC. Die Nutzung wurde aufgegeben.

Phase 6: Bronzezeit (1700-600 v. Chr.)

Phase 6a:

In der folgenden kurzen Sukzessionsphase bildete sich eine Braunerde unter dem aufwachsenden Wald.

Phase 6b:

Am Ende der Bronzezeit war der Landschaftsausschnitt geprägt durch weitere antropogene Einflüsse. Der Wald wurde erneut gerodet. In dieser Zeit wurden durch den Menschen zahlreiche Brandgruben angelegt (Grubentyp 4, vgl. S. 90). Die Probe KIA14413 wurde auf ein Alter von 764-407 cal BC datiert. Die starke Nutzung ermöglichte durch Vegetationsfreiheit ein weiteres kleinräumiges Bodenerosionsereignis. Ein drittes Kolluvium (M_3) akkumulierte in der Delle. Darauf folgend wurden weitere Gruben (Grubentyp 4) angelegt (vgl. Abb.: 50, S. 93).

Phase 7: Vorrömische Eisenzeit (600 v. Chr. -0)***Phase 7a:***

Durch Waldweidenutzung kam es zur Ausprägung einer Heidelandschaft. Damit ging die erneute Degradierung des Bodens einher. Ein Podsol entwickelte sich in den Kolluvien M₁, M₂ und M₃. Eine Verlagerung der gelösten Stoffe (Huminsäuren, Eisen, etc.) erfolgte jedoch bis in die Horizonte des untersten Podsols. Im nördlichen Teil trat die Podsolierung nicht ein, hier stagnierte die Bodenentwicklung wegen des schluffreicheren Materials im Stadium der Braunerde. Deutlich sichtbar war auch der über die Gruben ziehende Ah-Horizont.

Phase 7b:

Durch das weitere Ausräumen der Landschaft, in Folge landwirtschaftlicher Nutzung bzw. starker Degradierung der Heide durch den anhaltenden hohen Holzbedarf, erhöhte sich der Oberflächenabfluss. Durch Starkniederschläge wurde ein weiteres viertes Kolluvium (M₄) abgelagert. Mehrere Holzkohleproben aus diesem Kolluvium wurden im Labor analysiert. Die Holzkohleprobe KIA15746 ergab ein Alter 1737-1708, 1693-1598, 1590-1527 cal BC. Die beiden anderen Proben KIA15278 und KIA15279 wurden auf ein Alter von 763-606, 603-407 bzw. 762-405 cal BC datiert. Die Nutzung des Standortes wurde aufgegeben.

Phase 8-11: Römische Keiserzeit bis Neuzeit (0 - Heute)

Auf den brachliegenden Flächen setzte natürliche Sukzession ein. In dieser langen Phase der geomorphodynamischen Stabilität entwickelte sich eine Braunerde. Am Ende des 18. Jahrhunderts wurden im Rahmen der landwirtschaftlichen Umstrukturierung weitere Eingriffe durch den Menschen in der Landschaft vorgenommen. Wallhecken bzw. Knicks wurden angelegt. Zum gleichen Zeitpunkt wurde eine Grube ausgehoben und mit Feld-lesesteinen verfüllt. Die Braunerde ist unter dem Einfluss der Forstwirtschaft (Nadelwald) rezent podsoliert.

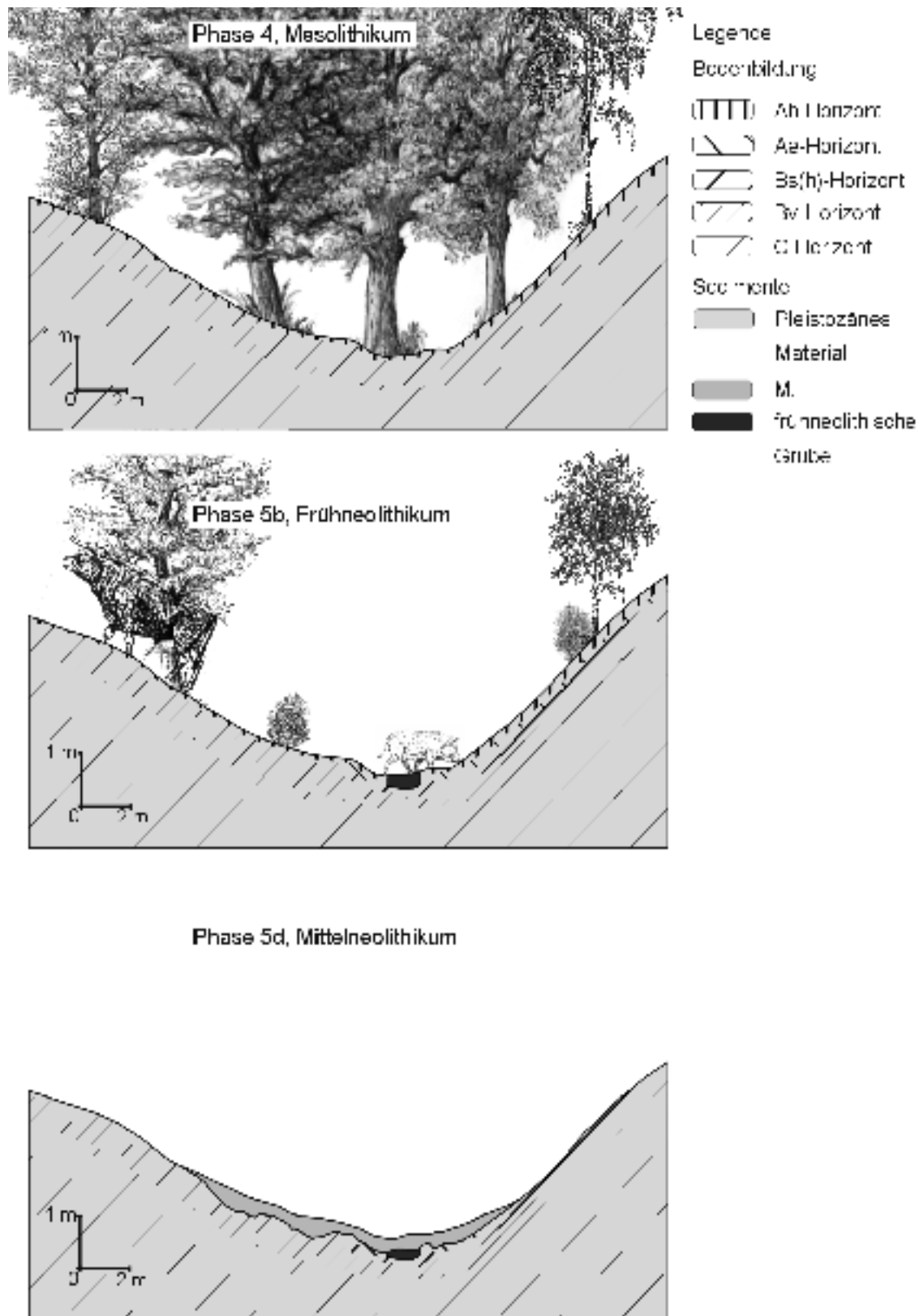


Abb. 55: Phasen 4, 5b und 5d des Untersuchungsgebietes I der Flur Reddersknüll

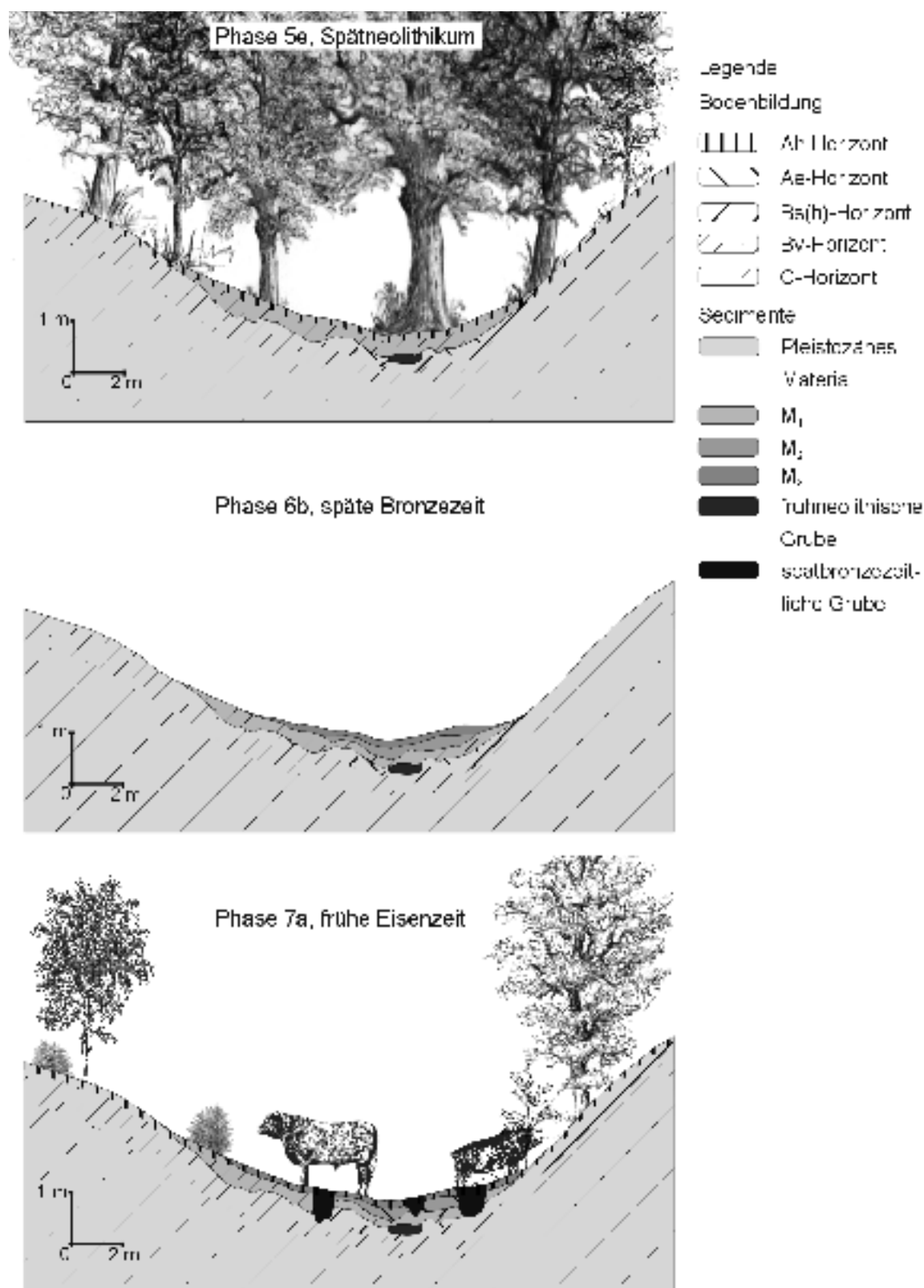


Abb. 56: Phasen 5e, 6b und 7a des Untersuchungsgebietes I der Flur Reddersknüll

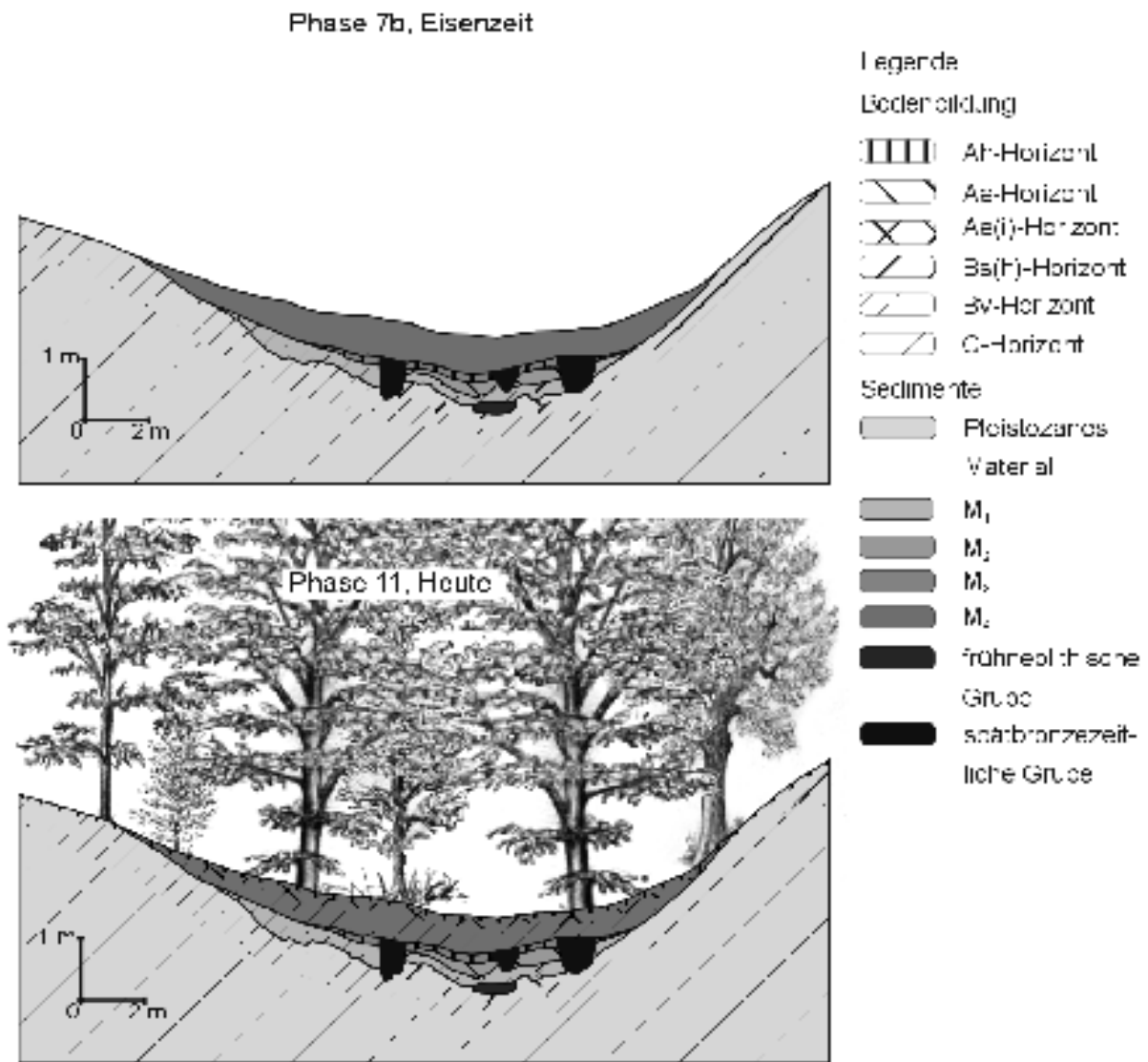


Abb. 57: Phasen 7b und 11 des Untersuchungsgebietes I der Flur Reddersknüll

IV.4.4. Feststoffbilanzen

Das Kolluvium M₁ lagerte sich in einer Periode von etwa 500 Jahre (3300-2800 v. Chr.) ab. Dies entspricht dem maximal annehmbaren erosionsrelevanten Zeitraum, wahrscheinlicher (vgl. Abschnitt II.10.) sind jedoch ca. 100 Jahre. Im Mittel wurden 73 m³ ha⁻¹ Boden aus dem 1,46 ha großen oberirdischen Wassereinzugsgebiet abgetragen. Dadurch akkumulierte ein 107 m³ umfassendes Kolluvium. Dies entspricht jährlichen Abtragsraten von 0,15 m³ ha⁻¹ a⁻¹ bzw. 0,22 t ha⁻¹ a⁻¹ (konventionell) und 0,73 m³ ha⁻¹ a⁻¹ bzw. 1,10 t ha⁻¹ a⁻¹ (wahrscheinlich).

Das spätneolithische bis frühbronzezeitliche Kolluvium M₂ wurde in einem maximalen Zeitraum von 550 Jahren (1800-1250 v. Chr) abgelagert. Aus dem Volumen von 30 m³ errechnet sich für das Einzugsgebiet ein mittlerer Abtrag von 21 m³ ha⁻¹. Nach den erwähnten

konventionellen Annahmen ergeben sich Abtragsraten von $0,04 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Das sind $0,06 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Der wahrscheinliche Zeitraum für Ackerbau beträgt 110 Jahre. Somit ergibt sich ein Bodenabtrag von $0,19 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bzw. $0,29 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Das dritte Kolluvium (M_3) kann einem Zeitraum um 500 v. Chr. zugeordnet werden. Von der Oberfläche des dritten Kolluviums wurden Gruben angelegt, die sich durch Inhalt und Aufbau zeitlich mit denen unter M_3 liegenden parallelisieren lassen. Daraus wird geschlussfolgert, dass es sich um ein Einzelereignis handelt. Damit errechnen sich mittlere Abtragsraten von $1,40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ bzw. $2,10 \text{ t ha}^{-1}$.

Kolluvium M_4 lagerte sich am Ende der intensiven Nutzungsphase in der Eisenzeit ab. Maximal 30 Jahre intensiver Bodennutzung als Ausgangsbedingung für die starke Bodenerosion können angenommen werden. Grund für die Einschränkung ist die intensive Podsolierung aus diesem Zeitraum und die daraus resultierende geringe Bodenfruchtbarkeit. Daraus resultieren mittlere jährliche Abtragsraten von $8,43 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bzw. $12,65 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Tab. 6: Erosionsbilanzen der Flur Reddersknüll I (*für ein Ereignis)

Kolluvium	Volumen (m^3)	Abtrag ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	Abtragsraten <i>Konventionell</i>			Wahrscheinlich		
			Zeitraum (a)	Volumen ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$)	Masse ($\text{t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$)	Zeitraum (a)	Volumen ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$)	Masse ($\text{t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$)
M_1	107	73	500	0,15	0,22	100	0,73	1,10
M_2	30	21	550	0,04	0,06	110	0,19	0,29
M_3	1,8	1,4	-	-	-	<1	1,4*	2,1*
M_4	369	253	-	-	-	30	8,43	12,65

IV.5. Flur Reddersknüll - Untersuchungsgebiet II

IV.5.1. Ergebnisse der Feldarbeiten

In einer nach Süden entwässernden Delle wurden insgesamt vier Aufschlüsse angelegt und 65 Bohrungen abgeteuft. Drei Aufschlüsse wurden entlang der Tiefenlinie geöffnet, einer wurde senkrecht zur Tiefenlinie am Mittelhang angelegt.

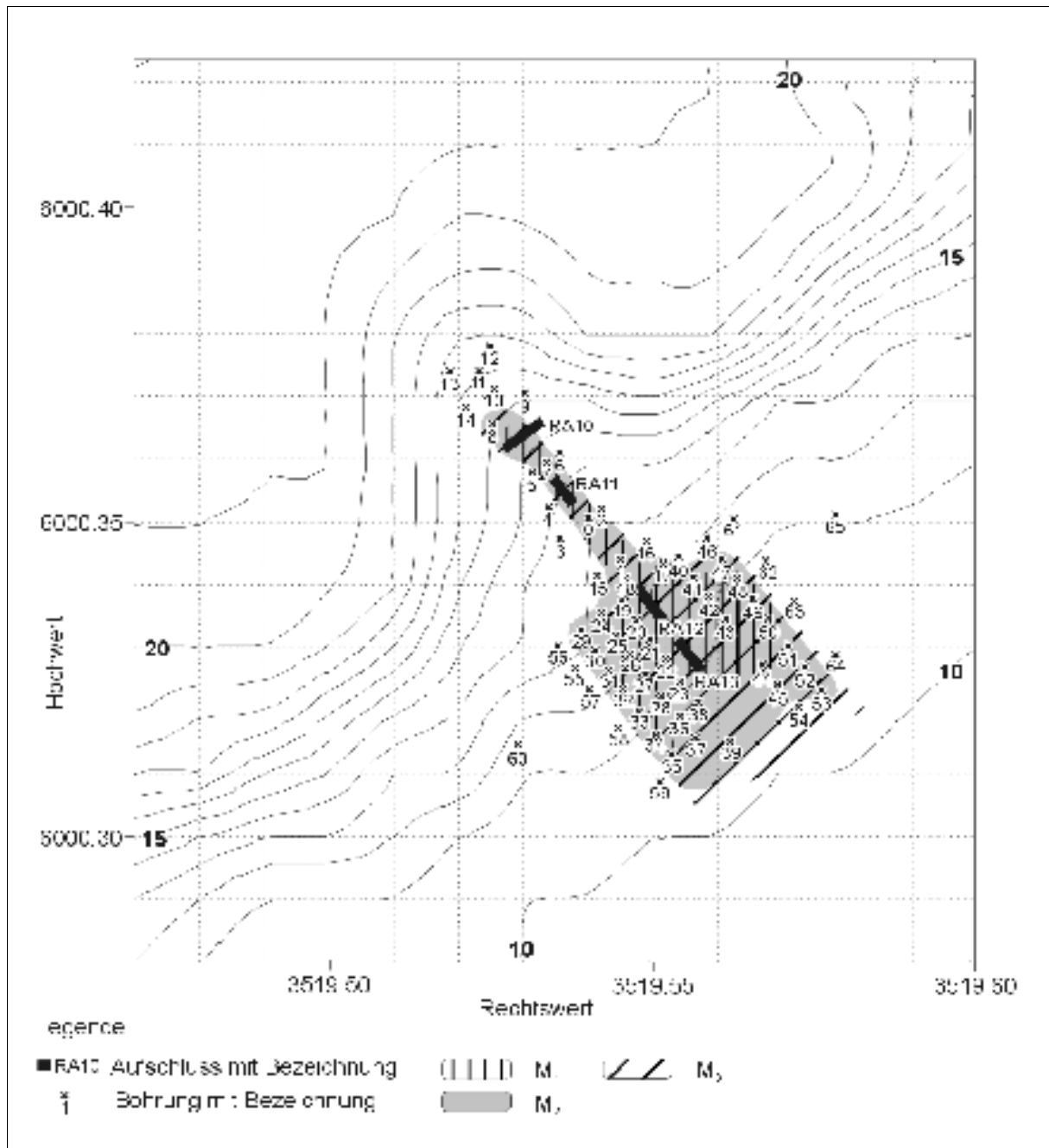


Abb. 58: Aufschlüsse, Bohrungen und Kolluvien des Untersuchungsgebietes II in der Flur Reddersknüll

IV.5.1.1. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Aufschlüsse

Aufschluss RA10 (Abb. 106, S. 173):

Der Aufschluss RA10 wurde senkrecht zur Tiefenlinie angelegt und schnitt die Sedimente im konkaven Hangbereich der Catena. Im carbonatfreien Ausgangsmaterial (vgl. Koop, 1968, 160 ff) wurde eine ca. 2 m breite pleistozäne Rinne identifiziert, welche mit wechselnden Lagen aus pleistozänen Sanden und Schottern verfüllt war. Eine erste holozäne Bodenbildung konnte nicht nachgewiesen werden, das Material wurde erodiert. Aufliegend wurde ein erstes

bis zu 80 cm mächtiges Kolluvium (M_1) nachgewiesen, welches auf der Ostflanke rasch auskeilte und sich auf der Westflanke ca. 4,5 m den Hang hinauf zog. M_1 enthielt Relikte einer Podsolierung (Ae-, Bsh- und Bv-Horizont). Der humose Oberboden (Ah-Horizont) wurde erodiert. Darüber lagerte ein weiteres ca. 20-30 cm mächtiges Kolluvium (M_2). Der reliktsche Bv-Horizont einer Braunerde konnte nachgewiesen werden, der Ah-Horizont fehlte auch hier. M_2 zog sich ebenfalls den flacheren Westhang (ca. 5,5 m) hinauf und keilte rasch am Osthang aus. Abschließend waren diese Schichten und Horizonte überdeckt von einem letzten ca. 40-50 cm mächtigen Kolluvium (M_3). M_3 war initial podsoliert (Ah, Ae(i), Bv) und erstreckte sich über die gesamte Aufschlusslänge.



Abb. 59: Übersichtsfoto vom Aufschluss RA10

Aufschluss RA11 (Abb. 107, S. 173 und Tab. 18, S. 165):

Durch den in der Tiefenlinie angelegten Aufschluss RA11 wurden die Horizonte und Schichten in der Catena weiter hangabwärts verfolgt. Im Profil wurden analoge Schichtungen und Horizontierungen, wie in Aufschluss RA10, gefunden. Über wechselnden Lagen aus

pleistozänen Schottern und Sanden lagern drei Kolluvien. Aufgrund der Tatsache, dass die Tonbänder über den Schotterpaketen lagen, waren die Schotterpakete hier nicht als Hauptlage anzusprechen (Prof. Dr. A. SEMMEL, feundl. mündl. Mitteilung bei einer Exkursion zur Grabung am 30.04.2004). Gleiches gilt für den weiter hangaufwärts liegenden Aufschluss RA10. Kolluvium M_1 war ca. 20 cm mächtig und enthielt Relikte einer Lessivierung (Al- und Bv-Horizont). Reste eines Ah-Horizontes konnten ebenfalls nachgewiesen werden, sie waren jedoch teilweise umgelagert. In M_1 befand sich eine Brandgrube (Grubentyp 5, vgl. S. 108), die bis ins pleistozäne Material eingetieft war. Das darüberliegende Kolluvium M_2 ist ca. 20-25 cm mächtig. Als Bodenbildung war eine deutliche Podsolierung (Ae- und Bs(h)-Horizont) nachweisbar (vgl. Abb. 60). Von dieser ehemaligen Oberfläche aus wurde eine Brandgrube angelegt (Grubentyp 6, vgl. S. 108). Diese wurde jedoch eindeutig vor der Podsolierung vom M_2 angelegt, da sie durch die bodenbildenden Prozesse der Podsolierung stark überprägt wurde. Im mächtigsten Kolluvium M_3 (ca. 40 cm) wurde eine initiale, schwache Posolierung (Ah, Ae(i), Bv) kartiert. Die beschriebenen Horizonte und Schichten waren im gesamten Aufschluss in etwa gleicher Ausprägung vorhanden.



Abb. 60: Fotomontage vom Aufschluss RA11

Grubentyp 5: bis 60 cm tiefe und bis 80 cm breite Grube, bauchig, mit einigen Steinen an der Sohle, jedoch bedeutend weniger als Grubentyp 4 (vgl. S. 90), mittelneolithisches Alter

Grubentyp 6: 20-30 cm tiefe und bis 80 cm breite Grube, flach, kastenförmig, vereinzelt Steine, durch nachfolgende Podsolierung stark überprägt, spätneolithisches Alter

Aufschluss RA12 (Abb. 108, S. 173 und Tab. 19, S. 165):

Aufschluss RA12 wurde weiter hangabwärts in der Tiefenlinie angelegt. Auch hier konnten drei Kolluvien nachgewiesen werden, jedoch muss aufgrund der teilweise unterschiedlichen Bodenbildungen auf eine andere Nutzung geschlossen werden. Über den chaotisch geschichteten pleistozänen Schottern und Sanden wurden hier ebenfalls drei Kolluvien nachgewiesen. Die Schotterlage sprach Prof. Dr. A. SEMMEL (freundl. mündl. Mitteilung bei einer Exkursion zur Grabung am 30.04.04) nur unter Vorbehalt als Hauptlage an. Im Falle, dass es sich um die Hauptlage handelt, stammt das Material von den Hängen links und rechts der Delle. Im ersten Kolluvium wurden ein Pflughorizont und ein Graben identifiziert. Der Ackerboden (Ap, Bv) unterscheidet sich zu den leicht bis stärker podsolierten Böden in RA10 und RA11. Da es sich um einen Ap-Horizont handelte, der wahrscheinlich nur wenige Male gepflügt wurde, war dieser nicht vollständig homogenisiert (Prof. Dr. H.-R. BORK, freundl. mündl. Mitteilung bei einer Exkursion zur Grabung am 24.04.03). Die Bodenbildungen der zwei weiteren auflagernden Kolluvien (M₂, M₃) waren analog zu den Aufschlüssen RA10 und RA11, d. h. in M₂ war ein Podsol ausgebildet und in M₃ war lediglich eine initiale, schwache Podsolierung zu identifizieren. An der Nordwand des Aufschlusses wurde eine Rinne kartiert, welche durch das letzte dritte Kolluvium überdeckt und mit dem Material des dritten Kolluviums gefüllt war.

Aufschluss RA13 (Abb. 109 S. 174 und Tab. 20, S. 165):

In Verlängerung zu Aufschluss RA11 und RA12 wurde RA13 ebenfalls in der Tiefenlinie angelegt. Auffällig war eine sehr feine Schichtung der pleistozänen Sande am Süden des Aufschlusses. Überdeckt waren diese durch Schotterpakete, welche analog zu Aufschluss RA12 unter Vorbehalt als Hauptlage angesprochen werden können. Die nachgewiesenen Bodenbildungen und Kolluvien waren analog zu RA12. Zu Kolluvium M₁ fehlte der Ap-Horizont und zu Kolluvium M₂ fehlten der Ah- und Ae-Horizont. Weiterhin wurde eine zu Kolluvium M₁ gehörige Brandgrube identifiziert.

IV.5.1.2. Bodenkundlich-sedimentologische Untersuchung der Bohrungen

Durch die 65 niedergebrachten Bohrungen wurde die Verbreitung der drei Kolluvien innerhalb des Einzugsgebietes genau identifiziert (vgl. Abb. 58, S. 106). Im Mittelhangbereich der Catena (direkt in der Delle) waren die Ablagerungen sehr schmal, d. h.

die Kolluvien hatten eine seitliche Ausdehnung von maximal 5-7 m. Am Auslauf der Delle (Unterhang) nahm die seitliche Ausdehnung rasch zu und reicht bis zum Rand des oberirdischen Wassereinzugsgebietes. Die Grenze des oberirdischen Wassereinzugsgebietes wurde als Bilanzierungsgrenze angesehen, da sich in den Bohrungen, die sich außerhalb dieser Grenze (RB-GII 55 bis RB-GII 65) befanden, ähnliche Kolluvien und Bodenhorizonte nachweisen ließen. Hier stammen die Kolluvien ebenfalls von den sich nördlich anschließenden Hängen, welche aber außerhalb des betrachteten Einzugsgebietes liegen und somit für eine Bilanzierung nicht relevant waren.

IV.5.2. Ergebnisse der Laboruntersuchungen

IV.5.2.1. Textur

Im Untersuchungsgebiet II der Flur Reddersknüll dominieren schwach bis mittelschluffige Sande (Su2 und Su3).

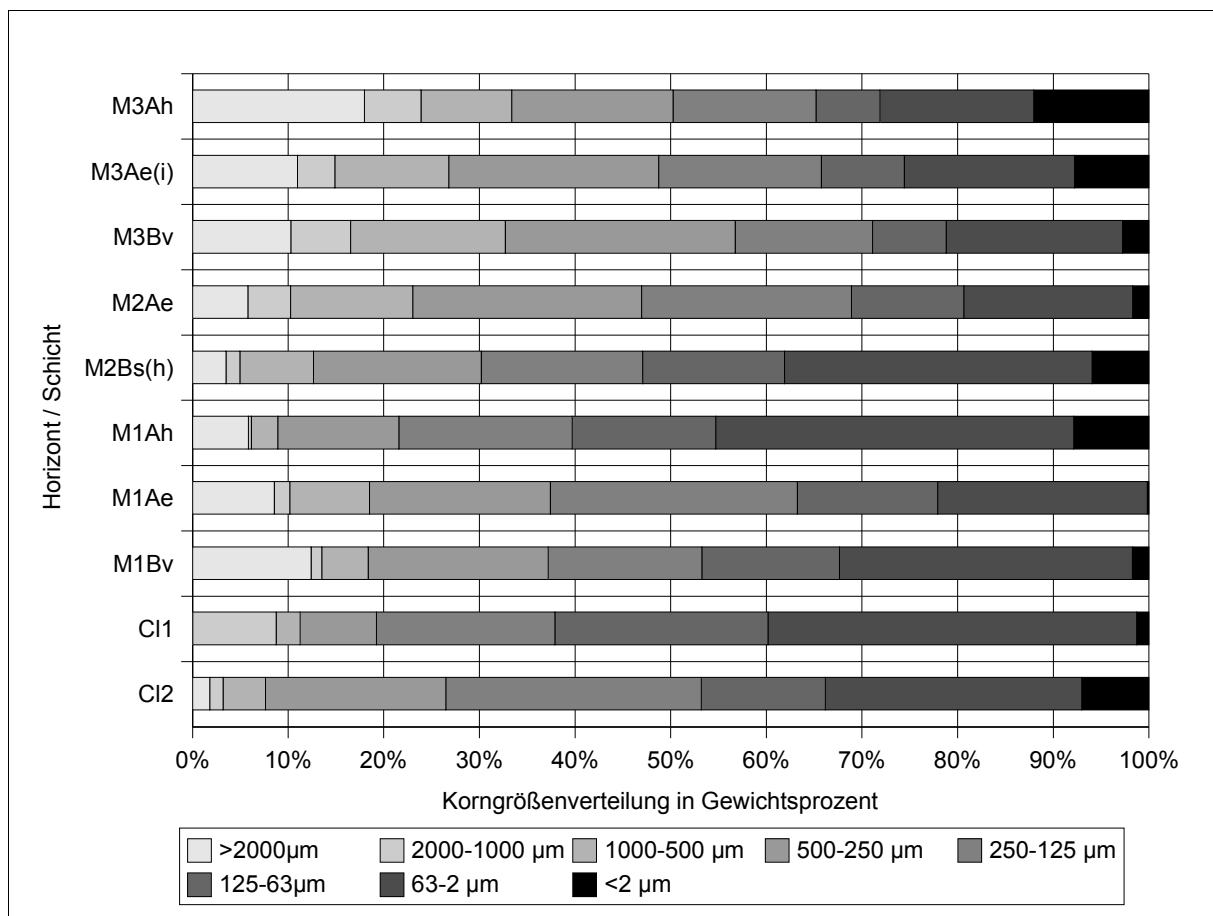


Abb. 61: Korngrößenverteilung im Aufschluss RA11

Das anstehende pleistozäne Material sowie der Bv-Horizont des ersten Kolluviums im Aufschluss RA11 (M₁) sind durch mittelschluffigen Sand (Su₂) charakterisiert. Der darüber liegende Al-Horizont, ebenfalls in M₁ ausgeprägt, zeigte erwartungsgemäß einen geringeren Anteil an Feinsubstanz (Bodenart: Su₂). Die Horizonte M₁Ah und M₂Bs(h) sind wieder durch höhere Feinanteile mitbestimmt. Daraus ergibt sich als Bodenart ein mittelschluffiger Sand (Su₃). Der auflagernde Eluvialhorizont (Ae) aus M₂ und auch der Bv-Horizont aus M sind als schwach schluffiger Sand (Su₂) zu charakterisieren. In den weiteren Horizonten des dritten Kolluviums nehmen die Tonanteile zu. Damit ergeben sich für M₃Ae(i) die Bodenart Sl₂ (schwach lehmiger Sand) und für M₃Ah die Bodenart Sl₄ (stark lehmiger Sand).

