

**Studien zu den West- und Ostenden
des Danewerks**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Philosophischen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel

vorgelegt von
Hans Rudolf Bordemann, M.A.
Kiel 2022

Erstgutachter: Prof. Dr. Dr. h.c. Claus Frhr. von Carnap-Bornheim:

Zweitgutachterin Prof. Dr. Eileen Eckmeier:

Tag der mündlichen Prüfung: 1. Juli 2022

**Durch den Prodekan für Studium und Lehre, Prof. Dr. Jörg Kilian, zum Druck
genehmigt:**

23.10.2023

Danksagung

Herrn Professor Dr. Dr. h.c. Claus Frhr. von Carnap-Bornheim danke ich für das große Vertrauen, mir trotz meines höheren Alters dieses komplexe Dissertationsthema anvertraut zu haben. Seine Geduld, verbunden mit einer positiven Einstellung zu meiner Person und dem Thema, war für mich immer ein Ansporn, nicht aufzugeben.

Ein außerordentliches Dankeschön gilt meinem hochverehrten Mentor, Herrn Professor (em.) Dr. Dr. h.c. Hans-Peter Blume. Er hat mein Interesse für das Fach Bodenkunde geweckt, mich bei meiner Magisterarbeit mit unendlicher Geduld gefördert und mit Rat, Tat und Gerät unterstützt. Er war mir Vorbild darin, dass man auch als Älterer noch an komplexe Themen herangehen kann.

Zu sehr großem Dank bin ich Herrn Professor Prof. h.c. Dr. Rainer Horn verpflichtet. Er hat stets großes Interesse für meine Arbeit gezeigt, sich persönlich mit mir im Gelände die Untersuchungsflächen angesehen und sich durch Vorträge über den Fortschritt meiner Arbeit informieren lassen. Sehr unterstützt hat er mich auch durch eine Masterarbeit unter besonderer Berücksichtigung des Osterwalls im Raum Dürwade sowie durch eine bodenkundliche Kartierübung für Studenten (Modul 438), ebenfalls im Raum Dürwade. Dankbar bin ich auch für die problemlose leihweise Überlassung von Gerät.

In diesen Dank schließe ich Herrn Dr. Heiner Fleige ein, der immer eine offene Tür hatte und mir in jeder Hinsicht geholfen hat.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Peter Felix-Henningsen, von der Justus-Liebig-Universität in Gießen, Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung. Ohne seine materielle, personelle und persönliche Hilfe hätte ich das komplexe "geoarchäologische" Thema weder angehen noch durchführen können. Auch seine Hinweise für die schriftliche Abfassung der Arbeit waren eine sehr große Hilfe.

Zu danken habe ich Herrn Dr. Ulf Ickerodt, Leiter des Archäologischen Landesamtes Schleswig-Holstein für die Unterstützung mit Unterlagen über das Danewerk.

Herrn Bernd Burbaum vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) Schleswig-Holstein danke ich sehr für die Überlassung von Bodenkarten und Bodendaten der digitalen Bodenschätzung der Untersuchungsflächen.

Zu Dank verpflichtet bin ich Herrn Dr. Christian Ahl, Landwirtschaftliche Fakultät der Georg-August Universität Göttingen für die leihweise Überlassung eines Penetrologgers.

Mein Dank gilt Herrn Oberstleutnant Dipl. Geol. Dr. Rolf Gerber. Er hat mir beigebracht, wie ein Georadargerät einzusetzen und Radargramme auszuwerten sind.

Zu danken habe ich auch Herrn Dipl. Geol. Dr. Boris Vashev, früher Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung, der mir sehr geholfen hat bei der Auswertung von Georadartransekten.

Sehr dankbar bin ich Frau Dr. Tina Wunderlich vom Institut für Geowissenschaften der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) für die Unterstützung bei der Auswertung von Radargrammen.

Herrn Professor Dr. Isensee vom Institut für Landtechnik der CAU bin ich zu Dank verpflichtet für die Erlaubnis, mir jederzeit einen Penetrologger ausleihen zu dürfen.

Herrn Dipl. Ing. agr. Dr. von Kosselt, ebenfalls vom Institut für Landtechnik der CAU, danke ich ganz herzlich für die Prospektion mit dem Bodenscanner EM 38 und für die Übersendung der Daten-CD.

Mein großer Dank gilt Frau Dipl. Geogr. Karin Göbel vom Archäologischen Landesmuseum Schleswig für die Laserscan-Karten und Georeferenzierung der Karten.

Zu danken habe ich auch Herrn Oliver Schneider vom Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein für problemlose Bereitstellung von Kartenmaterial und hilfreiche Hinweise.

Herrn Dipl. Geograph Tim Hartmann vom Geogr. Institut der CAU, Lehrstuhl für Landschaftsökologie und Geoinformation danke ich sehr für mehrfache Georeferenzierungen von Karten.

Den Landwirten Hass in Kochendorf, Thietje in Neumöhlhorst, Lausen, Erichsen, Schmidt, Lindemann und Ketelsen in Kurburg danke ich, mir problemlos und ohne Formalitäten die Bodenuntersuchungen auf ihren Flächen erlaubt zu haben.

Meiner früheren Kommilitonin Birte Anspach M.A. sowie den Kommilitonen Dr. Thorsten Lemm und Dr. Timo Ibsen danke ich ganz herzlich für ihre Hilfe bei der Literaturbeschaffung und hilfreiche Hinweise für die Arbeit im Gelände.

Danksagung	
Inhaltsverzeichnis	I
Anhang	IV
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	XV
Kurzfassung	1
1. Einleitung	3
1.1 Das Danewerk – eine Welterbestätte	3
1.2 Problemstellung und Zielsetzung	5
2. Das Danewerk: Baugeschichte – Forschungsgeschichte – Forschungsstand	7
2.1 Baugeschichte des Danewerks - Historische Einordnung	7
2.2 Forschungsgeschichte	13
2.3 Forschungsstand Kograbens, Kurzer Kograbens, Osterwall und Krummwall	16
2.3.1 Forschungsstand Kograbens	16
2.3.2 Forschungsstand Kurzer Kograbens	19
2.3.3 Forschungsstand Osterwall	21
2.3.4 Forschungsstand Krummwall in Hollingstedt	26
3. Untersuchungsmethoden	31
3.1 Auswertung historischer Karten	31
3.2 Auswertung von Orthofotos und Laserscan-Karten	33
3.3 Bodenkundliche Geländeprospektion	34
3.3.1 Bohrstock-Untersuchungen	34
3.3.2 Geophysikalische Prospektionen	34
3.3.2.1 Funktionsweise des Georadars	35
3.3.2.2 Durchführung	36
3.3.2.3 Datenaufbereitung	37
3.3.3 Messung des Eindringwiderstandes des Bodens	39
3.3.4 Bodenscanner EM 38	40
4. Ergebnisse	42
4.1 Ergebnisse der Kartenauswertung	42
4.1.1 Die Danewerk-Karten MEJERS im Schleiatlas von 1641	43
4.1.2 "Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf" von 1651	46

4.1.2.1 Genauigkeitsanalyse	46
4.1.2.2 Analyse des Ausgangsmeridians	48
4.1.2.3 Vergleich der Ortslagen ausgewählter Orte	51
4.1.2.4 Bestimmung des Kartenmaßstabs	57
4.1.2.5 Verwendung der Maßstabsleiste und der Randgraduierung	59
4.1.2.6 Ergebnis der Genauigkeitsanalyse	64
4.2 Das Danewerk auf Karten des 18. und 19. Jahrhunderts	67
4.2.1 Historische Überlieferungen	67
4.2.2 Die Situations Charte von NEYNABER und HEMSEN von 1761	69
4.2.3 Das Danewerk auf der Karte des Herzogtums Schleswig des H. DU PLAT von 1804/05	71
4.2.4 Die Flurkarte von Götheby-Holm aus dem Jahr 1809	72
4.2.5 Die Danewerk-Karte des Premierlieutenants VON TIMM von 1842	73
4.2.6 Die GEERZ-Karten vom Kriegsschauplatz in Schleswig, Section X. Schleswig-Idstedt und Messunde und sowie Section XI. Eckernförde	75
4.2.7 Die Danewerk-Karte des Oberstlieutenants WILHELM VON DREYER von 1860	78
4.2.8 Auswertung von Orthofotos und Laserscan-Karten	80
4.2.9 Landschaftsveränderungen durch die Moor- und Heidekolonisation vom 18. bis zum 20. Jahrhundert	89
4.2.10 Ergebnis der Kartenauswertung	93
4.3 Ergebnis der bodenkundlichen Prospektion	94
4.3.1 Das westliche Ende des Kograbens	95
4.3.2 der Kurze Kograbens auf dem NATO-Flugplatz Jagel	99
4.3.3 Der Osterwall	100
4.3.3.1 Das westliche Ende des Osterwalls im Raum Dürwade	103
4.3.3.2 Das östliche Ende des Osterwalls am Windebyer Noor	111
4.3.4 Die Bodenverhältnisse in Hollingstedt	115
4.4 Ergebnis der geophysikalischen Prospektion mit dem Georadar, dem Penetrologger und dem Bodenscanner EM 38	124
4.4.1 Interpretation der Prospektionen auf den Flächen am Kograbens	124
4.4.1.1 Fläche Erichsen/Ketelsen am Heideweg in Kurburg	127
4.4.1.2 Fläche Lausen am Heideweg in Kurburg	134
4.4.1.3 Flächen Erichsen bis zur Fläche Buchholz am Hauptwall	138

4.4.2 Ergebnis der geophysikalischen Prospektion mit dem Bodenscanner EM 38	141
4.4.3 Ergebnis der Prospektion mit dem Penetrologger der Firma Eijkelkamp	146
4.4.4 Prospektion mit dem Georadar auf dem NATO-Flugplatz Jagel	155
4.4.5 Prospektion mit dem Georadar am Osterwall	167
4.4.5.1 Prospektion am westlichen Ende des Osterwalls im Raum Dürwade	167
4.4.5.2 Prospektion am östlichen Ende des Osterwalls am Windebyer Noor	175
5. Diskussion der Ergebnisse	185
6. Zusammenfassung und Ausblick	190
6.1 Zusammenfassung	190
6.2 Ausblick	193
7. Literaturliste	195
8. Anhang- Anlagen 1 - 4	217

Anlage 1a: Ausschnitt aus der georeferenzierten Mejer-„Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“, Altkarten-Segmente A (Krummwall) und B (Haupt- und Krummwall mit Kograben), unterlegt mit Blatt Ostenfeld (A) und Hollingstedt (B/unten) der preuß. Landesaufnahme

Anlage 1b: Ausschnitt aus der georeferenzierten MEJER-„Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“, Altkarten-Segmente C (Westende des Osterwalls) und D (Ostende des Osterwalls/unten), unterlegt mit Blatt Hütten der preuss. Landesaufnahme

Anlage 2 zu Abb. 82: Bodenkundliche Kartierung des Schnaaper Binnensanders mit der Lage und Numerierung der Einschlüge für die Rasterkartierung und Beschreibung der Bodenhorizonte (Quelle Heibach 2013, Anhang XXV bis XXXIV).

Anlage 3 zu Abb. 117: EM 38: Ausgewählte Messpunktzeilen mit den Leitfähigkeitswerten (EC-Werte) auf der Fläche Lausen, mit den Ortsangaben der Messpunkte (GeoRef-Koordinaten) und mit den EC-Werten (Electrical Conductivity), der elektrischen Bodenleitfähigkeit.

Anlage 4: Penetrologger-Daten von der Fläche Erichsen/Ketelsen am Heideweg
Messung des Eindringwiderstands des Bodens.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Die Wälle des Danewerks. (Quelle: Ausschnitt aus MEJERS „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ von 1651 (Maßstab 1:250.000, Karte genordet).