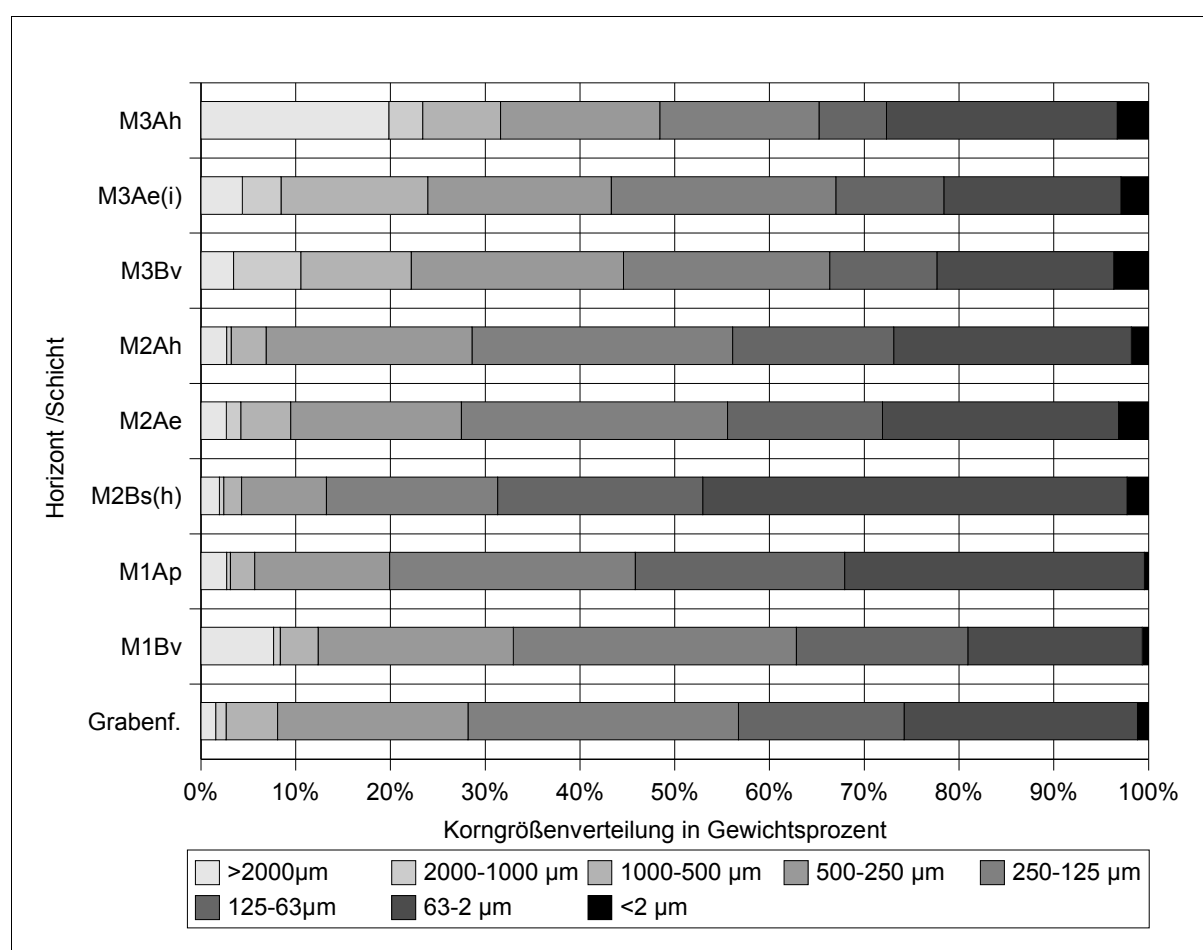


Abb. 62: Korngrößenverteilung im Aufschluss Ra12

Im Aufschluss RA12 sind mit Ausnahme von drei Horizonten alle der Bodenart Su₂ (schwach schluffiger Sand) zuzuordnen. Die Ausnahmen bilden der Ah-Horizont des dritten Kolluviums, der Ap-Horizont des ersten Kolluviums mit einer Bodenart von Su₃ (mittelschluffiger Sand), sowie der Bs(h)-Horizont des zweiten Kolluviums als stark schluffiger

Sand (Su4).

Im Aufschluss RA13 präsentiert sich eine ähnliche Verteilung. Bis auf den Horizont M₃Bv mit einem mittelschluffigen Sand (Su3) sind alle Horizonte der Bodenart Su3 (schwach schluffiger Sand) zuzuordnen.

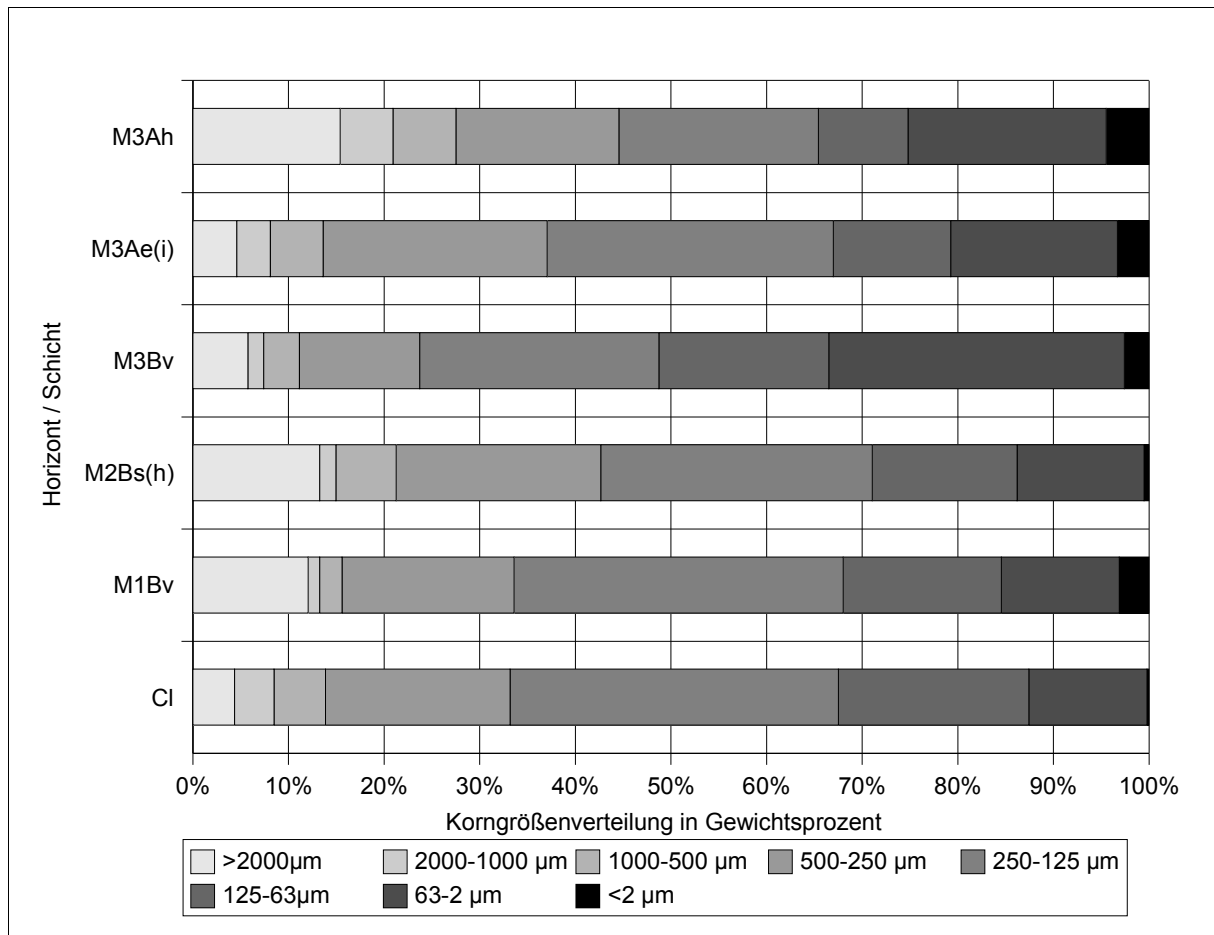


Abb. 63: Korngrößenverteilung im Aufschluss RA13

IV.5.2.2. Organische Bodensubstanz und C/N-Verhältnis

Die organische Bodensubstanz, sowie die C/N-Verhältnisse wurden im Untersuchungsgebiet II der Flur Reddersknüll an drei Aufschlüssen bestimmt. Die Laboruntersuchungen bestätigten die im Gelände durchgeführte Einschätzung und Ansprache der Schichten und Horizonte. Die Abb. 64-69 geben einen Überblick über die Verteilung der organischen Bodensubstanz und des C-N-Verhältnisses innerhalb der Aufschlüsse. Deutliche Verlagerungsprozesse zeigten sich im Aufschluss RA11 mit seinen Podsolen. Auswaschungs- und Anreicherungshorizonte (Ae- und Bs(h)-Horizonte) veranschaulichen diese Dynamik. In

den beiden anderen Aufschlüssen, RA12 und RA13, enthalten die Oberbodenhorizonte, in denen die organische Bodensubstanz angereichert wurde, die höchsten Gehalte. Mit zunehmender Tiefe nehmen die Gehalte an organischer Bodensubstanz erwartungsgemäß ab.

In Bezug auf die Humusqualität ergab sich innerhalb der Catena ein gleichmäßiges Muster. Die für das Pflanzenwachstum entscheidenden Oberbodenhorizonte sind extrem reich an organischer Substanz. Jedoch ist die Humusqualität auf Grundlage des C/N-Verhältnisses in diesem Untersuchungsgebiet als sehr gering einzuschätzen.

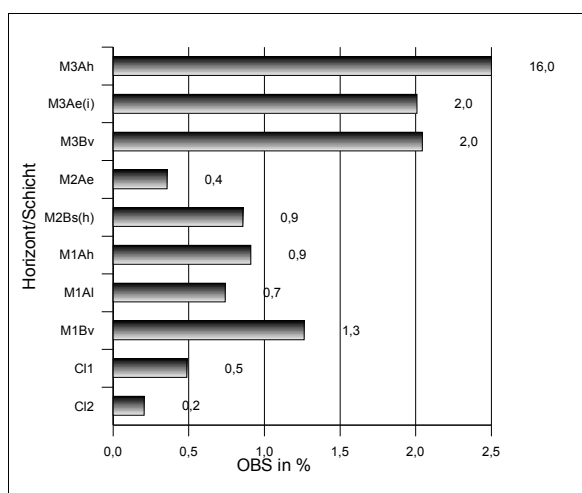


Abb. 64: Organische Bodensubstanz im Aufschluss RA11

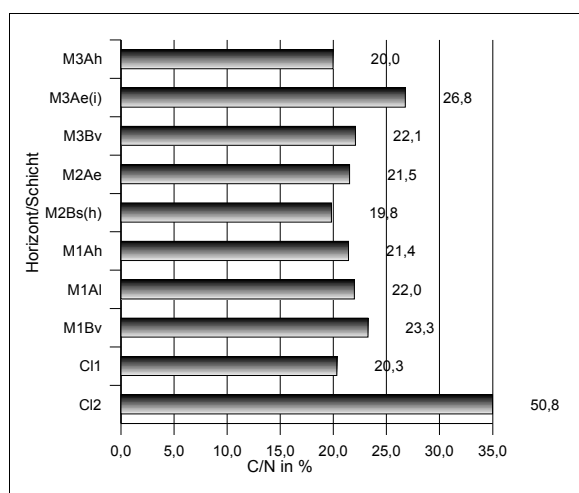


Abb. 65: C-N-Verhältnis im Aufschluss RA11

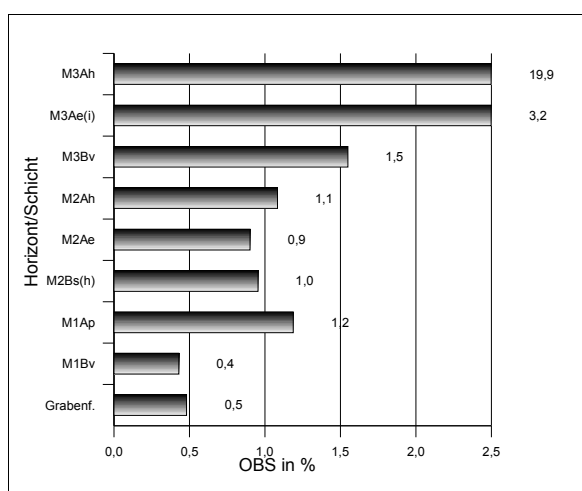


Abb. 66: Organische Bodensubstanz im Aufschluss RA12

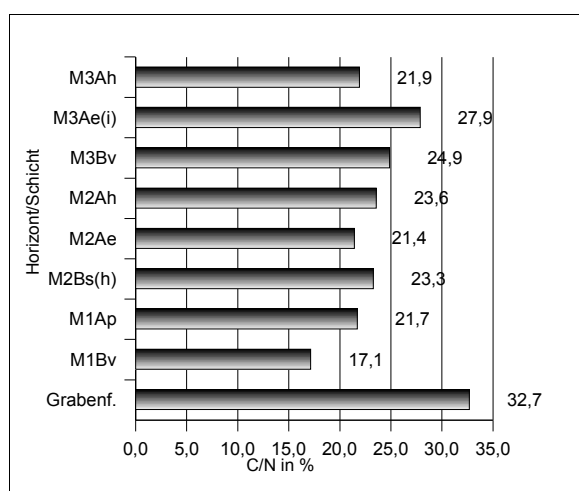


Abb. 67: C-N-Verhältnis im Aufschluss RA12

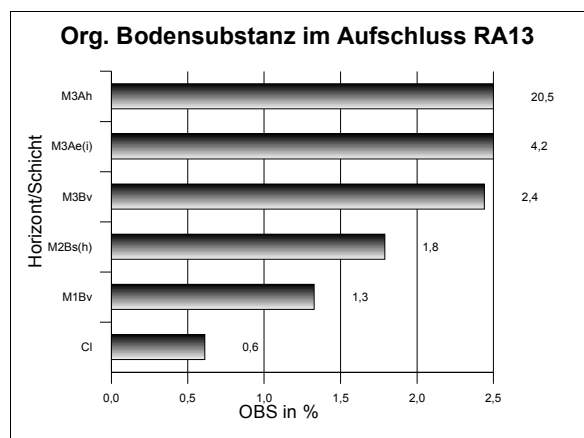


Abb. 68: Organische Bodensubstanz im Aufschluss RA13

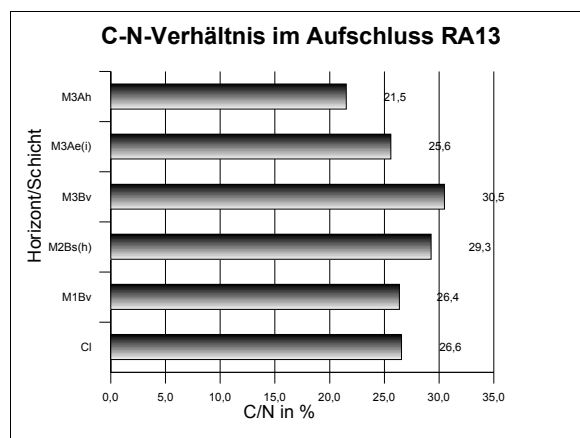


Abb. 69: C-N-Verhältnis im Aufschluss RA13

IV.5.2.3. Datierungen

Insgesamt wurden acht Holzkohleproben und eine Probe aus einer organischen Anreicherung datiert. Die Probe aus der organischen Anreicherung wurde aus einer im Aufschluss RA10 identifizierten Rinne entnommen. Durch die Probe KIA21748 (zu wenig Material) wurde die Organik in das Jahr 1955 AD datiert. Da die Rinne von älteren Kolluvien überdeckt ist, konnte durch diese Datierung nur die Umlagerung der Organik durch eine rezente Bodenbildung erfasst werden. Im Aufschluss RA11 wurden insgesamt drei Holzkohleproben datiert. Durch die Probe KIA21526 wurde die Grube (Grubentyp 5, vgl. S. 108), die von der Oberfläche des Kolluvium M₁ aus angelegt wurde, auf ein Alter von 2877-2830, 2822-2660 cal BC datiert. Dies entspricht dem Mittelneolithikum der Region um Albersdorf. Die zweite in diesem Aufschluss datierte Grube (Grubentyp 6, vgl. S. 108) ergab ein Alter von 1923-1739 cal BC (KIA21750). Sie wurden von der Oberfläche des Kolluviums M₂ aus angelegt und datiert in das Spätneolithikum. Durch eine weitere AMS-¹⁴C-Datierung des Ae-Horizontes des Kolluviums M₃ wurde diese Schicht auf ein Alter von 897-922, 942-1019 cal AD (KIA21751) datiert. Damit konnte das Maximalalter dieser Umlagerung ins Mittelalter datiert werden.

Im Aufschluss RA12 wurden insgesamt 5 Proben datiert. Eine aus dem Bv-Horizont des Kolluviums M₁ geborgene Holzkohle wurde auf ein Alter von 6443-6329, 6320-6246 cal BC (KIA21527) datiert. Diese umgelagerte Holzkohle zeigt ein mesolithisches Alter an und täuscht ein höheres Alter für das umgelagerte Sediment vor. Flächige Umlagerungen von Bodenmaterial, wie sie hier durch M₁ repräsentiert sind, treten erst mit Beginn des Neolithikums in Erscheinung (vgl. ROHDENBURG 1989; BORK et al. 1998; LÜNING 2000; SCHMIDTCHEN et al. 2001). Durch drei weitere Datierungen wurden die Zeiträume der

Rinnenverfüllungen ermittelt. Die Ereignisse datieren die Rinnenverfüllungen in die Bronzezeit (KIA21080, zu wenig Material, 1313-1021 cal BC und KIA21749, 1127-897 cal BC). Die Probe KIA21528 zeigt ein höheres Alter (2042-1737 cal BC), ist aber aufgrund der angewendeten Interpretationsweise nicht altersbestimmend für die Schicht (vgl. Abschnitt II.3.3). In Aufschluss RA12 wurde das Kolluvium M₃ durch Probe KIA21081 ins Mittelalter (686-823 cal AD) datiert. Dieses Ergebnis deckt sich bei der angewendeten Interpretationsweise mit dem Ergebnis aus Aufschluss RA11.

Tab. 7: AMS-¹⁴C-Datierungen der Flur Reddersknüll II (*unpräzise datiert)

Flur/ Aufschluss	Bezeichnungen der genommen Proben	Probenbezeichnung des Kieler Leibniz Labors	¹⁴C datiertes Alter (BP)	Two Sigma Range (cal BC, AD)
RA11	RA11 Hk14	KIA21751	1073±26	897-922 ,942-1019 AD
RA11	RA11 Hk15	KIA21750	3509±37	1923-1739 BC
RA11	RA11 Hk10	KIA21526	4159±29	2877-2830, 2822-2660 BC
RA12	RA12 Hk2	KIA21749	2834±39	1127-897 BC
RA12	RA12 Hk7	KIA21080*	2960±43	1313-1021 BC
RA12	RA12 Hk6	KIA21081	1252±22	686-823 AD
RA12	RA12 Hk1	KIA21528	3560±68	2042-1737 BC
RA12	RA12 Hk10	KIA21527	7520±45	6443-6329, 6320-6246 BC
RA10	RA10-O3	KIA21748*		1955 AD

Auch in diesem Untersuchungsgebiet konnte eine Vielzahl an Holzkohlen durch Dr. V. ARNOLD (Museum für Archäologie und Ökologie Dithmarschens) bestimmt werden. Abb. 70-72 geben einen Überblick über die prozentuale Verteilung der bestimmten Holzkohlen.

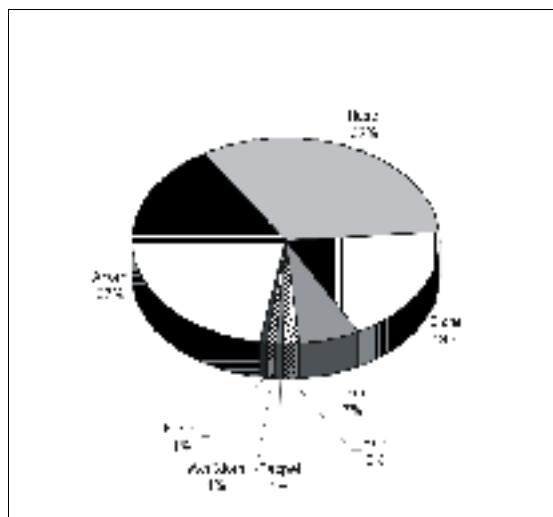


Abb. 70: Prozentuale Verteilung der 123 bestimmten Holzkohlen in der spätneolithischen Grube (Aufschluss RA11)

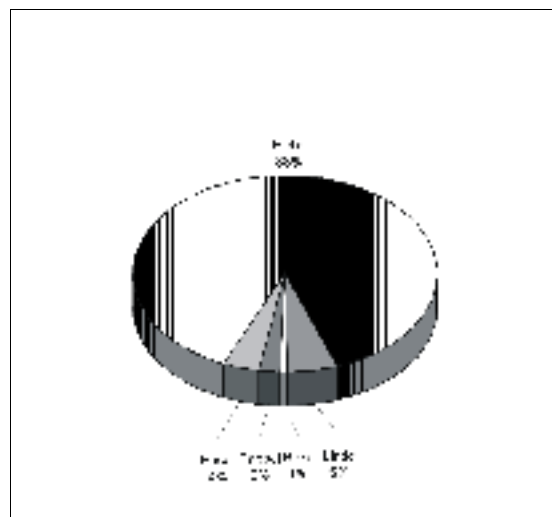


Abb. 71: Prozentuale Verteilung der 130 bestimmten Holzkohlen in der bronzezeitlichen Rinne (unten, Aufschluss RA12)

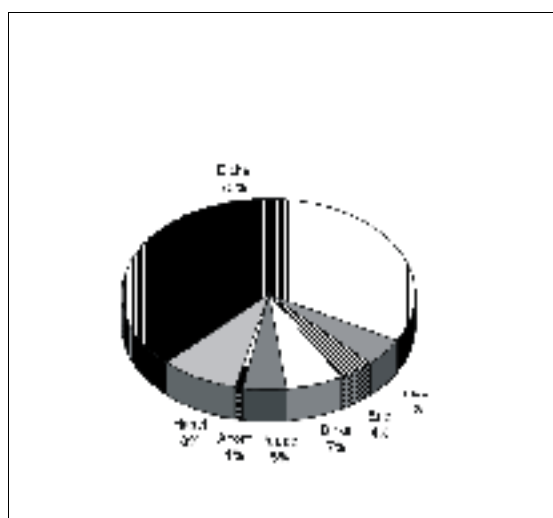


Abb. 72: Prozentuale Verteilung der 107 bestimmten Holzkohlen in der bronzezeitlichen Rinne (oben, Aufschluss RA12)

IV.5.3. Interpretation

Die gesamte Entwicklungsgeschichte des untersuchten Landschaftsausschnittes in der Flur Reddersknüll II ist im folgenden Abschnitt zusammenfassend dargestellt. Die angegebenen Alter entsprechen den Angaben der kalibrierten Two Sigma Range (über 10% Wahrscheinlichkeit).

Phase 1-3: Saale-Kaltzeit bis Weichselkaltzeit (180000 11500 vor Heute)

Siehe Abschnitt IV.2.3.

Phase 4: Mesolithikum (9500-4000 v. Chr.)

In diesem Untersuchungsgebiet herrschte eine lange nacheiszeitliche Phase der geomorphodynamischen Stabilität. Zunächst bildete sich ein Regosol (vgl. BORK et. Al 1998; BORK 2001). Aufgrund späterer Bodenerosion und Überprägung durch weitere Bodenbildungsprozesse war dieser während der Grabungen nicht mehr nachweisbar.

Phase 5: Neolithikum***Frühneolithikum (4000-3100 v. Chr.)******Phase 5a:***

Im Frühneolithikum kam es zur ersten Siedlungstätigkeit des Menschen in diesem Einzugsbereich. Im Zuge dessen wurde die Landschaft durch Rodungen geöffnet. Kleine Rodungsinselfen wurden ackerbaulich genutzt.

Phase 5b:

In der teilweise geöffneten Landschaft kam es zur Bodenerosion und Akkumulation des ersten Kolluviums (M₁). Die Datierung einer verlagerten Holzkohle ergab ein Alter von 6443-6329, 6320-6246 cal BC (KIA21527). Vermutlich stammt diese Holzkohle von einem Waldbrand oder einer Feuerstelle in Phase 4. Anschließend wurde die landwirtschaftliche Nutzung auf dem unfruchtbaren Kolluvium aufgegeben.

Phase 5c:

Durch die einsetzende Sukzession entstanden geomorphodynamisch stabile Verhältnisse. Eine Braunerde entwickelte sich unter dem aufwachsenden Wald.

Mittelneolithikum (3350-2600 v. Chr.)***Phase 5d:***

Im Mittelneolithikum nutzte der Mensch erneut den untersuchten Einzugsbereich. Teile des Waldes im Bereich der Delle wurden gerodet. Der flache Bereich am Auslauf der Delle wurde ackerbaulich genutzt.

Dies belegen der kartierte Ap-Horizont sowie der angelegte, mindestens 20 cm tiefe Graben.

Phase 5e:

Im oberen Bereich der Delle lessivierte der Boden und es entwickelte sich eine Parabraunerde. Diese war im Aufschluss RA11 noch erhalten. Im weiteren Verlauf podsolierte der Boden teilweise (Aufschluss RA10). Der Ausgangspunkt für die Podsolierung war die von den damaligen Siedlern betriebene Waldweide. Weiterhin wurden Brandgruben angelegt, welche durch eine in situ Holzkohle auf ein Alter von 2878-2660 cal BC (KIA21526) datiert wurden.

Spätneolithikum (2800-1700 v. Chr.)

Phase 5f:

Im frühen Spätneolithikum wurden die ackerbaulichen Nutzflächen im Zusammenhang mit weiteren Rodungen ausgebaut.

Phase 5g:

Dies ermöglichte erneut Bodenerosion und führte zur Akkumulation des zweiten Kolluviums (M₂). Als Folge des nun an der Oberfläche anstehenden unfruchtbaren Bodens wurde die ackerbauliche Nutzung dieser Flächen aufgegeben.

Phase 5h:

Eine erneut einsetzende Sukzession mit Einfluss von Waldweide führte zur Bildung einer Heidelandschaft. Über die Stadien Braunerde und Parabraunerde entstand ein gut ausgeprägter Podsol. Weitere Brandgruben wurden angelegt, die durch eine in situ gefundene Holzkohle auf ein Alter von 1923-1739 cal BC (KIA21750) datiert wurden.

Phase 6: Bronzezeit (1700-600 v. Chr.)

Phase 6a:

Während der Bronzezeit wurden die Flächen weiterhin zur Waldweide genutzt.

Phase 6b:

Sehr wahrscheinlich durch einen Viehpfad, der entlang der Tiefenlinie zum nahen Gewässer Gieselau verlief, wurden erneut die Voraussetzungen für Bodenerosion geschaffen. Starke linienhafte Bodenerosion führte zum Einreißen einer Kerbe in der Tiefenlinie. Die Kerbe

zerschnitt beide mittelneolithischen Böden und tiefte sich bis ins anstehende Material ein. Die Verfüllung erfolgte in zwei kurz aufeinander folgenden Sedimentationen. Drei verlagerte Holzkohlen aus den Verfüllungen konnten datiert werden: Die Holzkohle aus der untersten Verfüllung ergab ein Alter von 2042-1737 cal BC (KIA21528) bzw. 1313-1021 cal BC (KIA21080), wobei das jüngere Alter das Maximalalter des Sedimentes bestimmt. Die Holzkohle aus der oberen Füllung ergab ein Alter von 1127-897 cal BC (KIA21749).

Phase 7-9: Vorrömische Eisenzeit - Völkerwanderungszeit (600 v. Chr. - 700 n. Chr.)

Die Aufgabe der agrarischen Nutzung ermöglichte eine erneute Sukzession auf dem podsolierten Boden und eine lange Phase der geomorphodynamischen Stabilität. Bis ins frühe Mittelalter waren keine landschafts- und reliefverändernden Eingriffe in den Landschafts- und partikulären Stoffhaushalt nachweisbar. Eine starke Wiederbewaldung prägte die Eisenzeit, vor allem aber die Völkerwanderungszeit (vgl. LANG 1994; BORK et al. 1998).

Phase 10: Mittelalter (700-1517 n. Chr.)

Phase 10a:

Im frühen Mittelalter griff der Mensch wieder gezielt durch Rodung in die Landschaft ein. Im Einzugsgebiet und auf den umliegenden Flächen wurde intensive Weidewirtschaft betrieben.

Phase 10b:

In der ausgeräumten, übernutzten Landschaft kam es zur Bodenerosion und Akkumulation des dritten Kolluviums (M₃). Durch zwei Holzkohlen wurde das Kolluvium auf Alter von 686-823 cal AD (KIA21081) bzw. 897-922, 942-1019 cal AD (KIA21751) datiert. Anschließend wurde die Nutzung auf dem unfruchtbaren Boden aufgegeben.

Phase 10c:

In Folge der Nutzungsaufgabe kam es zur erneuten Sukzession. In dieser Phase der geomorphodynamischen Stabilität entwickelte sich eine Braunerde.

Phase 11: Neuzeit (1517 n. Chr. bis heute)

In der Neuzeit wurde dieses Untersuchungsgebiet nicht landwirtschaftlich genutzt. Während dieser Phase geomorphodynamischer Stabilität schritt die Bodenentwicklung weiter voran. Durch Lessivierung entwickelte sich eine Parabraunerde, die rezent schwach podsoliert ist.



Abb. 73: Phase 4 des Untersuchungsgebietes II der Flur Reddersknüll

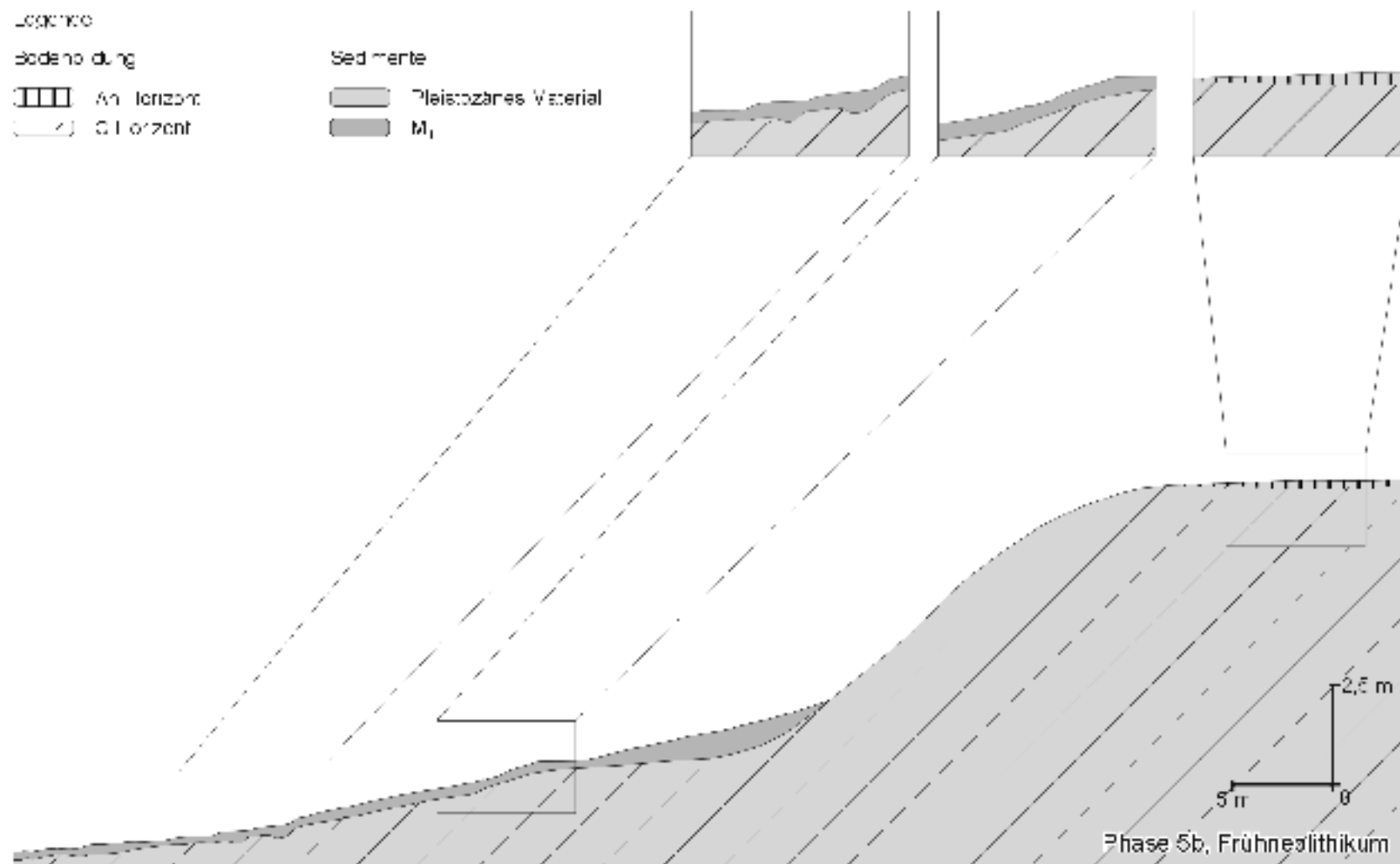


Abb. 74: Phase 5b des Untersuchungsgebietes II der Flur Reddersknüll

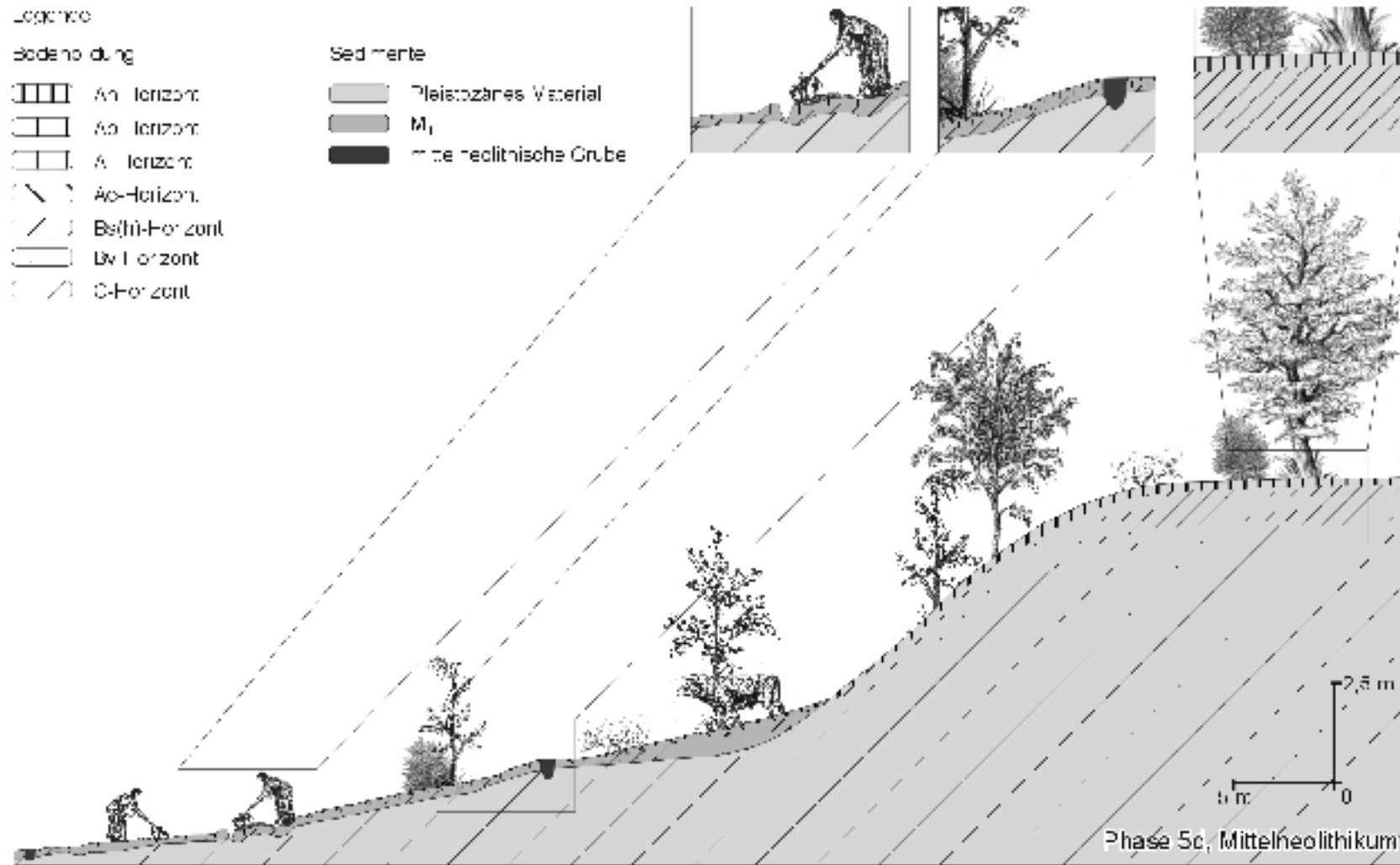


Abb. 75: Phase 5d des Untersuchungsgebietes II der Flur Reddersknüll

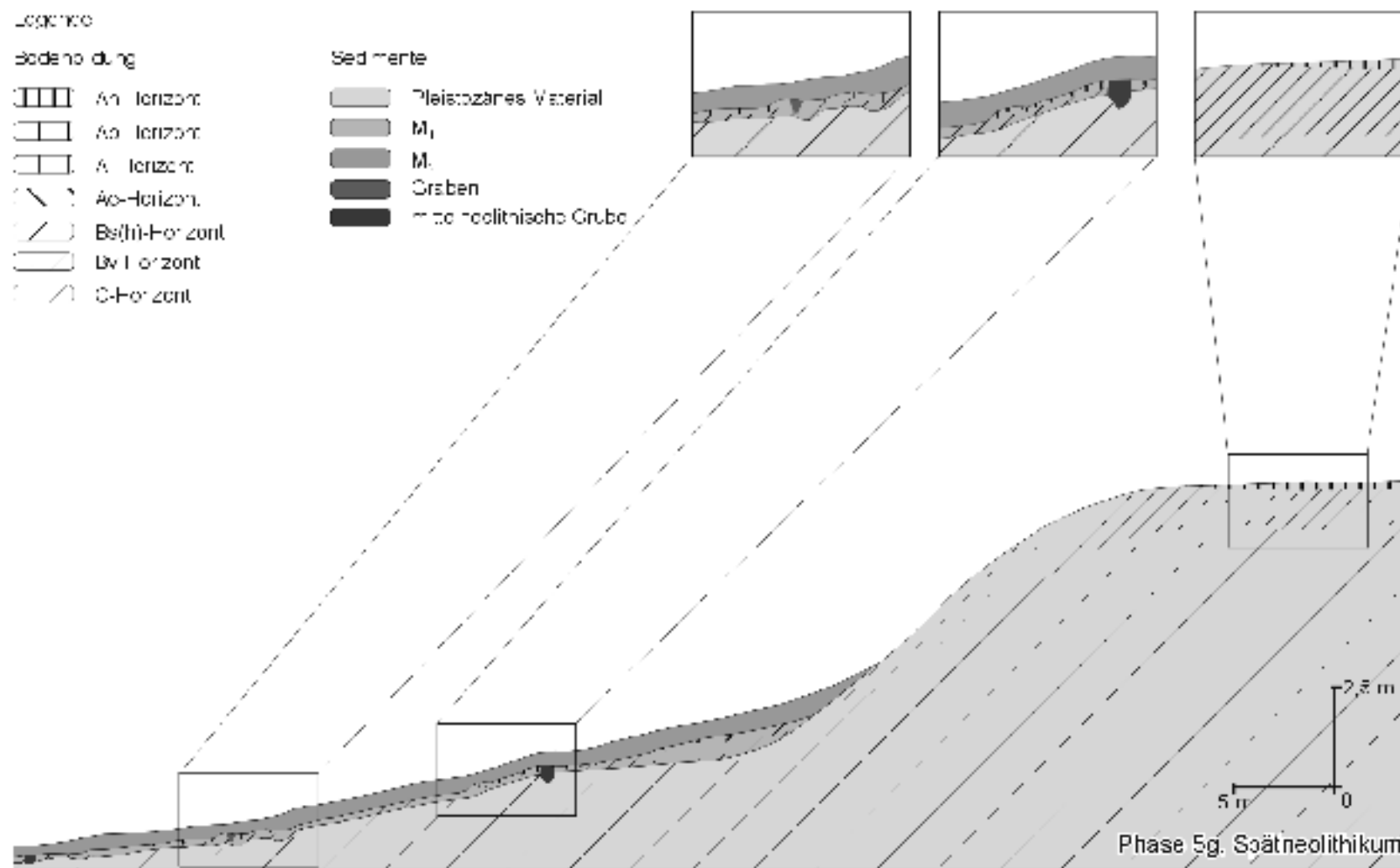


Abb. 76: Phase 5g des Untersuchungsgebietes II der Flur Reddersknüll

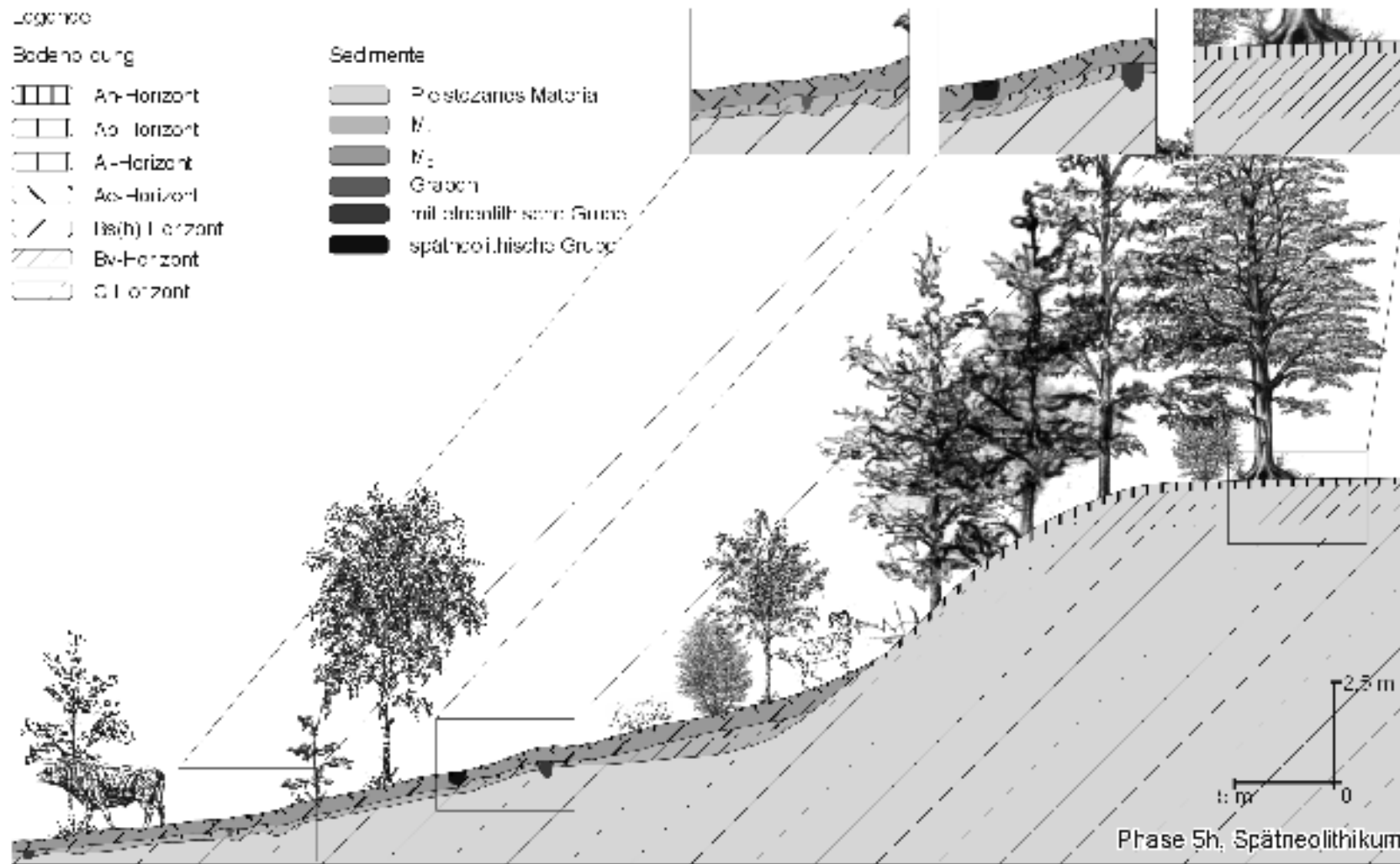


Abb. 77: Phase 5h des Untersuchungsgebietes II der Flur Reddersknüll

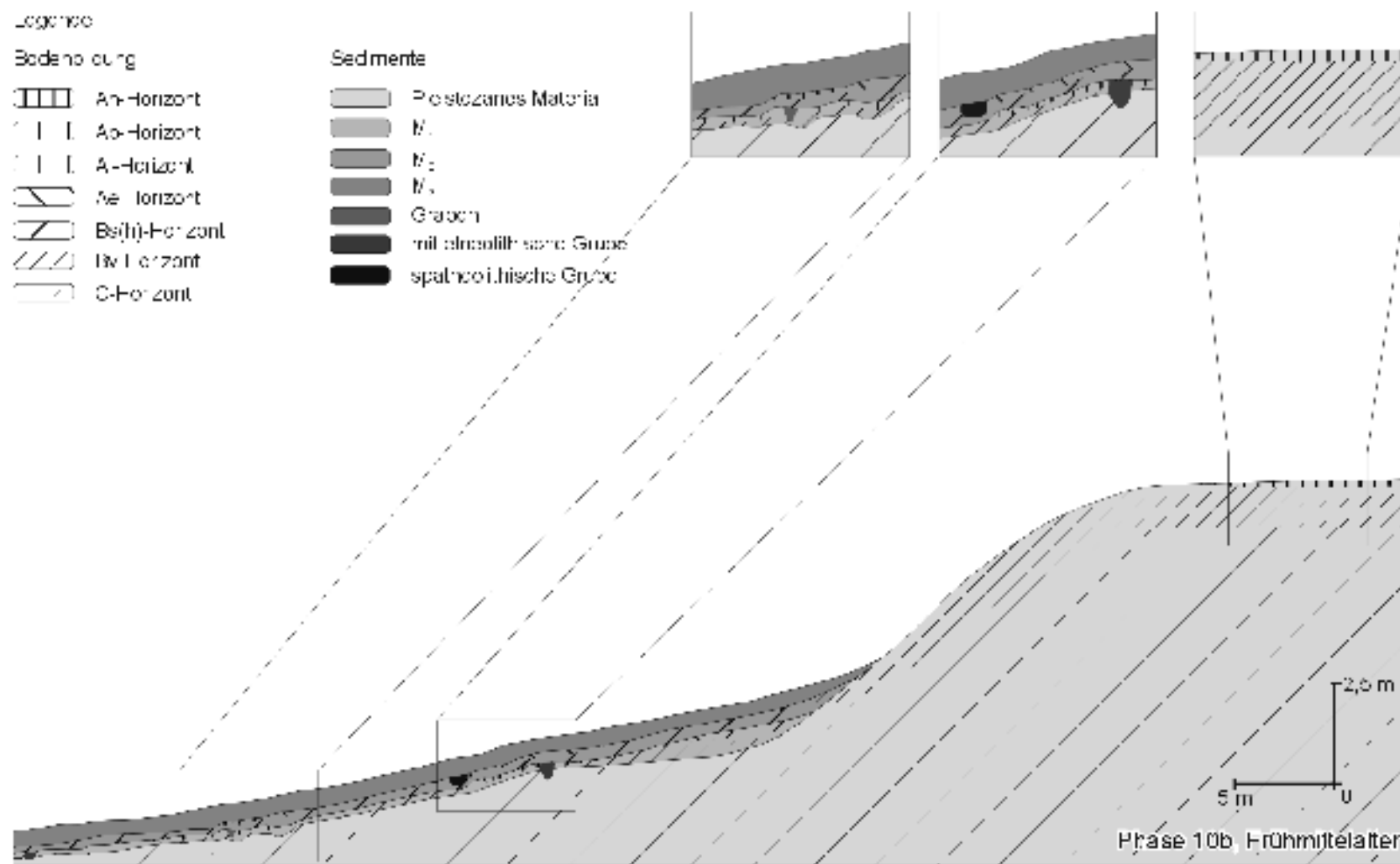


Abb. 78: Phase 10b des Untersuchungsgebietes II der Flur Reddersknüll

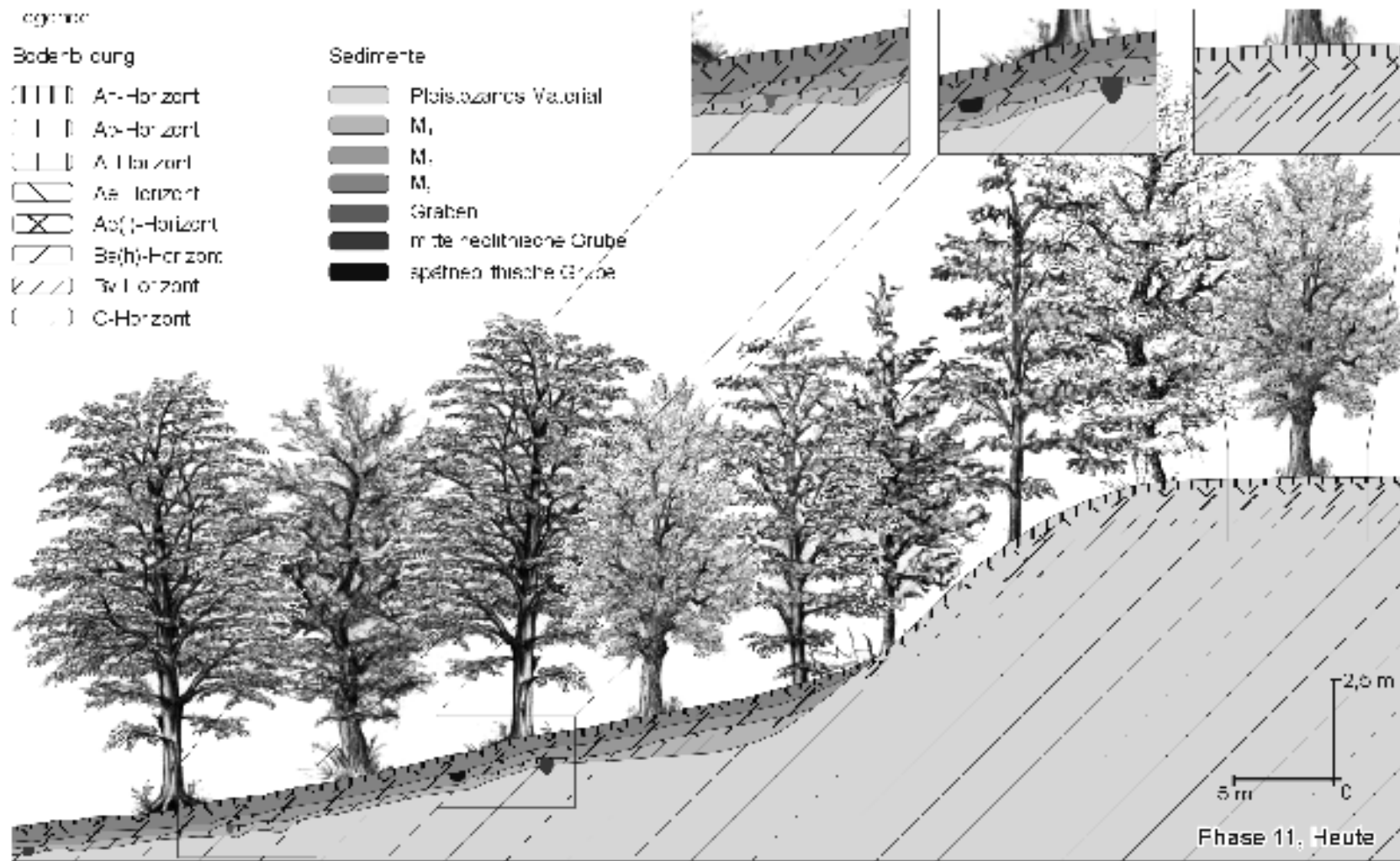


Abb. 79: Phase 11 des Untersuchungsgebietes II der Flur Reddersknüll

IV.5.4. Feststoffbilanzen

Das erste frühneolithische Kolluvium (M_1) hat ein Volumen von 89 m^3 . Wird dieses Volumen auf das $1,15 \text{ ha}$ große oberirdische Wassereinzugsgebiet bezogen, beträgt der mittlere Abtrag $77 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Nach Interpretation der Stratigraphie ergibt sich ein Zeitraum von 600 Jahren (3800-3200 v. Chr.) für die Ablagerung. Aus dieser konventionellen Annahme errechnen sich Abtragsraten von $0,13 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bzw. $0,19 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Für den wahrscheinlichen Abtragszeitraum von 120 Jahren liegen die Werte bei $0,64 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bzw. $0,96 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Ein sprunghafter Anstieg der Bodenverlagerung ist im Spätneolithikum zu verzeichnen. Das Kolluvium M_2 hat ein Volumen von 282 m^3 . Das entspricht einem mittleren Abtrag von $245 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Für eine konventionelle Interpretation der Stratigraphie ergeben sich 250 Jahre (2750-2500 v. Chr.) als erosionsrelevanter Zeitraum, jedoch sind 50 Jahre wahrscheinlich. Die errechneten Abtragsraten für diese Zeiträume liegen bei $0,98 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bzw. $1,4 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (konventionell) und $0,4,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bzw. $6,9 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (wahrscheinlich).

Das Kolluvium M_3 ist mit 405 m^3 das mächtigste abgelagerte Sedimentpaket. Unter Berücksichtigung des Einzugsgebietes ergibt sich ein flächenbezogener Abtrag von $351 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Als Annahme liegt für die konventionellen Abtragsraten ein erosionsrelevanter Zeitraum von 400 Jahren (800-1200 n. Chr.) zu Grunde. Das ergibt $0,88 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bzw. $1,23 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Entsprechend den 80 wahrscheinlichen Jahren ergibt das $4,38 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bzw. $6,13 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Tab. 8: Erosionsbilanzen der Flur Reddersknüll II

Kolluvium	Volumen (m^3)	Abtrag ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	Abtragsraten Konventionell Zeitraum		Wahrscheinlich Zeitraum			
			(a)	($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$)	($\text{t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$)	(a)	($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$)	($\text{t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$)
M_1	88	77	600	0,13	0,19	120	0,64	0,96
M_2	282	245	250	0,98	1,4	50	4,9	6,9
M_3	405	351	400	0,88	1,23	80	4,38	6,13

V. Kapitel: Diskussion

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse aus der Rekonstruktion der Besiedlungsgeschichte, Landnutzung, Witterungsgeschichte und den Ergebnissen der vier Untersuchungsgebiete zusammengeführt. Die räumliche Nähe der Untersuchungsgebiete und die gute zeitliche Auflösung der Stratigraphien ermöglichte das Erstellen einer Holozänstratigraphie für den Bereich der Gieselauniederung südlich des Ortes Albersdorf. Sie spiegelt den aktuellen Forschungsstand in der Region wider.

V.1. Holozän-Stratigraphie der Gieselauniederung südlich von Albersdorf

Phase 1: Saale-Kaltzeit (180000-128000 vor heute)

Das Ausgangssubstrat, bestehend aus Schmelzwassersanden und Schottern, wurde während des Warthe-Stadials (Saale-Kaltzeit III) akkumuliert. Die Formen der glazialen Serie (Grundmoräne, Endmoräne, Sander, Urstromtäler) und ihre Begleitformen (Kames, Oser, Drumlins und Zungenbecken) prägten das Landschaftsbild zu dieser Zeit (LIEDTKE 1981, 154). Sie bildeten die Grundlage der weiteren Landschaftsentwicklung.

Phase 2: Eem-Warmzeit (128000-117000 vor heute)

Diese Landschaftsformen blieben im Verlauf der Eem-Warmzeit weitgehend erhalten. Lediglich eine organogene Verlandung setzte unter der eemzeitlichen Bewaldung ein (vgl. FRÄNZLE 1988, 25). Neben der Verwitterung des Ausgangssubstrates fand eine erste Bodenbildung statt. Eine Rohbodenform entwickelte sich. Die Entkalkung des anstehenden Ausgangssubstrates in diesem Zeitabschnitt war von großer Bedeutung für die weiteren landschaftsgenetischen, vor allem aber pedologischen Entwicklungen. KOOP (1968, 160 ff) geht von einer Entkalkungstiefe von 2-4 m für die sandigen Substrate der Geest aus.

Phase 3: Weichsel-Kaltzeit (117000-11500 vor Heute)

In der letzten Kaltzeit (Weichsel-Glazial, Brandenburger Stadium) reichte die maximale Ausdehnung des Eisschlides bis an die Dithmarscher Geest heran. Periglaziale Prozesse überformten die Landschaft. Da in Schleswig-Holstein alle drei Vorstöße der Weichsel-Kaltzeit sehr eng beieinander lagen, herrschten ähnliche landschaftsverändernde Prozesse zu allen drei Vorstößen (vgl. STREHL 1986, 37 ff). Durch Permafrost und hohen Oberflächenabfluss kam es zur Einebnung der vorhandenen Formen (FRÄNZLE 1988, 125 ff). Solifluktionsercheinungen haben in der Hohen Geest eher eine untergeordnete Rolle gespielt. Die geringe

Hangneigung führt FRÄNZLE (1988, 25 ff) auf Abtragungs- und Sedimentationsprozesse (Ablation und Solifluktion) zurück.

Phase 4: Mesolithikum (9500-4000 v. Chr.)

Die Temperaturen stiegen mit dem Übergang zum Allerröd an (u. a. SEMMEL 1993, 76). Die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) expandierte sehr erfolgreich (KÜSTER 1998, 56) und das Landschaftsbild prägte ein lichter Bestand aus Birken (*Betula pendula*) und Kiefern (*Pinus sylvestris*), in dem sich Standwild (Elch: *Alces alces*, Riesenhirsch: *Megaloceros giganteus*) ansiedelte. Ein erneuter Temperaturrückgang prägte die folgende jüngere Dryas (u. a. SEMMEL 1993, 76). Durch ihn kehrten die Rentierherden und die damit verbundene Jagdkultur zurück. Die erwähnte periglaziale Prägung am Ende der letzten Kaltzeit konnte an einem verfüllten Rinnensystem (Aufschluss RA3 und RA2a) belegt werden. Die Rinnenverfüllung wurde auf ein maximales Alter von 9212-8740 cal BC (KIA14415) datiert. Durch die Holzkohle konnte die Waldentwicklung am Beginn des Holozäns belegt werden. Eine Flugsanddecke, die das Rinnensystem überdeckte, verdeutlicht die weiter vorherrschende Überformung. Die Datierung der Holzkohleprobe KIA14910 aus dem heutigen Bs(h)-Horizont im Aufschluss RA1a ergab ein Alter zwischen 8521-8509, 8476-8268 cal BC, die Zeit des Endes der jüngeren Dryas.

Der Temperaturanstieg im Mesolithikum führte zu einer allmählichen Veränderung von Flora und Fauna. Weitere Folgen des Temperaturanstieges waren das Abtauen der Gletscher und der Anstieg des Meeresspiegels. In diesem Zeitraum reichte das Meer bis an den Rand der Dithmarscher Altmoränen heran (MEIER 2000a, 25). Initiiert durch das wärmere Klima wechselten auch die Zusammensetzungen der Wälder. Zuerst wanderten Kiefer (*Pinus sylvestris*) und Birke (*Betula pendula*) ein. Im weiteren Verlauf wurden diese Arten durch Hasel (*Corylus avellana*), Linde (*Tilia cordata*), Ulme (*Ulmus minor*) und Eiche (*Quercus robur*) auf Sonderstandorte verdrängt. Die ziehenden Rentierherden wanderten durch diesen klimatischen und floristischen Wechsel nordwärts in die kältere Klimazone. Nachdem sich das Standwild in den Wäldern etabliert hatte, konnten die Menschen sesshafter werden. Sie entwickelten sich zu Jägern, Sammlern und Fischern (vgl. SCHWABEDISSEN 1961, 7 ff; LANGE 1996, 11 ff; KÜSTER 1998, 48 ff).

Unter den Wäldern des Mesolithikums kam es zur ersten holozänen Bodenbildung (vgl. BORK et. Al 1998; BORK 2001). Auf den meisten Flächen entstand im carbonatfreien Ausgangssubstrat ein Regosol. Dieser konnte im Untersuchungsgebiet der Flur Falloh explizit nachgewiesen werden. In den anderen Untersuchungsgebieten war dieser aufgrund späterer Bodenerosion oder der folgenden Bodenbildungen nicht mehr nachweisbar. An einigen

Standorten entwickelte sich eine Braunerde. Eine einsetzende Lessivierung führte an wenigen Standorten bis zur Ausbildung einer Bänderparabraunerde.

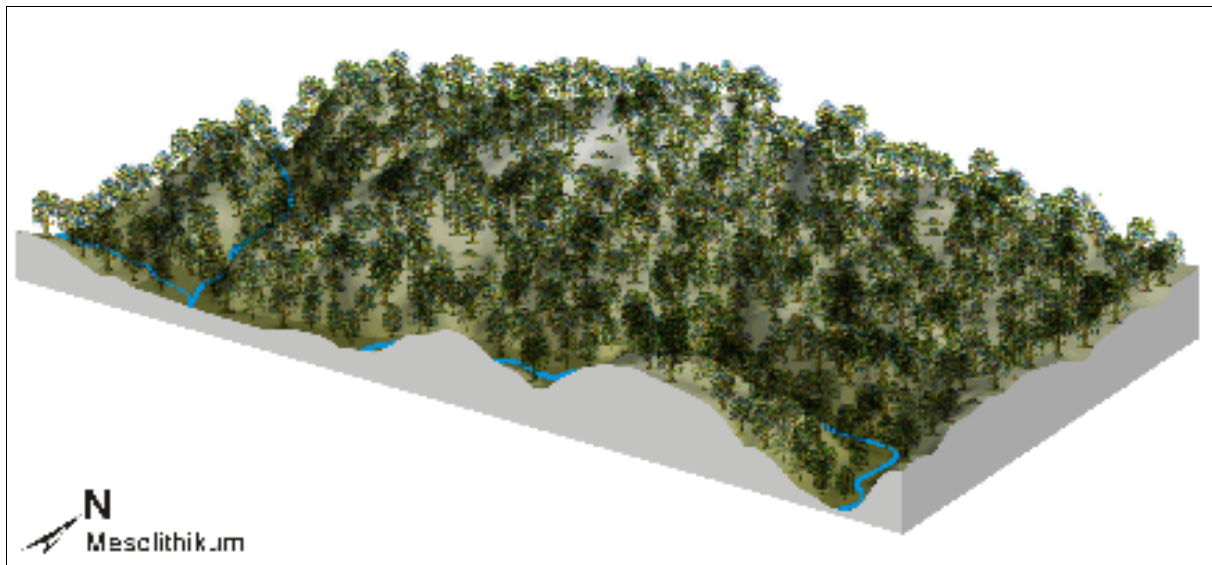


Abb. 80: Modell der Siedlungslandschaft des Gieselautals im Mesolithikum

Eine nahezu vollständige natürliche Bewaldung prägte die Landschaft. Durchziehende Jäger und Sammler griffen nur sehr selektiv in die Landschaft ein. Eine erste postglaziale Bodenbildung setzte während dieser geomorphodynamischen Stabilität ein.

Die ^{14}C -Datierung einer Holzkohle aus dem Ah-Horizont des ersten holozänen Bodens (Regosol) in der Flur Falloh ergab ein Alter von 4744-4600 Jahren cal BC (KIA20594). Während des Endmesolithikums (5200-4000 v. Chr.) setzte in der Flur Falloh die erste Nutzungsphase ein. Erste Rodungen kleinerer Flächen führten zur Auflichtung des Waldes. In dem teilweise geöffneten Landschaftsausschnitt kam es zur Bodenerosion. Ein erstes Kolluvium (M_1) akkumulierte. Bodenmaterial von $2,75 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ wurde umgelagert. Im Kolluvium M_1 wurden zwei verlagerte Holzkohlen gefunden und auf Alter von 7050-6746 cal BC (KIA20591) bzw. von 8004-7728 cal BC (KIA25019) datiert. Die verlagerten Holzkohlen könnten einer Feuerstelle oder einem Waldbrand aus Phase 4 entstammen. Eine Brandgrube, datiert durch zwei in situ Holzkohleproben, ergab Zeiträume von 4712-4535 cal BC (KIA20592) bzw. 4713-4534 cal BC (KIA21746). Da die Brandgrube in das ungewöhnlich früh für diese Region auftretende nutzungsbedingte Kolluvium eingegraben wurde, belegt sie die frühen menschlichen Eingriffe in die Landschaft in diesem Untersuchungsgebiet. Dieser Nachweis wird für die Region eher die Ausnahme sein (vgl. Abschnitt V.2., ab S. 141).

Phase 5: Neolithikum (4000-1700 v. Chr.)

LÜNING (2000, 13) beschreibt das Neolithikum als die bäuerliche Phase schlechthin. Durch Ackerbau und Viehzucht wurde der Mensch im Neolithikum sesshaft, er entwickelte festere Häuser und erste geschlossene Siedlungen. Die Siedler bevorzugten mittlere Hanglagen und im weitesten Sinne südexponierte Standorte. Wasservorkommen sind in Mitteleuropa kein Problem und waren kaum weiter als 500 m von den Siedlungen entfernt (LÜNING 1997, 34).

Im gesamten Neolithikum gab es in der Flur Bredenhoop geomorphodynamisch stabile Verhältnisse mit einem Voranschreiten der Bodenbildung unter Wald. Eine in situ-Holzkohle aus dem Aufschluss BA5 wurde auf ein Alter 4215-3825 cal BC (KIA18782) datiert. Aufgrund der stratigraphischen Fundumstände dieses Artefakts entstammt die Holzkohle vermutlich einem Waldbrand im Frühneolithikum. Die Gieselautalniederung war im Neolithikum bereits erheblich vermoort.

Frühneolithikum (4000-3100 v. Chr.)

Für das Frühneolithikum konnten in den Untersuchungsgebieten Falloh, Reddersknüll I und II starke Eingriffe in die Landschaft nachgewiesen werden. Im Zuge dessen wurde die Landschaft durch Rodungen geöffnet, kleine Rodungsinseln wurden agrarisch genutzt. Durch Bodenerosion akkumulierte in Reddersknüll II ein erstes Kolluvium (M_1 , in 120 Jahren $0,96 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$). Die Datierung einer verlagerten Holzkohle ergab ein Alter von 6443-6329, 6320-6246 cal BC (KIA21527). In der direkten Nachbarschaft (Reddersknüll I) wurden im selben Zeitraum Gruben (Grubentyp 3, vgl. S. 90) angelegt. Datiert wurden diese durch eine Holzkohle (Probe KIA14414) aus einer der Gruben auf ein Alter von 3641-3504, 3427-3381 cal BC. Eine nachgewiesene Podsolierung überprägte in Reddersknüll II die Gruben. Die Posolierung wurde durch Waldweide hervorgerufen (vgl. DÖRFLER 2001). Ein sehr ähnliches Nutzungsmuster wurde auch in der Flur Falloh nachgewiesen. Während der weiteren Nutzung in diesem Einzugsbereich kam es erneut zur Bodenerosion. Das zweite Kolluvium (M_2) akkumuliert mit $0,36 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ in einem Zeitraum von 120 Jahren (angegeben werden nur die wahrscheinlichen Zeiträume, vgl. Abschnitt II.10). Ebenfalls unter dem Einfluss von Waldweide entwickelte sich hier ein Podsol. M_2 konnte durch eine Holzkohle aus dem Ah-Horizont dieses Podsols auf ein Alter zwischen 3367-3101 cal BC (KIA20590) datiert werden. Ein jungsteinzeitliches Erdwerk auf dem Dieksknöll gilt als wichtiger archäologischer Fund aus dem Frühneolithikum und belegt die Siedlungstätigkeit des Menschen in der Landschaft um Albersdorf (vgl. ARNOLD 1995-97; 2000; LORRA 1996). Eine zeitliche Einordnung konnte über gefundene Keramik vorgenommen werden und datiert das Erdwerk in die Zeit zwischen 3500-3300 BC (freundl., mündl. Dr. V. ARNOLD, Museum für

Archäologie und Ökologie Dithmarschens, am 13.01.05).

Mittelneolithikum (3350-2600 v. Chr.)

Die Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzflächen prägte das Mittelneolithikum. Ein abrupter Anstieg von siedlungsanzeigenden Pollentypen während der mittelneolithischen Landnahme belegt dies (BEHRE 2001, 29). Weitere Waldrodungen, um den Bedarf an Baumaterial für Häuser, an Holz zum Heizen und Kochen und an Ackerflächen zu decken, waren die Folge (SCHWABEDISSEN 1961, 19 ff; LANGE 1996, 16 ff; LÜNING 2000, 13 ff). Eine Vielzahl von Großsteingräbern im näheren Untersuchungsraum belegen die menschliche Tätigkeit im Mittelneolithikum. Anhand der durchgeführten Untersuchungen konnte dieses auch explizit nachgewiesen werden. Im Untersuchungsgebiet der Flur Falloh wurden durch kurz aufeinander folgende Bodenerosionen zwei Kolluvien (M₃ und M₄) akkumuliert. Bodenumlagerungen von 1,06 und 2,34 t ha⁻¹ a⁻¹ in jeweils 70 Jahren Bewirtschaftung verdeutlichen die gestiegene Intensität der Landnutzung. Die verlagerte Holzkohle aus Kolluvium M₃ wurde auf 3378-3330 Jahre cal BC (KIA20589) datiert. Auf dem unfruchtbaren Boden des Einzugsgebietes wurde die Nutzung aufgegeben.

Im Reddersknüll II nutzte der Mensch erneut den untersuchten Einzugsbereich. Teile des Waldes im Bereich der Delle wurden gerodet. Der flache Bereich am Auslauf der Delle wurde ackerbaulich genutzt. Dies belegen der kartierte Pflughorizont sowie der angelegte, mindestens 20 cm tiefe, hangparallele Graben. Im oberen Bereich der Delle lessivierte der Boden und es entwickelte sich eine Parabraunerde. Sie wurde im Aufschluss RA11 kartiert. Im weiteren Verlauf podsolierte der Boden teilweise (Aufschluss RA10). Der Ausgangspunkt der Podsolierung gründete hier in der betriebenen Waldweide. Die in dieser Zeit angelegten Brandgruben wurden durch eine in situ-Holzkohle auf ein Alter von 2878-2660 cal BC (KIA21526) datiert.

Am Ende des Mittelneolithikum kam es im Reddersknüll I das erste Mal zur nutzungsbedingten Bodenerosion und zur Ablagerung eines ersten Kolluviums (M₁). In 100 Jahren wurden ca. 1,10 t ha⁻¹ a⁻¹ Bodenmaterial verlagert. Anschließend wurde aufgrund der geringen Ertragsfähigkeit des Bodens die Nutzung aufgegeben.

Spätneolithikum (2800-1700 v. Chr.)

Im folgenden Spätneolithikum war die ackerbauliche Tätigkeit in der untersuchten Region laut Pollenanalysen rückläufig (DÖRFLER 2001, 54). In der Flur Falloh bildete sich während einer längeren Phase der geomorphodynamischen Stabilität unter dem aufwachsenden Wald eine Braunerde in den Kolluvien M₃ und M₄.

Im Untersuchungsgebiet Reddersknüll II wurden im frühen Spätneolithikum die ackerbau-lichen Nutzflächen im Zusammenhang mit weiteren Rodungen ausgebaut. Starke Boden-erosion führte zur Akkumulation des zweiten Kolluviums (M_2 , in 50 Jahren $6,9 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$). Während der anschließend einsetzenden Sukzession wurde Waldweide betrieben. Dies forcierte die Bildung eines Podsoles über die Stadien Braunerde und Parabraunerde. Weitere Brandgruben wurden am Übergang zur Bronzezeit angelegt und konnten durch eine in situ gefundene Holzkohle auf ein Alter von 1923-1739 cal BC (KIA21750) datiert werden. Auch im Untersuchungsgebiet Reddersknüll I herrschte fast im gesamten Spätneolithikum geomorphodynamische Stabilität. Eine Braunerde entwickelte sich und lessivierte im weiteren Verlauf schwach. Nach erneuter Rodung des Waldes, am Übergang zur Bronzezeit, trug Bodenerosion ein zweites Kolluvium (M_2) am Südhang ab und akkumulierte es. In 110 Jahren wurde Bodenmaterial im Umfang von $0,29 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ in die Delle eingetragen. Eine Datierung der Holzkohleprobe KIA14571 ergab ein Alter zwischen 1944-1767, 1759-1751 cal BC. Die Nutzung wurde anschließend aufgegeben.