Abb. 2: Ausschnitt aus der Planungskarte des Landes Schleswig-Holstein mit den Danewerk-Wällen (Karte genordet, Maßstab $\approx 1: 300.000$).

Abb.3: Ausschnitt aus digitalem Orthofoto (Quelle: LA für Verm u. Geoinfo S-H/ DP37168/2016) mit den bisherigen Suchschnitten am westlichen Ende des Kograbens am Heideweg/Gemarkung Kurburg. (Luftbildausschnitt genordet, Maßstab $\approx 1: 3500$).

Abb. 4: Kopie des Wallschnitts von Knorr (1921) am westlichen Ende des Kograbens am Heideweg in Kurburg (Quelle: Jankuhn 1937, Abb. 27, S. 98).

Abb. 5: Grabenprofile am Westende des Kograbens (Maßangaben vom Verf. eingefügt).

Abb. 6: Ausschnitt des Geländes mit dem Kurzen Kograbens aus der Königl. Preuss. Landes-Aufnahme von 1877, hrsgg. 1879, Blatt 1523 Kropp (Nachdruck des LVermA S-H) (Karte genordet, Maßstab $\approx 1: 40.000$).

Abb. 7: Flugplatzgelände Jagel mit dem Kurzen Kograbens im Jahre 1935 (Aus JANKUHN 1937, Abb. 42, S. 111, Kartenausschnitt erweitert und genordet, Maßstab $\approx 1: 10.300$).

Abb. 8: Profilschnitt des Kurzen Kograbens: Suchschnitt 10 a aus Abb. 7. (Quelle: JANKUHN 1937, Abb. 38, S. 106, Bezeichnungen und Maße ergänzt).

Abb.9: Profilschnitt des Kurzen Kograbens, hier Suchschnitt 10 c in Abb. 7: (Quelle JANKUHN, 1937, Abb. 41, S. 108) (Bezeichnungen und Maße ergänzt).

Abb. 10: Ausschnitt aus der Karte "Südertheil des Amptes Gottorf des JOH. MEJER von 1651" mit dem Osterwall (Altewall) (Karte genordet, Maßstab des Ausschnitts $\approx 1: 82.000$).

Abb. 11: Ausschnitt aus der TK 25 mit dem Osterwall-Gelände (Karte genordet, Maßstab $\approx 1:41.000$).

Abb. 12: Ausschnitt aus Blatt 31 des Danewerk-Atlas (v. CARNAP-BORNHEIM, Hrsg., 2008) (Maßstab des Kartenausschnitts $\approx 1: 4.000$).

Abb. 13: Profil des Sondierungsschnitts von ANDERSEN und MADSEN am Westende des Osterwalls im Raum Dürwade, erweitert um Maßangaben durch Verf. Profil-beschreibung nach ANDERSEN (1998, Planche 21,1).

Abb. 14: Ausschnitt aus der TK 25 Fläche am Windebyer Noor. (Maßstab $\approx 1: 14.400$).

Abb. 15: Aus WILLERS JESSEN: „Der Osterwall in seiner heutigen Beschaffenheit“ (Karte genordet, Maßstab $\approx 1:11.100$).

Abb. 16: Orthofoto vom östlichen Ende des Osterwalls am Windebyer Noor (Quelle: Orthofoto LAVerm u. Geoinfo S-H, DP 65287/2016. Abb. genordet, Maßstab $\approx 1: 7800$).

Abb. 17: Profile der Sondierungsschnitte von ANDERSEN und MADSEN am Ostende des Osterwalls.

Abb. 18: Ausschnitt aus der Karte des Amtes Gottorf des JOH. MEJER von 1649 mit dem von MEJER und DANCKWERTH (1652) beschriebenen Halbkreiswall um Hollingstedt (Karte Privatbesitz Jürgen Reise/Kiel).

Abb. 19: Ausschnitt aus der Danewerk-Karte des Premierleutnants VON TIMM (1842).

Abb. 20: Ausschnitt aus der DREYER-Karte mit dem Krummwall im Raum Hollingstedt (ohne Maßstab, Karte genordet).

Abb. 21: Ausschnitt aus der JANKUHN-Karte (1937).

Abb. 22: Ausschnitt aus der TK 25 mit dem nachgewiesenen und dem vermuteten Verlauf des Krummwalls auf Hollingstedter Gebiet (Maßstab $\approx 1: 20.500$).

Abb. 23: Grabenprofilschnitt 19 JANKUHNS an der Mühle Hollingstedt im Jahre 1933. Aus JANKUHN (1937, S. 125, Abb. 58) (Abb. durch Verf. erweitert).

Abb. 24: Ausschnitt aus einem Radartransekt mit der Darstellung der "statischen Korrektur".

Abb. 25: Messprinzip des Bodenscanners EM 38 zur Bestimmung der „scheinbaren elektrischen Leitfähigkeit“ (aus agricon.de (2012)).

Abb. 26: Die Abbildung des Danewerks aus der "Schleswig-Holstein-Karte des MARCUS JORDANUS von 1559" (Kopie aus UNVERHAU 1983, S. 236).

Abb. 27: Danewerk-Karte 1 des JOH. MEJER von 1641 mit der Darstellung des Danewerks aus dem Schlei-Atlas. (Quelle: Landesarchiv S-H, Abt 7, Nr. 3276, Karte verändert, (Maßstab $\approx 1: 114700$)).

Abb. 28: Danewerk-Karte 2 des JOH. MEJER von 1641 aus dem Schlei-Atlas mit der Darstellung des Danewerks und der Flurkarte von Ellingstedt (Quelle: Landesarchiv S-H, Abt 7, Nr. 3276, Maßstab $\approx 1: 151200$).

Abb. 29: Georeferenzierte „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (MEJER 1651, in DANCKWERTH 1652). (Abb. erweitert. Maßstab der Karte $\approx 1: 155.000$).

Abb. 30: Ausschnitt aus der georeferenzierten MEJER-„Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“, (Maßstab des Karten-Segments $\approx 1: 79.400$).

Abb. 31: Ausschnitt aus der „Weltkarte ORBIS VETUS“, Karte II im DANCKWERTH (1652) (Karte verändert, ohne Maßstab).

Abb. 32: Nord- und Ostabweichung der Orte der nichtgeoreferenzierten und aus den georeferenzierten Altkarten-Transekten AB (Kograbengelände, Abb. 39)

Abb. 33: Nord- und Ostabweichung der Orte der nichtreferenzierten und aus den georeferenzierten Altkarten-Transekten CD (Osterwall-Gelände, Abb. 40)

Abb. 34: Streckenvergleich zwischen ausgewählten Orten der nichtgeoreferenzierten und der georeferenzierten Altkarten-Transekte A, B (Kograbengelände, Abb. 39)

Abb. 35: Streckenvergleich zwischen ausgewählten Orten der nichtgeoreferenzierten und der georeferenzierten Altkarten-Transekte C, D (Osterwall-Gelände, Abb. 40)

Abb. 36: Abweichung der Richtungswerte in Prozentangaben im Vergleich zu den Richtungen auf der Neukarte (=0) von ausgewählten Strecken der Altkarten-Transekte A, B (Kograbengelände Abb. 39).

Abb. 37: Abweichung der Richtungswerte in Prozentangaben im Vergleich zu den Richtungen auf der Neukarte (=0) von ausgewählten Strecken der Altkarten-Transekte C, D (Osterwall-Gelände, Abb. 40).

Abb. 38: Vergrößerte Kopie der Maßstabsleiste aus der „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ von MEJER (in DANCKWERTH 1652)

Abb. 39: Ausschnitt aus der TK 25 mit den Altkarten-Transekten A und B (Maßstab \approx 1:88.000).

Abb. 40: Ausschnitt aus der TK 25 mit den Altkarten-Transekten C und D (Maßstab \approx 1: 84.000).

Abb. 41: Der Hauptwall mit dem Walldurchbruch bei Kurburg mit Blickrichtung nach Nordwesten (WOLFF 1722, Fig. D).

Abb. 42: PONTOPPIDAN-Karte vom Danewerk im Zustand von 1757 (Quelle: PONTOPPIDAN 1766, Theil II, S. 274, ohne Maßstab).

Abb. 43: Ausschnitt aus der „Spezial Charte der Gegend um Schleswig“ von NEYNABER und HEMSEN von 1761 mit der westlichen Hälfte des Kograbens. (Karte erweitert, Maßstab: \approx 1: 39000. Quelle: Landesarchiv S-H, Abt. 402 B II Nr. 155).

Abb. 44: Ausschnitt aus der Karte „Plan der Gegend von Hollingstedt aufgemessen und verzeichnet im Jahr 1761“ von NEYNABER und HEMSEN (Maßstab \approx 1: 41200, Quelle: Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz. Kartensammlung N 24977:20. Berlin)

Abb. 45: Ausschnitt aus der Karte des DU PLAT (Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein 1982: Historische Karten. Originalmaßstab 1: 57.600, neu aufgelegt im Maßstab 1: 100.000, 1982. Karte erweitert, Maßstab \approx 1: 118.200).

Abb. 46: Ausschnitt aus der Flurkarte von Götheby-Holm von 1809 (Landesarchiv Schleswig-Holstein, Abt. 402 A 4 Nr. 2) (Karte verändert, Maßstab \approx 1: 13.000).

Abb. 47: Ausschnitt aus der Danewerk-Karte des VON TIMM von 1842 Danewerk und Kograbens. Erste archäologische Landesaufnahme (PETER VON TIMM, 1842). (Kartenausschnitt verändert, Maßstab \approx 1: 38300) (Beilage in: UNVERHAU, Das Danewerk 1842. Beschreibung und Aufmaß) (Neumünster 1988).

Abb. 48: Ausschnitt aus der Karte des VON TIMM mit dem Krummwallgelände zwischen dem Wallende bei Jensdeel und dem Ort Hollingstedt (Kartenausschnitt verändert, Maßstab \approx 1: 24.500).

Abb. 49: Ausschnitt aus der Kriegskarte von GEERZ von 1850, „Section X. Schleswig-Idstedt und Messunde“ mit dem Kograbengelände im Maßstab \approx 1: 53.700. (Karte hrsgg.: Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein zum 1. Schleswig-Holstein-Tag in Idstedt (ohne Jahresangabe) (Karte verändert, Maßstab \approx 1: 66.200).

Abb. 50: Ausschnitt aus der Kriegskarte von GEERZ „Section XI Eckernförde“ von 1850 (Nachdruck nach einer Originalkarte der Schleswig-Holsteinischen Landesbibliothek, hrsgg.

vom Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein zum „Schleswig-Holstein-Tag 1981“. Karte verändert, Maßstab 1: 36.000).

Abb. 51: Ausschnitt aus der Kriegskarte von GEERZ von 1850, „Section X. Schleswig-Idstedt und Messunde“ (Karte hrsgg. Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein zum 1. Schleswig-Holstein-Tag in Idstedt (o. J.) (Karte verändert Maßstab \approx 1: 48.800).

Abb. 52: Ausschnitt aus der Karte des Oberstlieutenants W. V. DREYER „Dannevirke, Kurgraven og Östervolden“ aus dem Jahre 1860 mit dem Kograbens. (Kartenausschnitt: Kopie aus UNVERHAU 1988, Beilage 2 im Anhang als Nachdruck des Originals aus „Annaler for Nordisk Oldkyndighed og Historie“.) (Karte verändert, Maßstab \approx 1: 102.000).

Abb. 53: Ausschnitt aus der Karte „Dannevirke, Kurgraven og Östervolden“ des Oberstlieutenant W. VON DREYER von 1860 mit dem Krummwall von Morgenstern bis in den Ort Hollingstedt (aus UNVERHAU 1988, Anhang (Beilage 2) (Karte verändert, Maßstab \approx 1: 67.000).