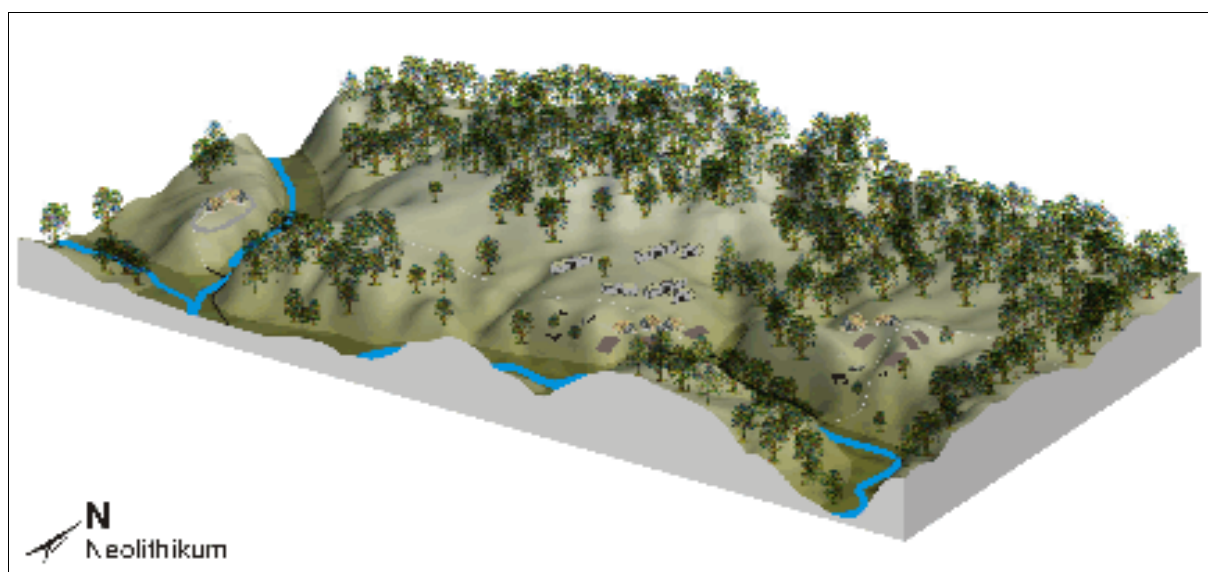


Abb. 81: Modell der Siedlungslandschaft des Gieselautals im Neolithikum

Im Neolithikum wurden die Hänge zum Gieselautal (Ökotopgrenzlagen) für Ackerbau und Waldweide genutzt. Durch die geschützte Lage in der Niederung sowie die Nähe zur Gieselau boten sich den neolithischen Siedlern gute Voraussetzungen. Der Wald wurde teilweise aufgelichtet. Großsteingräber (Mitte) und ein Erdwerk auf einem Geländesporn der Flur Dieksknöll (links) wurden angelegt. Die Niederung des Gieselautals wies erhebliche Vermoorungen (dunkelgrün) auf. Erste Bohlenwege (schwarze Linie im Moor) ermöglichten die Überquerung.

Phase 6: Bronzezeit (1700-600 v. Chr.)

Ökonomische Grundlage der Bronzezeit war die agrarische Produktion. Im Gegensatz zu vielen anderen Regionen in Schleswig-Holstein bleibt die Besiedlung der westholsteinischen Geest konstant bzw. nimmt teilweise sogar zu, so dass für diese Zeit von einer archäologisch festzustellenden Expansionsphase der Besiedlung gesprochen werden kann (KELM 2004, 81). Damit einher ging der Ausbau der Nutzflächen durch weitere Rodungen. Neue Bearbeitungsgeräte (Bronzesichel) und Anbauprodukte kamen hinzu. Diese Umstände führten zur weiteren Lichtung des gesamten Waldbestandes (LANGE 1996, 26). Oszillierende Klimabedingungen zwangen die Bauern immer wieder zum Anpassen ihrer Wirtschaftsweise (ENNEN & JANNSSEN 1979, 47). Diese Nutzungszunahme wurde durch die durchgeführten Untersuchungen bestätigt. In allen untersuchten oberirdischen Wassereinzugsgebieten wurden landwirtschaftliche Tätigkeiten während der Bronzezeit nachgewiesen.

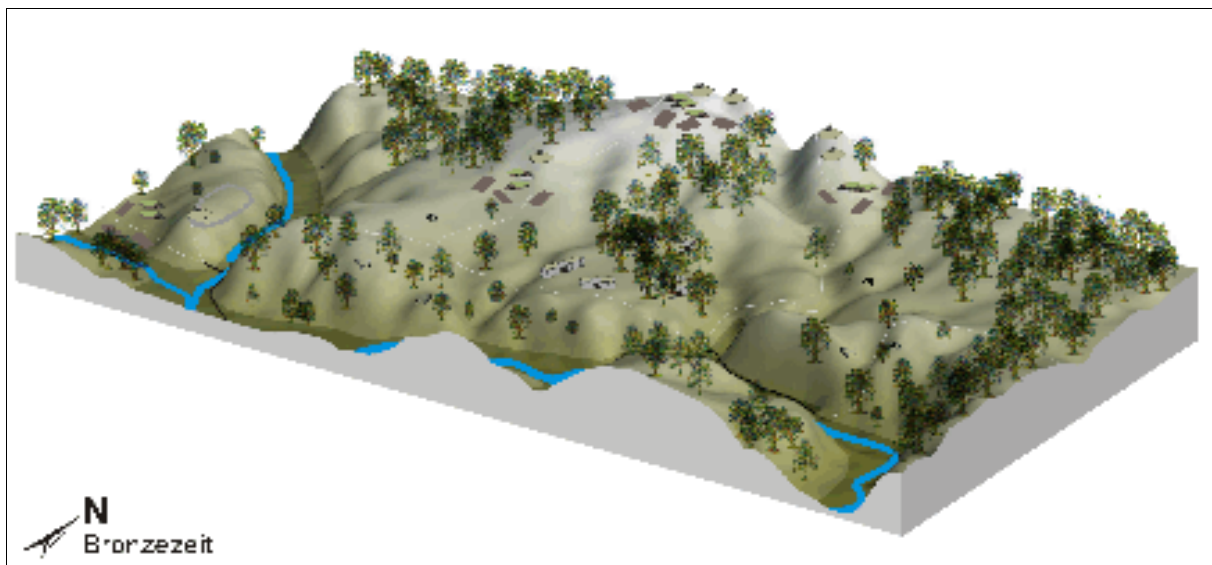


Abb. 82: Modell der Siedlungslandschaft des Gieselautals in der Bronzezeit

Durch den weiter gestiegenen Holzbedarf wurde der Wald weiter aufgelichtet. Weiterhin wurden Ackerbau und Waldweide betrieben, jedoch wurde die Nutzung intensiver. Die bronzezeitlichen Hügelgräber (links, Mitte, Mitte hinten) wurden an gut sichtbaren Standorten in der Nähe der Siedlungen errichtet.

In der Flur Bredenhoop führten die Rodungen und anschließende ackerbauliche Nutzung zum Abtrag des fruchtbaren Ackerbodens. Durch Starkniederschläge kam es hier erstmals zur Bodenerosion und akkumulierte in 200 Jahren $0,21 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ kolluviales Material (M_1). Dieses konnte durch die Datierung einer verlagerten Holzkohle aus dem heutigen $M_1Bs(h)$ -Horizont auf ein maximales Alter zwischen 1738-1521 cal BC (KIA18784) datiert werden. In Folge

der Bodenerosion musste die landwirtschaftliche Nutzung aufgegeben werden. Eine einsetzende Sukzession auf diesen Flächen führte unter dem Einfluss von Waldweide zur Ausbildung von Heideflächen im oberen Bereich der Delle. Dadurch entwickelte sich ein Podsol. Im unteren Dellenbereich zeigte die Bodenbildung eine solche Versauerung, bedingt durch Heidevegetation, nicht an. Die in diesem Bereich entwickelte Braunerde zeigte über einen langen Zeitraum geomorphodynamischer Stabilität eine deutlich extensivere Nutzung an.

Die drei anderen untersuchten Kleineinzugsgebiete belegten eine starke Nutzung während der Bronzezeit. In der Flur Falloh wurden während der jüngeren Bronzezeit mehrere Brandgruben angelegt, die durch eine Holzkohle auf ein Alter von 1133-1001 Jahren cal BC (KIA20588) datiert werden konnten. In Reddersknüll I wurden nach einer kurzen Sukzessionsphase mit einer Braunerdebildung zahlreiche Brandgruben angelegt (Grubentyp 4, vgl. S. 90). Die Probe KIA14413 wurde auf ein Alter von 764-407 cal BC datiert. Durch die Vegetationsfreiheit während der Nutzung dieses Bereiches konnte ein weiteres kleinräumiges Bodenerosionsereignis greifen, wodurch ein drittes Kolluvium (M₃) akkumulierte. Durch dieses Einzelereignis wurde Bodenmaterial von 2,10 t ha⁻¹ verlagert. Darauf folgend wurden weitere Gruben (Grubentyp 4) angelegt. In direkter Nachbarschaft (Reddersknüll II) wurden die Flächen schon zu Beginn der Bronzezeit weiterhin zur Waldweide genutzt. In der Tiefenlinie entstand ein Viehpfad, der zur nahen Gieselau führte. Er schuf die Voraussetzungen für starke linienhafte Bodenerosion, die zum Einreißen einer Kerbe in der Tiefenlinie führte. Die Kerbe zerschnitt beide neolithischen Böden und tiefte sich bis in das anstehende Material ein. Die Verfüllung erfolgte in zwei aufeinander folgenden Sedimentationen. Drei verlagerte Holzkohlen aus den Verfüllungen konnten datiert werden: Die Holzkohle aus der untersten Verfüllung ergab ein Alter von 2042-1737 cal BC (KIA21528) bzw. 1313-1021 cal BC (KIA21080). Die Holzkohle aus der oberen Füllung datiert diese auf ein Alter von 1127-897 cal BC (KIA21749).

Phase 7: Vorrömische Eisenzeit (600 v. Chr. - 0)

Viele Fakten deuten auf eine weitere Ausbreitung des Menschen in der Landschaft zu Beginn der Vorrömischen Eisenzeit hin. Eine weitere Zunahme der Nutzung der Landschaft durch den Menschen steht in diesem Zusammenhang außer Frage. Durch die in dieser Zeit typische Eisenverhüttung traten erhebliche ökologische Belastungen auf. Intensiver Holzverbrauch führte zu lichten Waldbeständen und der intensive Getreideanbau zur schnellen Erschöpfung der Böden. Dem wirkte man mit Düngung der Äcker bzw. Verlegen der Siedlungen (Wandersiedlungen) entgegen (LANGE 1996, 30 ff). Auch die technische Weiterentwicklung

der Werkzeuge für Rodung und in der Landwirtschaft leistet hierzu ihren Beitrag (LANG 1994, 245). Das Tal der Gieselau mit seiner starken Gliederung durch zahlreiche Niederungen bot den Siedlern der vorrömischen Eisenzeit günstige Voraussetzungen. Die Marschen wurden bereits als Wirtschaftsflächen genutzt, die Siedlungen schoben sich an den Geestrand in Ökotopegrenzlage (MEIER 2000a, 31 ff). Dies ist in engem Zusammenhang mit den in dieser Zeit entstehenden „alten Marschen“ (vgl. Exkurs: Meeresspiegelschwankungen, S. 36) zu sehen. Die auftretende Fundarmut im weiteren Verlauf der Eisenzeit und damit der drastische Rückgang der Bevölkerung kann nicht durch Änderungen im Bestattungsverhalten erklärt werden (MEIER 2000a, 33; vgl. HINGST 1983). KELM (2004, 81) bemerkt, dass die Besiedlungsspuren in der vorrömischen Eisenzeit und römischen Kaiserzeit vorhanden sind, aber im Vergleich zu vorherigen Perioden deutlich abnehmen.

Die Ergebnisse der vier untersuchten oberirdischen Wassereinzugsgebiete zeigten ein differenziertes Bild, decken sich aber mit den archäologischen Befunden. Im Untersuchungsgebiet Falloh wurde ein Kerbenreißen am östlichen Hang (nur im Aufschluss FA2, vgl. Abb. 97, S. 169) kartiert. Eine ¹⁴C-Datierung einer Holzkohle aus der verfüllten Rinne ergab ein Alter von 359-273, 235-149 cal BC (KIA20597). Intensiver Ackerbau konnte für diesen Zeitraum nicht nachgewiesen werden. Das linienhafte Erosionsereignis (Kerbenreißen) wurde wahrscheinlich durch einen Viehpfad ermöglicht und durch Starkniederschlag ausgelöst. GRAM-JENSEN (1985, 33) beschreibt (mit Unsicherheit) um 100 BC eine sehr große Sturmflut für die Marschen Schleswig-Holsteins. Das durchgezogene Sturmtief könnte durchaus der Auslöser für das linienhafte Erosionsereignis gewesen sein.

In den zwei Untersuchungsgebieten Bredenhoop und Reddersknüll II waren keine eindeutigen Indizien für eine Nutzung der Landschaft vorhanden. Geomorphodynamische Stabilität und intensive Bodenbildung charakterisierten die vorrömische Eisenzeit in diesen Untersuchungsgebieten.

Im Untersuchungsgebiet Reddersknüll I war eine Zunahme der Nutzungsintensität im Verlauf der vorrömischen Eisenzeit nachweisbar. Durch Waldweidenutzung kam es zur Ausprägung einer Heidelandschaft. Die Degradierung des Bodens war die Folge und ein Podsol konnte sich in den Kolluvien M₁, M₂ und M₃ entwickeln. Im weiteren Verlauf der Eisenzeit wurde die Landschaft weiter ausgeräumt. In Folge intensiver landwirtschaftlicher Nutzung bzw. starker Degradierung der Heide durch den anhaltenden hohen Holzbedarf erhöhte sich der Oberflächenabfluss. Starkniederschläge verlagerten ein weiteres viertes Kolluvium (M₄). Beachtliche 12,65 t ha⁻¹ a⁻¹ wurden in einem Zeitraum von ca. 30 Jahren umgelagert. Mehrere Holzkohleproben aus diesem Kolluvium konnten geborgen und im Labor analysiert werden.

Die Holzkohleprobe KIA15746 ergab ein Alter 1737-1708, 1693-1598, 1590-1527 cal BC. Die beiden anderen Proben KIA15278 und KIA15279 wurden auf ein Alter von 763-606, 603-407 bzw. 762-405 cal BC datiert. Für die Zeit um 350 BC wurde eine sehr große Sturmflut beschrieben, durch die eine Migrationswelle von germanischen Stämmen ausgelöst wurde (GRAM-JENSEN 1985, 33). Diese Großwetterlage mit Starkniederschlägen könnte Auslöser des bis dahin mächtigsten Erosionsereignisses gewesen sein.

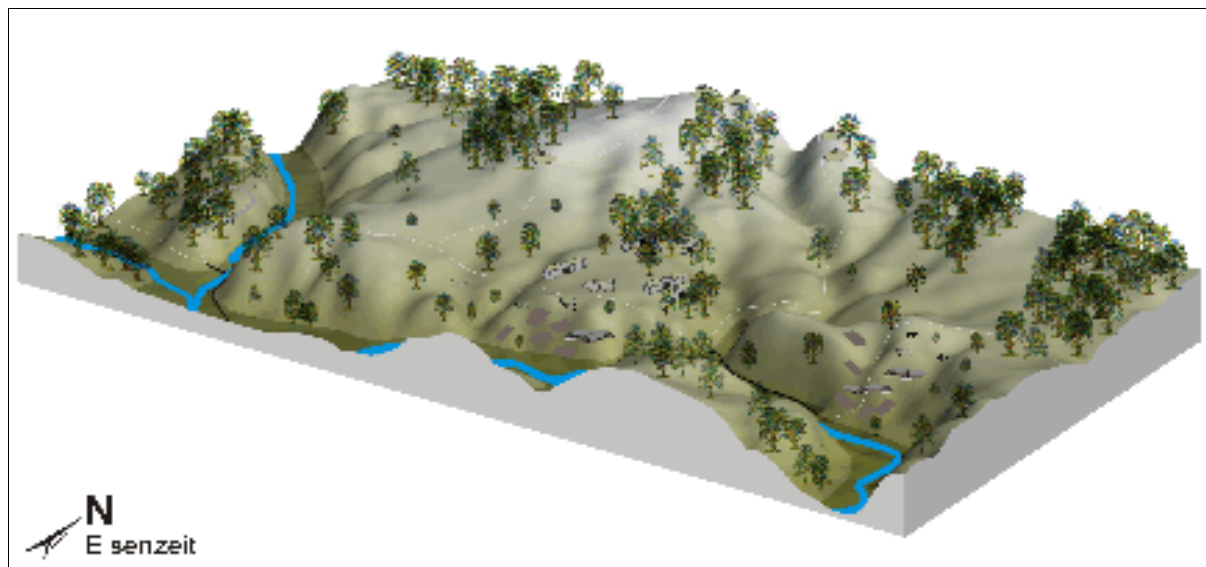


Abb. 83: Modell der Siedlungslandschaft des Gieselautals in der Eisenzeit

Die Siedlungsaktivität nahm ab, aber der hohe Nutzungsdruck blieb aufgrund von Ackerbau, Waldweide und des gestiegenen Holzbedarfes für Verhüttung, Siedlung etc. in etwa gleich. Die lichten Waldflächen blieben erhalten. Erst in der zweiten Hälfte der Eisenzeit, während der römischen Kaiserzeit, konnte sich der Wald langsam regenerieren. Der Siedlungsschwerpunkt verlagerte sich in die fruchtbaren Marschen, welche in den letzten 600 Jahren entstanden waren.

Phase 8: Römische Kaiserzeit (0-400 n. Chr.)

Mit dem Beginn der römischen Kaiserzeit nahm die Siedlungsaktivität in der Dithmarscher Geest ab. Der Siedlungsschwerpunkt verlagerte sich deutlich in Richtung Nordseeküste, wo sich über die vergangenen Jahrhunderte fruchtbare Marschböden gebildet hatten (vgl. MEIER 1991, 2000a). Zunächst hatte der Mensch am Geestrand gesiedelt, besiedelte dann aber rasch die Marsch in Richtung Westen. Eine schnelle Besiedlung der Marschen weist möglicherweise auf ein Bevölkerungswachstum hin (MEIER 1991, 135).

Bis auf die Flur Falloh zeigten alle Untersuchungsgebiete geomorphodynamisch stabile Verhältnisse. Auf den degradierten Böden mit den stark ausgeprägten Podsolen der

Untersuchungsgebiete Bredenhoop und Reddersknüll II und auf dem unfruchtbaren Kolluvium des Untersuchungsgebietes Reddersknüll I wuchsen Wälder auf.

In der Flur Falloh kam es während der römischen Kaiserzeit zur erneuten Erosion im oberen Einzugsgebiet. Ein fünftes Kolluvium (M_5) mit einem Abtrag von $2,18 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ wurde auf den Brandgruben und der Braunerde abgelagert. Eine Holzkohle aus dem Kolluvium M_5 ergab nach Datierung ein Alter von 69-225 Jahren cal AD (KIA20593). Ein Zusammenhang mit dem Sturmtief, das etwa um 250 AD zu einer großen Sturmflut in den Marschen führte (GRAM-JENSEN 1985, 33), ist sehr wahrscheinlich. Der akkumulierte unfruchtbare Boden unterband die weitere ackerbauliche Tätigkeit. Die Nutzung des oberirdischen Kleineinzugsgebietes wurde endgültig aufgegeben.

Phase 9: Völkerwanderungszeit (400-700 n. Chr.)

Die Völkerwanderungszeit war geprägt von einer großflächigen Wiederbewaldung (vgl. LANG 1994; BORK et al. 1998). In allen untersuchten oberirdischen Wassereinzugsgebieten konnte eine lange Phase der geomorphodynamischen Stabilität nachgewiesen werden.

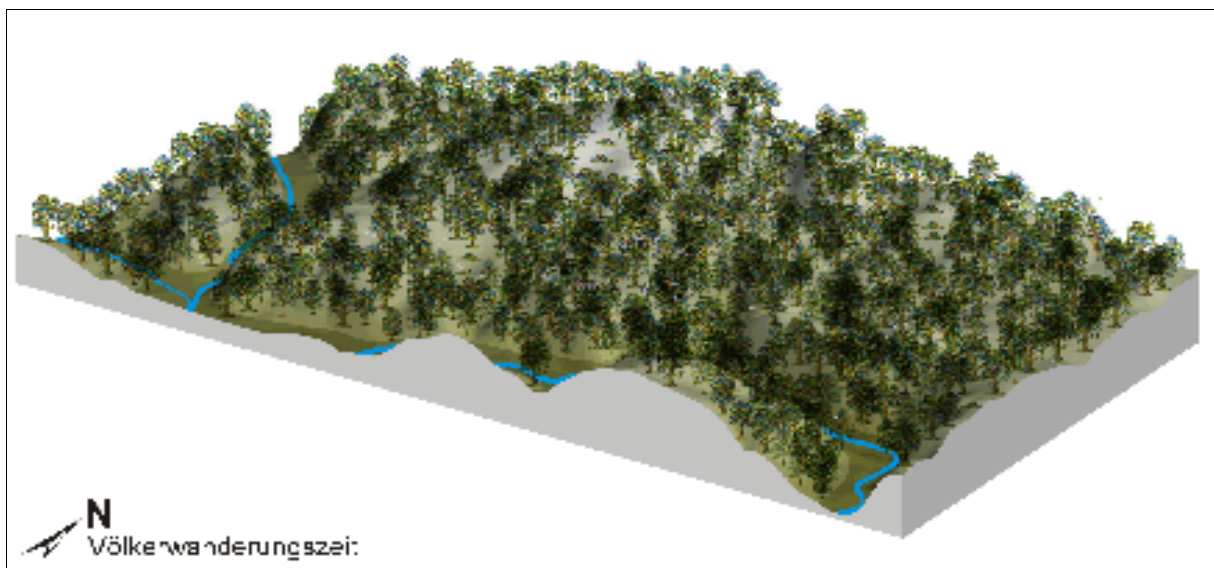


Abb 84: Modell der Siedlungslandschaft des Gieselautal in der Völkerwanderungszeit

Eine großflächige Wiederbewaldung prägte das Gieselautal während der Völkerwanderungszeit. Dadurch war die Landschaft geomorphodynamisch stabil. Die Bodenbildung stagnierte auf den Flächen mit den Podsolen, auf den anderen Flächen setzte sie sich fort.

Phase 10: Mittelalter (700-1517 n. Chr.)

In der Flur Bredenhoop lockerten erneute Rodungen den dichten Waldbestand am Übergang zum Mittelalter auf. Aufgrund des fehlenden Schutzes in den Randbereichen kam es zum Windwurf einiger völkerwanderungszeitlicher Bäume. Die gekippten Bs(h)- und Bv-Horizonte (vgl. Abb. 14, S. 52 und Abb. 92, S. 167) weisen dies eindeutig nach. Anschließend wurde durch einen Brand viel Holzkohle im ehemaligen Wurzelbereich der Bäume angereichert. Eine Datierung dieser Holzkohle bestätigt die Annahme einer völkerwanderungszeitlichen Bewaldung (382-474, 476-532 cal AD, KIA21747). Unterstützt wird diese These durch die auffallende Engringigkeit, die typisch für Kernholz älterer Bäume ist, der bestimmten Holzkohlen.

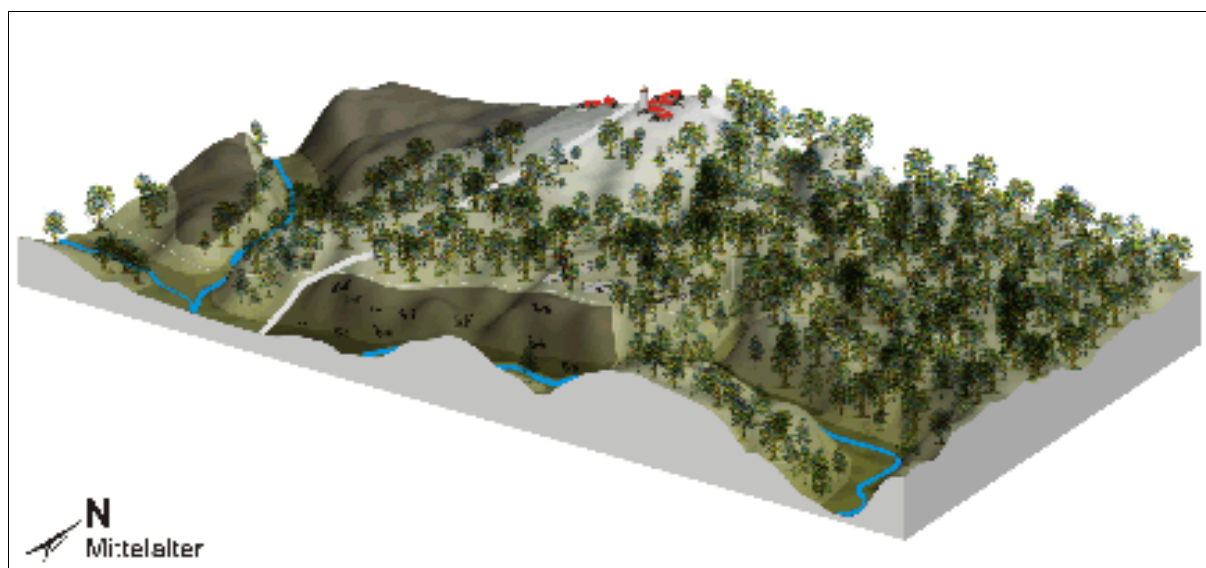


Abb. 85: Modellhafte Siedlungslandschaft des Gieselautales im Mittelalter

Die Zeit der starken Ausdehnung der Ackerflächen betraf die untersuchte Region, verglichen mit dem größten Teil Deutschlands, nur relativ gering. Der östliche Teil blieb nahezu bewaldet. Der Ort Albersdorf wurde im Mittelalter gegründet und die Ackerflächen wurden westlich des Ortes angelegt. Die Niederungen des Gieselautals wurden als Weidefläche genutzt. Dies ermöglichte der Eingriff in den Gebietswasserhaushalt, z. B. durch das Aufstauen der Gieselau weiter nördlich.

In diesem Zeitraum wanderten Sachsen ein und besiedelten Dithmarschen (vgl. WITT 2002a). Neben Mühlen, die an Bächen errichtet wurden, führten vor allem Kirchen zur Fixierung der ländlichen Siedlungen. Damit entstanden festgefügte Dörfer, die anders als in den Jahrtausenden zuvor, seit dem hohen Mittelalter an einer Stelle blieben (MEIER 2004, 20). Im Mittelalter kam es zu zahlreichen Neugründungen von Dörfern und zum Landesausbau durch Rodungen (ARNOLD 1981a). Jedoch war der untersuchte Bereich des Gieselautals relativ wenig

davon beeinflusst (vgl. ARNOLD 1981a). Im Mittelalter konnte überraschenderweise eine sehr geringe Prozessdynamik nachgewiesen werden. Im Untersuchungsgebiet Reddersknüll II griff der Mensch wieder gezielt durch Rodung in die Landschaft ein. Bedingt durch Ackerbau oder stark übernutzte Weiden kam es in der vegetationsfreien Landschaft zur Bodenerosion und Akkumulation des dritten Kolluviums (M_3). Datierungen zweier Holzkohlen ergaben Alter von 686-823 cal AD (KIA21081) bzw. 897-922, 942-1019 cal AD (KIA21751). Das jüngste Alter bestimmt hier das Maximalalter des abgelagerten Sedimentes. Für das Jahr 1020 AD ist laut GRAM-JENSEN (1985, 33) Sturmflut dokumentiert, die ganze Dörfer und Städte zerstörte. Die starken Niederschläge dieses Sturmtiefs könnten der Auslöser der Bodenerosion gewesen sein. Nach diesem Ereignis wurde auch in diesem Gebiet die Nutzung aufgegeben. Weitere Erosionsereignisse konnten im untersuchten Raum wider den Erwartungen nicht nachgewiesen werden. Nahe liegt hier ein Zusammenhang mit der von MEIER (2000a) postulierten Verlagerung des Siedlungsschwerpunktes in die Marschen. Aus pedologischer Sicht besitzen die Marschen die deutlich fruchtbareren Böden.

Phase 11: Neuzeit (1517 n. Chr. - Heute)

Einen weiteren Rückgang des Waldbestandes, wie ihn LANG (1994, 246) für Mitteleuropa beschreibt, gab es in der Region südlich von Albersdorf nicht. Die Änderung der Holzartenzusammensetzung, insbesondere nach der industriellen Revolution um 1850, durch raschwüchsige Nadelhölzer, aber auch Exoten, prägte in dieser Region den Zeitraum ab 1850 (LANG 1994, 246). Erst durch die Anlage der Knicks (vgl. Exkurs Knicks, S. 24) in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts konnte die landschaftsgenetische Entwicklung wieder erfasst werden. Sie führte in allen Untersuchungsgebieten zur Veränderung der oberirdischen Wassereinzugsgebiete. Da nur Teile der Flur Bredenhoop danach wieder landwirtschaftlich genutzt wurden, konnten hier die Auswirkungen dieser Strukturmaßnahme genau erfasst werden.

Das oberirdische Wassereinzugsgebiet der Flur Breddenhoop wurde dadurch in viele kleine Schläge untergliedert. Durch die folgende Bewirtschaftung einzelner Flächen kam es zur Akkumulation des zweiten Kolluviums (M_2). Eine verlagerte Holzkohle aus Kolluvium (M_2) wurde auf ein Alter von 1718-1779, 1826-1885 cal AD (KIA20596) datiert. In diesem Untersuchungsgebiet konnte die positive Wirkung der Knicks explizit nachgewiesen werden. Die Bodenerosion wirkte nur innerhalb der Schläge. Unter der folgenden differenzierten Nutzung (Weideflächen/Ackerflächen) der Delle kam es nach der Nutzungsintensivierung des Einzugsgebietes erneut zur Bodenerosion. Ein drittes Kolluvium (M_3) wurde abgelagert. Die Datierung einer verlagerten Holzkohle aus Kolluvium M_3 ergab ein Alter von 1681-1735,

1806-1933 cal AD (KIA18783). Für diesen Zeitraum sind eine Vielzahl von Sturmfluten dokumentiert. Die Flut vom 01.-02.01.1855 war so gewaltig, dass der gesamte Nordseebereich von Cuxhaven bis hoch nach Dänemark davon betroffen war (GRAM-JENSEN 1985, 47). Unter Berücksichtigung des konventionell datierten Alters könnte ein direkter Zusammenhang zwischen der Großwetterlage während dieser Sturmflut und der Bodenerosion vermutet werden. Die Nutzung wurde genauso differenziert fortgesetzt, wie vor der Akkumulation von M₃. Auf den Ackerflächen entstanden homogenisierte Ap-Horizonte, auf den Weideflächen Braunerden.

Die landschaftsgenetische Entwicklung in der Neuzeit führte zu einem sehr stark strukturierten Landschaftsbild, wie es heute in den ländlichen Regionen des gesamten Mitteleuropas zu finden ist.

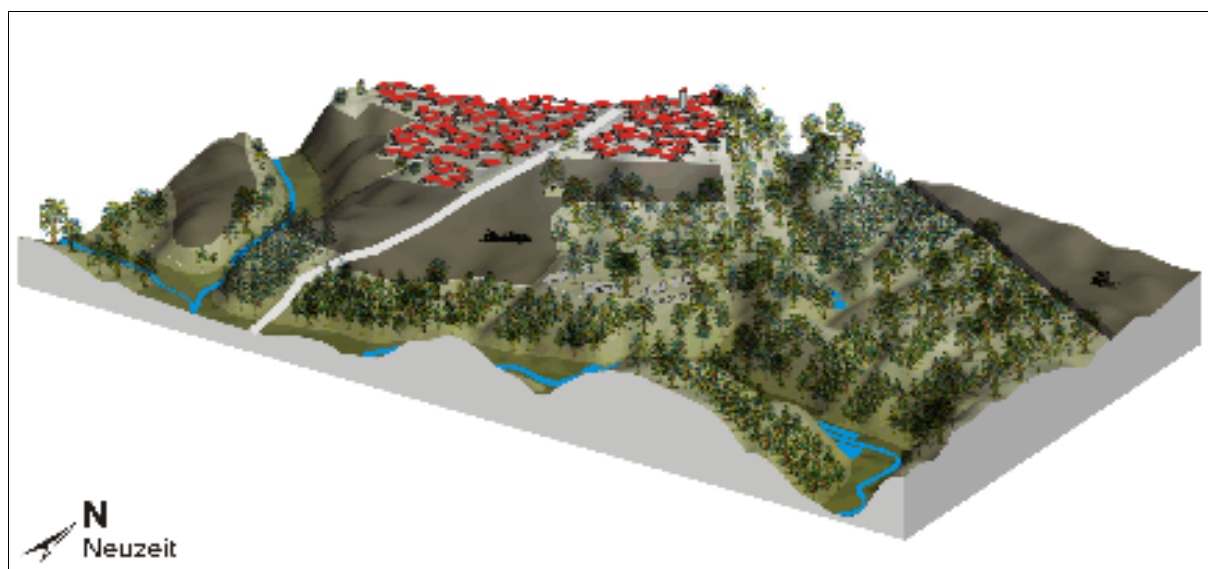


Abb. 86: Modellhafte Siedlungslandschaft des Gieselautals in der Neuzeit/Heute

In der neuzeitlichen Siedlungslandschaft sind viele Strukturen einer heutigen Kulturlandschaft zu finden. Forstlich genutzte Waldflächen, große Siedlungen, moderne Landwirtschaft, Straßen, Bahntrassen usw., aber auch Relikte vergangener Perioden, wie die Hügelgräber und Großsteingräber.

V.2. Langfristige Wirkungen der Landnutzung auf den Stoffhaushalt

Eine geomorphodynamisch stabile Oberfläche und eine erste holozäne Bodenbildung konnten in allen untersuchten Kleineinzugsgebieten für den Großteil des Mesolithikums nachgewiesen werden. Für diesen Zeitraum ist eine langfristige Wirkung auf den partikulären Stoffhaushalt durch die Landnutzung auszuschließen. In den Hangbereichen der Gieselauniederung südlich von Albersdorf hatte sich auf dem größten Teil der kalkfreien Flächen ein Regosol entwickelt

(vgl. BORK et. al 1998 und BORK 2001). Vereinzelt wird dieser Prozess durch günstige Standortbedingungen schon weiter fortgeschritten sein, sodass sich an diesen Standorten eine Braunerde entwickelt hat. Anthropogen verursachte Bodenumlagerungen haben in diesem Zeitraum nicht stattgefunden. Erst mit der ackerbaulichen Tätigkeit wurde der Landschaftsstoffhaushalt nachhaltig verändert.

Durch erste Rodungen von kleineren Flächen wurden erste Bodenerosionsereignisse ausgelöst. In der untersuchten Region wurden in einem Untersuchungsgebiet ungewöhnlich früh, durch mehrere Datierungen belegt, menschliche Eingriffe in den natürlichen Wald nachgewiesen. Dies muss durch die Untersuchung weiterer Standorte geprüft werden. Die Ergebnisse lassen zum gegenwärtigen Zeitpunkt folgende Interpretationsmöglichkeiten zu:

- Die datierten Holzkohlen könnten einem alten Baumbestand (ca. 500 Jahre) entstammen. Innerhalb der Baumscheiben könnten dann die inneren ältesten Holzpartien ein um das Baumalter erhöhtes Datum für die Rodung liefern. Mit diesem zusätzlichen Mutungsintervall würde das Datum dem bisher angenommenen Übergang zum Neolithikum entsprechen. Hierzu sollte jedoch bedacht werden, dass hier hauptsächlich Holzkohleproben datiert wurden, die aus Feuerstellen stammen (vgl. „Altholzproblematik“, Abschnitt II.3.3., S. 15). Somit wurden nicht beliebig große Stämme verbrannt, sondern sie wurden vorher gespalten, wodurch wiederum Kernholz nach außen gerät (Dr. V. ARNOLD, Museum für Archäologie und Ökologie Albersdorf, Korrespondenz vom 24.08.2004).
- Möglicherweise wurden durch die angewandte Methodik im Untersuchungsgebiet die ersten Spuren starker menschlicher Eingriffe in die Landschaft, früher als bisher angenommen, nachgewiesen. Ackerbauliche Tätigkeit konnte für diesen Zeitraum in der Region bisher nicht belegt werden (vgl. LÜNING et al. 1997; KÜSTER 1998; DÖRFLER 2001). Jedoch bemerkt ARNOLD (freundl. mündl. Mitteilung am 29.09.2003) eine gewisse Fundarmut in der Albersdorfer Geest für den Übergang vom Meso- zum Neolithikum. Die untersuchte Delle bietet ein sehr günstiges Lokalklima. Die Delle schützt gut vor nördlichen und westlichen Winden. Gleichzeitig ist bereits im April bei niedrigem Bewuch des Einzugsgebietes eine direkte Sonneneinstrahlung von ca. 8.00-17.00 Uhr möglich. Dies bot in Verbindung mit dem nahen Fließgewässer, der Gieselau, sehr gute Siedlungsbedingungen in der damaligen Landschaft. Des Weiteren muss darauf hingewiesen werden, dass 35 km südlich von Hamburg (Tostedt, Kr. Harburg) ein erster pollenanalytischer Getreidenachweis auf ein Alter 5426-5256 v. Chr. datiert wurde. Dieser Nachweis kann nur als südlicher Kultureinfluss in einem noch mesolithischen Kulturmilieu verstanden werden (LÜNING 2000, 36). Auch in Ostholstein begann die

neolithische Besiedlung überraschenderweise sehr viel früher als der „Ulmenfall“, der nach klassischer Auffassung den Beginn der jungneolithischen Landnahme markiert. Das Pollendiagramm (MEURERS-BALKE 1988) zeigt in bescheidenem Maße Viehzucht und Getreidebau für die Tätigkeit *Ellerbekgruppe* (Phase A des Pollendiagramms: 4880-4360 v. Chr.) an (LÜNING et al. 1997, 40). Laut DÖRFLER (2001, 39) gibt es um 4700 Jahre v. Chr. erste Anzeichen einer produzierenden (d. h. neolithischen) Wirtschaft zur Zeit der Ertebölle-Ellerbeck-Kultur.