Abb. 54: Ausschnitt aus der Karte „Dannevirke, Kurgraven og Östervolden“ des Oberstlieutenant W. VON DREYER von 1860 mit dem Osterwall (aus UNVERHAU 1988, Anhang (Beilage 2) (Karte verändert, Maßstab \approx 1: 56.000).

Abb. 55: Ausschnitt aus einem Orthofoto des Danewerk-Geländes mit dem westlichen Ende des Kograbens am Heideweg in Kurburg. Der Wall selbst endet nach JANKUHN (1937).

Abb. 27, S. 98) am Wegeknicke (Wk). Der dunkle Streifen zwischen dem roten und dem gelben Pfeil ist die Verlängerung des Grabens (Quelle: Landesamt f. Verm. u. Geoinf. S-H DP8971/2015) (Orthofoto verändert, Maßstab \approx 1: 5.700).

Abb. 56: Ausschnitt aus der Laserscan-Karte mit dem Ende des Kograbens (Karte verändert, Maßstab \approx 1: 18.600) (Karte freundlicherweise bearbeitet von Frau Dipl.-Geogr. Karin Göbel/ALMusS-H).

Abb. 57: Grabenprofil des Suchschnitts von ANDERSEN und MADSEN (1974) (Maßangaben vom Verf. eingefügt).

Abb. 58: Ausschnitt aus der Laserscan-Karte mit dem Westende des Osterwalls im Raum Dürwade. (Karte verändert, Maßstab \approx 1: 9.200) (Karte freundlicherweise bearbeitet von Frau Dipl.-Geogr. Karin Göbel/ALMusS-H).

Abb. 59: Ausschnitt aus einem Orthofoto mit der Silhouette des Osterwall-Endes am Windebyer Noor (Quelle: Orthofoto des LA für Verm. u. Geoinf. S-H (DP 65287/2016).

Abb. 60: Ausschnitt aus der Osterwall-Laserscan-Karte mit der Wallsilhouette am Ostufer des Windebyer Noors.

Abb. 61: Ausschnitt aus einem Luftbild mit dem Krummwall-Gelände (Foto Privatbesitz des Verfassers, Fotoausschnitt verändert, Maßstab \approx 1: 20.000).

Abb. 62: Ausschnitt aus der Laserscan-Karte mit dem Verlauf des Krummwalls (Maßstab 1: 13.000) (Karte freundlicherweise bearbeitet von Frau Dipl.-Geogr. Karin Göbel Arch. Landesmuseum S-H).

Abb. 63: Vergleich der Abbildung des Halbkreiswalls um Hollingstedt auf der MEJER-Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf⁶ rechts (1651/Nachdruck der Karte von JOAN BLAEU) (Maßstab. Abb. links: $\approx 1: 15.575$, Abb. rechts: $\approx 1: 55.000$).

Abb. 64: oben: Ausschnitt aus der Verkoppelungskarte der Gemeinde Hollingstedt aus dem Jahr 1794 (Maßstab $\approx 1: 13.800$); unten: Der obigen Abbildung entsprechender Ausschnitt aus Google Earth (Maßstab $\approx 1: 12.800$).

Abb 65: Ausschnitte aus der Abb. 61 und Google Earth mit der vermuteten Befestigungsanlage Schmalenburg. (Maßstab: links $\approx 1: 23.500$, Mitte: $\approx 1: 8.900$, rechts $\approx 1: 3.700$).

Abb. 66: Stark vergrößerter Ausschnitt aus dem Luftbild Abb. 61.

Abb. 67: Geländeausschnitt aus der Reproduktion der Königl. Preuss. Landes-Aufnahme 1877, Blatt Kreis Schleswig, Raum Kurburg.

Abb. 68: Kartenausschnitt einer Karte aus den 30er-Jahren (Karte verändert, Maßstab $\approx 1: 23100$).

Abb. 69: Ausschnitt aus zwei Orthofotos vom NATO-Flugplatz Jagel (Quelle: L Verm Geo S-H-4 DOP 20 Dannewerk-DP8971/2015, Ausschnitte ohne Maßstab).

Abb. 70: Links: Kartenausschnitt aus der preuss. Landesaufnahme von 1879 (Bl. 1524, Hütten); Rechts: Kartenausschnitt aus dem Danewerk-Atlas des Arch. LA S-H (Bl. 29) (Kartenausschnitte erweitert, Maßstab Ausschnitt links $\approx 1: 20600$, rechts $\approx 1: 7700$).

Abb. 71: Links: Ausschnitt aus der GEERZ-Karte vom Kriegsschauplatz von Schleswig, Section XI Eckernförde. Rechts: Ausschnitt aus der preuss. Landesaufnahme von 1879, Bl. 1524 (Kartenausschnitte erweitert, ohne Maßstab)

Abb. 72: Das Ostende des Osterwalls am Windebyer Noor: Ausschnitt aus der preuss. Landesaufnahme von 1879, Bl. 16, Kr. Eckernförde sowie Ausschnitt aus dem Danewerk-Atlas des Arch. LA S-H, Bl. 36, Osterwall.

Abb. 73: Geländeschnitt aus der Karte TK 25. Die Überhöhung der Ordinate beträgt $\approx 1: 145$.

Abb. 74: Aus der Karte TK 25 übernommener Geländeschnitt von Osten nach Westen durch das Urstromtal der Rheider Au. Die Überhöhung der Ordinate beträgt $\approx 1: 560$.

Abb. 75: Das Kograben-Gelände mit den Bodentypen (Karte erweitert, Maßstab $\approx 1: 15.500$, Quelle: Digitale Bodenkarte des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR 2011).

Abb. 76: Ausschnitt aus der TK 25 mit dem Kograben-Gelände zwischen dem Wallende am Heideweg in Kurburg und dem Wallknick (Karte erweitert, Maßstab $\approx 1: 15.500$, Quelle: Digitale Bodenkarte des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR 2011).

Abb. 77: Ausschnitt aus der geologischen Karte mit dem Flugplatzgelände Jagel und der Lage des Kurzen Kograbens (Karte erweitert, Maßstab $\approx 1: 40.000$, Quelle: Geologische Karte des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und ländliche Räume (LLUR).

Abb. 78: Schematisches Profil zur Entstehung des Schnaaper Binnensanders (Bild und Bildunterschrift aus PRANGE 1989, S. 80).

Abb. 79: Bodenkarte der südlichen Hälfte des Schnaaper Binnensanders zwischen der Bundesstraße 76 im Norden und der Endmoräne mit vorgelagertem Sander im Süden, im Osten begrenzt vom Windebyer Noor, im Westen von den Ortschaften Götheby-Holm und Fleckeby. Die rote Linie gibt den Verlauf des Osterwalls wieder. (Karte erweitert, Maßstab $\approx 1\text{:} 15.500$, Quelle: Bodenkarte des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und ländliche Räume LLUR. Karte erweitert, Maßstab $\approx 1\text{:} 38.500$)

Abb. 80: Ausschnitt aus der TK 25 mit dem westlichen Ende des Osterwalls im Raum Dürwade (Karte erweitert, Maßstab $\approx 1\text{:} 5.700$).

Abb. 81: Vereinfachte schematische Darstellung des Osterwall-Bodenprofils im Wald von Dürwade (nach HEIBACH (2013, S. 28) (Quelle der Bodenprofilaten: HEIBACH 2013, Anh. XXV).

Abb. 82: Erweiterter Ausschnitt aus der Karte "Bodenkundliche Kartierung des Schnaaper Binnensanders mit der Lage und Numerierung der Einschlüsse für die Rasterkartierung" (Quelle HEIBACH 2013, Abb. 6.13, S. 36, Maßstab: $\approx 1\text{:} 5.300$).

Abb. 83: Links: Foto HEIBACH 2013, Abb. 6.9, S. 28 mit der Abbildung des "Leitbodenprofils 4". Rechts: Beschreibung des Leitbodenprofils, Bodenkdl. Kartieranlgt 2005, Abb. 17, S. 142 und Abb. 18, S. 149.

Abb. 84: Vereinfachte schematische Darstellung der 220 m langen Catena a (Abb. 82) (Quelle Bodenprofilaten: HEIBACH 2013: Abb. 6.9, S. 28 (Leitprofil 4), sowie Anh. XXV, XXVI und XXVIII; die Bodenprofilaten 1/12 und 1/13 wurden im Rahmen einer bodenkundlichen Kartierung unter Leitung von H. FLEIGE bestimmt).

Abb. 85: Vereinfachte schematische Darstellung der 190 m langen Catena b (Bezug auf Abb. 80 und 82). Die Bodenprofilaten 10 und 11 wurden im Rahmen einer bodenkundlichen Kartierung unter Leitung von H. FLEIGE bestimmt.

Abb. 86: Ausschnitt aus der TK 25 mit der von HEIBACH (2013) kartierten Fläche des Schnaaper Sanders (HEIBACH (2013), Abb. 4.1, S.9). (Maßstab: $1\text{:} 17.200$).

Abb. 87: Bodenprofil der Grabung am Osterwall, Dürwade, Profil A. mit der Bodenhorizontbeschreibung von ANDERSEN 1998, Planche 21,1. 7; Pfostenloch Projektion.

Abb. 88: Erweiterter Grabungsprofilschnitt (Querschnitt des Osterwalls, Profil A, Dürwade der Abb. 84 mit Beschreibung der Bodenhorizonte.

Abb. 89: Ausschnitt aus Google Earth Luftbildfoto mit dem Ostende des Osterwalls am Windebyer Noor. Luftbild erweitert: die fett hellbraun gestrichelte Linie entspricht der Walltrasse, hellgelb die Grabungsfläche mit den zwei Suchschnitten A und E von ANDERSEN und MADSEN von 1972). (Maßstab des Luftbildausschnitts $\approx 1\text{:} 3.300$).

Abb. 90: Vereinfachte schematische Darstellung der 240 m langen Catena der Fläche mit dem Osterwallende am Windebyer Noor.

Abb. 91: Erweitertes Grabungsprofil A (Querschnitt) des Osterwalls am Windebyer Noor (Abb. 89). Daten der Bodenschätzung/Verf. (Quelle des Grabungsprofils ANDERSEN 1998, Planche 21,2 Profil A)

Abb. 92: Erweitertes Grabungsprofil E (Querschnitt) des Osterwalls am Windebyer Noor (Abb. 89). Daten der Bodenschätzung/Verf. (Quelle des Grabungsprofilschnitts ANDERSEN 1998, Planche 21, Profil 21,2 und Planche 21, Profil E).

Abb. 93: Erweiterter Ausschnitt aus der Bodenschätzungskarte Hollingstedt mit der Bodenklassifizierung (Maßstab $\approx 1 : 24.600$).

Abb. 94: Skizze von LOEWE (1974) mit dem Schnittpunkt der NATO-Pipeline mit dem Krummwall schwarzer (Pfeil) (Skizze genordet, Maßstab $\approx 1 : 9.300$).

Abb. 95: Trasse des Krummwalls zwischen der Grabungsfläche Schmalenburg und dem Kreuzungspunkt der Straße Schlott (L 27) mit dem Krummwall (Grundlage: Google Earth GeoBasis-DE BKG. Maßstab des Luftbildausschnitts $\approx 1 : 5.300$).

Abb. 96: Trasse des Krummwalls am Südrand von Hollingstedt (Grundlage: Google Earth GeoBasis-DE BKG, Maßstab des Luftbildausschnitts $\approx 1 : 4.200$).

Abb. 97: Vereinfachte schematische Darstellung der ca. 600 m langen Catena. Die Bohrpunkte sind den Bodenprofilaten der digitalen Bodenschätzung des Landesamtes für Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR 2011) entnommen.