Unbestreitbar ist jedoch die durch die menschliche Tätigkeit ausgelöste Bodenerosion und die damit einhergehenden Nutzungsänderungen der Flächen, welche sehr gut die Mensch-Umwelt-Wechselwirkungen verdeutlichen. Der Übergang zum Neolithikum war dynamisch und der Einzug des Ackerbaus hat Schritt für Schritt stattgefunden. Zum Einen hat die Nutzung an einem Standort höchstens einige hundert Jahre gedauert, danach wurden die Siedlungen aufgegeben und neue Plätze aufgesucht (LANG 1994, 244). Zum Anderen gab es selbst im Neolithikum gewisse Rückzugsräume mesolithischer Kulturen (ENNEN & JANNSEN 1979, 37). Eine archäozoologische Untersuchung, die darauf abzielte den epochalen Wandel zu überprüfen, kam zu dem Ergebnis, dass Unterschiede zwar vorhanden, aber relativ gering ausgeprägt und die Übergänge damit fließend seien (LÜNING et al. 1997, 21). Diese so genannte Adaptationsphase haben auch HOIKA (2000) und LÜNING (2000) beschrieben. Für die *Ertebölle-Ellerbek Kultur* mit Keramik (4750-4300 v. Chr.) stellt LÜNING (2000, 221) für den Getreideanbau ein Fragezeichen. Die Ergebnisse der pedologisch-sedimentologischen Untersuchungen belegen die deutliche Nutzungsänderung im Endmesolithikum, jedoch kann auf eine ackerbauliche Nutzung nicht eindeutig geschlossen werden. Hier müsste ein pollenanalytischer Nachweis durch archäobotanische Untersuchungen erfolgen. In diesem Zusammenhang muss deshalb die Frage offen bleiben, zu welchem Zweck der Wald in diesem Bereich geöffnet wurde, da Windwurf oder ein natürlicher Waldbrand anhand der Befundsituation eindeutig auszuschließen sind.

Die Eingriffe und die Mensch-Umwelt-Wechselwirkungen seit dem Neolithikum veranschaulichen alle Untersuchungsgebiete. Die Fluren Falloh und Reddersknüll (Untersuchungsgebiet I und II) direkt durch die nachgewiesenen Erosionsereignisse und die Flur Bredenhoop durch die starke Degradierung des neolithischen Bodens. Der sehr gut ausgeprägte Podsol ist unter Heidevegetation entstanden (vgl. DÖRFLER 2001), welche wiederum auf den Einfluss von Waldweide zurückzuführen ist. Auch während der Bronze- und Eisenzeit bis in die römische Kaiserzeit kommt es immer wieder zu partikulären Stoffumlagerungen und Bodendegradationen in den untersuchten Einzugsgebieten. Dabei nimmt die durchschnittliche Intensität vom Neolithikum bis in die römische Kaiserzeit zu. Dieses steht in engem

Zusammenhang mit dem wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Fortschritt, der sich in diesem Zeitraum vollzog.

Sehr bedeutend sind die Erkenntnisse über das Ausmaß der mittelalter- und neuzeitlichen Bodenerosionen. Schon SCHMIDTCHEN et. al (2003) konnte für den Raum Albersdorf im Mittelalter und der Neuzeit eine sehr geringe Prozessdynamik nachweisen. Andere Autoren konnten jedoch für diesen Zeitraum Bodenerosion nachweisen, die das Ausmaß der Ur- und Frühgeschichte um ein Vielfaches übersteigen (vgl. u. a. BORK et al. 1998; SCHATZ 2000; DOTTERWEICH 2003b; DOTTERWEICH et al. 2003a/b). Nahe liegt hier ein Zusammenhang mit der von MEIER (2000a) postulierten Verlagerung des Siedlungsschwerpunktes in die Marschen. Die Marschgebiete besitzen fruchtbarere Böden als die Geest und boten aus diesem Grund ertragreichere Ernten. Das stärkt die Vermutungen einer extensiven Nutzung (Wälder) der Region seit der Römischen Kaiserzeit (vgl. KELM 2004). In Abb. 87 sind geomorphodynamische Aktivitäts- und Stabilitätsphase gegenübergestellt. Eine Häufung von Bodenumlagerung während des Früh- (4000-3100 v. Chr.) und Mittelneolithikums (3350-2600 v. Chr.) sowie der Bronze- (1700-600 v. Chr.) und Eisenzeit (600 v. Chr - 400 n. Chr.) wird deutlich.

Die immer wiederkehrende Ausbildung von gut ausgeprägten Podsolen könnte den Schluss zulassen, dass mit fortschreitender Bodenentwicklung als Klimaxstadium ein Podsol erreicht wird. Dies setzt jedoch genügend Bildungszeit voraus. Durch die sehr starke Degradierung der ur- und frühgeschichtlichen Böden lässt sich das in drei Untersuchungsgebieten widerlegen. Die recht schwache (initiale) rezente Podsolierung in der Flur Reddersküll (Untersuchungsgebiet I und II) und Teilflächen der Flur Falloh hätten einen Zeitraum von bis zu 1200 Jahren zur Bildung zur Verfügung gehabt. Die rezente schwache Podsolierung muss hier im Zusammenhang mit den Nadelforsten (seit ca. 150 Jahren) gesehen werden. Die sehr starken ur- und frühgeschichtlichen Podsolierungen (fast weiße Ae-Horizonte) in den vier Untersuchungsgebieten hatten teilweise eine maximale Entwicklungszeit von 500 Jahren. Schon ROHDENBURG & MEYER (1968, 176 ff) beschrieben solche Heide-Podsol-Entwicklungen in den holozänen Flugsanddecken Norwestdeutschlands, die unter *Calluna*-Heide eine Bildungszeit von nur wenigen hundert Jahren benötigen. Diese starke Degradierung der Böden ist des Weiteren nicht durch Klimaschwankungen erklärbar, hier wird der menschliche Eingriff in die Boden- und Landschaftsentwicklung deutlich. Die nachgewiesenen, vorgeschichtlichen Podsole sind somit nicht als natürlicher Klimaxboden zu werten, sondern als Relikte intensiver Bodennutzung der prähistorischen Siedler.

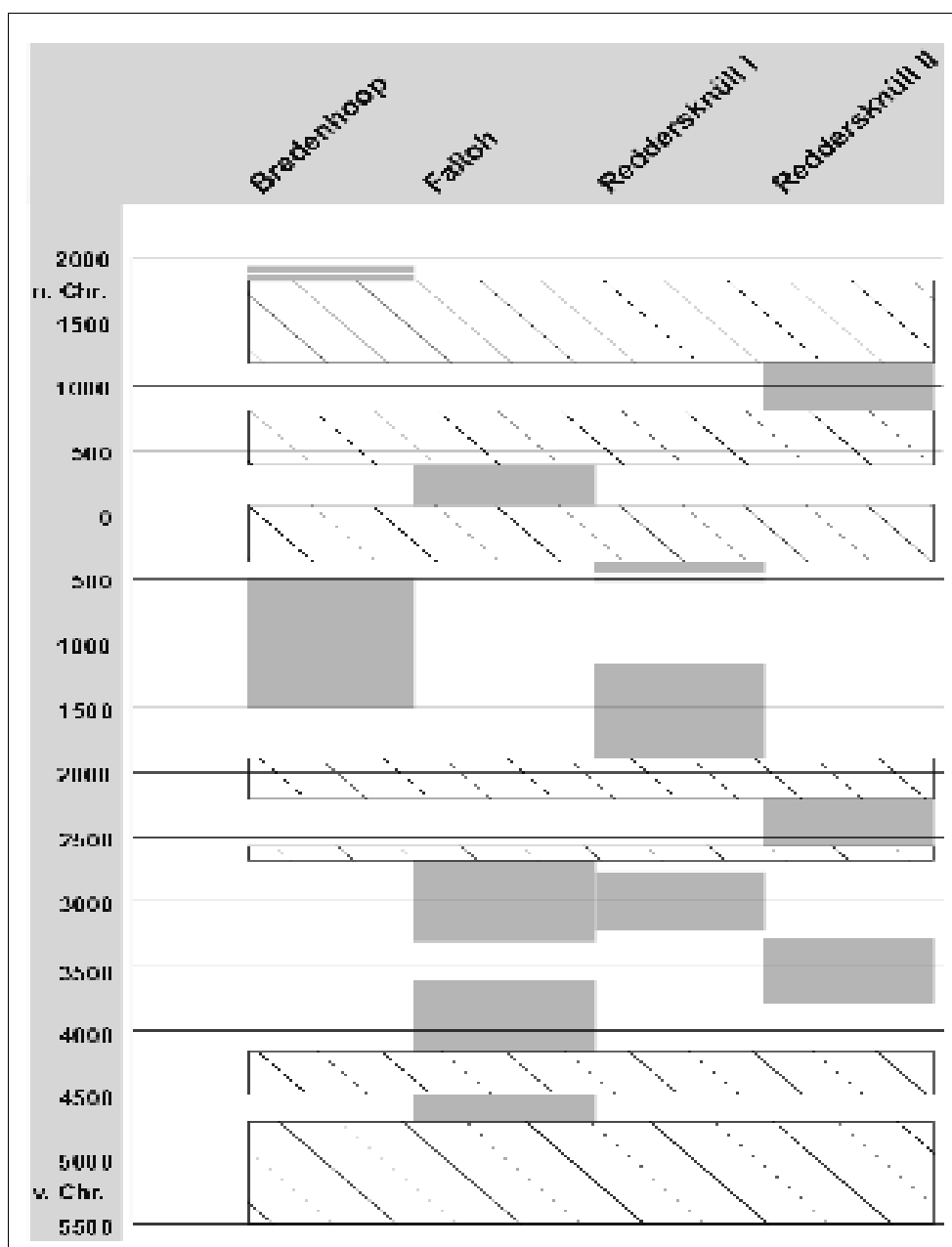


Abb. 87: Übersicht der Zeiträume mit (grau) und ohne (schraffiert) Bodenerosion in den vier Untersuchungsgebieten im Gieselautal südlich von Albersdorf

Abschließend wird der Wanderfeldbau diskutiert. „In der Frühphase der Forschung wurde der „Wanderfeldbau“ als eine primitive und extensive Methode der Landwirtschaft betrachtet, die sich die landnehmenden bandkeramischen Bauern angesichts scheinbar unerschöpflicher Bodenreserven leisten konnten. Später kam die Vorstellung eines regionalen, zyklischen Wanderbautums hinzu [...]. Botanische Argumente für diese Auffassung gab es nicht, und archäologisch rechnet man heute für das Alt- und Mittelneolithikum eher mit mittel- und langfristiger Stabilität der Siedlungen [...]. Das schließt zwar prinzipiell eine Verlagerung der

Anbauflächen mit zwischengeschalteten Gras-, Busch-, oder sogar Waldbrachen nicht aus, doch sollten längere Unterbrechungen eher durch gelegentliche und individuelle Ursachen und nicht im Rahmen eines Betriebssystems entstanden sein.“ (LÜNING 2000, 187). Die in dieser Dissertation erarbeiteten Ergebnisse stützen eine solche These. Darüber hinaus kann die Vorstellung anhand der sedimentologisch-pedologischen Ergebnisse präzisiert werden. Wenn man bei einer mittel- und langfristigen Stabilität der Böden von mehreren 100 Jahren ausgeht, dann trifft diese für den untersuchten Bereich des Gieselautals südlich von Albersdorf zu. Hier dauerten die prähistorischen Bewirtschaftungszeiträume im Schnitt 400-500 Jahren. Zum Abbruch der ackerbaulichen Bewirtschaftung führte fast immer Bodenerosion, wodurch der fruchtbare Oberboden abgetragen wurde und ein Boden zurück-blieb, der ackerbaulich sehr schlecht bis gar nicht nutzbar war. Damit waren gelegentliche und individuelle Ursachen, wie LÜNING (2000, 187) sie beschreibt, durchaus vorhanden und das Resultat einer Mensch-Umwelt-Interaktion. Meiner Meinung nach ist ein Verlegen der Anbauflächen auch nicht auf ein Betriebssystem zurückzuführen. Um dieses jedoch eindeutig zu belegen, müssten archäologische Untersuchungen zur Besiedlungsdichte und zum Besiedlungsverhalten in der Region durchgeführt, sowie eine Vielzahl an Bohrprofilen in der Region pollenanalytisch untersucht werden. In Einzelfällen (Flur Falloh) wechselte die Bewirtschaftungsform, vom Ackerbau zur Waldweide. Die Hintergründe können vielfältig sein und bleiben spekulativ.

VI. Kapitel: Schlussfolgerungen

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte die holozäne Landschaftsentwicklung für einen Abschnitt des Gieselautals südlich von Albersdorf rekonstruiert werden. Dies ermöglichte die gute zeitliche und räumliche Auflösung der vier untersuchten kleinen oberirdischen Wassereinzugsgebiete.

Die Möglichkeit eines unerwartet früheren Einsetzens des Neolithikums im Untersuchungsraum verdeutlicht den bestehenden Forschungsbedarf, dem durch vergleichende Untersuchungen an weiteren Standorten Rechnung zu tragen ist. Hierzu sollte bedacht werden, dass der Übergang vom Mesolithikum zum Neolithikum fließend war und solche Befunde dadurch nur vereinzelt auftreten werden. Oder reduziert sich das Problem des beginnenden Ackerbaus auf eindeutige Definitionen von Mesolithikum und Neolithikum mit ihren Merkmalen? Muss Ackerbau erst von 50% der Bevölkerung betrieben werden, bevor man vom Neolithikum sprechen kann (R. K_{ELM}, AÖZA, Korrespondenzen 02.-05.09.2004)?

Die Beschleunigung der Bodenbildung durch das menschliche Nutzungsverhalten ist bemerkenswert. Durch intensive Waldweide kam es wiederholt zur Ausbildung einer Heidelandschaft. In Sanden führte dies rasch zu einer Versauerung und Podsolierung innerhalb weniger Jahrhunderte (vgl. hierzu ROHDENBURG & MEYER 1968, 177 ff).

Ein Wanderfeldbausystem, wie es von LÜNING (2000, 187-190) kritisch diskutiert wird, kann aus den Ergebnissen dieser Arbeit weder bestätigt noch widerlegt werden. Dennoch stellt sich die Frage, wie oft Bodenerosion an genutzten Hängen zur Aufgabe der ackerbaulichen Tätigkeit geführt hat. Sedimentologisch-pedologische Untersuchungen in Kooperation mit archäologischen Methoden können Beiträge zum Verständnis bzw. zum Hintergrund einer „Feldwechselwirtschaft“ erbringen.

VII. Kapitel: Zusammenfassung / Summary

VII.1. Zusammenfassung

Zur Rekonstruktion vergangener Landschaftszustände wurden sedimentologisch-pedologische Untersuchungen (Aufschlüsse, Bohrungen, Labor- und Literaturanalysen) durchgeführt. Durch die Applikation geoarchäologischer Methoden wurde der Kenntnisstand für die Umgebung von Albersdorf (Schleswig-Holstein, Deutschland) erweitert. Vier Landschaftsausschnitte wurden entlang des Gieselautals nahe Albersdorf untersucht. Stratigraphien wurden für die Untersuchungsgebiete erstellt. Wichtige neue Erkenntnisse zur holozänen Klima-, Landnutzungs- sowie Boden- und Reliefgeschichte konnten erarbeitet werden.

Vor mehr als 6.000 Jahren bewirkten im Raum Albersdorf Rodungen, Ackerbau und Viehhaltung den Wandel von Natur- zu Kulturlandschaften. Waldweide begünstigte die Etablierung von Heidevegetation und die Entwicklung von gut ausgebildeten Podsolen, deren kurze Entwicklungszeiten nicht auf klimatische Fluktuationen zurückgeführt werden können. Anfangs hatte die landwirtschaftliche Lebensweise nur lokale Effekte, die Menschen lebten auf Rodungsinseln im Wald, auf denen sich die wenigen Häuser und kleinen Ackerflächen befanden. Ab dem Mittelneolithikum (ca. seit 5.300 Jahren) konnte ein Landschaftswandel im größeren Umfang für das Gieselautal festgestellt werden. Ein frühes starkes Erosionsereignis, das durch menschliche Tätigkeit ermöglicht worden war, wurde für das Endmesolithikum nachgewiesen.

Seit Beginn der Neuzeit wurden mit dem zunehmenden Bevölkerungswachstum alle Flächen in die Kulturlandschaftsentwicklung einbezogen. Eine strukturreiche Siedlungslandschaft entstand. Bemerkenswert ist das geringe Ausmaß an mittelalterlicher und neuzeitlicher Bodenerosion. Hier belegen die durchgeführten Untersuchungen einen hohen Waldanteil im untersuchten Raum, der einen im Vergleich zu anderen mitteleuropäischen Standorten langen, geomorphodynamisch stabilen Zeitabschnitt verursachte.

VII.2. Summary

Intensive geoarchaeological, sedimentological and pedological investigations were carried out to reconstruct the landscape development during the Holocene in the region of Albersdorf (Schleswig-Holstein, Germany). Interactions between man and environment caused constant changes of the topography and of the soil properties since the Neolithic Age. Soil erosion and soil degradation affected land use considerably. At four investigations areas along the valley of the Gieselau near Albersdorf stratigraphies were established. Important findings with regard to the history of climate, land use, soils and topography could be acquired.

Podzols developed under heath vegetation due to woodland pasture. The strong degradation of the soils was not caused by climatic fluctuations. Agriculture and cattle breeding was introduced in the area under investigation more than 6,000 years ago. The natural landscape was transformed to a cultural landscape. First, only small areas were cleared and used agriculturally. During the Middle Neolithic Age (since 5,300 BP) large parts of the landscape were transformed near the valley of the Gieselau. An exceptionally intensive erosion event was enabled by human land use and caused by heavy rainfall during the End-Mesolithic Period.

During Modern Times the whole area was developed to a cultural landscape. A dense forest cover resulted in very low soil erosion rates during Mediaeval Times and Modern Times.

VIII. Kapitel: Referenzen

VIII.1. Literatur

- ABEL, W. (1962): Die drei Epochen der deutschen Agrargeschichte, Schaper Verlag, Hannover.
- ABEL, W. (1976): Die Wüstungen des ausgehenden Mittelalters, 3. neubearbeitete Aufl., Fischer Verlag, Stuttgart.
- ABEL, W. (1978): Agrarkrisen und Agrarkonjunktur: eine Geschichte der Land- und Ernährungswirtschaft Mitteleuropas seit dem hohen Mittelalter, 3. neubearbeitete und erweiterte Aufl., Parey Verlag, Hamburg.
- AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Auflage, Hannover.
- ARCHÄOLOGISCHES LANDESMUSEUM DER CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT KIEL (1998): Steinzeitliche Jäger in Schleswig-Holstein, Kiel.
- ARNOLD, V. (1981a): 700 Jahre Albersdorf - eine heimliche Jahrtausendfeier. In: Dithmarschen - Zeitschrift für Landeskunde und Heimatpflege, Heft 1/2, Boyens & Co, Heide.
- ARNOLD, V. (1981b): Das Kirchspiel Albersdorf - eine „klassische Quadratmeile“ der Archäologie Westholsteins. In: Dithmarschen - Zeitschrift für Landeskunde und Heimatpflege, Heft 1/2: 7-19, Boyens & Co, Heide.
- ARNOLD, V. (1991): Die vorchristliche Westküste - Besiedlung und Nutzung. In: Frühe Siedler an der Küste - Küstenarchäologie in Dithmarschen und Steinburg, 47-70, Boyens & Co, Heide.
- ARNOLD, V. (1995-97): Das jungsteinzeitliche Erd- und Grabenwerk auf dem Diesknöll bei Albersdorf - erste Untersuchungsergebnisse. In: Wall und Graben, Katalog der Museen in Schleswig-Holstein 21, Heide.
- ARNOLD, V. (2000): Ur- und Frühgeschichte. In: GIETZELT, M. [Hrsg.] Geschichte Dithmarschens, 17-70, Boyens & Co, Heide.
- ARNOLD, V. & R. KELM (2004): Rund um Albersdorf - Ein Führer zu den archäologischen und ökologischen Sehenswürdigkeiten, Boyens & Co, Heide.
- BANTELMANN, A. (1957/1958): Die kaiserzeitliche Marschsiedlung von Ostermoor bei Brunsbüttelkoog, Offa Band 16, Karl Wachholtzer Verlag, Neumünster.
- BARSCHE, H., K. BILLWITZ, H.-R. BORK (2000): Arbeitsmethoden in Physiogeographie und Geoökologie, Justus Perthes, Gotha.
- BEHRE, K.-E. (1987): Meeresspiegelbewegungen und Siedlungsgeschichte in den Nordseemarschen, Heinz Holzberg Verlag, Oldenburg.

- BLUME, H.-P. (1992): Handbuch des Bodenschutzes: Bodenökologie und -belastung, vorbeugende und abwehrende Schutzmaßnahmen, 2. Auflage, ecomed, Lech.
- BORK, H.-R. (1988): Bodenerosion und Umwelt, Abt. für Phys. Geographie u. Landschaftsökologie; Braunschweig.
- BORK, H.-R. (2001): Urgeochichtliche Bodenentwicklung und Bodenzerstörung. In: KELM, R. [Hrsg.]: Zurück zur Steinzeitlandschaft, archäologische und ökologische Forschung zur jungsteinzeitlichen Kulturlandschaft und ihrer Nutzung in Nordwestdeutschland, Band 2, 20-26, Boyens & Co, Heide.
- BORK, H.-R. & C. DALCHOW (2000): Reliefaufnahme. In: BARSCH, H., K. BILLWITZ, H.-R. BORK [Hrsg.]: Arbeitsmethoden in Physiogeographie und Geoökologie, 143-172, Justus Perthes, Gotha.
- BORK, H.-R., C. DALCHOW, M. FRIELINGHAUS (1999): Bodenentwicklung, Bodenzerstörung und Schutzbedürftigkeit von Böden in der Vergangenheit. In: Schutz des Bodens, Economica Verlag, Bonn.
- BORK, H.-R., G. SCHMIDTCHEN, M. DOTTERWEICH (2001): Die Wechselwirkungen zwischen Landnutzung und Bodenzerstörung in Mitteleuropa. In: Regensburger Beiträge zur Prähistorischen Archäologie, Universitätsverlag Regensburg, 43-55, Regensburg.
- BORK, H.-R., H. BORK, C. DALCHOW, B. FAUST, H.-P. PIORR, T. SCHATZ (1998): Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa, Justus Perthes, Gotha.
- BORK, H.-R. & M. FRIELINGHAUS (1997): Zur Tolerierbarkeit von Bodenabtrag, Mitt. DBG. **83**: 83-86; Oldenburg.
- BUND FÜR NATURSCHUTZ [Hrsg.] (1995): Systematik der Biotoptypen- und Nutzungskartierung (Kartieranleitung), Standard-Biotoptypen und Nutzungstypen für die CIR-Luftbild-gestützte Biotoptypen- und Nutzungstypenkartierung für die Bundesrepublik Deutschland, Schriftenr. für Landschaftspflege und Naturschutz **45**, Bonn/Bad Godesberg.
- DÖRFLER, W. (2001): Von der Parklandschaft zum Landschaftspark. In: KELM, R. [Hrsg.]: Zurück zur Steinzeitlandschaft, archäologische und ökologische Forschung zur jungsteinzeitlichen Kulturlandschaft und ihrer Nutzung in Nordwestdeutschland, Band 2, 39-55, Boyens & Co, Heide.
- DÖRFLER, W. (2004): eine Pollenanalyse aus dem Horstenmoor bei Albersdorf. In: KELM, R. [Hrsg.]: Frühe Kulturlandschaften in Europa. Forschung, Erhaltung und Nutzung. Albersdorfer Forschungen zur Archäologie und Umweltgeschichte, Band 3, 86-103, Boyens & Co, Heide.

- DOTTERWEICH, M. (2003a): Vierdimensionale Landschaftsanalyse als Hilfsmittel zur Rekonstruktion früherer Umweltbedingungen in Franken - Auswirkungen und Rückkopplungsmechanismen historischer Landnutzung auf die Landschaft. In: BECKER, H. & J. ERICSSON [Hrsg.]: Bamberger Geographische Schriften, Sonderfolge Band 7. Bamberg.
- DOTTERWEICH, M. (2003b): Landnutzungsbedingte Kerbenentwicklung während Mittelalter und Neuzeit in der Obermainischen Bruchschollenlandschaft bei Kronach. In: BORK, H.-R., G. SCHMIDTCHEN, M. DOTTERWEICH [Hrsg.]: Bodenbildung, Bodenerosion und Reliefentwicklung im Mittel- und Jungholozän Deutschlands, 57-112, Forschungen zur deutschen Landeskunde, Band **253**, Flensburg.
- DOTTERWEICH, M., A. SCHMITT, H.-R. BORK, G. SCHMIDTCHEN (2003a): Jungholozäne Bodenerosion und Kerbenentwicklung im Wolfsgraben bei Bamberg. In: BORK, H.-R., G. SCHMIDTCHEN, M. DOTTERWEICH [Hrsg.]: Bodenbildung, Bodenerosion und Reliefentwicklung im Mittel- und Jungholozän Deutschlands, 129-164, Forschungen zur deutschen Landeskunde, Band **253**, Flensburg
- DOTTERWEICH, M., J. HABERSTROH, H.-R. BORK (2003b): Mittel- und jungholozäne Siedlungsentwicklung, Landnutzung, Bodenbildung und Bodenerosion an einer mittelalterlichen Wüstung bei Friese, Landkreis Kronach in Oberfranken. In: BORK, H.-R., G. SCHMIDTCHEN, M. DOTTERWEICH [Hrsg.]: Bodenbildung, Bodenerosion und Reliefentwicklung im Mittel- und Jungholozän Deutschlands, 17-56, Forschungen zur deutschen Landeskunde, Band **253**, Flensburg.
- DRACHENFELS, O. V. (1994): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der nach § 28a und § 28b NnatG geschützten Biotope, Stand September 1994, Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, A/4, Hannover.
- EHLERS, J. (1990): Untersuchungen zur Morphodynamik der Vereisungen Norddeutschlands unter Berücksichtigung benachbarter Gebiete. In: Bremer Beiträge zur Geographie und Raumplanung, Heft **19**, Zentraldruckerei Universität Bremen, Bremen.
- ELSNER, H. (2002): Haithabu - Handelszentrum der Wikingerzeit. In: WITT, J. M. & H. VOSGERAU [Hrsg.]: Schleswig-Holstein von den Ursprüngen bis zur Gegenwart - Eine Landesgeschichte, 63-70, Convent Verlag, Hamburg.
- ENNEN, E. & W. JANSSEN (1979): Deutsche Agrargeschichte - Vom Neolithikum bis zur Schwelle des Industriezeitalters, Franz Steiner Verlag, Wiesbaden.
- FIRBAS, F. (1952): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, Band **2**, Gustav Fischer Verlag, Jena.

- FRÄNZLE, O. (1988): Periglaziale Formung der Altmoränengebiete Schleswig-Holsteins. In: Berliner Geographische Abhandlungen, Heft **47**: Untersuchungen zur Geomorphologie der Bundesrepublik Deutschland - Neue Ergebnisse der geomorphologischen Kartierung, Selbstverlag des Institutes für Physische Geographie der FU Berlin, Berlin.
- FRÄNZLE, O. (2004): Reliefentwicklung und Bodenbildung in Schleswig-Holstein. In: Vorstand des "Vereins zur Förderung der Ökosystemforschung zu Kiel e.V." und "Direktorium des Ökologie-Zentrums Universität Kiel" [Hrsg.]: Streifzug durch 6000 Jahre Landnutzungs- und Landschaftswandel in Schleswig-Holstein - Ein Exkursionsführer, EcoSys Suppl. Band **41**, 11-33, Kiel.
- FRENZEL, B., M. PECSI, A. A. VELICHKO (1992): Atlas of paleoclimates and paleoenvironment of the northern hemisphere - late pleistocene-holocene, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- FRIELINGHAUS, M. & H.-R. BORK (1999): Ausblick. In: Schutz des Bodens, 122-124, Economica Verlag, Bonn.
- GIETZELT, M. (2000): Geschichte Dithmarschens, Boyens & Co, Heide.
- GLASER, R. (2001): Klimageschichte Mitteleuropas: 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen, Wiss. Buchgesellschaft, Darmstadt.
- GRAM-JENSEN, I. (1985): Sea floods - Contributions to the climatic history of Denmark, climatological paper, No. **13**, Danish Meteorological Institute, Kopenhagen.
- GRIFF, K. (1964): Erdgeschichte von Schleswig-Holstein, Karl Wachholtz Verlag, Neumünster.
- HAHN, H.-U. (1992): Die morphogenetische Wirksamkeit historischer Niederschläge, Würzburger Geographische Arbeiten, Heft **82**, Würzburg.
- HASENFLUG, W. (1968): Studien zur rezenten Hangüberformung in der Knicklandschaft Schleswig-Holsteins, Inaugural-Dissertation, Kiel.
- HENNIG, F.-W. (1994): Deutsche Agrargeschichte des Mittelalters - 9.-15. Jahrhundert, Eugen Ulmer, Stuttgart.
- HINGST, H. (1983): Die vorrömische Eisenzeit Westholsteins. In: Offa Bücher, Band **49**, Karl Wachholtz Verlag, Neumünster.
- HOFFMANN, D. (1991): Die erdgeschichtliche Entwicklung des Küstengebiets. In: Frühe Siedler an der Küste - Küstenarchäologie in Dithmarschen und Steinburg, 24-37, Boyens & Co, Heide.
- HOFFMANN, D. (2004): Holocene landscape development in the marshes of the West Coast of Schleswig-Holstein, Germany. In: Quaternary International **112**, 29-36, Elsevier Ltd and Inqua.

- HÖHN, A. (2000): Organische Substanz in Boden und Wasser. In: BARSCH, H., K. BILLWITZ, H.-R. BORK [Hrsg.]: Arbeitsmethoden in Physiogeographie und Geoökologie, 340-352 Justus Perthes, Gotha.
- HOIKA, J. (2000): Grenzfragen - oder: James Watt und die Neolithisierung. In: KELM, R. [Hrsg.]: Vom Pfostenloch zum Steinzeithaus, Albersdorfer Forschungen zur Archäologie und Umweltgeschichte, Band 1, 53-69, Boyens & Co, Heide.
- HSÜ, K. J. (2000): Klima macht Geschichte, orell füssli Verlag AG, Zürich.
- JENSSEN, C., A. KAPHENHAUSEN, N. R. NISSEN, E. WOHLBERG (1994): Dithmarschen - Land an der Küste, 3. überarbeitete Aufl., Boyens & Co, Heide.
- KALIS, A. J., & J. MEURERS-BALKE, M. (1988): Wirkungen neolithischer Wirtschaftsweise in Pollendiagrammen, Arch. Info. 11, 39-53.
- KEILING, H. (1999): Zur Bronzezeit in Norddeutschland, Karl Wacholtzer Verlag, Neumünster.
- KELM, R. (2000): Zurück zur Kulturlandschaft der Jungsteinzeit in Norddeutschland - Das Archäologisch-Ökologische Zentrum Albersdorf. In: KELM, R. [Hrsg.]: Vom Pfostenloch zum Steinzeithaus, Albersdorfer Forschungen zur Archäologie und Umweltgeschichte, Band 1, 11-22, Boyens & Co, Heide.
- KELM, R. (2001): Lebendige Steinzeit in Albersdorf - Erste Erfahrungen mit dem museumspädagogischen Angebot des Archäologisch-Ökologischen Zentrums Albersdorf. In: KELM, R. [Hrsg.]: Zurück zur Steinzeitlandschaft, Albersdorfer Forschungen zur Archäologie und Umweltgeschichte, Band 2, 145-155, Boyens & Co, Heide.
- KELM, R. (2004): Die ältere Besiedlungsgeschichte der Albersdorfer Geest, Kreis Dithmarschen - Ein Überblick zum Forschungsstand. In: VORSTAND DES "VEREINS ZUR FÖRDERUNG DER ÖKOSYSTEMFORSCHUNG ZU KIEL E.V." UND "DIREKTORIUM DES ÖKOLOGIE-ZENTRUMS UNIVERSITÄT KIEL" [Hrsg.]: Streifzug durch 6000 Jahre Landnutzungs- und Landschaftswandel in Schleswig-Holstein - Ein Exkursionsführer, EcoSys Suppl. Band 41, 71-102, Kiel.
- KELM, R. (2005): Frühe Kulturlandschaften in Europa. Forschung, Erhaltung und Nutzung. Albersdorfer Forschungen zur Archäologie und Umweltgeschichte, Band 3, Boyens & Co, Heide.
- KNOTHE, D. (2000): Physikalische Untersuchungen. In: BARSCH, H., K. BILLWITZ, H.-R. BORK [Hrsg.]: Arbeitsmethoden in Physiogeographie und Geoökologie, 293-319, Justus Perthes, Gotha.
- KOOP, E. (1968): Die Stratigraphische Aussage rezenter und fossiler Bodenbildungen aus Saalezeitlichen Sedimenten Norddeutschlands, Inaugural-Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität zu Bonn, Bonn.

- KÜHN, H. J. (1979): Das Spätneolithikum in Schleswig-Holstein. In: Offa Bücher, Band 4, Karl Wachholtz Verlag, Neumünster.
- KÜSTER, H. (1993): Die Entstehung von Vegetationsgrenzen zwischen dem östlichen und dem westlichen Mitteleuropa während des Postglazials. In: LANG, A., H. PARZINGER, H. KÜSTER [Hrsg.]: Kulturen zwischen Ost und West, 473-492, Akademie Verlag, Berlin.
- KÜSTER, H. (1998): Geschichte des Waldes, C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München.
- KÜSTER, H. (2001): Natur, Umwelt, Landschaft. Definitionsversuche aus der Sicht der Vegetationsgeschichte. In: KELM, R. [Hrsg.]: Zurück zur Steinzeitlandschaft, Albersdorfer Forschungen zur Archäologie und Umweltgeschichte, Band 2, 11-19, Boyens & Co, Heide.
- LANG, G. (1994): Quatäre Vegetationsgeschichte Europas, Gustav Fischer Verlag, Jena.
- LANGE, U. (1996): Geschichte Schleswig-Holsteins von den Anfängen bis zur Gegenwart, Karl Wachholtz Verlag, Neumünster.
- LENKE, W. (1968): Das Klima Ende des 16. und Anfang des 17. Jahrhunderts nach Beobachtungen von Tycho de Brahe auf Hven, Leonhard III. Treuttwein in Fürstenfeld und David Fabricius in Ostfriesland, DWD, Offenbach.
- LIEDTKE, H. (1981): Die nordischen Vereisungen in Mitteleuropa, 2. erweiterte Aufl., Zentralausschuss für deutsche Landeskunde, Trier.
- LIEDTKE, H. (1994): Physische Geographie Deutschlands, Justus Perthes, Gotha.
- LORRA, S. (1996): Geophysikalische Prospektion und Modellierung archäologischer Fundplätze in Schleswig-Holstein, Universitätsforschung zur Prähistorischen Archäologie Band 36, Dr. Rudolf Habelt Verlag, Bonn.
- LU PENGAN (1994): Die Entwicklung der Forschung zu Bodenerosion und Bodenschutz in Mitteleuropa, Zalfberichte Nr. 10. Müncheberg.
- LÜNING, J. (2000): Steinzeitliche Bauern in Deutschland - Die Landwirtschaft im Neolithikum, Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, Band 58, Habelt, Bonn.
- LÜNING, J., A. JOCKENHÖVEL, H. BENDER, T. CAPELLE (1997): Deutsche Agrargeschichte - Vor- und Frühgeschichte, Eugen Ulmer, Stuttgart.
- MEIER, D. (1991): Küstenarchäologie in Dithmarschen. In: Frühe Siedler an der Küste - Küstenarchäologie in Dithmarschen und Steinburg, 130-148, Boyens & Co, Heide.
- MEIER, D. (2000a): Siedlungsarchäologische Untersuchungen in Dithmarschen. In: KELM, R. [Hrsg.]: Vom Pfostenloch zum Steinzeithaus, Albersdorfer Forschungen zur Archäologie und Umweltgeschichte, Band 1, 23-42, Boyens & Co, Heide.

- MEIER, D. (2000b): Landschaftsgeschichte, Siedlungs- und Wirtschaftsweise der Marsch. In: VEREIN FÜR DITHMARSCHER LANDESKUNDE E. V. [Hrsg.]: Sonderdruck aus Geschichte Dithmarschens, Boyens & Co, Heide.
- MEIER, D. (2001): Landschaftsentwicklung und Siedlungsgeschichte des Eiderstedter und Dithmarscher Küstengebietes als Teilregionen des Nordseeküstenraumes. Teil 1 Die Ansiedlungen; Teil 2 Der Siedlungsraum, Habelt, Bonn.
- MEIER, D. (2004): Von steinzeitlichen Gräbern zum mittelalterlichen Dorf. In: ARNOLD, V. & R. KELM [Hrsg.]: Rund um Albersdorf - Ein Führer zu den archäologischen und ökologischen Sehenswürdigkeiten, 15-22, Boyens & Co, Heide.
- MEIER, D. & F. THAMM (1999): Dithmarschen, Ellert & Richter Verlag, Hamburg.
- MEIER, D. & J.-D. PAUKSZTAT (1999): Untersuchungen zur Landschafts- und Siedlungsgeschichte des Süderdithmarschen Küstengebietes. In: Jahresbericht 1999 des Forschungs- und Technologiezentrums Büsum: 36-39, Büsum.
- MENKE, M. (1972): Die jüngere Bronzezeit in Holstein, Offa Bücher Band **25**, Karl Wachholtz Verlag, Neumünster.
- MÜLLER-WESTENMEIER, G. A. KREIS, E. DITTMANN (1999): Klimaatlas Bundesrepublik Deutschland, DWD, Offenbach.
- MUNSELL (2000): Soil Color Charts, New Windsor, New York.
- NILLER, H. P. (1998): Prähistorische Landschaften im Lößgebiet bei Regensburg. Kolluvien, Auenlehme und Böden als Archive der Paläoumwelt, Regensburger Geographische Schriften, Heft **31**, Regensburg.
- PFISTER, C. (1999): Wetternachhersage: 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen, Paul Haupt Verlag, Bern.
- REISS, S. (2002): Prähistorische Landschaftsentwicklung in Dithmarschen, unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Potsdam.
- REISS, S. (2004): Region Albersdorf I und II. In: VORSTAND DES "VEREINS ZUR FÖRDERUNG DER ÖKOSYSTEMFORSCHUNG ZU KIEL E.V." UND "DIREKTORIUM DES ÖKOLOGIE-ZENTRUMS UNIVERSITÄT KIEL" [Hrsg.]: Streifzug durch 6000 Jahre Landnutzungs- und Landschaftswandel in Schleswig-Holstein - Ein Exkursionsführer, EcoSys Suppl. Band **41**, 61-70 und 103-128, Kiel.
- REISS, S. & H.-R. BORK (2005): Landnutzung, Bodenerosion, Boden- und Reliefentwicklung - Ein Beitrag zur Landschaftsgeschichte in der Region um Albersdorf (Dithmarscher Geest). In: KELM, R. [Hrsg.]: Frühe Kulturlandschaften in Europa. Forschung, Erhaltung und Nutzung. Albersdorfer Forschungen zur Archäologie und Umweltgeschichte, Band **3**, 68-85, Boyens & Co, Heide.

- REISS, S., R. KELM, H.-R. BORK (2005): Economics and environmental changes during the Funnel Beaker Culture - investigations in the valley of the Gieselau near Albersdorf, Schleswig-Holstein (Germany). In: Environmental Archaeology. The journal of human palaeoecology. (Im Druck).
- ROHDENBURG, H. (1989): Landscape Ecology- Geomorphology, Catena Paperback, Cremling-Destedt.
- ROHDENBURG, H. & B. MEYER (1968): Zur Datierung und Bodengeschichte mitteleuropäischer Oberflächenböden (Schwarzerden, Parabraunerde, Kalksteinbraunlehm): Spätglazial oder Holozän? In: Göttinger bodenkundliche Berichte, Nr. 6, 127-212, Göttingen.
- RÖSNER, U., C. TÖPFER (1999): Historische Bodenerosion auf Flurwüstungen im westlichen Steigerwald, Mitteilungen der Fränkischen Geographischen Gesellschaft, Band 46, 27-73, Erlangen.
- SCHACHTSCHABEL P., H.-P. BLUME , G. BRÜMMER, K. H. HARTGE, U. SCHWERTMANN(1998): Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde, 14. Auflage, Enke.
- SCHATZ, T. (2000): Untersuchungen zur holozänen Landschaftsentwicklung in Nordostdeutschland, Zalfberichte Nr.41, Müncheberg.
- SCHMIDTCHEN, G. & H.-R. BORK (2003): Changing human impact during the period of agriculture in Central Europe; The case study Biesdorfer Kehlen, Brandenburg, Germany. In: LANG, A., HENNRICH, K. U. R. DIKAU [Hrsg.]: Long term hillslope and fluvial system modelling - Concepts and case studies from the Rhine river catchment. Lecture Notes in Earth Sciences 101: 195-224. Springer-Verlag, Heidelberg.
- SCHMIDTCHEN, G., H.-R. BORK, M. DOTTERWEICH (2001): Junge Erosionskatastrophen in Ostbrandenburg. In: Petermanns Geographische Mitteilungen, Nr. 6, 74-82, Gotha.
- SCHMIDTCHEN, G., H.-R. BORK, S. REISS, R. KELM (2003): Bodendegradation auf der Dithmarscher Geest - Die Flur Reddersknüll bei Albersdorf. In: BORK, H.-R., G. SCHMIDTCHEN, M. DOTTERWEICH [Hrsg.]: Bodenbildung, Bodenerosion und Reliefentwicklung im Mittel- und Jungholozän, Forschungen zur deutschen Landeskunde, Band 253, Schleswig.
- SCHMIDTKE, K.-D. (1995): Die Geschichte Schleswig-Holsteins, Karl Wachholtzer Verlag, Neumünster.
- SCHWABEDISSEN, H. (1961): Vom Jäger zum Bauern der Steinzeit in Schleswig-Holstein, Karl Wachholtzer Verlag, Neumünster.
- SEMMEL, A. (1993): Grundzüge der Bodengeographie, 3. überarb. Aufl.. In: BLÜMEL, W. D., CH. BORCHERT, E. LÖFFLER, E. WIRTH [Hrsg.]: Teuber Studienbücher der Geographie, B.G. Teuber, Stuttgart.

- SEMMELE, A. (1995): Probleme der Bodenabtragung: Beobachtung, Ursachen, Folgen, Schutzmaßnahmen, Forum Clausthal, **4**: 62-74, Chlaustahl.
- STREHL, E. (1996): Zum Verlauf der äußeren Grenze der Weichselvereisung zwischen Owschlag und Nortorf (Schleswig-Holstein). In: Eiszeitalter und Gegenwart Nr. **36**, 37-41, Hannover.
- STREIF, H. (2002): Nordsee und Küstenlandschaft - Beispiel einer dynamischen Landschaftsentwicklung. In: Akademie der Wissenschaften Hannover Veröffentlichung **20**, 134-149, Hannover.
- STUIVER, M., REIMER, P. J., BARD, E., BECK, J. W., BURR, G. S., HUGHEN, K. A., KROMER, B., MCCORMAC, F. G., PLICHT, J. u. M. SPURK (1998): INTCAL98 Radiocarbon age calibration 24,000 - 0 cal BP, Radiocarbon, Volume **40**: 1041-1083.
- TINAPP, C., H. MELLER, R. BAUMEISTER, J. OEXLE (2000): Geoarchäologische Untersuchungen zur holozänen Reliefentwicklung bei Großstorkwitz (Weiße Elster, Leipziger Land), Die Erde **131**, 89-106.
- TOLKSDORF-LIENEMANN, E. (2000): Genese und Klassifizierung von Podsolen im Nordwestdeutschen Flachland, Dissertation, Carl von Ossietzky Universität, Oldenburg.
- WALTER, R. (1992): Geologie von Mitteleuropa, 5. Aufl., Schweizerbart, Stuttgart.
- WITT, J. M. (2002a): Früh- und Hochmittelalter: Die Entstehung Schlesiws und Holsteins. In: WITT, J. M. & H. VOSGERAU [Hrsg.]: Schleswig-Holstein von den Ursprüngen bis zur Gegenwart - Eine Landesgeschichte, 71-110, Convent Verlag, Hamburg.
- WITT, J. M. (2002b): Das Spätmittelalter: Schleswig und Holstein wachsen zusammen. In: WITT, J. M. & H. VOSGERAU [Hrsg.]: Schleswig-Holstein von den Ursprüngen bis zur Gegenwart - Eine Landesgeschichte, 121-157, Convent Verlag, Hamburg.
- WOHLENBERG, E. (1984): Dithmarschen eine landschaftsgeschichtliche Untersuchung. In: JENSSEN, C., A. KAPHENHAUSEN, N. R. NISSEN, E. WOHLNBERG [Hrsg.]: Dithmarschen - Land an der Küste, 3. überarbeitete Aufl., Boyens & Co, Heide.
- WUNDERLICH, J. (2000): Prähistorische und historische Bodenerosion im Amöneburger Becken - Abgeleitet aus einer Sequenz datierter Kolluvien, Berichte der Kommission für archäologische Landesforschung in Hessen, **5**, 9-15, Wiesbaden.

VIII.2. Karten

- GEOLOGISCHES LANDESAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN (1983): Bodenkarte von Schleswig-Holstein 1:25000, 1821 Nordhastedt, Kiel.
- GEOLOGISCHES LANDESAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN (1988): Geologische Karte von Schleswig-Holstein 1:25000, 1821 Nordhastedt, Kiel.
- LANDESVERMESSUNGSAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN (1880): Topographische Karte 1:25000, Blatt 1821 Nordhastedt, Kiel.
- LANDESVERMESSUNGSAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN (1921): Topographische Karte 1:25000, Blatt 1821 Nordhastedt, Kiel.
- LANDESVERMESSUNGSAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN (1948): Topographische Karte 1:25000, Blatt 1821 Nordhastedt, Kiel.
- LANDESVERMESSUNGSAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN (1954): Topographische Karte 1:25000, Blatt 1821 Nordhastedt, Kiel.
- LANDESVERMESSUNGSAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN (1968): Topographische Karte 1:25000, Blatt 1821 Nordhastedt, Kiel.
- LANDESVERMESSUNGSAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN (1977): Topographische Karte 1:25000, Blatt 1821 Nordhastedt, Kiel.
- LANDESVERMESSUNGSAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN (1999): Topographisch Militärische Charte des Herzogtums Holstein, aus: Varendorfsche Karte (1780-1996), Kiel.
- LANDESVERMESSUNGSAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN (2001): Deutsche Grundkarte mit Höhenlinien 1:5000 von 1967, Nachträge 2001, 1821/53 Albersdorf, Kiel.
- LANDESVERMESSUNGSAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN (2002): Topographische Karte 1:25000 (Normalausgabe), Blatt 1821 Nordhastedt, 3. Auflage, Kiel.

IX. Kapitel: Glossar

AMS-¹⁴C-Datierung

Accelerator Mass Spectrometry (Beschleuniger-Massenspektrometrie)

Methode zum Bestimmen des Alters von organischen Verbindungen (Holzkohle, Holz, Knochen u. a.).

AÖZA

Archäologisches-Ökologisches Zentrum Albersdorf

AD

(Anno Domini), Altersbezeichnung bei OSL-, TL- und ¹⁴C-Datierungen, nach Christi Geburt

cal AD

Kalibriertes ¹⁴C-Alter (in dieser Arbeit wurde die Two Sigma Range angegeben)

BC

(Before Christ), Altersbezeichnung bei OSL-, TL- und ¹⁴C-Datierungen, vor Christi Geburt

cal BC

Kalibriertes ¹⁴C -Alter (in dieser Arbeit wurde die Two Sigma Range angegeben)

Catena

Regelmäßige Abfolge von Böden und Sedimenten entlang einer Gefällelinie eines Hanges.

Celtic fields

Aufteilung des Landes in rechteckige Parzellen zur landwirtschaftlichen Bewirtschaftung. Kultiviert durch eine Person oder Familie.

Erosion (nach BORK et al.1998)

Bodenerosion

Durch Wasser oder Wind ausgelöste Prozesse der Ablösung, des Transportes und der Ablagerung von Bodenpartikeln

linienhafte Bodenerosion

Konzentrierter Abfluss entlang eines Bündelungspfades verursacht linienhaften Abtrag von Boden.

flächenhafte Bodenerosion

Langfristiger mehr oder weniger gleichmäßiger Prozess der Bodenabtragung. Einzelne linienhafte Erosionsereignisse verursachen eine Vielzahl von Rillen auf der Bodenoberfläche, die durch Bodenbearbeitung ausgeglichen werden.

schleichende Bodenerosion

Erosionsereignis, das aufgrund kurzfristig geringer Abtragsbeträge nicht als ertragsmindernd oder reliefverändernd wahrgenommen wird.

Erosionsereignisse

Ereignisse, die zur Verlagerung von Bodenpartikeln führen, ausgelöst durch starke Niederschläge oder Wind.

Geoarchiv

In dieser Arbeit wird das Geoarchiv als Archiv für ein kleines, oberirdisches Wassereinzugsgebiet verstanden. Im Geoarchiv werden sedimentologische Ablagerungen, Bodenbildungen, aber auch archäologische Relikte konserviert.

GIS

Geoinformationssystem

GIS-Programm

Programm zum Auswerten von digitalen Geländedaten.

Grid

Eine Serie von vertikalen und horizontalen Linien, die Höhenwerte (Z-Achse) in einer Menge von Rechtecken ausdrückt.

Jungsteinzeitliches Erdwerk

Merkmale sind: Umhegung eines größeren Areals ($\frac{1}{2}$ Hektar) durch einen oder mehrere Gräben mit Erdbrücken, Nachweis von grabenbegleitenden Palisadengräben, jungsteinzeitliches Alter.

Neolithisierung

Beschreibt den Übergang zur dauerhaften Ansiedlung und produzierenden Wirtschaft in Form von Ackerbau und Viehzucht während des Neolithikums.

Nulllinie

Einnivellierte, waagerechte Linie im Aufschluss, zur Vermessung der Horizonte und Schichten.

Wurt/Warft

Künstlich mit Klei oder Mist aufgetragener Siedlungshügel in der Marsch als Sicherung gegen Sturmfluten.

X. Kapitel: Anhang

X.1. Tabellen

Tab. 9: Trockendichten der Kolluvien der Untersuchungsgebiete Bredenhoop, Falloh, Reddersknüll I und II

Flur	Kolluvium	Dichte (g/cm ³)
Bredenhoop	M ₁	1,4
Falloh	M ₁	1,4
	M ₂	1,5
	M ₃	1,4
	M ₄	1,4
	M ₅	1,4
Reddersknüll I	M ₁	1,5
	M ₂	1,5
	M ₃	1,5
	M ₄	1,5
Reddersknüll II	M ₁	1,5
	M ₂	1,4
	M ₃	1,4

Tab. 10: Ergebnisse der exemplarischen CaCO₃-Bestimmung

Labornummer	Probe	Horizont	Probenentnahme (cm)		CaCO ₃ (%)
			vertikal	horizontal	
1	BA4 M ₃ Bv	M ₃ Bv	1275-1285	15-22	0,03
2	BA4 M ₂ Ah	M ₂ Ah	1275-1285	40-43	0,02
3	BA4 M ₂ Bv	M ₂ Bv	1275-1285	55-65	0,01
11	BA5 Bv ₂	Bv ₂	255-265	115-125	0,01
21	FA2 M ₅ Bh	M ₅ Bh	845-855	9-15	0,05
26	FA2 M ₃ Bv	M ₃ Bv	845-855	50-55	0,04
31	FA3 M ₅ Ah	M ₅ Ah	275-285	0-5	0,01
38	FA3 Ah	Ah	305-315	105-110	0,03
40	RA11 M ₃ Ah	M ₃ Ah	175-185	0-5	0,05

Tab. 11: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss BA4

Labornummer	Probe	Horizont	Probenentnahme (cm)		Korngrößen (Gew. %)										Bodenart	pH	CaCO ₃ (%)	C (%)	org. S. (%)	N (%)	C/N	Dichte (g/cm ³)	
			vertikal	horizontal	Skelett		Sand		Sand (Gesamt)					Schluff									Ton
					>2000µm	2000-1000µm	1000-500µm	500-250µm	250-125µm	125-63µm	2000-63µm	63-2µm	<2µm										
1	BA4 M ₃ Bv	M ₃ Bv	835-845	15-22	6,4	2,2	9,3	24,1	24,7	7,8	68,0	14,8	11,1	Si3	4,5	0,03	1,1	1,9	0,07	16,2	1,4		
2	BA4 M ₂ Ah	M ₂ Ah	835-845	40-43	2,1	1,9	8,1	21,2	22,1	14,0	67,2	21,3	9,3	Si3	4,0	0,02	0,9	1,6	0,05	18,4	1,3		
3	BA4 M ₂ Bv	M ₂ Bv	835-845	55-65	2,3	1,0	4,4	18,6	26,3	19,2	69,5	21,2	7,0	Si2	4,5	0,01	0,6	1,1	0,03	21,2	-		
4	BA4 M ₁ Bv	M ₁ Bv	835-845	85-95	1,5	0,4	15,1	13,5	20,1	13,9	63,0	24,7	10,6	Si3	4,5	-	0,8	1,4	0,03	23,8	1,4		
5	Ba4 Cl	Cl	835-845	105-115	0,4	0,1	0,8	8,4	34,5	29,4	73,2	23,2	2,2	Su2	4,5	-	0,2	0,3	0,01	33,8	-		

Tab. 12: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss BA5

Labornummer	Probe	Horizont	Probenentnahme (cm)		Korngrößen (Gew. %)									Bodenart	pH	CaCo ₃ (%)	C(%)	org. S. (%)	N (%)	C/N	Dichte (g/cm ³)		
					Skelett		Sand		Sand (Gesamt)													Schluff 63-2 µm	Ton <2 µm
					vertikal	horizontal	>2000µm	2000-1000 µm	1000-500 µm	500-250 µm	250-125 µm	125-63 µm	2000-63 µm										
6	BA5 M ₃ Bv	M ₃ Bv	255-265	20-30	3,9	1,1	7,5	21,1	21,6	11,2	62,4	28,5	5,0	Su3	5,0	-	1,4	2,5	0,09	16,6	-		
7	BA5 M ₂ Bv	M ₂ Bv	255-265	45-55	0,5	1,3	5,8	16,1	20,2	14,1	57,4	35,3	6,3	Su3	4,5	-	1,0	1,7	0,05	19,8	-		
8	BA5 M ₁ Ae	M ₁ Ae	255-265	60-65	0,5	0,8	3,1	12,7	19,7	15,0	51,3	31,7	16,3	Sl4	4,0	-	1,1	1,9	0,04	26,6	-		
9	BA5 M ₁ Bs(h)	M ₁ Bs(h)	255-265	75-85	0,5	0,4	3,0	13,1	23,4	19,7	59,6	38,1	0,9	Su3	4,0	-	1,4	2,3	0,05	25,4	-		
10	BA5 Bv ₁	Bv ₁	255-265	95-105	0,3	8,8	1,0	9,8	18,7	16,4	54,7	41,5	1,6	Su4	4,5	-	1,1	2,0	0,04	28,4	-		
11	BA5 Bv ₂	Bv ₂	255-265	115-125	0,0	0,0	0,2	1,9	7,2	17,3	26,6	69,7	3,2	Us	4,5	0,01	0,2	0,4	0,01	17,4	-		

Tab. 13: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss BA6

Labornummer	Probe	Horizont	Probenentnahme (cm)		Korngrößen (Gew. %)									Bodenart	pH	CaCo ₃ (%)	C(%)	org. S. (%)	N (%)	C/N	Dichte (g/cm ³)		
					Skelett		Sand		Sand (Gesamt)													Schluff 63-2 µm	Ton <2 µm
					vertikal	horizontal	>2000µm	2000-1000 µm	1000-500 µm	500-250 µm	250-125 µm	125-63 µm	2000-63 µm										
12	BA6 M ₃ Ah	M ₃ Ah	235-245	0-5	2,5	0,8	5,6	22,9	29,0	13,2	71,4	20,8	4,9	Su2	6,0	-	0,8	1,4	0,06	13,3	-		
13	BA6 M ₃ Ap	M ₃ Ap	715-725	20-30	1,6	1,1	3,8	20,2	29,0	15,4	69,5	27,5	1,3	Su3	5,5	-	0,7	1,3	0,04	18,9	-		
14	BA6 M ₂ Ap	M ₂ Ap	235-245	35-45	1,5	1,0	2,2	11,8	24,5	18,5	57,9	37,9	2,5	Su3	6,0	-	0,5	0,9	0,03	16,7	-		
15	BA6 M ₂ Bv	M ₂ Bv	235-245	55-65	1,5	1,0	3,6	15,8	22,2	17,1	59,7	34,6	3,4	Su3	5,0	-	0,8	1,4	0,05	17,3	-		
16	BA6 Cl	Cl	235-245	85-95	12,7	4,7	7,9	23,2	28,7	12,5	75,1	11,2	0,1	Su2	5,5	-	0,2	0,3	0,01	17,4	-		
17	BA6 Cx(h)	Cx(h)	345-355	105-115	27,4	0,8	2,7	17,4	32,0	16,5	64,5	7,4	0,1	Su2	5,0	-	0,4	0,6	0,02	21,2	-		
18	BA6 Graben	Graben	325-335	75-85	1,0	0,9	3,4	12,8	23,3	16,6	57,0	36,3	5,2	Su3	5,5	-	0,3	0,5	0,03	10,8	-		

Tab. 14: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss FA2

Labornummer	Probe	Horizont	Probenentnahme (cm)		Korngrößen (Gew. %)									Bodenart	pH	CaCo ₃ (%)	C(%)	org. S. (%)	N (%)	C/N	Dichte (g/cm ³)		
					Skelett		Sand		Sand (Gesamt)													Schluff 63-2 µm	Ton <2 µm
					vertikal	horizontal	>2000µm	2000-1000 µm	1000-500 µm	500-250 µm	250-125 µm	125-63 µm	2000-63 µm										
19	FA2 M ₃ Ah	M ₃ Ah	900-910	0-5	7,6	3,4	6,3	14,1	18,3	18,1	60,2	29,0	3,4	Su3	3,5	-	3,1	5,4	0,10	30,1	-		
20	FA2 M ₃ Ae	M ₃ Ae	910-920	5-9	3,1	1,9	5,6	16,0	21,9	19,5	64,9	29,2	2,6	Su3	3,5	-	1,2	2,0	0,03	36,8	-		
21	FA2 M ₃ Bh	M ₃ Bh	900-910	9-15	3,5	3,6	7,4	16,4	18,8	16,8	63,0	26,8	6,3	Su3	4,0	0,05	2,1	3,6	0,08	27,7	-		
22	FA2 M ₃ Bs(h)	M ₃ Bs(h)	910-920	20-25	1,9	2,3	5,8	13,8	25,1	11,1	58,1	35,4	3,8	Su3	4,0	-	1,1	2,0	0,06	19,6	-		
23	FA2 M ₃ Bv	M ₃ Bv	900-910	25-35	2,2	2,8	7,0	14,2	21,4	17,9	63,3	30,0	2,6	Su3	4,0	-	1,0	1,7	0,04	28,4	-		
24	FA2 M ₂ Ae	M ₂ Ae	900-910	35-40	2,1	3,2	6,7	18,8	24,6	18,2	71,5	24,5	1,2	Su3	4,0	-	0,4	0,8	0,01	39,6	-		
25	FA2 M ₂ Bs(h)	M ₂ Bs(h)	900-910	40-45	2,1	1,6	2,6	9,6	17,9	18,2	49,8	34,2	13,9	Sl4	4,5	-	1,4	2,5	0,05	29,5	-		
26	FA2 M ₂ Bv	M ₂ Bv	900-910	50-55	4,4	1,7	4,4	11,9	19,6	20,0	57,6	34,2	3,5	Su3	4,5	0,04	1,3	2,3	0,04	36,0	-		
27	FA2 M ₂ Ae	M ₂ Ae	900-910	60-70	1,3	1,1	4,4	12,5	22,9	21,1	62,0	32,9	3,1	Su3	4,0	-	1,1	1,8	0,03	35,6	-		
28	FA2 M ₁ Bs(h)	M ₁ Bs(h)	900-910	75-85	0,5	8,8	1,3	7,3	15,8	20,4	53,6	35,3	9,0	Sl3	4,5	-	1,3	2,3	0,04	33,5	-		

Tab. 15: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss FA3

Labornummer	Probe	Horizont	Probenentnahme (cm)		Korngrößen (Gew. %)								Bodenart	pH	CaCO ₃ (%)	C (%)	org. S. (%)	N (%)	C/N	Dichte (g/cm ³)	
					Skelett		Sand		Sand (Gesamt)			Schluff 63-2 µm									Ton <2 µm
					vertikal	horizontal	>2000µm	2000-1000 µm	1000-500 µm	500-250 µm	250-125 µm										
31	FA3 M ₂ Ah	M ₂ Ah	305-315	0-5	2,8	2,1	6,2	16,4	27,1	17,9	69,6	25,6	1,2	Su3	4,5	0,01	2,6	4,5	0,09	28,5	-
32	FA3 M ₂ Ae(i)	M ₂ Ae(i)	305-315	15-25	1,3	3,5	7,6	17,2	23,5	17,2	68,9	25,2	3,9	Su3	4,5	-	0,8	1,3	0,02	31,7	1,4
33	FA3 M ₂ Bv	M ₂ Bv	305-315	30-40	2,4	2,0	5,2	15,4	24,2	20,6	67,3	29,1	1,0	Su3	4,0	-	0,6	1,1	0,02	25,5	1,4
34	FA3 M ₃ Bv	M ₃ Bv	305-315	45-55	0,9	2,3	4,7	11,5	19,7	21,3	59,5	35,6	3,4	Su3	4,0	-	0,9	1,6	0,03	27,1	1,3
35	FA3 M ₂ Ah	M ₂ Ah	305-315	65-70	0,9	9,3	1,1	6,3	16,3	27,7	60,7	34,4	2,6	Su3	4,0	-	0,6	1,1	0,02	26,5	-
36	FA3 M ₂ Ae	M ₂ Ae	305-315	75-85	0,5	0,3	2,8	11,3	19,4	27,5	61,3	33,2	3,0	Su3	4,5	-	0,5	0,8	0,02	31,2	1,5
37	FA3 M ₁ Bs(h)	M ₁ Bs(h)	305-315	90-100	0,2	1,3	3,7	12,6	23,2	29,7	70,5	28,0	0,6	Su3	4,0	-	0,8	1,4	0,03	30,2	1,3
38	FA3 Ah	Ah	305-315	105-110	0,2	1,1	4,5	12,1	21,0	25,7	64,4	31,4	3,4	Su3	4,5	0,03	0,7	1,3	0,03	27,7	-

Tab. 16: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss RA1a

Labornummer	Probe	Horizont	Probenentnahme (cm)		Korngrößen (Gew. %)						Bodenart	pH	CaCO ₃ (%)	C (%)	org. S. (%)	N (%)	C/N	Dichte (g/cm ³)		
					Skelett		Sand		Sand (Gesamt)										Schluff/Ton < 63 µm	(Glüh-Verlust)
					vertikal	horizontal	>2000µm	2000-630 µm	630-200 µm	200-63 µm										
-	RA1a M ₁ Ah	M ₁ Ah	310-320	0-5	2,3	18,1	47,5	28,5	94,1	3,8	Ss	4,0	-	6,5	11,2	-	-	-		
-	RA1a M ₁ Ae	M ₁ Ae	310-320	10-15	5,8	5,5	44,9	37,8	88,2	6,1	Ss	3,5	-	3,2	5,6	-	-	-		
-	RA1a M ₁ Bv	M ₁ Bv	310-320	45-55	2,4	5,1	39,5	45,0	89,6	8,1	Ss	4,0	-	2,8	4,9	-	-	1,5		
-	RA1a M ₂ Ae	M ₂ Ae	310-320	85-95	2,2	4,9	40,5	42,1	87,5	10,4	Ss	4,5	-	0,6	1,0	-	-	1,5		
-	RA1a M ₁ Bs(h)/Bv	M ₁ Bs(h)/Bv	310-320	97-107	4,5	4,1	44,5	39,8	88,4	7,1	Ss	4,5	-	1,11	1,9	-	-	1,5		
-	RA1a Ae	Ae	310-320	115-125	0,3	3,2	38,5	42,7	84,4	15,4	Su2	4,0	-	1,47	2,5	-	-	-		
-	RA1a Bs(h)	Bs(h)	310-320	125-135	0,9	3,7	38,0	39,7	81,4	17,7	Su2	4,0	-	5,28	9,1	-	-	-		
-	RA1a Bv	Bv	310-320	145-155	1,7	2,8	30,6	39,7	73,1	25,2	Sl2	4,0	-	2,95	5,1	-	-	-		

Tab. 17: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss RA1b

Labornummer	Probe	Horizont	Probenentnahme (cm)		Korngrößen (Gew. %)						Bodenart	pH	CaCO ₃ (%)	C (%)	org. S. (%)	N (%)	C/N	Dichte (g/cm ³)		
					Skelett		Sand		Sand (Gesamt)										Schluff/Ton < 63 µm	(Glüh-Verlust)
					vertikal	horizontal	>2000µm	2000-630 µm	630-200 µm	200-63 µm										
-	RA1b M ₁ Ae	M ₁ Ae	435-445	0-5	2,6	16,1	44,6	31,3	92,0	5,4	Ss	3,5	-	4,92	8,5	-	-	-		
-	RA1b M ₁ Bv	M ₁ Bv	435-445	10-15	1,7	6,2	36,9	46,8	89,9	8,4	Ss	4,0	-	2,51	4,3	-	-	-		
-	RA1b M ₂ Ae	M ₂ Ae	435-445	35-45	3,7	3,7	26,2	53,5	83,3	12,9	Ss	4,5	-	0,6	1,0	-	-	-		
-	RA1b M ₁ Bs(h)/Bv	M ₁ Bs(h)/Bv	435-445	70-75	0,7	2,0	27,4	61,3	90,6	8,7	Ss	4,5	-	1,13	1,9	-	-	-		
-	RA1b Bs(h)	Bs(h)	435-445	100-110	0,4	1,7	38,6	49,9	90,2	9,5	Ss	4,0	-	1,92	3,3	-	-	-		
-	RA1b Bv	Bv	435-445	120-130	0,5	1,4	34,7	52,9	89,0	10,5	Ss	4,0	-	1,53	2,6	-	-	-		

Tab. 18: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss RA11

Labornummer	Probe	Horizont	Probenentnahme (cm)	Korngrößen (Gew. %)									Bodenart	pH	CaCO ₃ (%)	C(%)	org. S. (%)	N (%)	C/N	Dichte (g/cm ³)	
				Skelett		Sand			Sand (Gesamt)			Schluff 63-2 µm									Ton <2 µm
				vertikal	horizontal	>2000µm	2000-1000 µm	1000-500 µm	500-250 µm	250-125 µm	125-63 µm										
40	RA11 M ₂ Ah	M ₂ Ah	175-185	0-5	18,4	6,0	9,7	17,3	15,3	6,9	55,1	16,4	12,3	Si4	4,0	0,05	9,3	16,0	0,47	20,0	-
41	RA11 M ₂ Ae(i)	M ₂ Ae(i)	175-185	10-15	11,0	3,9	12,0	22,1	17,1	8,7	63,9	17,9	7,8	Si2	3,5	-	1,2	2,0	0,04	26,8	-
42	RA11 M ₂ Bv	M ₂ Bv	175-185	25-35	10,3	6,3	16,2	24,1	14,4	7,7	68,8	18,5	2,8	Su2	4,0	-	1,2	2,0	0,05	22,1	1,4
43	RA11 M ₂ Ae	M ₂ Ae	175-185	40-43	5,8	4,5	12,8	23,9	22,0	11,7	74,8	17,6	1,7	Su2	4,0	-	0,2	0,4	0,01	21,5	-
44	RA11 M ₂ Bs(h)	M ₂ Bs(h)	175-185	45-55	3,5	1,4	7,7	17,5	16,8	14,8	58,2	32,0	5,9	Su3	4,0	-	0,5	0,9	0,03	19,8	1,3
45	RA11 M ₂ Ah	M ₂ Ah	175-185	62-65	5,8	0,3	2,8	12,6	18,1	15,0	48,8	37,3	7,8	Su3	4,5	-	0,5	0,9	0,02	21,4	-
46	RA11 M ₂ Al	M ₂ Al	175-185	65-68	8,6	1,6	8,4	18,9	25,9	14,7	69,5	22,0	0,2	Su2	4,0	-	0,4	0,7	0,02	22,0	1,5
47	RA11 M ₂ Bv	M ₂ Bv	175-185	70-80	12,5	1,1	4,9	19,0	16,2	14,5	55,8	30,9	1,7	Su3	4,0	-	0,7	1,3	0,03	23,3	-
48	RA11 Cl ₁	Cl ₁	175-185	90-100	0,0	8,6	2,5	7,8	18,4	21,9	59,2	37,9	1,3	Su3	4,5	-	0,3	0,5	0,01	20,3	-
49	RA11 Cl ₂	Cl ₂	175-185	11-120	1,8	1,4	4,4	18,7	26,6	12,9	64,0	26,7	7,0	Su3	4,5	-	0,1	0,2	0,00	50,8	-

Tab. 19: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss RA12

Labornummer	Probe	Horizont	Probenentnahme (cm)	Korngrößen (Gew. %)									Bodenart	pH	CaCO ₃ (%)	C(%)	org. S. (%)	N (%)	C/N	Dichte (g/cm ³)	
				Skelett		Sand			Sand (Gesamt)			Schluff 63-2 µm									Ton <2 µm
				vertikal	horizontal	>2000µm	2000-1000 µm	1000-500 µm	500-250 µm	250-125 µm	125-63 µm										
50	RA12 M ₂ Ah	M ₂ Ah	355-365	0-5	20,4	3,7	8,5	17,3	17,3	7,3	54,1	25,1	3,4	Su3	4,0	-	11,6	19,9	0,53	21,9	-
51	RA12 M ₂ Ae(i)	M ₂ Ae(i)	355-365	10-15	4,3	4,0	15,3	19,1	23,4	11,2	73,1	18,4	2,9	Su2	4,0	-	1,9	3,2	0,07	27,9	-
52	RA12 M ₂ Bv	M ₂ Bv	355-365	30-40	3,4	7,0	11,6	22,3	21,6	11,2	73,7	18,5	3,7	Su2	4,5	-	0,9	1,5	0,04	24,9	-
53	RA12 M ₂ Ah	M ₂ Ah	355-365	40-45	2,7	0,5	3,6	21,5	27,2	16,8	69,6	24,8	1,8	Su2	4,5	-	0,6	1,1	0,03	23,6	-
54	RA12 M ₂ Ae	M ₂ Ae	555-565	45-50	2,7	1,5	5,2	17,9	27,9	16,3	68,8	24,7	3,2	Su2	4,0	-	0,5	0,9	0,02	21,4	-
55	RA12 M ₂ Bs(h)	M ₂ Bs(h)	355-365	65-75	1,9	0,4	1,9	8,8	17,8	21,3	50,2	44,1	2,2	Su4	4,0	-	0,6	1,0	0,02	23,3	-
56	RA12 M ₂ Ap	M ₂ Ap	355-365	80-85	2,7	0,4	2,5	14,1	25,6	21,8	64,4	31,3	0,4	Su3	4,0	-	0,7	1,2	0,03	21,7	-
57	RA12 M ₂ Bv	M ₂ Bv	355-365	95-105	7,7	0,7	4,0	20,6	29,9	18,1	73,3	18,4	0,7	Su2	4,5	-	0,2	0,4	0,01	17,1	-
58	RA12 Grabenfüllung	Grabenf.	815-825	70-80	1,5	1,1	5,4	19,9	28,3	17,4	72,0	24,4	1,2	Su2	4,0	-	0,3	0,5	0,01	32,7	-