Abb. 98: Trasse des Krummwalls am Nordrand von Hollingstedt (Maßstab des Luftbildausschnitts $\approx 1 : 4.000$).

Abb. 99: Vereinfachte schematische Darstellung der ca. 400 m langen Catena (Quelle: Bodenprofilaten der digitalen Bodenschätzung des Landesamtes für Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR 2011)).

Abb. 100: Blick auf die Holzsubstruktion zur Stabilisierung des Wallfundaments auf der Grabungsfläche Schmalenburg. Bildausschnitt aus BORDEMANN 2008, Abb. 59, S. 72 (Foto Steinhagen).

Abb. 101: Profil des Wallschnitts von ANDERSEN (1992) am Krummwall, Schanze XIX. (ANDERSEN 1998, S. 37).

Abb. 102: Ausschnitt aus einem digitalen Luftbildfoto mit dem Kograben-Gelände (Quelle Digitales Orthofoto Dannewerk – Heideweg DP 37168/2016 Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein, Maßstab $\approx 1 : 12.000$).

Abb. 103: Radartransekte auf der Fläche Erichsen/Ketelsen (Quelle: Ausschnitt aus Luftbild des LA für Verm u. GeoInfo DP 37168/2016) (Maßstab $\approx 1 : 1.700$).

Abb. 104: Radargramm 103 auf der Fläche Erichsen/Ketelsen. Radargramm A: Schnittpunkt des Radartransekt 103 mit dem Kograben im Punkt 9,5 m vom Startpunkt des Radartransekt. Radargrammausschnitt B: Tiefenangaben zu einzelnen Reflexionslinien und Diffraktionshyperbeln der Störung des Suchschnitts KNORR (1921). Radargrammausschnitt C: Ausschnitt mit der Störung am südlichen Ende des Suchschnitts von KNORR (1921).

Abb. 105: Radargramm 104 auf der Fläche Erichsen/Ketelsen am Wegeknicke des Heidewegs in Kurburg.

Abb. 106: Radargramm 115.

Abb. 107: Ausschnitt von der Fläche Lausen mit Radartransekten und möglichem Kograbenverlauf (Ausschnitt aus Google Earth. Maßstab $\approx 1:85.00$).

Abb. 108: Fläche Lausen zwischen den Wegeknicke am Heideweg. Abgebildet die Lage und Richtung der Radartransekte 114, 53/54, 109 und 39/40. (Quelle: Ausschnitt aus Luftbild des LA für Verm u. GeoInfo DP 37168/2016) (Maßstab $\approx 1:4.200$).

Abb. 109: Radargramm 114 auf der Fläche Lausen.

Abb. 110: Radargramm 109 auf der Fläche Lausen.

Abb. 111: Radartransekte auf den Flächen Erichsen bis zur Fläche Buchholz (Quelle: Ausschnitt aus Luftbild des LA für Verm u. GeoInfo DP 37168/2016 (Maßstab $\approx 1:4.200$).

Abb. 112: Radargramm 69.

Abb. 113: Radargramm 111 am Ende der angenommenen Kograben-trasse auf der Fläche Buchholz.

Abb. 114: EM-38-Kartierung der Fläche beiderseits der Hofffläche Lausen. Maßstab $\approx 1:4.400$.

Abb. 115: Vergrößerter Ausschnitt aus Abb. 110 (Karte genordet und erweitert, Maßstab $\approx 1:1700$).

Abb. 116: Vergleich der Geländeoberfläche mit den EC-Werten auf der Fahrtrasse 4.

Abb. 117: Graphische Darstellung der EC-Werte, aufgenommen in Fahrtrichtung der Trassenabschnitte von SSO nach NNW, Fahrtrasse 4 von NNW nach SSO (Abb. 113).

Abb. 118: Fläche Erichsen/Ketelsen am Heideweg (Bildquelle: Ausschnitt aus Google Earth) (Maßstab $\approx 1:2000$).

Abb. 119: Diagramme der Tiefenlinien der 3 Penetrologger-Messreihen auf der Fläche Erichsen/Ketelsen am Heideweg (Abb. 118).

Abb. 120: Vergleich der durchschnittlichen Eindringwiderstandswerte der ausgewählten Tiefenlinien der Messreihe 1 (Tab. 18).

Abb. 121: Vergleich der durchschnittlichen Eindringwiderstandswerte der ausgewählten Tiefenlinien der Messreihe 2.

Abb. 122: Vergleich der durchschnittlichen Eindringwiderstandswerte der ausgewählten Tiefenlinien der Messreihe 3.

Abb. 123: Ausschnitt aus Orthophoto (Google Earth aus 2020) mit den Flächen Erichsen/Ketelsen (rechts) und Lausen (links). (Maßstab $\approx 1:2.800$).

Abb. 124: Luftbildkarte mit der Fläche des früheren Kurzen Kograbens auf dem NATO-Flugplatz Jagel mit UTM-Koordinatengitter (Die Karte wurde georeferenziert von Dipl. Geogr. Tim Hartmann, Geogr. Inst. CAU, Maßstab $\approx 1:10.000$).

Abb. 125: Kartenausschnitt mit der Fläche des früheren Kurzen Kograbens auf dem NATO-Flugplatz Jagel.

Abb. 126: Darstellung des Geländeprofiles der Untersuchungsfläche auf dem Flugplatz Jagel (Abb. 127). Die Überhöhung der Ordinate beträgt $\approx 1:36$.

Abb. 127: Ausschnitt des Flugplatzgeländes aus Orthofoto mit dem Kurzen Kograben (Bildquelle: LA Verm u. GeoInfo S-H, DP 37168/2016, Maßstab $\approx 1: 4.700$).

Abb. 128: Radargramm 77.

Abb. 129: Radargramm 78.

Abb. 130: Radargramm 80.

Abb. 131: Links Ausschnitt aus Radargramm 83, rechts vergrößerter Ausschnitt.

Abb. 132: Ausschnitte aus Radargramm 84 (Abb. 127).

Abb. 133: Radargramm 350.

Abb 134: Ausschnitt aus einem Orthofoto mit dem Westende des Osterwalls im Raum Dürwade (Bildquelle: Landesamt f. Verm. u. Geoinfo S-H 4 DOP 20). (Maßstab $\approx 1: 3.700$).

Abb. 135: Radargramm 122.

Abb. 136: Radargramm 120 (Querschnitt des Osterwalls, Profil A, Dürwade der Abb. 88 mit Beschreibung der Bodenhorizonte, ANDERSEN 1998, Planche 21,1).

Abb. 137: Radargramm 46.

Abb. 138: Radargramm 119.

Abb. 139: Radargramm 49.

Abb. 140: Radargramm 128.

Abb. 141: Luftbildfoto mit dem Ostende des Osterwalls am Windebyer Noor (Quelle Luftbild DP LA Verm u. GeoInfo S-H, DP 37168/2016, Maßstab $\approx 1: 3.600$).

Abb. 142: Radargramm 363, die Tiefenwerte, wie auch die Werte der folgenden Radargramme wurden dem Reflexw-2D-dataanalysis-Modus entnommen.

Abb. 143: Radargramm 364.

Abb. 144: Radargramm 365.

Abb. 145: Radargramm 366.

Abb. 146: Radargramm 367.

Abb. 147: Radargramm 368.

Abb. 148: Bildliche Darstellung der Untersuchungsmethoden auf den Wallflächen des Danewerks.

Abb. 149: Rechteckstruktur von 40 m x 100 m Flächengröße auf der Fläche Bredenkamp. In der Fläche eine Kreisanlage von 9 m Durchmesser (Luftbild im Besitz von H. Zschweigert).

Abb. 150: Vom Wallknick nach Südosten verlaufendes Wallstück von etwa 500 m Länge.

Abb. 151: aus Anlage 1: Ausschnitt aus der georeferenzierten MEJER-„Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (1651), unterlegt mit einem Ausschnitt aus dem Kartenblatt Hollingstedt

der Königl. Preuss. Landes-Aufnahme 1877 mit dem Haupt- und Krummwall sowie dem westlichen Ende des Kograbens im Raum Kurburg (Maßstab $\approx 1: 79.400$).

Abb. 152: aus Anlage 1: Ausschnitt aus der georeferenzierten MEJER-„Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (1651), unterlegt mit einem Ausschnitt aus dem Kartenblatt Hollingstedt der Königl. Preuss. Landes-Aufnahme 1877 mit dem westlichen Ende des Krummwalls zwischen Morgenstern bis Hollingstedt“ an der Treene (Maßstab $\approx 1: 79.400$).

Abb. 153: aus Anlage 1: Ausschnitt aus der georeferenzierten MEJER-„Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (1651), unterlegt mit einem Ausschnitt aus dem Kartenblatt Hütten der Königl. Preuss. Landes-Aufnahme 1877 mit dem westlichen Ende des Osterwalls zwischen Kochendorf und der Großen Breite der Schlei bei Holm (Maßstab $\approx 1: 79.400$).

Abb. 154: aus Anlage 1: Ausschnitt aus der georeferenzierten Mejer-„Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (1651), unterlegt mit einem Ausschnitt aus dem Kartenblatt Hütten der Königl. Preuss. Landes-Aufnahme 1877 mit dem östlichen Ende des Osterwalls zwischen Dürwade und dem Windebyer Noor bei Eckernförde (Maßstab $\approx 1: 79.400$).

Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Mittlere Parameterwerte der Böden im Untersuchungsgebiet (LECKEBUSCH 2000, S. 12).
- Tab. 2: Ausgewählte Strecken zwischen jeweils zwei identischen Punkten zur Ermittlung des mittleren Maßstabs der Danewerk-Karte aus dem Schlei-Atlas von 1641 von MEJER.
- Tab. 3: Bestimmung der geographischen Position von Schloss Gottorf aus der TK 25 und aus der Randgraduierung der MEJER-Karte. Berechnung der Entfernungen zu den ausgewählten Nullmeridianen.
- Tab.4: Nord- und Ostabweichung der ausgewählten Orte der Altkarten-Transekte AB von den realen Ortslagen (Kograbens-Gelände, Abb. 32 u. 39).
- Tab.5: Nord- und Ostabweichung der ausgewählten Orte der Altkarten-Transekte CD von den realen Ortslagen (Osterwall-Gelände, Abb. 33 u. 40).
- Tab.6: Streckenvergleich zwischen den ausgewählten Orten der Altkarten-Transekte AB (Kograbens-Gelände, Abb. 34 u. 39) mit den identischen Orten der Neukarte (TK 25).
- Tab.7: Streckenvergleich zwischen den ausgewählten Orten der Altkarten-Segmente CD (Osterwall-Gelände, Abb. 35 u. 40) mit identischen Orten auf der Neukarte (TK 25).
- Tab.8: Richtungsvergleich zwischen den ausgewählten Strecken der Altkarten-Transekte AB (Kograbens-Gelände, Abb. 36 u. 40) mit identischen Richtungen auf der Neukarte.
- Tab.9: Richtungsvergleich zwischen den ausgewählten Strecken der Altkarten-Transekte CD (Osterwall-Gelände, Abb.37 u. 40) mit identischen Richtungen auf der Neukarte.
- Tab.10: Beispiele der Indirekten Maßstabsbestimmung nach der Formel 4-3. Die Naturstrecken, errechnet aus den Koordinaten der TK 25, stimmen nicht mit den gemessenen Längen der MEJER-Altkarte überein.
- Tab.11: Berechnung der Erdumfänge aus vier zurZeit MEJERS gebräuchlichen Meilenmaßen zur Feststellung, des von MEJER für die Randgraduierung der "Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf" (MEJER 1651) verwendeten Meilenmaßes.
- Tab.12: Berechnung des von MEJER verwendeten Meilenmaßes aus den gemessenen und berechneten Streckenlängen des Kograbens und des Osterwalls.
- Tab.13: Längenvergleich ausgewählter identischer Strecken des Krummwalls um und in Hollingstedt auf den Ausschnitten der Laserscan-Karte der Abb. 62 (Abb. links) und auf der MEJER-, „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ von 1651 (Abb. rechts/Ausschnitt aus Nachdruck JOAN BLAEU).
- Tab.14: Tabellarische Auflistung der kartographischen Darstellung der Danewerk-Wälle durch Kartographen vom 16. bis zum 19. Jahrhundert unter der Fragestellung, wer MEJERS Darstellung der Danewerk-Wälle übernommen und damit bestätigt hat.
- Tab. 15: Anzahl der aufgenommenen Radargramme auf den einzelnen Untersuchungsflächen, differenziert nach Radargrammen mit interpretierbaren Aussagen zur Bodenstruktur und zu möglichen Wallrelikten.
- Tab.16: Schnittpunkte ausgewählter Radartransekte mit der Walltrasse des Kograbens zwischen dem Heideweg in Kurburg und dem Auftreffpunkt am Hauptwall (s. Abb. 102).