Tab. 20: Bodenanalytische Standardwerte zum Aufschluss RA13

Labornummer	Probe	Horizont	Probenentnahme (cm)	Korngrößen (Gew. %)									Bodenart	pH	CaCO ₃ (%)	C(%)	org. S. (%)	N (%)	C/N	Dichte (g/cm ³)	
				Skelett		Sand			Sand (Gesamt)			Schluff 63-2 µm									Ton <2 µm
				vertikal	horizontal	>2000µm	2000-1000 µm	1000-500 µm	500-250 µm	250-125 µm	125-63 µm										
59	RA13 M ₂ Ah	M ₂ Ah	275-285	0-5	15,6	5,6	6,6	17,2	21,1	9,5	60,0	20,9	4,5	Su2	5,0	-	11,9	20,5	0,55	21,5	-
60	RA13 M ₂ Ae(i)	M ₂ Ae(i)	275-285	10-15	4,5	3,5	5,5	23,3	29,7	12,2	74,1	17,3	3,3	Su2	4,5	-	2,4	4,2	0,09	25,6	-
61	RA13 M ₂ Bv	M ₂ Bv	275-285	20-30	5,7	1,6	3,7	12,5	24,8	17,6	60,3	30,7	2,5	Su3	4,0	-	1,4	2,4	0,05	30,5	-
62	RA13 M ₂ Bs(h)	M ₂ Bs(h)	275-285	35-45	13,3	1,7	6,3	21,5	28,5	15,2	73,3	13,3	0,5	Su2	4,5	-	1,0	1,8	0,04	29,3	-
63	RA13 M ₂ Bv	M ₂ Bv	275-285	45-55	12,1	1,2	2,3	18,1	34,6	16,6	72,8	12,4	3,1	Su2	4,0	-	0,8	1,3	0,03	26,4	-
64	RA13 Cl	Cl	275-285	65-75	4,3	4,1	5,3	19,2	34,0	19,8	82,4	12,3	0,2	Su2	4,5	-	0,4	0,6	0,01	26,6	-

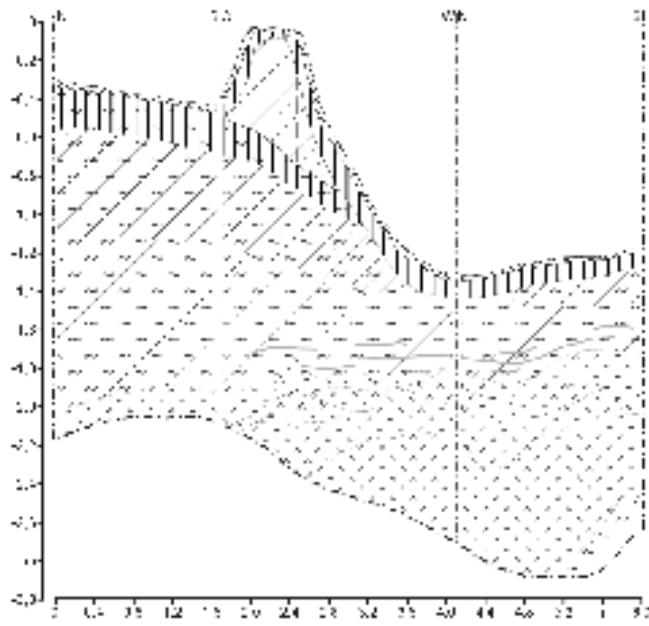


Abb. 91: Aufschlusszeichnung BA3 (Ost- und Südwall)

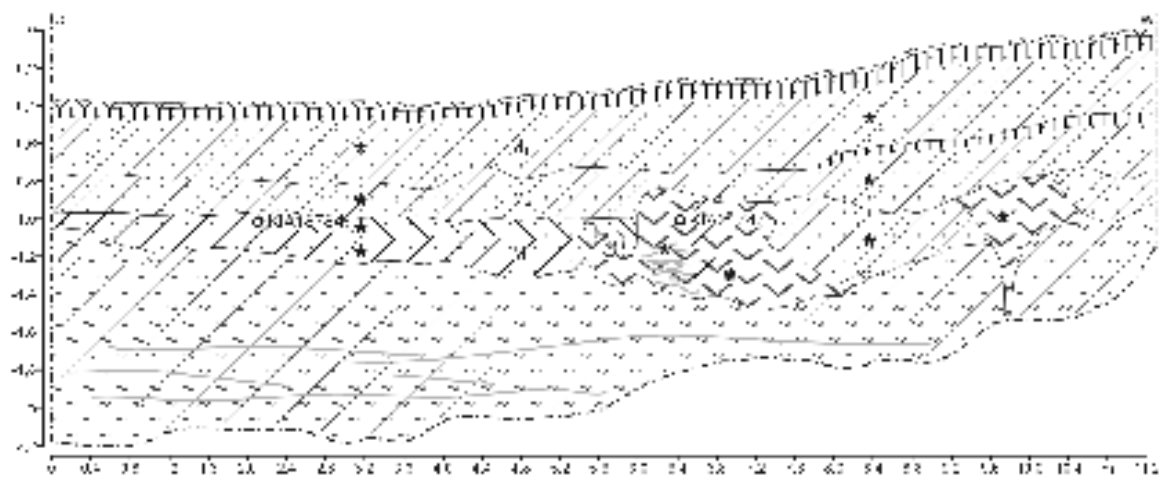


Abb. 92: Aufschlusszeichnung BA4

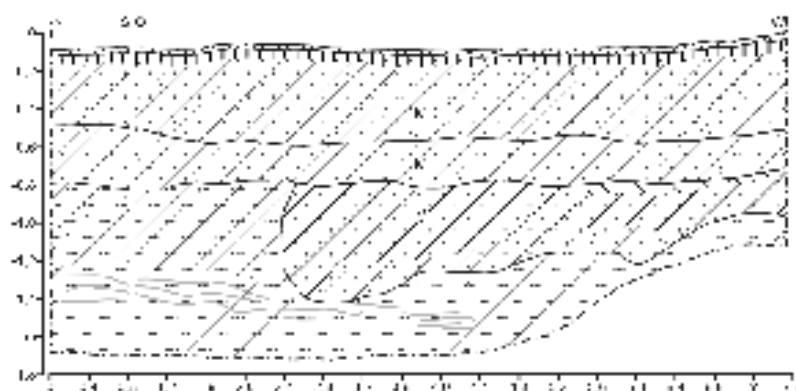


Abb. 93: Aufschlusszeichnung BA5 (Ost- und Südwall)

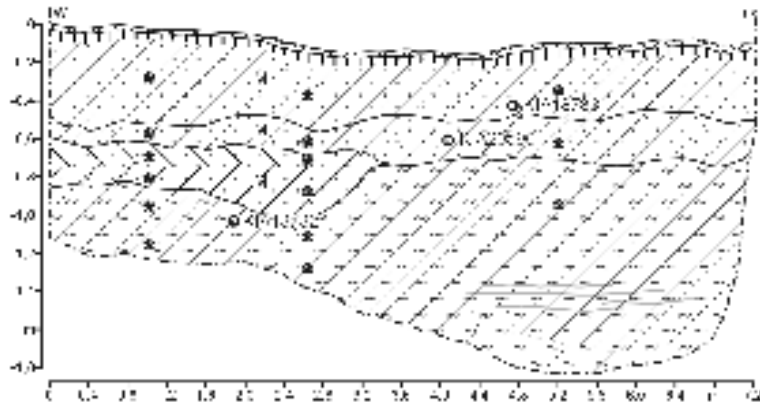


Abb. 94: Aufschlusszeichnung BA5 (Nordwand)

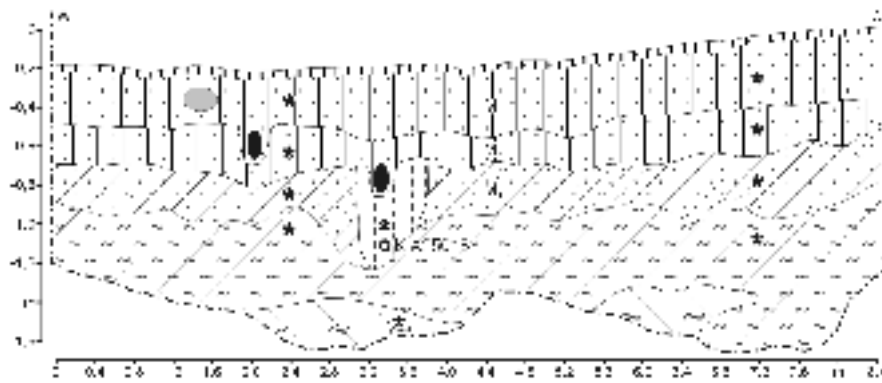


Abb. 95: Aufschlusszeichnung BA6

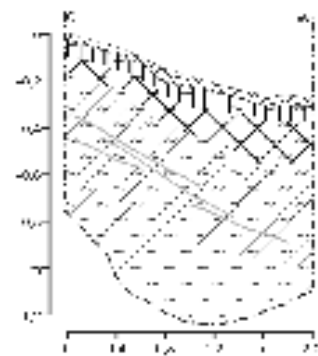


Abb. 96: Aufschlusszeichnung FA1

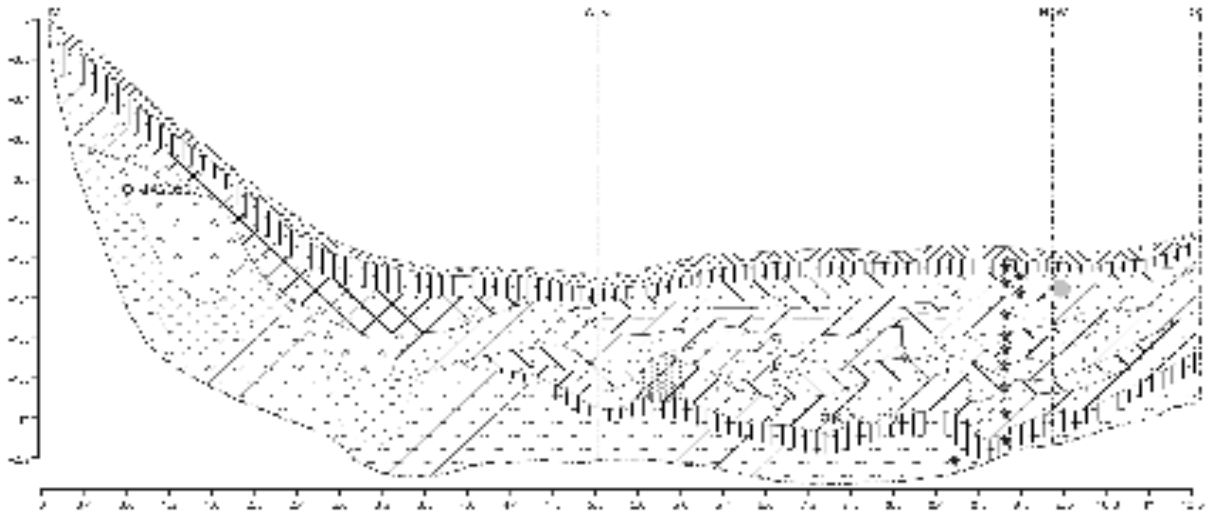


Abb. 97: Aufschlusszeichnung FA2

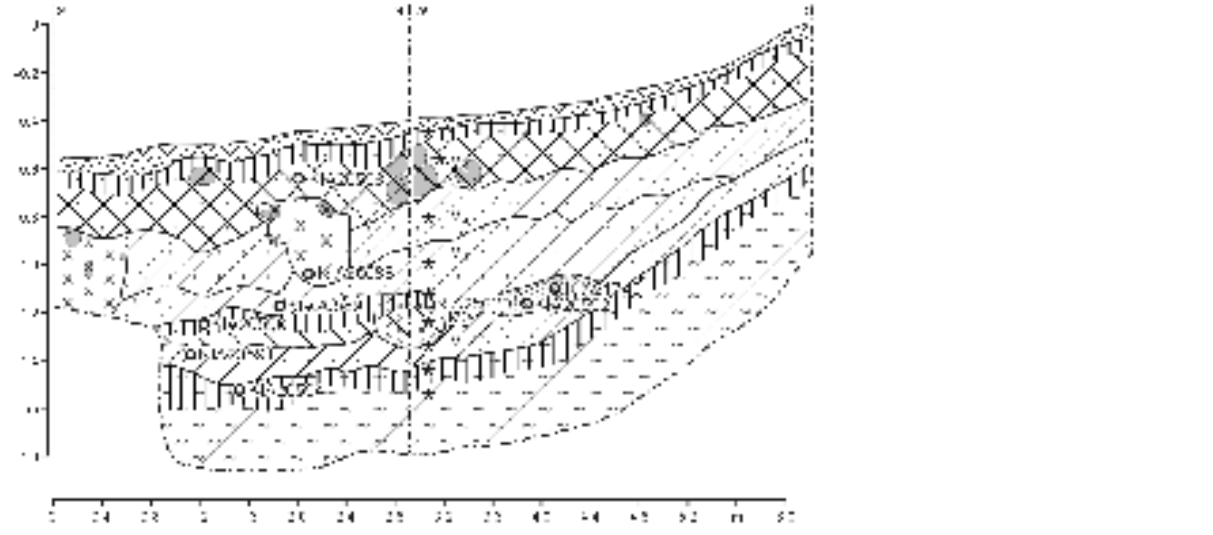


Abb. 98: Aufschlusszeichnung FA3

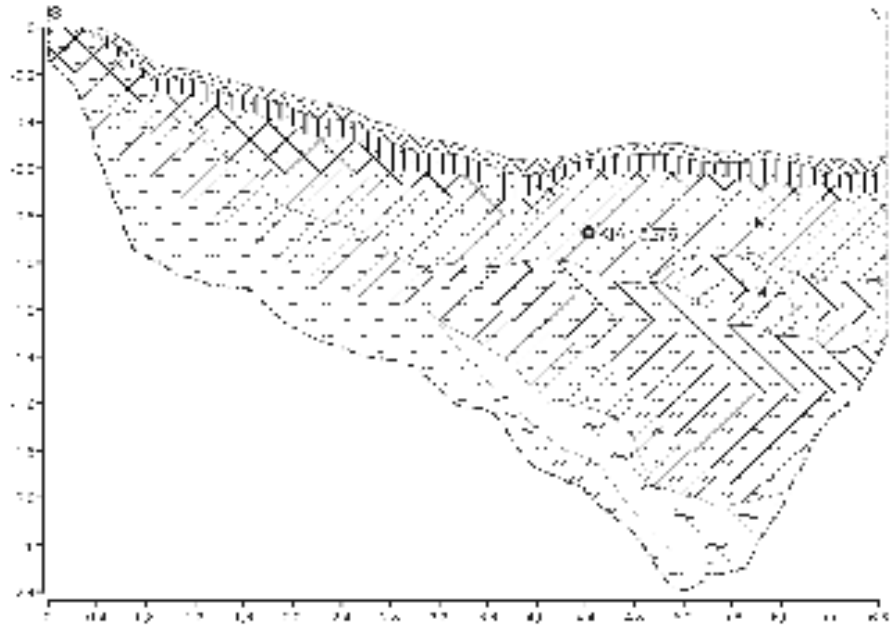


Abb. 101:Aufschlusszeichnung RA2a

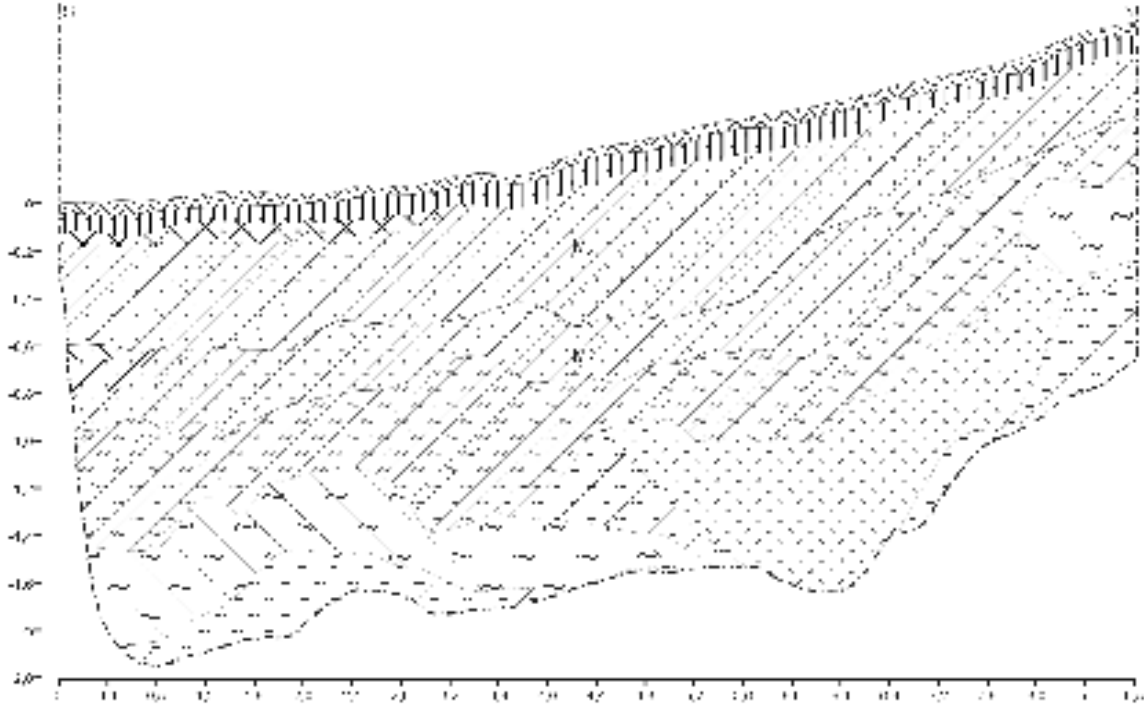


Abb. 102:Aufschlusszeichnung RA2b

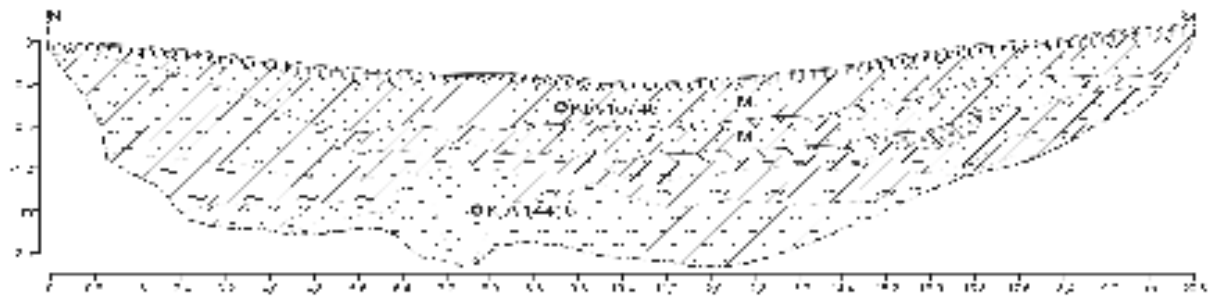


Abb. 103: Aufschlusszeichnung RA3

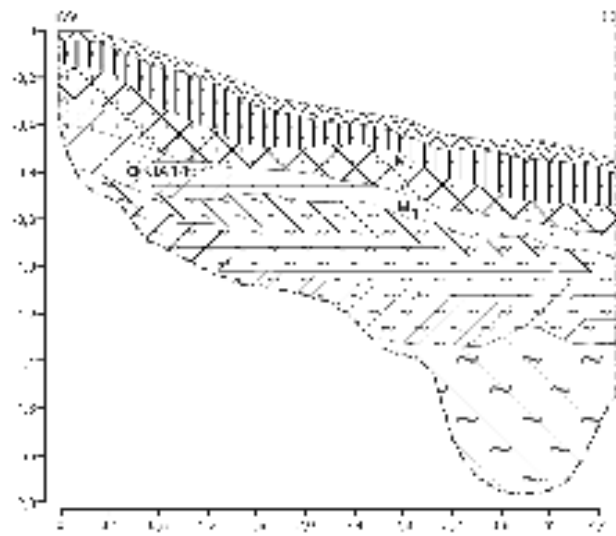


Abb. 104: Aufschlusszeichnung RA5

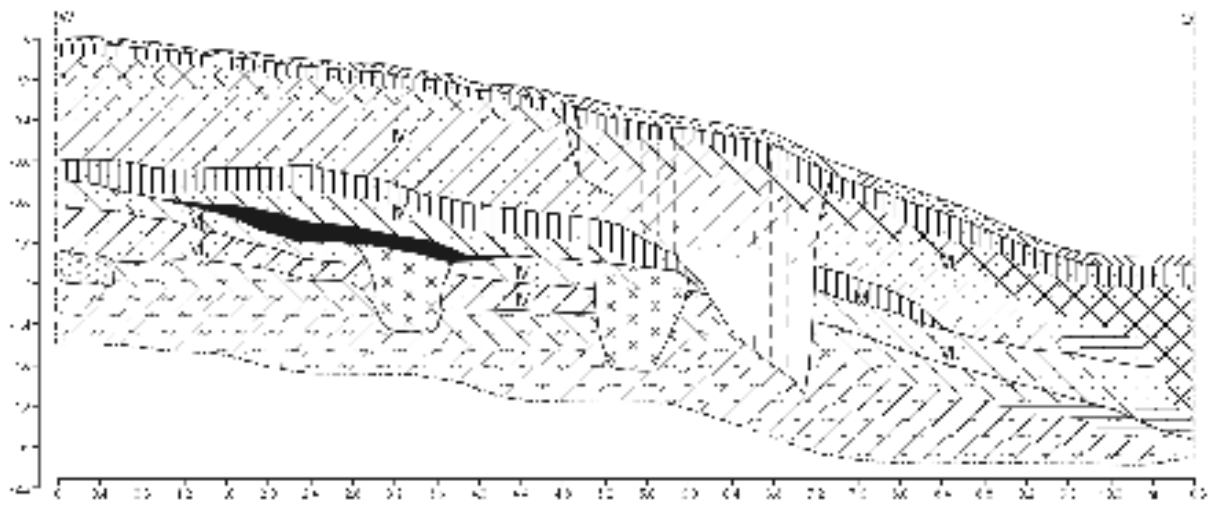


Abb. 105: Aufschlusszeichnung RA6

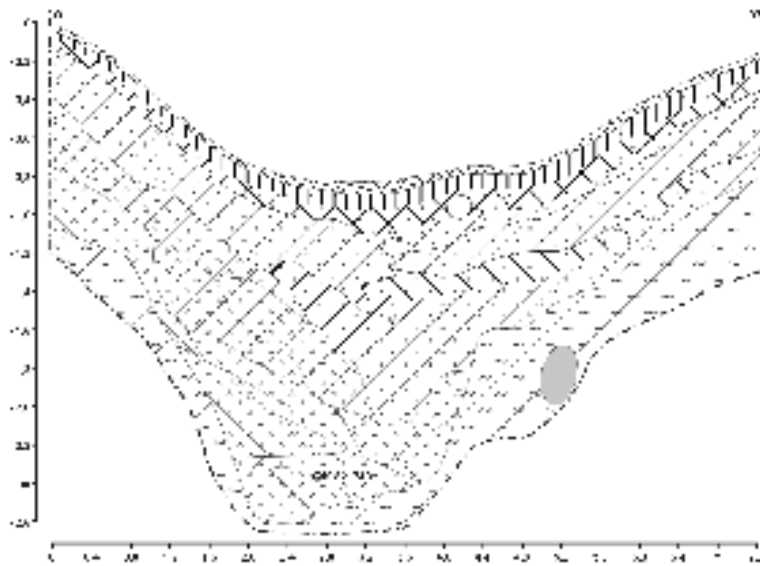


Abb. 106: Aufschlusszeichnung RA10

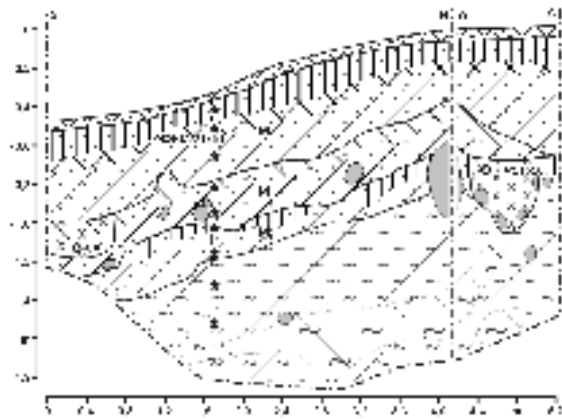


Abb. 107: Aufschlusszeichnung RA11

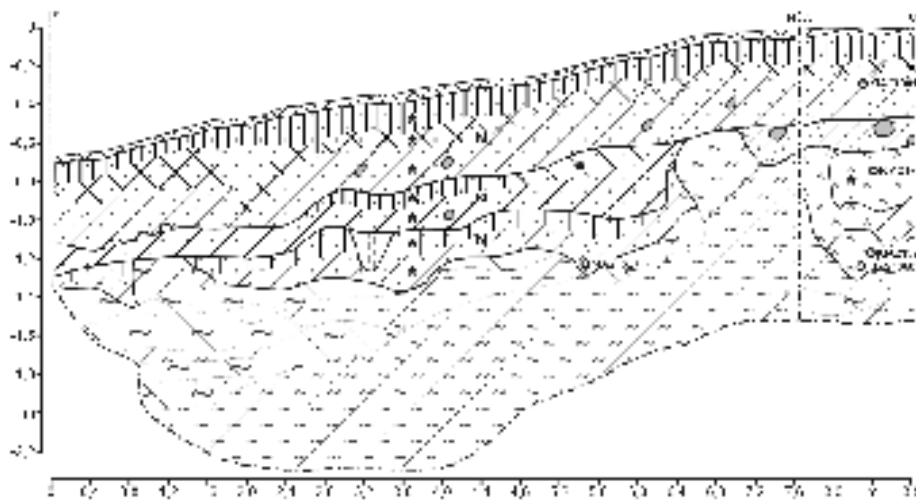


Abb. 108: Aufschlusszeichnung RA12

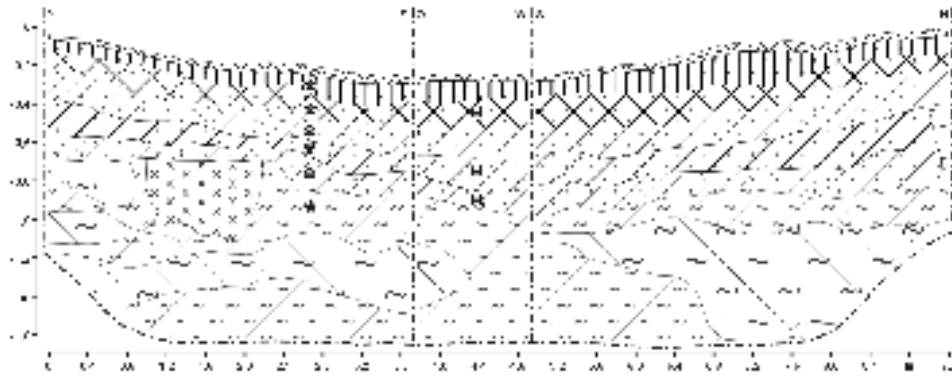


Abb. 109: Aufschlusszeichnung RA13

X.3. Protokolle

Bohrungen in der Flur Bredenhoop

BB0 (Rammkernsonde):

0-6 cm Ah(i)t
6-32 cm M₃Ap
32-51 cm Bv
51-100 cm Cl
Bohrende.

BB1 (Rammkernsonde):

0-4 cm komprimiert
4-11 cm M₃Ah(i)
11-30 cm M₃Ap
30-46 cm M₂Bv
46-100 cm Cl
Bohrende.

BB2 (Rammkernsonde):

0-6 cm komprimiert
6-11 cm M₁Ah(i)
11-25 cm M₁Ap
25-46 cm M₁Bs(h)
46-100 cm Cl
Bohrende.

BB3 (Rammkernsonde):

0-6 cm komprimiert
6-11 cm M₃Ah
11-25 cm M₃Ap
25-46 cm M₁Bv
46-100 cm Cl
Bohrende.

BB4 (Rammkernsonde):

0-6 cm komprimiert
6-12 cm M₃Ah(i)
12-30 cm M₃Ap, scharfe Untergrenze
30-46 cm M₂Ap
46-100 cm Cl
Bohrende.

BB5 (Rammkernsonde):

0-10 cm komprimiert
10-13 cm M₃Ah(i)
13-30 cm M₃Ap, scharfe Untergrenze

30-42 cm M₂Ap

42-70 cm M₁Bv

70-1100 cm Cl

Bohrende.

BB6 (Rammkernsonde):

0-20 cm komprimiert
20-24 cm Ah(i)
24-49 cm Ap
49-100 cm Cl
Bohrende.

BB7 (Rammkernsonde):

0-12 cm komprimiert
12-15 cm Ah(i)
15-40 cm Bv
40-54 cm schwarz, grau, braun humoses Material
54-76 cm schwarz humoser Horizont
76-90 cm Cl
90-100 cm Cl, Eisenoxide
Bohrende.

BB8 (Rammkernsonde):

0-13 cm komprimiert
13-19 cm Ah(i)
19-40 cm Ap-Bv, verbraunt, humos, scharfe Grenze
40-90 cm Cl, Eisenoxidbändern
90-98 cm Cx
98-100 cm Cl
Bohrende.

BB9 (Rammkernsonde):

0-8 cm M₃Ah(i)t
8-32 cm M₃Ap
32-49 cm Bv
49-100 cm Cl
Bohrende.

BB10 (Rammkernsonde):

0-5 cm komprimiert
5-12 cm Ah(i)
12-34 cm Ap
34-100 cm Cl, Eisenoxide
Bohrende.

BB11 (Rammkernsonde):

0-10 cm komprimiert
 10-15 cm Ah(i)
 15-40 cm Ap
 40-100 cm Cl
 Bohrende.

BB12 (Rammkernsonde):

0-18 cm komprimiert
 18-24 cm Ah(i)
 24-49 cm Ap
 49-100 cm Cl
 Bohrende.

BB13 (Rammkernsonde):

0-16 cm komprimiert
 16-20 cm Ah(i)
 20-44 cm Ap
 44-100 cm Cl
Bohrende.

BB14 (Rammkernsonde):

0-13 cm komprimiert
 13-18 cm Ah(i)
 18-42 cm Ap
 42-100 cm Cl
Bohrende.

BB15 (Rammkernsonde):

0-8 cm komprimiert
 8-13 cm M₁Ah
 13-27 cm M₁Ap
 27-45 cm Bs(h)
 45-100 cm Cl
 Bohrende.

BB16 (Rammkernsonde):

0-6 cm M₃Ah(i)
 6-24 cm M₃Ap, scharfe Untergrenze
 24-28 cm M₂Ap
 28-41 cm M₁Bv
 41-100 cm Cl
 Bohrende.

BB17 (Rammkernsonde):

0-13 cm komprimiert

13-19 cm M₃Ah(i)
 19-44 cm M₃Ap
 44-68 cm M₂Ap
 68-81 cm M₁Ah
 81-92 cm M₁Bv
 92-100 cm Cl
 Bohrende.

BB18 (Rammkernsonde):

0-14 cm komprimiert
 14-18 cm Ah(i)
 18-40 cm Ap
 40-100 cm Cl
 Bohrende.

BB19 (Rammkernsonde):

0-13 cm komprimiert
 13-18 cm Ah(i)
 18-39 cm Ap
 39-88 cm Cl, Eisenoxidbändern
 88-97 cm Cx
 97-100 cm Cl
 Bohrende.

BB20 (Rammkernsonde):

0-6 cm komprimiert
 6-10 cm Ah(i)
 10-35 cm Ap
 35-85 cm Cl
 85-93 cm Cx
 93-100 cm Cl
 Bohrende.

BB21 (Rammkernsonde):

0-14 cm komprimiert
 14-18 cm Ah(i)
 18-41 cm Ap
 41-100 cm Cl
 Bohrende.

BB22 (Rammkernsonde):

0-10 cm komprimiert
 10-16 cm Ah(i)
 16-42 cm Ap
 42-100 cm Cl
 Bohrende.

		7-14 cm	M ₅ Ae
BB23 (Rammkernsonde):		14-24 cm	holzkohlereiche Schicht
0-7 cm	komprimiert	24-35 cm	durchmisches Material, Holzkohlereich, rotbrauner Sand
7-12 cm	Ah	35-39 cm	M ₄ Bs(h)
12-34 cm	Bv	39-43 cm	M ₄ Bv
34-100 cm	Cl	43-45 cm	M ₃ Bv
Bohrende.		45-65 cm	M ₂ Bv
		65-81 cm	M ₁ Bv
BB24 (Rammkernsonde):		81-100 cm	Cl
0-6 cm	M ₃ Ah	Bohrende.	
6-24 cm	M ₃ Bv		
24-28 cm	M ₂ Bv	FB2 (Pürkhauersonde):	
28-34 cm	M ₁ Ae	+4-0 cm	O
34-41 cm	M ₁ Bs(h)	0-5 cm	M ₅ Ah
41-100 cm	Cl	5-12 cm	M ₅ Ae
Bohrende.		12-23 cm	M ₃ Bv(s)
		23-26 cm	M ₄ Ah, Holzkohle
BB25 (Rammkernsonde):		26-31 cm	M ₄ Ae
0-8 cm	komprimiert	31-39 cm	M ₄ Bs(h)
8-15 cm	M ₃ Ah	39-46 cm	M ₃ Bv
15-31 cm	M ₃ Bv	46-56 cm	M ₂ Ah
31-48 cm	M ₂ Bv	56-72 cm	M ₂ Ae
48-100 cm	Cl	72-87 cm	M ₁ Bs(h)
Bohrende.		87-92 cm	Ah, Holozän
		92-100 cm	Cl
Bohrungen in der Flur Falloh		Bohrende.	
FB0 (Pürkhauersonde):			
+5-0 cm	O	FB3 (Pürkhauersonde):	
0-6 cm	M ₅ Ah	+3-0 cm	O
6-16 cm	M ₅ Ae	0-4 cm	M ₅ Ah
16-25 cm	M ₅ Bv(s)	4-9 cm	M ₅ Ae
25-39 cm	durchmisches Material, Holzkohlereich, Brandgrube	9-20 cm	M ₃ Bs(h)
39-49 cm	M ₄ Bs(h)	20-22 cm	M ₄ Ah
49-60 cm	M ₃ Bv	22-30 cm	M ₄ Ae
60-69 cm	M ₂ Ah	30-49 cm	M ₄ Bs(h)
69-74 cm	M ₂ Ae	49-61 cm	M ₃ Bv
74-81 cm	M ₁ Bs(h)	61-67 cm	M ₂ Ah
81-89 cm	Ah, Holozän	67-75 cm	M ₂ Ae
89-100 cm	Cl	75-85 cm	M ₁ Bs(h)
Bohrende.		85-95 cm	Ah, Holozän
		95-100 cm	Cl
FB1 (Pürkhauersonde):		Bohrende.	
+5-0 cm	O		
0-7 cm	M ₅ Ah	FB4 (Pürkhauersonde):	

+3-0 cm	O	55-60 cm	M ₃ Bv
0-4 cm	M ₅ Ah	60-71 cm	M ₁ Ah
4-20 cm	M ₅ Ae	71-83-cm	M ₁ Bv
20-44 cm	durchmischter Horizont, Ah-, Ae-, Bs(h)-, Bv-Material	83-89 cm	Ah, Holozän
44-52 cm	M ₁ Bv	89-100 cm	Cl
64-71 cm	Ah, Holozän	Bohrende.	
71-100 cm	Cx		
Bohrende.		FB8 (Pürkhauersonde):	
		+3-0 cm	O
FB5 (Pürkhauersonde):		0-4 cm	M ₅ Ah
+4-0 cm	O	4-10 cm	M ₅ Ae
0-7 cm	M ₅ Ah	10-24 cm	durchmischter Horizont, Ah-, Ae-, Bs(h)-, Bv-Material, bedingt durch Forst- oder Ackerbau
7-35 cm	durchmischter Horizont, Ah-, Ae-, Bs(h)-, Bv-Material, bedingt durch Forst- oder Ackerbau	24-28 cm	M ₄ Ah
35-45 cm	M ₄ Ah	28-39 cm	M ₄ Ae
45-49 cm	M ₄ Ae	39-48 cm	M ₄ Bs(h)
49-57 cm	M ₄ Bs(h)	48-52 cm	M ₃ Ah, viel Holzkohle
57-60-cm	M ₃ Bv	52-60 cm	M ₃ Bv
60-68 cm	M ₁ Bv	60-186 cm	verschiedenene Lagen Ae-, Bv-Material und humose Horizonte, Rinnenfüllung (Holzkohle bei 185 cm)
68-100 cm	Cl	186-200 cm	Cl
Bohrende.		Bohrende.	
		FB6 (Pürkhauersonde):	
+3-0 cm	O	FB9 (Pürkhauersonde):	
0-7 cm	M ₅ Ah	+3-0 cm	O
7-15 cm	M ₅ Ae	0-5 cm	M ₅ Ah
15-41 cm	durchmischter Horizont, Ah-, Ae-, Bs(h)-, Bv-Material, bedingt durch Forst- oder Ackerbau	5-18 cm	M ₅ Ae
41-51 cm	M ₄ Bs(h)	18-25 cm	M ₄ Ah
51-57 cm	M ₃ Bv	25-30 cm	M ₄ Ae
57-63-cm	M ₁ Bv	30-48 cm	M ₄ Bs(h)
63-70 cm	Ah, Holozän	48-60 cm	M ₃ Bv
70-91 cm	Cl	60-80-cm	M ₁ Bv
91-100 cm	Cx	80-90 cm	Ah, Holozän
Bohrende.		90-100 cm	Cl
		Bohrende.	
		FB7 (Pürkhauersonde):	
+3-0 cm	O	FB10 (Pürkhauersonde):	
0-7 cm	M ₅ Ah	+6-0 cm	O
7-15 cm	M ₅ Ae	0-5 cm	M ₅ Ah
15-30 cm	durchmischter Horizont, Ah-, Ae-, Bs(h)-, Bv-Material, bedingt durch Forst- oder Ackerbau	5-16 cm	M ₅ Ae
30-35 cm	M ₄ Ah	16-23 cm	M ₃ Bh
35-39 cm	M ₄ Ae	23-36 cm	M ₃ Bs
39-55 cm	M ₄ Bs(h)	36-42 cm	M ₄ Bv
		42-47 cm	M ₃ Bv
		47-60 cm	M ₂ Ae, viel Holzkohle

5-26 cm Ae(i)

26-60 cm Bv

60-100 cm Cl

Bohrende.