- Tab.17: Bestimmung der Lage der Fahrtrassenabschnitte aus den Koordinatenangaben des EM 38 Bodenscanners (Georef dezimal, umgewandelt in UTM) für die einzelnen Messpunkte.
- Tab.18: Beschreibung der vom angenommenen Kograbenerlauf geschnittenen bzw. am Rande berührten Farbflächen der Abb. 110.
- Tab.19: Eindringwiderstandswerte (MPa) in 20, 30, 40 und 50 cm Tiefe unter der Geländeoberfläche der Messreihen 1–3 (Abb. 118 u. 119), entnommen den Penetrologger-Messdaten in numerischer Darstellung der PLOTS 001–006 (Anlage 4).
- Tab.20: Auflistung der Schnittpunkte der Radartransekte mit dem Kurzen Kograbenerlauf, und den Trassen der "Rheider Au alt" und der "Rheider Au neu" (s. Abb. 127).
- Tab.21: Auflistung der Schnittpunkte der Radartransekte 363–368 mit dem Ostende des Osterwalls.

In Dankbarkeit gewidmet
meinem Freund Professor Dr. Peter Felix-Henningsen

Kurzfassung

Der Nachweis des Ausbaus des Krummwalls von dem Wallende bei Matzenkamp bis zum Ortsrand von Hollingstedt gab den Anstoß, auch die Lage des westlichen Endes des Kograbens, des Ost- und des Westendes des Osterwalls sowie das westliche Ende des Krummwalls in Hollingstedt zu bestimmen. In die Untersuchung wurde auch der Kurze Kograbens auf dem NATO-Flugplatz Jagel mit einbezogen.

Von MEJER stammt die älteste umfassende Darstellung der Danewerk-Wälle. Als erster Kartograph hat er das Danewerk als einen Komplex zusammenhängender Wälle abgebildet, nicht nur die im Gelände sichtbaren Wälle, sondern auch nicht mehr vorhandene, die nur noch in der historischen Überlieferung existierten, so den Krummwall und den Halbkreiswall um Hollingstedt. Ebenso hat er das hohe Steilufer der Osterbek zwischen Dürwade und Götheby-Holm als Wall dargestellt. Vermutlich folgte er, wie bei Hollingstedt der Beschreibung der Danewerk-Wälle des DANCKWERTH (1652, S.113). Die Verlängerung des Kograbens vom Heideweg in Kurburg bis zum Wallknick, dem Übergang des Hauptwalls zum Krummwall, wird jedoch als „Mutmaßung“, als möglicherweise früher vorhanden, bezeichnet (DREYER-EIMBCKE 2007, S. 208).

Um Realität von Mutmaßungen unterscheiden zu können, wurde die Darstellung der Danewerk-Wälle auf der großmaßstäblichen MEJER-„Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ von 1651 mit den Abbildungen auf den Karten nachfolgender Kartographen verglichen. Der Vergleich ergab, kein Kartograph ab dem 17. Jahrhundert bis heute hat MEJERS Darstellung der Wälle Kograbens, Osterwall sowie Krummwall mit dem Halbkreiswall um Hollingstedt übernommen. Sie haben nur das abgebildet, was im Gelände noch zu sehen war.

Zusätzlich wurde die MEJER-Karte einer Genauigkeitsanalyse unterzogen, mit dem Ergebnis, dass die Karte im Vergleich mit zeitgenössischen Karten aufgrund einheitlicher Kartensymbole, der Randgraduierung und der Maßstabsleiste für Entfernungsmessungen einen bedeutenden Fortschritt darstellt. Die Karte weist unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten MEJERS einen erstaunlich hohen Genauigkeitsgrad auf.

Auf Luftbildern und auf einer Laserscan-Karte konnten sowohl eine Verlängerung des Kograbens um rund 110 m nach Westen als auch der Verlauf des Krummwalls bis in den Ort Hollingstedt mit dem Halbkreiswall um den alten Ortsteil von Hollingstedt nachgewiesen werden.

Nicht vorgesehen war das Anlegen von Bodenprofilen zur Untersuchung von Wallrelikten. Die bodenkundlichen Prospektionen beschränkten sich auf die Auswertung der digitalen Bohrpunktdaten der amtlichen Bodenschätzung. Diese lieferten eine ausreichende Beschreibung der Bodenverhältnisse, wo auf den Untersuchungsflächen ein Wallbau möglich war.

Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf den geophysikalischen Prospektionen mit einem Georadargerät, einem Penetrologger und einem Bodenscanner EM 38, mit dem Ziel festzustellen, wo Wallrelikte zu erkennen waren, und wo die Wälle tatsächlich endeten.

Prospektionen mit einem Georadargerät wurden auf allen Flächen angesetzt. Auffällige Veränderungen der Radarechos in Form von diskontinuierlich strukturierten Diffraktionshyperbeln konnten nach der Struktur in den errechneten Schnittpunkten mit den Wällen Kurzer Kograbens und Osterwall als Wallrelikte interpretiert werden.

So zeigten die Fazies der Schnittpunkte der Radartransekte mit der angenommenen Verlängerung des Kograbens zwischen dem Wallende am Heideweg in Kurburg und dem Auftreffpunkt am Hauptwall nur auf der Fläche Erichsen/Ketelsen am Heideweg Störungen, die flache Grabenprofile erkennen ließen.

Der Bodenscanner EM38 kam nur auf der Fläche des Hofes Lausen am Heideweg zum Einsatz. Der Scanner misst die scheinbare elektrische Bodenleitfähigkeit (EC) und bildet sie farblich differenziert ab. In der möglichen Verlängerung der Kograbentrasse zeichneten sich weder streifenförmige noch linienhafte Abweichungen der Bodenleitfähigkeitswerte von der Umgebung ab. Ein möglicher Weiterbau des Kograbens über die Fläche Erichsen/Ketelsen nach Westen konnte somit ausgeschlossen werden.

Die Messung der Eindringwiderstandswerte des Bodengefüges mit dem Penetrologger auf der Fläche Erichsen/Ketelsen ergab keine Hinweise auf Wallrelikte. Die Eindringwiderstandswerte ließen aber erkennen, dass der Kograbens aufgrund der anmoorigen Bodenverhältnisse mit hohem Grundwasserstand über das westliche Ende dieser Fläche hinaus nicht weiter gebaut werden konnte. Der Kograbens endete somit am Heideweg in Kurburg.

Auf dem heutigen NATO-Flugplatz Jagel sind in den Schnittpunkten der Radartransekte mit dem früheren Kurzen Kograbens trotz großflächiger Einebnungen und vieler baulicher Veränderungen immer noch Relikte des Kurzen Kograbens unter der Geländeoberfläche zu erkennen.

Der Osterwall sperrt nach der Karte von MEJER zwischen der Großen Breite der Schlei und dem Windebyer Noor den Zugang zur Halbinsel Schwansen auf einer Länge von ≈ 6.500 m. Nach der Auswertung von neueren Karten, von Luftbildern und von Wallresten endet das westliche Ende des Osterwalls in Dürwade am Beginn des Steilufers der Osterbek. Durch Vergleich von Grabungsprofilen mit der Fazies mehrerer Georadartransekte konnte die Struktur des Wallaufbaus des westlichen Endes abgeleitet werden.

Das Steilufer mit dem vermoorten Bett der Osterbek stellte früher bis zur Mühle Holm ein so starkes Geländehindernis dar, dass ein Weiterbau des Osterwalls nicht erforderlich war.

Das östliche Ende des Osterwalls läuft in einem Bogen nach Nordosten am Ufer des Windebyer Noors aus. Mit Radartransekten konnten sowohl Wallrelikte in Form von Bodenverdichtungen durch die Auflast des Walls als auch Grabenprofile nachgewiesen werden.

Für Prospektionen des Krummwalls in Hollingstedt stand ein Georadargerät nicht mehr zur Verfügung. Damit waren Untersuchungen mit dem Ziel, unter der Geländeoberfläche noch den Verlauf von Wallrelikten feststellen zu können, nicht mehr möglich. Hollingstedt bleibt weiterhin ein Forschungsdesiderat, ebenso ein auf der MEJER-Karte vom Wallknick nach Südosten sich hinziehender Wall von über 500 m Länge (Abb. 148). Dieser Wall hebt sich auch heute noch als leichte Erhebung im Gelände von der Umgebung ab.

1 Einleitung

1.1 Das Danewerk– eine Welterbestätte

Das Danewerk und der wikingerzeitliche Handelsplatz Haithabu sind am 30. Juni 2018 in die UNESCO-Welterbeliste aufgenommen worden. Der Titel „Welterbe der UNESCO“ ist die höchste Auszeichnung für ein Denkmal. Er stellt das Danewerk mit Haithabu unter den internationalen Schutz der UNESCO. Voraussetzung ist der Nachweis der „herausragenden, universellen, kulturellen und historischen Bedeutung in Verbindung mit der historischen Echtheit und Unversehrtheit“ dieser beiden Denkmale (Welterbe Manual 2009, S. 66), vielfach belegt durch dänische wie auch deutsche Geschichtsquellen.

Damit ist dem Danewerk mit Haithabu die verdiente Anerkennung als das größte und bedeutendste Denkmal der Wikingerzeit auf deutschem Boden zuerkannt worden. Heute ist es ein herausragendes Symbol der deutsch-skandinavischen Geschichte des frühen Mittelalters und ein die Völker Deutschlands und Dänemarks verbindendes historisches Erbe.

Es ist erstaunlich, wie wenig das Danewerk in der deutschen Bevölkerung Schleswig-Holsteins bekannt ist. Bereits 1903 beklagte Johanna MESTORF die mangelnden Kenntnisse: „...Vor ca. 60 Jahren wusste in Schleswig-Holstein noch jedes Schulkind von der Geschichte und der Bedeutung des Danewerks zu erzählen. Heutzutage würde man auf die Frage, wo liegt das Danewerk, was bedeutet es, kaum eine befriedigende Antwort bekommen“ (MESTORF 1903, S. 19).

Nur sporadisch wird in der schleswig-holsteinischen Presse an die historische Bedeutung und die mehr als tausendjährige Geschichte der Wehranlage erinnert. Dabei ist das Danewerk das größte archäologische Denkmal Nordeuropas und das größte lineare Naturschutzgebiet des Landes Schleswig-Holstein. Durch ihre in weiten Teilen immer noch beeindruckende Größe prägen die zentralen Wälle des Danewerks, der Haupt- und Krummwall sowie der Verbindungswall mit dem Halbkreiswall des wikingerzeitlichen Handelsplatzes Haithabu, sichtbar die Landschaft zwischen dem Ende der Schlei bei Schleswig und der Ortschaft Hollingstedt an der Treene, dem größten Nebenfluss der in die Nordsee mündenden Eider.