FB19 (Pürkhauersonde):

+5-0 cm O

0-6 cm M₅Ah6-26 cm M₅Ae(i)26-40 cm M₄Bv40-53 cm M₃Bv53-59 cm M₂Ah59-70 cm M₂Ae70-84 cm M₁Bs(h)

84-96 cm Ah, Holozän

96-100 cm Cl

Bohrende.

FB20 (Pürkhauersonde):

+5-0 cm O

0-4 cm M₅Ah4-17 cm M₅Ae(i)17-45 cm M₄Bv45-65 cm M₃Bv65-90 cm M₁Bv

90-101 cm Ah, Holozän

101-200 cm Cl

Bohrende.

FB21 (Pürkhauersonde):

+4-0 cm O

0-15 cm M₅Ah15-41 cm durchmischter Horizont, Ah-, Ae-, Bs(h)-, Bv-
Material, bedingt durch Forst- oder Ackerbau41-62 cm M₃Bv62-82 cm M₁Bv

82-100 cm Cl

Bohrende.

FB22 (Pürkhauersonde):

+4-0 cm O

0-12 cm Ah

12-60 Bv

60-100 cm Cl

Bohrende.

FB23 (Pürkhauersonde):

+3-0 cm O

0-15 cm Ah

15-20 cm Ae(i)

20-65 cm Bv

65-100 cm Cl

Bohrende.

FB24 (Pürkhauersonde):

+5-0 cm O

0-7 cm M₅Ah7-26 cm M₅Ae(i)26-35 cm M₄Bv35-42 cm M₃Bv42-54 cm M₂Ah54-64 cm M₁Bv

64-74 cm Ah, Holozän

74-100 cm Cl

Bohrende.

FB25 (Pürkhauersonde):

+5-0 cm O

0-7 cm- Ah

7-26 cm Ae(i)

26-44 cm Bv

44-100 cm Cl

Bohrende.

FB26 (Pürkhauersonde):

+5-0 cm O

0-5 cm M₅Ah5-40 cm M₅Ae

40-51 cm Brandgrube, gelb-grau

51-62 cm Brandgrube, schwarz-grau

62-75 cm Brandgrube, braun-grau

75-85 cm Brandgrube, schwarz-grau

85-95 cm M₂Ah95-109 cm M₂Ae109-119 cm M₁Bs(h)

119-128 cm Ah, Holozän

128-200 cm Cl

Bohrende.

FB27 (Pürkhauersonde):

+5-0 cm	O
0-7 cm	M ₅ Ah
7-23 cm	M ₅ Ae(i)
23-38 cm	M ₄ Bv
38-54 cm	M ₃ Bv
54-63 cm	M ₂ Ah
63-74 cm	M ₂ Ae
74-90 cm	M ₁ Bs(h)
90-95 cm	Ah, Holozän
95-100 cm	Cl
Bohrende.	

FB28 (Pürkhauersonde):

+8-0 cm	O
0-3 cm	Ah
3-22 cm	Ae(i)
22-65 cm	Bv
65-100 cm	Cl
Bohrende.	

FB29 (Pürkhauersonde):

+5-0 cm	O
0-5 cm	M ₅ Ah
5-17 cm	M ₅ Ae
17-56 cm	stark durchmisches Material, viel Holzkohle (Brandgrube)
56-69 cm	M ₁ Bs(h)
69-77 cm	Ah, Holozän
77-100 cm	Cl
Bohrende.	

FB30 (Pürkhauersonde):

+3-0 cm	O
0-5 cm	M ₅ Ah
5-26 cm	M ₅ Ae
26-36 cm	M ₅ Bsh
36-45 cm	M ₄ Ae
45-59 cm	M ₄ Bs(h)
59-78 cm	M ₁ Bs(h)
78-88 cm	Ah, Holozän
88-100 cm	Cl
Bohrende.	

FB31 (Pürkhauersonde):

+10-0 cm	O
----------	---

0-7 cm	M ₅ Ah
7-17 cm	M ₅ Ae(i)
17-23 cm	M ₃ Bh
23-35 cm	M ₄ Ae
35-39 cm	M ₄ Bh
39-62 cm	M ₁ Bs(h)
62-75 cm	Ah, Holozän
75-100 cm	Cl
Bohrende.	

FB32 (Pürkhauersonde):

+6-0 cm	O
0-5 cm	Ah
5-25 cm	Ae
25-37 cm	Bh
37-70 cm	Bs
70-100 cm	Cl
Bohrende.	

FB33 (Pürkhauersonde):

zur Bilanzierung ungeeignet, mehrere Minikolluvien, wechselnde Lagen von Ah-, Ae-, Bs-Horizonten, Eintrag vom rezenten Weg .

FB34 (Pürkhauersonde):

0-10 cm	Ah
10-25 cm	Ae
25-45 cm	Bh
45-55 cm	Ae
55-64 cm	Bh(s)
64-80 cm	anmoorig
80-90 cm	heller Sand
90-100 cm	anmmorig
Bohrende.	

FB35 (Pürkhauersonde):

+5-0 cm	O
0-10 cm	M ₅ Ah
10-23 cm	M ₅ Ae
23-58 cm	M ₅ Bs(h)
58-68 cm	Ah, Holozän
68-100 cm	Cl
Bohrende.	

FB36 (Pürkhauersonde):

+5-0 cm	O
---------	---

0-10 cm	Ah	45-68 cm	Bv
10-20 cm	Ae(i)	68--94 cm	Cl
20-53 cm	Bv	Bohrende.	
53-100 cm	Cl		
Bohrende.			
FB37 (Pürkhauersonde):		RB-GI 1 (Pürkhauersonde):	
zur Bilanzierung ungeeignet, Kolluvien in Bohrung nicht differenzierbar, Eintrag vom rezenten Weg .		+4-0 cm	O
+5-0 cm	O	0-5 cm	M ₄ Ah
0-5cm	M ₍₀₎ Ah	5-16 cm	M ₄ Ae
5-19 cm	M ₍₀₎ Bv	16-40 cm	M ₄ Bs(h)-Bv
19-28 cm	M ₍₀₎ Ah	40-77cm	Bv
28-42 cm	M ₍₀₎ Bv	77-96 cm	Cl
42-46 cm	Torf	Bohrende.	
46-52 cm	M ₍₀₎ Ae		
52-67 cm	Torf	RB-GI 2 (Pürkhauersonde):	
67-83 cm	Mudde	+10-0 cm	O
83-115 cm	Cl	0-10 cm	M ₄ Ah
115-150 cm	Go/Gr	10-50 cm	M ₄ Bv
Bohrende.		50-90 cm	Bv
		ab 90 cm	Cl
		Bohrende.	
FB38 (Pürkhauersonde):		RB-GI 3 (Pürkhauersonde):	
zur Bilanzierung ungeeignet, Kolluvien in Bohrung nicht differenzierbar, Eintrag vom rezenten Weg .		+6-0 cm	O
+2-0 cm	O	0-6 cm	M ₄ Ah
0-5cm	M ₍₀₎ Ah	6-14 cm	M ₄ Ae
5-20 cm	M ₍₀₎ Bv	14-54 cm	M ₄ Bs(h)-Bv
20-24 cm	M ₍₀₎ Ae(i)	54-78 cm	M ₁ Bv
24-48 cm	M ₍₀₎ Bv	78-85 cm	Ae
48-93 cm	Torf	85-124 cm	Bv
93-100 cm	Mudde	ab 124 cm	Cl
100-120 cm	Torf	Bohrende.	
120-152 cm	Mudde		
152-186 cm	Go/Gr	RB-GI 4 (Pürkhauersonde):	
186-200 cm	schwarze Mudde	+6-0 cm	O
Bohrende.		0-6 cm	M ₄ Ah
		6-15 cm	M ₄ Ae
		15-49 cm	M ₄ Bs(h)-Bv
		49-54cm	M ₁ Ae
		54-77 cm	M ₁ Bv
		77-87 cm	Bv
		87- 94 cm	Cl
		Bohrende.	
Bohrungen der Grabung I in der Flur Reddersknüll		RB-GI 5 (Pürkhauersonde):	
RB-GI 0 (Pürkhauersonde):			
+5-0 cm	O		
0-5cm	M ₄ Ah		
5-16 cm	M ₄ Ae		
16-22 cm	Kernverlust		
22-45 cm	M ₄ Bv		

+4-0 cm	O	+6-0 cm	O
0-6cm	M ₄ Ah	0-6cm	M ₄ Ah
6-21 cm	M ₄ Ae	6-21 cm	M ₄ Ae
21-38 cm	M ₄ Bs(h)-Bv	21-45 cm	M ₄ Bs(h)-Bv
38-43 cm	M ₁ Ae	45-50 cm	M ₁ Ae
43-72 cm	M ₁ Bs(h)-Bv	50-66 cm	M ₁ Bs(h)-Bv
72-89 cm	Ae	66-79 cm	Ae
89-96 cm	Bs(h)	79-86 cm	dunkler grau-brauner Horizont
96-114 cm	Bv	86-94 cm	Bv
114-156 cm	Cl		Bohrende wegen Stein.
Bohrende.			

RB-GI 6 (Pürckhauersonde):

+6-0 cm	O
0-6 cm	M ₄ Ah
6-21 cm	M ₄ Ae
21-44 cm	M ₄ Bs(h)-Bv
44-62 cm	M ₁ Bv
62-72cm	Ae
72-80cm	dunkelgrau mit Holzkhoesplittern, Bruchstücke von stark verwitterten Gneis
80-94cm	Bs(h)
194-124cm	Bv
124-136 cm	Ct
136-165cm	Cl, Tonbänder und Sesquioxidanreicherungen
Bohrende.	

RB-GI 6a (Rammkernsonde):

+5-0	O
0-7 cm	M ₄ Ah
7-20 cm	M ₄ Ae
20-33 cm	M ₄ Bs(h)-Bv
33-38 cm	M ₁ Ae
38-50 cm	M ₁ Bs(h)-Bv
50-73 cm	Ae
73-78 cm	dunkler grau-brauner Horizont mit Steinen (stark verwitterter Gneis, Granit und Flint)
78-85 cm	Bs(h)
85-94 cm	Bv/Bt
94-115 cm	Cx
115-135cm	Cl
Bohrende.	

RB-GI 7 (Pürckhauersonde):**RB-GI 7a (Rammkernsonde):**

+5-0 cm	O
0-7 cm	M ₄ Ah
7-22 cm	M ₄ Ae
22-38 cm	M ₄ Bs(h)-Bv
38-47 cm	M ₁ Ae
47-55 cm	M ₁ Bs(h)-Bv
55-60 cm	Ae
ab 60 cm	dunkler grau-brauner Horizont
Bohrende wegen Wurzel.	

RB-GI 7b (Rammkernsonde):

+6-0 cm	O
0-9 cm	M ₄ Ah
9-25 cm	M ₄ Ae
25-42 cm	M ₄ Bs(h)-Bv
42-46 cm	M ₁ Ae
46-55 cm	M ₁ Bs(h)-Bv
55-60 cm	Ae
60-72 cm	dunkler grau-brauner Horizont mit Steinen (stark verwitterter Gneis, Granit und Flint)
72-96 cm	Cl
Bohrende.	

RB-GI 8 (Pürckhauersonde):

+4-0 cm	O
0-8 cm	M ₄ Ah
8-23 cm	M ₄ Ae
23-52 cm	M ₄ Bs(h)-Bv
52-94 cm	M ₁ Bv
94-126 cm	Bv
126-174 cm	Ct
174-196 cm	Cl

Bohrende.

RB-GI 9 (Pürckhauersonde):

+6-0 cm	O
0-9 cm	M ₄ Ah
9-26 cm	M ₄ Ae
26-45 cm	M ₄ Bs(h)-Bv
45-59 cm	M ₁ Bv, Tonbänder, Eisenoxide
59-94 cm	Cl

Bohrende.

RB-GI 10 (Pürckhauersonde):

+4-0 cm	O
0-9 cm	M ₄ Ah
9-24 cm	M ₄ Ae
24-44 cm	M ₄ Bs(h)-Bv
44-68 cm	Bv
68-96 cm	Cl

Bohrende.

RB-GI 11 (Rammkernsonde):

+8-0 cm	O
0-13 cm	M ₄ Ah
13-24 cm	M ₄ Ae
24-38 cm	M ₄ Bs(h)-Bv
38-45 cm	M ₁ Bv
45-57 cm	Ae
57-76 cm	Bv
76-92 cm	Cl

Bohrende.

RB-GI 12 (Rammkernsonde):

+10-0 cm	O
0-10 cm	M ₄ Ah
10-23 cm	M ₄ Ae
23-48 cm	M ₄ Bs(h)-Bv
48-53 cm	M ₃ Ah
53-64 cm	M ₂ Ae
64-75 cm	M ₁ Bs(h)-Bv
75-85 cm	Ae
85-110 cm	Bs(h)
110-130 cm	Bv

Bohrende.

RB-GI 13 (Pürckhauersonde):

+8-0 cm	O
0-8 cm	M ₄ Ah
8-18 cm	M ₄ Ae
18-26 cm	M ₄ Bs(h)
26-52 cm	M ₄ Bv
52-59 cm	M ₃ Ah, mit Holzkohle
59-72 cm	M ₂ Ae
72-92cm	M ₁ Bs(h)-Bv

Bohrende.

RB-GI 14 (Pürckhauersonde):

+10-0 cm	O
0-18 cm	M ₄ Ah
18-61 cm	durchmischt M-Material Ae/Bv Material, lila-stichig
61-70 cm	M ₁ Ae mit Holzkohle
ab 70 cm	Kernverlust

Bohrende.

RB-GI 14a (Pürckhauersonde):

+10-0 cm	O
0-6 cm	M ₄ Ah
6-23 cm	M ₄ Ae
23-54 cm	M ₄ Bs(h)-Bv
54-58 cm	M ₃ Ah
58-72 cm	M ₂ Ae
72-86 cm	M ₁ Bs(h)
86-90 cm	M ₁ Bv

Bohrende.

RB-GI 15 (Pürckhauersonde):

+8-0 cm	O
0-10 cm	M ₄ Ah
10-29 cm	M ₄ Ae
29-48 cm	M ₄ Bs(h)-Bv
48-58 cm	M ₃ Ah
58 -92 cm	M ₂ Ae

Bohrende.

RB-GI 16 (Pürckhauersonde):

+6-0 cm	O
0-9 cm	M ₄ Ah
9-17 cm	M ₄ Ae

17-64 cm M₄Bs(h)-Bv
 64-71 cm M₂Ae
 71-86 cm M₁Bs(h)-Bv
 86-94 cm Ae
 Bohrende.

RB-GI 17 (Pürckhauersonde):

+8-0 cm O
 0-8 cm M₄Ah
 8-18 cm M₄Ae
 18-57 cm M₄Bs(h)-Bv
 57-62 cm M₄Ae
 62-82 cm M₁Bs(h)-Bv
 82-92 cm Ae
 Bohrende.

RB-GI 18 (Rammkernsonde):

+6-0 cm O
 0-9 cm M₄Ah
 9-24 cm M₄Ae
 24-47 cm M₄Bsh-Bv
 47-57 cm M₂Ae
 57-72 cm M₁Bsh-Bv
 Bohrende wegen Steinen oder Wurzeln (kein Vortrieb möglich).

Bohrungen in der Flur Horstenmoor, durchgeführt und aufgenommen durch M. Dotterweich und S. Dreibrodt**RB-GI 19-RB-GI 22 (Pürckhauersonde):**

0-44/59 cm anmoorig
 danach anstehender Sand

Bohrungen der Grabung II in der Flur Reddersknüll

RB-GII 0 (Pürckhauersonde):

+3-0 cm O
 0-10 cm M₃Ah
 10-15 cm M₃Ae(i)
 15-42 cm M₃Bv
 42-51 cm M₂Ah
 51-55 cm M₂Ae
 55-64 cm M₂Bs(h)
 64-67 cm M₁Ah
 67-77 cm M₁Ae
 77-85 cm M₁Bs(h)
 65-125 cm Cl

125-150 cm Cx
 Bohrende.

RB-GII 1 (Pürckhauersonde):

+5-0 cm O
 0-6 cm M₃Ah
 6-16 cm M₃Ae(i)
 16-44 cm M₃Bv
 44-88 cm durchmischt, Rinnenfüllung
 ab 88 cm Bohrverlust, steinreich
 Bohrende.

RB-GII 2 (Pürckhauersonde):

+3-0 cm O
 0-5 cm Ah
 5-11 cm Ae(i)
 11-51 cm Bv(t)
 51-70 cm Bv
 70-100 cm Cl
 Bohrende.

RB-GII 3 (Pürckhauersonde):

+3-0 cm O
 0-4 cm Ah
 4-22 cm Ae(i)
 22-51 cm Bv
 51-71 cm Cl
 71-82 cm Cl, Eisenoxide
 ab 82 cm Bohrverlust
 Bohrende.

RB-GII 4 (Pürckhauersonde):

+4-0 cm O
 0-9 cm Ah
 9-22 cm Ae(i)
 22-55 cm Bv
 55-77 cm Cl
 77-90 cm Cx, Eisenoxide
 90-100 cm Cl
 Bohrende.

RB-GII 5 (Pürckhauersonde):

+4-0 cm O
 0-4 cm Ah
 4-22 cm Ae(i)

22-62 cm Bv
62-82 cm Cl
82-100 cm Cx
Bohrende.

RB-GII 6 (Pürkhauersonde):

+3-0 cm O
0-5 cm Ah
5-22 cm Ae(i)
22-55 cm Bv
55-100 cm Cl
Bohrende.

RB-GII 7 (Pürkhauersonde):

+6-0 cm O
0-5 cm M₃Ah
5-15 cm M₃Ae(i)
15-38 cm M₃Bv
38-43 cm M₂Ah
43-49 cm M₂Ae
49-61 cm M₂Bs(h)
61-64 cm M₁Ah
64-72 cm M₁Ae
72-86 cm M₁Bs(h)
86-112 cm Cl
112-130 cm Cx
Bohrende.

RB-GII 8 (Pürkhauersonde):

+6-0 cm O
0-4 cm M₃Ah
4-12 cm M₃Ae(i)
12-41 cm M₃Bv
41-49 cm M₂Ae, schwach ausgeprägt
49-85 cm M₂Bs(h)/Bv
85-100 cm Cl
Bohrende.

RB-GII 9 (Pürkhauersonde):

+4-0 cm O
0-6 cm Ah
6-24 cm Ae(i)
24-55 cm Bv
55-100 cm Cl
Bohrende.

RB-GII 10 (Pürkhauersonde):

+5-0 cm O
0-6 cm M₃Ah
6-22 cm M₃Ae(i)
22-37 cm M₃Bv
37-52 cm M₂Ae
52-65 cm M₂Bs(h)
65-87 cm Cl
87-100 cm Cx
Bohrende.

RB-GII 11 (Pürkhauersonde):

+6-0 cm O
0-10 cm M₃Ah
10-28 cm M₃Ae(i)
28-44 cm M₃Bv
44-63 cm M₂Ae
63-77 cm M₂Bs(h)
77-100 cm Cl
Bohrende.

RB-GII 12 (Pürkhauersonde):

+6-0 cm O
0-8 cm Ah
8-27 cm Ae(i)
27-80 cm Bv, Eisenoxide bei 53-61 cm
80-100 cm Cl
Bohrende.

RB-GII 13 (Pürkhauersonde):

+6-0 cm O
0-5 cm Ah
5-18 cm Ae(i)
18-60 cm Bv
60-100 cm Cl
Bohrende.

RB-GII 14 (Pürkhauersonde):

+5-0 cm O
0-3 cm Ah
3-8 cm Ae(i)
8-55 cm Bv
55-100 cm Cl
Bohrende.

		64-52 cm	M ₂ Ae
RB-GII 15 (Pürkhauersonde, zweimal gebohrt):		52-70 cm	M ₂ Bs(h)
+5-0 cm	O	70-100cm	Cl
0-3 cm	Ah	Bohrende.	
3-40 cm	Ae(i), Ah und Bv durchmischt		
40-55 cm	Bv	RB-GII 20 (Pürkhauersonde):	
55-100 cm	Cl	+5-0 cm	O
Bohrende.		0-5 cm	M ₃ Ah
		5-27 cm	M ₃ Ae(i)
RB-GII 16 (Pürkhauersonde):		27-47 cm	M ₃ Bv
+6-0 cm	O	47-51cm	M ₂ Ae
0-6 cm	Ah	51-64 cm	M ₂ Bs(h)
6-22 cm	Ae(i)	64-74 cm	M ₁ Ap
22-58 cm	Bv	74-85 cm	M ₁ Bv
58-100 cm	Cl	85-100 cm	Cl
Bohrende.		Bohrende.	
		RB-GII 21 (Pürkhauersonde):	
RB-GII 17 (Pürkhauersonde):		+5-0 cm	O
+5-0 cm	O	0-4 cm	M ₃ Ah
0-10 cm	M ₃ Ah	4-17 cm	M ₃ Ae(i)
10-22 cm	M ₃ Ae(i)	17-42 cm	M ₃ Bv
22-38 cm	M ₃ Bv	42-46 cm	M ₂ Ah
38-50 cm	M ₂ Ae	46-52 cm	M ₂ Ae
50-70 cm	M ₂ Bv	52-68 cm	M ₂ Bs(h)
70-100 cm	Cl	68-77 cm	M ₁ Ap
Bohrende.		77-85 cm	M ₁ Bv
		85-100 cm	Cx
RB-GII 18 (Pürkhauersonde):		Bohrende.	
+6-0 cm	O	RB-GII 22 (Pürkhauersonde):	
0-5 cm	M ₃ Ah	+3-0 cm	O
5-12 cm	M ₃ Ae(i)	0-5 cm	M ₃ Ah
12-20 cm	M ₃ Bv	5-32 cm	M ₃ Ae(i)
20-32 cm	M ₂ Ah, viel Holzkohle	32-40 cm	M ₃ Bv
32-42 cm	M ₂ Ae	40-57 cm	M ₂ Bs(h)
41-52 cm	M ₂ Bs(h)	57-72 cm	M ₁ Bv
52-64 cm	M ₁ Ap	72-100 cm	Cl
64-73 cm	M ₁ Bv	Bohrende.	
73-100 cm	Cl, Eisenoxide	RB-GII 23 (Pürkhauersonde):	
Bohrende.		+3-0 cm	O
RB-GII 19 (Pürkhauersonde):		0-5 cm	M ₃ Ah
+6-0 cm	O	5-22 cm	M ₃ Ae(i)
0-5 cm	M ₃ Ah	22-38 cm	M ₃ Bv
5-24 cm	M ₃ Ae(i)		
24-64 cm	M ₃ Bv		

38-48 cm	M ₂ Ahe	Bohrende.
48-60 cm	M ₂ Bs(h)	
60-72 cm	Cx, Eisenoxide	RB-GII 28 (Pürkhauersonde):
72-100 cm	Cl	+3-0 cm O
Bohrende.		0-3 cm M ₃ Ah
RB-GII 24 (Pürkhauersonde):		3-13 cm M ₃ Ae(i)
+4-0 cm O		13-28 cm M ₃ Bv
0-8 cm M ₃ Ah		28-62 cm M ₂ Bv
8-28 cm M ₃ Ae(i)		62-100 cm Cl
28-42 cm M ₃ Bv		Bohrende.
42-62 cm M ₂ Bv		RB-GII 29 (Pürkhauersonde):
62-100 cm Cl, Eisenoxide bei 80-85 cm		+6-0 cm O
Bohrende.		0-3 cm M ₃ Ah
RB-GII 25 (Pürkhauersonde):		3-28 cm M ₃ Ae(i)
+3-0 cm O		28-31 cm M ₂ Ah
0-6 cm M ₃ Ah		31-36 cm M ₂ Ae(i)
6-32 cm M ₃ Ae(i)		36-57 cm M ₂ Bv
32-42 cm M ₃ Bv		57-100 cm Cl
42-50 cm M ₂ Ah		Bohrende.
50-66 cm M ₂ Bv		RB-GII 30 (Pürkhauersonde):
66-150 cm Cl		+6-0 cm O
Bohrende.		0-3 cm M ₃ Ah
RB-GII 26 (Pürkhauersonde):		3-12 cm M ₃ Ae(i)
+3-0 cm O		12-16 cm M ₂ Ah
0-4 cm M ₃ Ah		16-28 cm M ₂ Ae(i)
4-29 cm M ₃ Ae(i)		28-58 cm M ₂ Bs(h)
29-38 cm M ₃ Bv		58-100 cm Cl
38-46cm M ₂ Ae		Bohrende.
46-62 cm M ₂ Bs(h)		RB-GII 31 (Pürkhauersonde):
62-70 cm M ₁ Bv		+5-0 cm O
70-100 cm Cl		0-2 cm M ₃ Ah
Bohrende.		2-11 cm M ₃ Ae(i)
RB-GII 27 (Pürkhauersonde):		11-16 cm M ₂ Ah
+3-0 cm O		16-28 cm M ₂ Ae
0-5 cm M ₃ Ah		28-47 cm M ₂ Bs(h)
5-12 cm M ₃ Ahe(i)		47-54 cm M ₁ Ap
12-17 cm M ₂ Ah		54-70 cm M ₁ Bv
17-38 cm M ₂ Ae		72-100 cm Cl
38-59 cm M ₂ Bs(h)		Bohrende.
59-78 cm M ₁ Bv		RB-GII 32 (Pürkhauersonde):
78-100 cm Cl		+4-0 cm O

0-6 cm	M ₃ Ah	5-21 cm	M ₃ Ae(i)
6-14 cm	M ₃ Ae(i)	22-23 cm	M ₃ Bv
14-44 cm	M ₃ Bv	23-38 cm	M ₂ Ae
44-79 cm	durchmischter Horizont mit viel Holzkohle, grau-braun, wahrscheinlich Brandgrube	38-55 cm	M ₂ Bs(h)
79-100 cm	Cl	55-63 cm	Cl
Bohrende.		63-85 cm	Cl, Eisenoxide
		85-100 cm	Cx
		Bohrende.	

RB-GII 33 (Pürkhauersonde):

+4-0 cm	O
0-3 cm	M ₃ Ah
3-22 cm	M ₃ Ae(i)
22-36 cm	M ₃ Bv
36-39 cm	M ₂ Ae
39-61 cm	M ₂ Bs(h)
61-100 cm	Cl
Bohrende.	

RB-GII 34 (Pürkhauersonde):

+4-0 cm	O
0-5 cm	M ₃ Ah
5-22 cm	M ₃ Ae(i)
22-33 cm	M ₃ Bv
33-45 cm	M ₂ Ae
45-60 cm	M ₂ Bs(h)
60-70 cm	Cl
70-80 cm	Go/Gr
80-100 cm	Cl
Bohrende.	

RB-GII 35 (Pürkhauersonde):

+3-0 cm	O
0-12 cm	H
12-18 cm	Aa
18-28 cm	M ₃ Ae
28-30 cm	Aa
30-43 cm	M ₂ Ae
43-54 cm	Aa
54-60 cm	M ₁ Bv
60-100 cm	Kernverlust
Bohrende.	

RB-GII 36 (Pürkhauersonde):

+5-0 cm	O
0-5 cm	M ₃ Ah

RB-GII 37 (Pürkhauersonde):

+6-0 cm	O
0-15 cm	Aa
15-39 cm	M ₃ Ae
39-46 cm	Aa
46-50 cm	M ₂ Ae
50-53 cm	Cl
53-69 cm	Go/Gr
69-100 cm	Cl
Bohrende.	

RB-GII 38 (Pürkhauersonde):

+6-0 cm	O
0-6 cm	M ₃ Ah
6-26 cm	M ₃ Ae
26-33 cm	M ₃ Bs(h)
33-39 cm	M ₂ Ah
39-51 cm	M ₂ Ae
51-80 cm	M ₂ Bs(h)
80-100 cm	Cl
Bohrende.	

RB-GII 39 (Pürkhauersonde):

+3-0 cm	O
0-10 cm	M ₃ Ah
10-28 cm	Aa
28-37 cm	M ₂ Ae
37-42 cm	Aa
42-83 cm	Go/Gr
80-100 cm	Cl
Bohrende.	

RB-GII 40 (Pürkhauersonde):

+7-0 cm	O
0-5 cm	Ah
5-12 cm	Ae

12-37 cm	Bs(h)	22-35 cm	M ₃ Bv
37-55 cm	Bv	35-42 cm	M ₂ Ahe
55-100 cm	Cl	42-70 cm	durchmischte, holzkohlereiche Schicht, wahrscheinlich Brandgrube
Bohrende.		70-100 cm	Kernverlust
RB-GII 41 (Pürkhauersonde):		Bohrende.	
+7-0 cm	O	RB-GII 45 (Pürkhauersonde):	
0-8 cm	M ₃ Ah	+3-0 cm	O
8-28 cm	M ₃ Ae(i)	0-6 cm	M ₃ Ah
28-48 cm	M ₃ Bv	6-28 cm	M ₃ Ae
48-52 cm	M ₂ Ah	28-30 cm	M ₃ Bs
52-56 cm	M ₂ Ae	30-38 cm	M ₃ Bh
56-71 cm	M ₂ Bs(h)	38-41 cm	M ₂ Ah
71-82 cm	M ₁ Ap	41-44 cm	M ₂ Bh
82-95 cm	M ₁ Bv	44-51 cm	M ₂ Bs
95-100 cm	Cl	51-100 cm	Cl
Bohrende.		Bohrende.	
RB-GII 42 (Pürkhauersonde):		RB-GII 46 (Pürkhauersonde):	
+6-0 cm	O	+6-0 cm	O
0-5 cm	M ₃ Ah	0-5 cm	Ah
5-23 cm	M ₃ Ae(i)	5-30 cm	Ae(i)
23-33 cm	M ₃ Bv	30-60 cm	Bv
33-46 cm	M ₂ Bv	60-100 cm	Cl
46-57 cm	M ₁ Ap	Bohrende.	
57-71 cm	M ₂ Bv	RB-GII 47 (Pürkhauersonde):	
72-100 cm	Cl	+8-0 cm	O
Bohrende.		0-8 cm	Ah
RB-GII 43 (Pürkhauersonde):		8-32 cm	Ae(i)
+4-0 cm	O	32-56 cm	Bv
0-5 cm	M ₃ Ah	56-100 cm	Cl, Eisenoxide bei 92-100 cm
5-18 cm	M ₃ Ae(i)	Bohrende.	
18-37 cm	M ₃ Bv	RB-GII 48 (Pürkhauersonde):	
37-43 cm	M ₂ Ae	+8-0 cm	O
43-60 cm	M ₂ Bs(h)	0-5 cm	M ₃ Ah
60-70 cm	M ₁ Bv	5-29 cm	M ₃ Ae(i)
70-92 cm	Cl	29-34 cm	M ₃ Bv
92-100 cm	Cx	34-43 cm	M ₂ Ae
Bohrende.		43-57 cm	M ₂ Bs(h)
RB-GII 44 (Pürkhauersonde):		57-70 cm	M ₁ Bv
+3-0 cm	O	77-100 cm	Cl
0-10 cm	M ₃ Ah	Bohrende.	
10-22 cm	M ₃ Ae(i)		

6-22 cm	M ₃ Ae	51-68 cm	M ₂ Bv
22-38 cm	M ₃ Bs(h)	68-100 cm	Cl
38-60 cm	M ₂ Ae	Bohrende.	
60-81 cm	M ₂ Bs(h)		
81-100 cm	Cl		
Bohrende.			
RB-GII 58 (Pürkhauersonde):		RB-GII 62 (Pürkhauersonde):	
+5-0 cm	O	+5-0 cm	O
0-8 cm	M ₃ Ah	0-4 cm	M ₃ Ah
8-24cm	M ₃ Ae	4-26 cm	M ₃ Ae
24-39 cm	M ₃ Bs(h)	26-40 cm	M ₃ Bs(h)
39-48 cm	M ₂ Ae	40-42 cm	M ₂ Ah
48-69 cm	M ₂ Bs(h)	42-52 cm	M ₂ Ae
69-100 cm	Cl	52-72 cm	M ₂ Bs(h)
Bohrende.		72-100 cm	Cl
		Bohrende.	
RB-GII 59 (Pürkhauersonde):		RB-GII 63 (Pürkhauersonde):	
+5-0 cm	O	+5-0 cm	O
0-10 cm	M ₃ Ah	0-4 cm	M ₃ Ah
10-35 cm	M ₃ Ae	4-28 cm	M ₃ Ae
35-39 cm	M ₂ Ah	28-36 cm	M ₃ Bs(h)
39-43 cm	M ₂ Ae	36-42 cm	M ₂ Ae
43-49 cm	M ₂ Bs(h)	42-65 cm	M ₂ Bs(h)
49-100 cm	Cl, mit Go/Gr-Erscheinungen, Grundwasser ab 60 cm	65-100 cm	Cl
Bohrende.		Bohrende.	
		RB-GII 64 (Pürkhauersonde):	
RB-GII 60 (Pürkhauersonde):		+10-0 cm	O
+6-0 cm	O	0-10 cm	Ah
0-5 cm	M ₃ Ah	10-55 cm	Aa
5-15 cm	M ₃ Ae(i)	55-100 cm	Cl
15-25 cm	M ₃ Bv	Bohrende.	
25-31 cm	M ₂ Ah	RB-GII 65 (Pürkhauersonde):	
31-44 cm	M ₂ Ae	+10-0 cm	O
44-63 cm	M ₂ Bs(h)	0-9 cm	M ₃ Ah
63-100 cm	Cl	9-27 cm	M ₃ Ae
Bohrende.		27-46 cm	M ₃ Bs(h)
		46-55 cm	M ₃ Bv
RB-GII 61 (Pürkhauersonde):		55-63 cm	M ₂ Ah
+6-0 cm	O	63-75 cm	M ₂ Ae
0-7 cm	M ₃ Ah	75-100 cm	M ₂ Bs(h)
7-22 cm	M ₃ Ae(i)	Bohrende.	
22-42 cm	M ₃ Bv		
42-51 cm	M ₂ Ae(i)		