Für das dänische Volk und seine Geschichte hingegen hat das Danewerk immer noch eine große emotionale und kulturelle Bedeutung. Es steht in einem engen Zusammenhang mit der Entstehung des Königreichs Dänemark im frühen Mittelalter. Obwohl dieses Denkmal seit mehr als 150 Jahren auf deutschem Staatsgebiet liegt, gilt es weiterhin als ein herausragendes Symbol des dänischen Nationalbewusstseins sowie der dänischen Identität, Existenz und Legitimität. Die dänische Minderheit¹ im Landesteil Schleswig des Landes Schleswig-Holstein sieht im Danewerk nicht nur das „Symbol ihrer historischen Existenz“, sondern es hat auch die Funktion „des historischen und kulturellen Gedächtnisses“ (KÜHL 2004, S. 330-331). Von der dänischen Minderheit wird die Region Südschleswig, das Gebiet zwischen der heutigen deutsch-dänischen Grenze und der Eider, als genuin dänische Kulturlandschaft betrachtet (KÜHL 2004, S. 329). Betont dänisches Geschichtsbewusstsein, verbunden mit betont dänischer Identität, beinhaltet zwar eine gewisse nationalpolitische Abgrenzung gegen die deutsche Mehrheit. Jedoch wird von der dänischen Seite mittlerweile anerkannt, dass die Region nördlich der Eider seit dem Mittelalter eine durchaus auch deutsch geprägte kulturelle Entwicklung erfahren hat.

Bereits mit Beginn der Vorbereitungen zur Antragstellung, das Danewerk in die Welterbeliste aufzunehmen, wurden noch offene Fragen zur Danewerk-Forschung diskutiert und Maßnah-

¹ Über die Zugehörigkeit zur dänischen Minderheit siehe KÜHL 2004, S. 228/229.

men zu deren Lösung ergriffen. Aktuelle Luftaufnahmen wurden ausgewertet, Geländebegehungen durchgeführt und archäologische Grabungen in Angriff genommen, so die Grabung im Hauptwallgelände zur Feststellung der bis dahin nur vermuteten Lage des Wieglesdor in der Ortschaft Klein Dannewerk.

EINHARD, Zeitgenosse und Biograph der beiden ersten Karolinger Kaiser berichtet, dass der dänische König Godofridus (Göttrik) im Jahre 808 befohlen habe, einen Befestigungswall zwischen der Ostsee und der Eider (die Treene hieß früher auch Nordereider) mit einem einzigen Tordurchlass zu errichten, dem Wieglesdor, durch den nur ein Karren sowie Reiter heraus- und hereingelassen werden können (BUCHNER 1955 – EINHARD, Annales, S. 96 ff.). Im Zusammenwirken deutscher und dänischer Archäologen konnte im Zuge des alten Heer- oder Ochsenweges das Wieglesdor im Wall hart westlich der heutigen Kreisstraße K 27 freigelegt werden.

Ein weiteres Projekt befasste sich mit der Frage, ob es den Krummwall über das heutige Wallende westlich von Morgenstern bis zur Treene in Hollingstedt gegeben habe. Dieses stellt der Husumer Kartograph Johannes MEJER (1606–1674) sowohl auf den zwei Danewerk-Karten im Schlei-Atlas (MEJER 1641), als auch auf den der Landesbeschreibung von DANCKWERTH (1652) beiliegenden großmaßstäblichen Landkarten dar. Auf diesen Karten wird allerdings der Ort Hollingstedt von einem Halbkreiswall umfasst (MEJER 1649, Kartenblatt VI und XX, und 1651 Kartenblatt XXII). Im Rahmen der Magisterarbeit des Verfassers mit dem Thema „Archäologisch-bodenkundliche Untersuchungen des Danewerks zwischen Matzenkamp-Gemeinde Hollingstedt und der Treene in Hollingstedt“ konnte der Nachweis erbracht werden, dass der Krummwall über das heutige Wallende bei Achterwall hinaus, westlich Morgenstern um nahezu drei Kilometer weiter bis mindestens zum östlichen Ortsrand von Hollingstedt bestanden hat (BORDEMANN 2008).

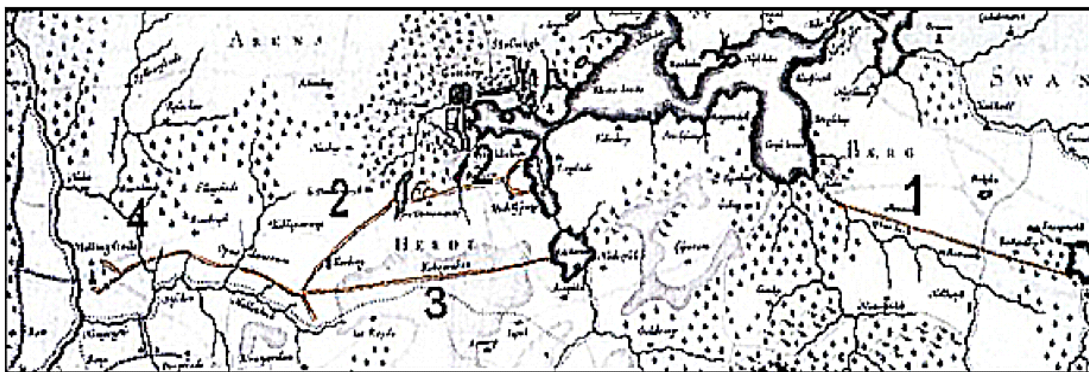


Abb. 1: Die Wälle des Danewerks: 1 Osterwall, 2 Hauptwall mit Verbindungswall und Halbkreiswall von Haithabu, 3 Kograbens, 4 Krummwall. Nicht abgebildet: der Kurze Kograbens und der Nordwall (Quelle: Ausschnitt aus MEJERS *Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf* von 1651; Maßstab: $\approx 1:250.000$, die Karte ist genordet).

In der neueren Forschung gab es gegen den Ausbau des Krummwalls bis in den Ort Hollingstedt und gegen den Ausbau des Kograbens bis zum Wallknick durchaus überzeugende Argumente. So stellt der dänische Archäologe HANS HELLMUTH ANDERSEN in seiner grundlegenden und die archäologischen Untersuchungen an den Danewerk-Wällen zusammenfassenden Arbeit „Danevirke og Kovirke“ (ANDERSEN 1998) fest, dass der Krummwall „in den Wiesen von Hollingstedt nicht vorhanden war. ... Er endete westlich Morgenstern, wo die Hollingstedter Wiesen beginnen“ (ANDERSEN 1998, S. 244).

UNVERHAU (1987, 1988, 1993), die aus geographischer und historischer Sicht die älteren Berichte sowie die Karten MEJERS (1649, 1651) einer kritischen Betrachtung unterzog, konnte

ebenfalls keine Hinweise auf eine Fortsetzung der Wälle Kograbens, Osterwall und Krummwall über die heute im Gelände sichtbaren Wallenden hinaus erkennen.

1.2 Problemstellung und Zielsetzung

Der Nachweis des Ausbaus des Krummwalls bis Hollingstedt gab den Anstoß, weitere Danewerk-Wälle, den Kograbens (Abb. 1-4) und den Osterwall (Abb. 1-1), zu untersuchen. Waren sie tatsächlich so ausgebaut, wie MEJER (1649 und 1651) sie abgebildet hat, nämlich als lückenlose, von einem starken Geländehindernis zu einem anderen starken Geländehindernis reichende Wälle? Heute scheinen sie wie unvollendet und ohne Anlehnung an Befestigungen oder Geländehindernisse im offenen Gelände auszulaufen (Abb. 2, schwarze Strecken).

Wenn es einen Ausbau gegeben hat, wie er von DANCKWERTH (1652) beschrieben ist, und wie mehr als 60 Jahre später der Gottorfer Festungsbaumeister Wolff (ca. 1722) überlieferte (Abb. 2, rote Strecken), ist davon auszugehen, dass das Gewicht der Wallaufschüttungen zu Veränderungen der darunter liegenden Bodenhorizonte geführt hat. Wahrscheinlich wurden die Basischichten sowie die darunter liegenden Bodenhorizonte durch Kompression des Bodengefüges überverdichtet, verbunden mit einer elastischen und plastischen Verformung der unteren Bodenhorizonte durch die Erhöhung der Vertikalspannung (SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL 2018, S. 254 ff.).

Für eine nachgewiesene Überverdichtung des Bodens entlang der vermuteten Walltrassen können wahrscheinlich nur anthropogene Einflüsse die Ursache gewesen sein. Umgekehrt ist zu berücksichtigen, dass durch das seit dem 17. Jahrhundert bekannte Abtragen der Wallerde zur Melioration mooriger Flächen (DANCKWERTH 1652, S. 113) die elastische Verformung zwar aufgehoben, die plastische Verformung hingegen möglicherweise erhalten geblieben ist. Darüber hinaus können durch Grabung und tiefgründige Untergrundauflockerung die Horizontfolge gestört, und die Bodenstruktur nachhaltig verändert worden sein.

Zu den Wällen gehörten oft Palisaden und ein vorgelagerter Graben. Silhouetten von Palisadenlöchern wurden in mehreren archäologischen Grabungsschnitten angetroffen. Das Schleifen der Wälle ging häufig mit der Verfüllung des Wehrgrabens einher, um landwirtschaftliche Nutzflächen zu gewinnen, was stellenweise ebenfalls in früheren archäologischen Grabungen erkannt wurde. Das überwiegend humose Bodensediment der Grabenverfüllung weist als Folge der Durchmischung mit humusfreiem Unterbodenmaterial abweichende Merkmale im Vergleich zu den benachbarten Böden mit ungestörter Horizontfolge auf. Diese Hypothesen waren der Anlass, den vermuteten, bisher unbekannten Verlauf der Wall-Graben-Anlagen im Bereich des Danewerks mit bodenkundlichen Methoden zu untersuchen.

Da Grabungsschnitte zum möglichen Nachweis von Graben- und Wallstrukturen ausgeschlossen waren, kam der Auswertung historischer Karten mit der Darstellung der Danewerk-Wälle besondere Bedeutung zu. Um Verdachtsflächen zu identifizieren, wurden neben der Literatur alle verfügbaren Landkarten hinsichtlich der Darstellung des Danewerks seit 1651 ausgewertet. Die „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (MEJER 1651) wurde ausgewählt und auf ihre Genauigkeit in der Wiedergabe der abgebildeten Landschaft analysiert. Dafür war vor allem eine Übertragung der geographischen Koordinaten der Altkarte in das heute vorherrschende UTM-Koordinatensystem erforderlich. Zudem musste der Maßstab ausgewertet werden, um

die Lagegenauigkeit der eingezeichneten Wallstrukturen im heutigen Gelände bestimmen zu können.

Dieser Spur folgend wurden im Anschluss Luftbilder, sog. Orthofotos, sowie Laserscan-Karten der Flächen mit den vermuteten Wallverläufen ausgewertet, um ggf. auf linienhafte Geländestrukturen und Veränderungen der Bodenoberfläche zu stoßen. Bereits bei den Vorarbeiten zur Magisterarbeit des Verfassers (BORDEMANN 2008) hatten Luftbilder wertvolle Hinweise auf den Verlauf des Krummwalls im Gelände gegeben. Mit dem Bohrstock wurden Untersuchungen zum Bodenaufbau dort vorgenommen, wo Bodenschätzungsdaten nicht vorliegen.

Da Grabungsschnitte nicht ausgeführt werden konnten, und somit die Beprobung von Bodenprofilen für eine Bestimmung der Lagerungsdichte der Bodenhorizonte nicht möglich war, kamen geophysikalische Prospektionsmethoden zum Einsatz. Mit einem Georadargerät wurde der Untergrund an den Schnittpunkten der Radartransekte mit den vermuteten Walltrassen auf auffällige Veränderungen der Radarechos untersucht. Zusätzlich wurden mit einem Penetrologger anhand des Eindringwiderstandes relative Veränderungen der Bodendichte gemessen. Die Verdachtsflächen, die im Rahmen dieser Arbeit untersucht wurden, zeigt Abb. 2.

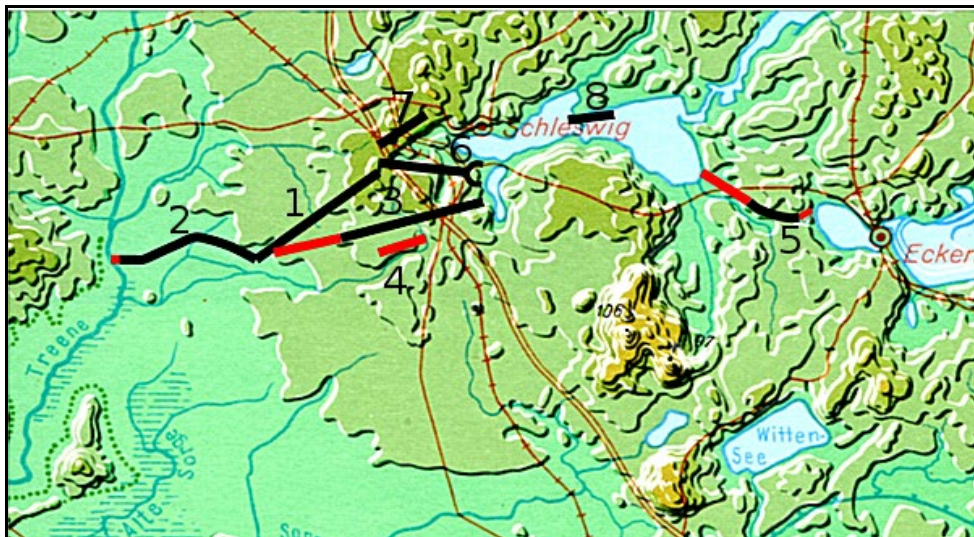


Abb. 2: Ausschnitt aus der Planungskarte des Landes Schleswig-Holstein mit den Danewerk-Wällen. 1 Hauptwall, 2 Krummwall, 3 Kograbens, 4 Nordwall, 5 Osterwall, 6 Verbindungs- oder Margarethenwall mit dem Halbkreiswall von Haithabu, 7 Kurzer Kograbens, 8 Seesperre von Reesholm. Schwarz: die heute noch sichtbaren Wallteile. Rot: die auf Wallrelikte zu untersuchenden Flächen (Karte genordet, Maßstab $\approx 1: 300.000$).

Nach dem bisherigen Forschungsstand endete der Kograbens-Ausbau (Abb. 2-3) am Heideweg in der Gemarkung Kurburg südwestlich der Kreisstraße K 30. Untersucht wurden die Flächen auf einen möglichen weiteren Ausbau in Richtung Wallknick, dem Übergang vom Hauptwall zum Krummwall (Abb. 2-3, rote Strecke).

Auf dem Gelände des heutigen NATO-Flugplatzes Jagel war zu prüfen, ob sich trotz mehrerer umfangreicher Baumaßnahmen nach dem Bau des Flugplatzes noch Wallspuren des Kurzen Kograbens (Abb. 2-4) nachweisen lassen

Am Osterwall erstreckten sich die Prospektionen sowohl auf den Raum Dürwade westlich Kochendorf als auch auf das östliche Ende am Windebyer Noor (Abb. 2-5, rote Strecken).

Bereits in der oben angeführten Magisterarbeit des Verfassers wurde Hollingstedt als eine immer noch bestehende „Forschungslücke“ bezeichnet. Folgt man JANKUHN (1937), ist ein

Wallverlauf in Hollingstedt nicht auszuschließen. Bereits die archäologische Landesaufnahme der Karte des VON TIMM zeigt Teile von Wallresten am Ost- und Nordrand des Ortes. Auffällig war bei der früheren Windmühle im Ort Hollingstedt ein von JANKUHN (1937) veröffentlichter Grabungsschnitt mit einem nach Norden weisenden Grabenprofil. Ob seitens des Archäologischen Landesamtes eine Kontrollbeobachtung auf Wallrelikte bei dem weiteren Ausbau der Stichstraße Rimbürg stattgefunden hat, ist nicht bekannt. Es liegt eine Vielzahl von Radartransekten aus den Ortsrandräumen von Hollingstedt vor, die jedoch mit einigen wenigen Ausnahmen keine Hinweise auf Wallrelikte erkennen ließen.

Obwohl das Alter der ältesten Bauphasen und der Anlass für die Errichtung der Wälle immer noch unbekannt sind, können die späteren Baumaßnahmen zur Verstärkung des Danewerks aufgrund historischer Quellen immer im Zusammenhang mit drohenden oder sogar direkten kriegerischen Ereignissen in Verbindung gebracht werden. Alle Auseinandersetzungen mit Dänemark, beginnend im frühen Mittelalter unter den Ottonen, endend in der Neuzeit im Krieg zwischen dem Deutschen Bund und Dänemark 1864, hatten nur einen Schwerpunkt: den Kampf um das Danewerk. War das Danewerk verloren, war die Verteidigungsfähigkeit Dänemarks entscheidend geschwächt.

2. Das Danewerk: Baugeschichte – Forschungsgeschichte – Forschungsstand

2.1 Baugeschichte des Danewerks - Historische Einordnung

Die Wälle des Danewerks haben als Landwehr die sogenannte Schleswiger Landenge gesperrt, einen etwa 6,5 km breiten Tieflandpass zwischen Schleswig-Friedrichsberg und Kurburg mit dem Ort Dannewerk im Zentrum. Hier auf dem sandigen Teil des Mittelrückens sind die Bodenverhältnisse für Landverkehrswege seit jeher günstiger gewesen als auf den schwereren lehmigen Böden der sich östlich anschließenden hügeligen Jungmoränenlandschaft oder im Westen, auf der von Mooren durchschnittenen Niederen Geest westlich von Kurburg. Durch diese Landenge verlaufen seit urgeschichtlicher Zeit alle wichtigen Nord-Süd-Landverkehrswege, früher der Heer- oder Ochsenweg, heute eine Bundesstraße, die Bundesautobahn sowie die Eisenbahn-Hauptstrecke Hamburg – Rendsburg – Schleswig – Flensburg – Dänemark.

Von ebenso großer Bedeutung wie der Heerweg war der in der Wikingerzeit über die Landenge verlaufende, rund 16 km lange Ost-West-Handelsweg zwischen den frühmittelalterlichen Häfen Haithabu am Schlei-Ende und Hollingstedt an der Treene, der kürzesten Landverbindung zwischen den Verkehrsräumen der Nord- und Ostsee. Nirgendwo auf der Südhälfte der jütischen Halbinsel sind sich schiffbare Wasserwege der Nord- und Ostsee so nahegekommen wie hier im Raum der Schleswiger Landenge.

Die Baugeschichte des Danewerks umfasst einen Zeitraum von mehr als 600 Jahren, wobei die älteste Bauphase noch immer nicht datiert werden konnte. Neuere archäologische Untersuchungen haben mehrere in die Vorwikingerzeit reichende Bauphasen zutage gebracht (ANDERSEN 1998, S. 204 ff.).

Archäologisch nicht nachweisbar ist der von EINHARD beschriebene Wallbau des Dänenkönigs Göttrik im Jahre 808. Möglicherweise handelte es sich um umfangreichere Reparatur- oder Verstärkungsmaßnahmen. Nach bisherigen Erkenntnissen wurde die älteste Bauphase, das Danewerk I, in die zweite Hälfte des 7. Jahrhunderts bis etwa zur Jahrhundertwende um 800 datiert

(BORDEMANN 2008, S. 80 ff.).² Diese Phase wurde mit dem Vordringen der Slawen nach Holstein in eine zeitliche Verbindung gebracht. HARCK (1998) schließt allerdings auch einen Zusammenhang mit den Volkswällen im Süden Jütlands nicht aus. Diese datieren in die Mitte des dritten Jahrhunderts. Es ist daher nicht ausgeschlossen, dass die älteste Bauphase bereits der mittleren oder dem Beginn der späten römischen Kaiserzeit zugeordnet werden kann (HARCK 1998, S. 127 ff.).

Möglicherweise hatte der Wall ursprünglich die Funktion eines südlichen Grenzwalls des Stammesgebiets der Angeln, der ihren Siedlungsraum gegenüber dem der Sachsen abgrenzte. Dies hätte dem „Olderdiget“ entsprochen, einem Grenzwall zwischen Tinglev und Hadersleben, der das Siedlungsgebiet der Angeln von dem Gebiet des nördlich siedelnden Stammes der Jüten, dem Over-Jerstal-Kreis, trennte.

Bei den Grabungen zur Untersuchung des Wieglesdor im Jahr 2013 wurde am Ostende des Hauptwalls die zweitälteste Bauphase entdeckt, ein Wall, errichtet aus Heidesoden. Die ¹⁴C-Datierung ergab als Bauzeitraum das 5./6. Jahrhundert n. Chr. (SEGSCHNEIDER et al. 2013, S. 40). Damit könnte die älteste Bauphase, wie HARCK (1998) herausstellt, durchaus mit derjenigen der Volkswälle im Süden Jütlands zeitlich übereinstimmen.

Als gesichert gilt, dass spätestens ab der dritten Bauphase zwischen AD 670-780, bisher als Bauphase I bezeichnet, bereits dänische Könige den weiteren Ausbau des Danewerks betrieben haben, um den einzigen Landweg zu den frühdänischen Kerngebieten auf der jütischen Halbinsel an deren schmalster Stelle durch eine Landwehr nachhaltig zu sperren.

Bis in das Hochmittelalter wurden die Wälle immer wieder verstärkt und zu einem Komplex von verzweigten, in Ost-West-Richtung verlaufenden Langwällen ausgebaut (Abb. 2). Zu den ältesten Wällen zählen der Hauptwall (Abb. 2-1), der Krummwall (Abb. 2-2), der Nordwall (Abb. 2-7), und vermutlich der Osterwall (Abb. 2-5). Der Verbindungswall mit dem Halbkreiswall von Haithabu (Abb. 2-6) sowie der Kograbens (Abb. 2-3) wurden im letzten Drittel des 10. Jahrhunderts errichtet. Die Funktion und das Baujahr des Kurzen Kograbens (Abb. 2-4) auf dem heutigen NATO-Flugplatz Jagel sind unbekannt.

Historiker wie auch Archäologen führten bis in die siebziger Jahre des 20. Jahrhunderts den Bau des Danewerks auf den dänischen König Godofridus zurück. Der Biograph EINHARD berichtet aus dem Jahr 808, dass der dänische König Godofridus, auch Göttrik genannt, nach Beendigung eines Kriegszuges gegen die Abodriten und Rückkehr nach Sliesthorp den Bau des Danewerks befohlen habe. Dieser EINHARD-Text ist der älteste schriftliche Nachweis des Danewerks als frühgeschichtliche dänische Verteidigungsanlage.³

² Die Datierung bezieht sich auf eine ¹⁴C-Datierung einer Holzprobe aus der Grabung Schmalenburg im Zusammenhang mit den archäologisch-bodenkundlichen Untersuchungen des Krummwalls zwischen Matzenkamp/Gemeinde Hollingstedt und der Treene in Hollingstedt (BORDEMANN 2008, S. 80 ff.).

³ „...Godofridus vero, soluta classe ad portum, qui Sliesthorp dicitur, cum universo exercitu venit...Ibi per aliquot dies moratus limitem regni sui, qui Saxoniam respicit, vallo munire constituit, eo modo, ut ab orientali maris sinu, quem illi Ostarsalt dicunt, usque ad occidentalium oceanum totam Egidorae fluminis aquilonalem ripam munimentum valli praetexteret, una tantum porta dimissa, per quam carra et equites emitti et recipi potuissent. Göttrik wurde 810 ermordet. (EINHARD, Annales, S. 96 ff.).

Die von ANDERSEN vertretene Auffassung, Godofridus habe den Bau des Danewerks befohlen, um sich gegen hegemoniale Bestrebungen Karls des Großen zu schützen (ANDERSEN 1992a, S. 18), ist der Quelle EINHARD nicht zu entnehmen (EINHARD, Annales S. 86 ff.). Das offensive Vorgehen des dänischen Königs gegen die mit dem Frankenreich verbündeten Abodriten und deren Niederlage, sowie der Ausbau des Danewerks hatten offensichtlich die Bedrohungslage für das Frankenreich verändert und zu Verteidigungsmaßnahmen an der Elbe, jedoch noch nicht in Nordalbingien geführt. Vielmehr hatte Karl d. Gr. im Jahre 808 in einem Kapitular Küstenschutz-

Der Bau des Kograbens, des Verbindungswalls und der Befestigung von Haithabu wird der dritten Großtat des dänischen Königs Harald Blauzahn (940–980) zugeordnet, „mit der er sich ganz Dänemark gewann“ (BRANDT 2001, S. 72). Er hatte die Abwesenheit des Kaisers Otto I., der Große, der von 966 bis 972 in Italien gebunden war, zum Anlass genommen, Haithabu und die Grenzmark zwischen Eider und Schlei, die von König Heinrich I., dem Vater Ottos I., im Jahre 934 eingerichtet worden war, zurückzuerobern. Zugleich hatte er sächsisches Gebiet südlich der Eider seinem Reich einverleibt. Die deutsche Gegenmaßnahme setzte erst 974 unter Kaiser Otto II. ein. Die Zwischenzeit hatte Harald genutzt, den Hauptwall des Danewerks sowie die Umwallung von Haithabu zu verstärken. Zwischen Haithabu und dem Hauptwall ließ er den sogenannten Verbindungswall sowie den Kograbens errichten.

Als Kaiser Otto II. 974 mit einem Heer vor dem Danewerk erschien, so berichtet Thietmar von Merseburg, fand er das Danewerk stark befestigt vor: „Dort erkannte er, dass seine Gegner ihm gewaffnet in der Besetzung des zur Verteidigung ihres Landes errichteten Grabens und seines Zuganges, des sogenannten Wieglesdor, zugekommen waren“ (TRILLMICH 1957, S. 91). Dem aus Franken, Sachsen und Friesen bestehenden Heer gelang es, das Danewerk zu erstürmen und die jütische Halbinsel zu erobern. Der dänische König bat um Frieden, ließ sich taufen und leistete Kaiser Otto II. den Lehnseid. Das Gebiet zwischen Schlei und Eider wurde wieder deutsche Grenzmark. Das Danewerk blieb vermutlich dänische Grenze.

Im Jahre 1036 trat Kaiser Konrad II. dem dänischen König Knut dem Großen, der zugleich auch König von England war, die zwischen Eider und Schlei gelegene Grenzmark ab. Die Abtretung sollte die beiderseitigen Beziehungen vertiefen. Anlass war vermutlich die Vermählung Heinrichs, Sohn Kaiser Konrads, mit Gunhild, der Tochter des Königs von Dänemark und England.

Um 1100 wurde das Danewerk zu einem Erdwall von etwa 6 m Höhe und 30 m Breite ausgebaut. Vorgelagert waren eine kurze Berme und ein Graben, dessen Breite von 12 m zusammen mit dem hohen Wall als eine mächtige Festungsanlage angesehen werden konnte.

Den Höhepunkt des mittelalterlichen Wallausbaus, zugleich den Schlusspunkt, setzte König Waldemar I., der Große: „Zur Wehr des ganzen Reiches“ (ANDERSEN 1992) verstärkte er den zentralen Teil des Danewerks, den Hauptwall, auf einer Länge von ungefähr 4 km mit einer Ziegelsteinmauer von 2 m Breite und 7 m Höhe. Die Baumaßnahmen begannen etwa um 1165.

maßnahmen und einen Flottenbau für den heutigen belgisch-niederländischen Raum angeordnet. Vermutlich gab es bereits Überfälle dänischer Wikinger, die diese fränkischen Küstengebiete heimsuchten und die seitens Karls d. Gr. mit der dänischen Expansionspolitik als im Zusammenhang stehend gesehen wurden (ausführlicher bei HELTEN, S. 85 ff. unter Bezug auf SPROEMBERG, S. 21 ff., Letzterer nicht in die Literaturliste aufgenommen). Die fränkische Festung Esesfleth datiert erst in das Jahr 809. EINHARD berichtet aus dem Jahre 810, dass die Dänen die (west-)friesischen Inseln verwüstet, in drei Schlachten die Friesen besiegt und 100 Pfund Silber als Steuern von den Friesen eingezogen hätten. Friesland (das heutige West- und Ostfriesland) gehörte zum Einflussbereich des fränkischen Reiches. Das Verbleiben an der Elbe wie auch die Küstenschutzmaßnahmen von 808 deuten auf ein Verharren im Status quo und nicht auf eine Machtausweitung des fränkischen Reiches hin (ausführlicher bei HELTEN 2011, S. 44 und S. 86 ff.). Die Unterstellung fränkischer Hegemoniebestrebungen trifft somit zu diesem Zeitpunkt nicht die historische Wirklichkeit. Godofredus durfte davon ausgehen, dass Karl d. Gr. mit einem Heer in sein Reich einfallen könnte, um Vergeltung zu üben wegen der dänischen Angriffe auf die mit dem fränkischen Reich verbündeten Abodriten, aber auch, um weitere Einfälle über See in das fränkische Reich zu unterbinden. Aus dem EINHARD-Text wird jedoch deutlich, dass sowohl Karl d. Gr. als auch der Dänenkönig Göttrik nicht an einer direkten Konfrontation interessiert waren.

Als Waldemar I. im Jahre 1182 starb, waren die Arbeiten vermutlich noch nicht abgeschlossen. Ob die Mauer überhaupt fertiggestellt wurde, steht daher nicht fest.⁴

Seit den Zeiten Karls des Großen waren Nordalbingien sowie die von Slawen besiedelten Länder im heutigen Ostholstein und Mecklenburg-Vorpommern dänisches Interessengebiet, wie die wechselnden Koalitionen der dänischen Herrscher mit Slawen einerseits und Franken und Sachsen andererseits vom 9. bis zum 13. Jahrhundert erkennen lassen. Erst Waldemar II. (Regierungszeit von 1202 bis 1241) gelang es, nach dem Sieg in der Schlacht von Stellau im Jahre 1201 Holstein zu erobern und seine Herrschaft auf die sächsischen und slawischen Siedlungsgebiete östlich der Elbe auszudehnen.

Kaiser Friedrich II. verzichtete 1214 urkundlich auf die Gebiete nördlich der Elde und Elbe zugunsten Waldemars II.⁵ Das Gebiet südlich der Eider bis zur Elbe wurde Teil des dänischen Reiches. Damit waren der dänische König der mächtigste Herrscher im Ostseeraum und Dänemark eine Großmacht. Die dänische Großmachtstellung brach jedoch 1223 schlagartig mit der Gefangennahme Waldemars II. durch den Grafen von Schwerin zusammen. Die Niederlage des dänischen Königs vier Jahre später in der Schlacht bei Bornhöved (1227) beendete seine Herrschaft über die Gebiete südlich der Eider.⁶

⁴ Nach ANDERSEN hat Waldemar der Große „mit dieser Demonstration seiner Macht die seit 1131 erhobenen Ansprüche der Kaisermacht auf Oberhoheit abgeschüttelt und den norddeutschen Fürsten ihre Angriffslust genommen“ (ANDERSEN 1992, S. 21). ANDERSEN übergeht, dass Waldemar I. noch 1181, ein Jahr vor seinem Tode, in Lübeck dem Kaiser Barbarossa den Lehnseid geleistet hat, Jahrzehnte nach Beginn des Mauerbaus. Historisch unstrittig ist, dass das Lehnverhältnis Waldemars zu Kaiser Barbarossa nur von formaler Art war. Es verpflichtete Waldemar, keine offensive Politik gegen Kaiser Barbarossa zu betreiben. Es enthielt auch nicht die Bedingung, den Kaiser bei seinen Kriegszügen militärisch zu unterstützen. Ebenso wenig waren damit Begrenzungen oder Abhängigkeiten von Zustimmungen seitens des deutschen Reiches in Bezug auf dänische Ambitionen im Ostseeraum verbunden. Der Lehnseid drückte nicht nur aus, vom Kaiser mit der Herrschaft über Dänemark belehnt worden zu sein, sondern beinhaltete auch die Anerkennung der Legitimation der Herrschaft Waldemars über das dänische Reich durch den deutschen Kaiser (SPIESS, S. 182). Das war entscheidend für den Fall von Thronstreitigkeiten, die in Dänemark nicht ungewöhnlich waren. Kaiser Barbarossa, der damals mächtigste Herrscher im Abendland, sicherte somit als Lehnsherr die Herrschaft Waldemars. Waldemars I. Politik, die wesentlich von seinem Kanzler, dem Bischof Absalom geprägt wurde, kann umschrieben werden: „Der Feind meines Feindes ist mein Freund“. Die Interessen Waldemars kollidierten in den westslawischen Gebieten mit denen Heinrichs des Löwen, der ein Gegner Barbarossas war. Aber bereits 1182 verweigerte der Nachfolger Waldemars, Knut VI., den Lehnseid, in der sicheren Erkenntnis, dass Barbarossa, durch die politischen Verhältnisse in Italien gebunden, weder in der Lage noch willens war, das durch den Sturz Heinrichs des Löwen entstandene Machtvakuum im nordalbingischen und slawischen Raum auszufüllen. Knut VI. und insbesondere dessen Nachfolger Waldemar II., mit dem Beinamen der Sieger, dehnte seinen Machtbereich auf Nordalbingien mit den damals schon aufwachsenden Hafenstädten Lübeck und Hamburg sowie auf die mecklenburgischen Grafschaften aus. Die dänischen Könige nannten sich fortan „Danorum et S(c)lavorumque rex“.

⁵ Die Elde, ein kleiner Fluss, heute zum Kanal ausgebaut (Elde-Müritz-Kanal), mündete im Mittelalter bei Dömitz in die Elbe. Damit überließ der Hohenstauffer Friedrich II. dem Dänenkönig ein Gebiet, bestehend aus Mecklenburg einschließlich Lübeck sowie Nordalbingien, das Gebiet von Hamburg miteingeschlossen. Hamburg und Lübeck erkannten den dänischen König als ihren Schutzherrn an. Die Elbe war von Dömitz bis zur Mündung in die Nordsee Grenzstrom. Ob Kaiser Friedrich II. überhaupt das Recht besaß, Reichsgebiete ohne Zustimmung der Reichsfürsten abzutreten, insbesondere das Gebiet der nördelbischen Sachsen, wird in der Literatur unterschiedlich bewertet.

⁶ Als Grund für die Gefangennahme Waldemars II. gibt es mehrere Versionen. RANKE berichtet in seiner „Weltgeschichte“ im Kapitel „Kreuzzüge und päpstliche Weltherrschaft – Ausbreitung der lateinischen Christenheit“, S. 322, dass Waldemar II. große Teile der Schweriner Grafschaft an sich gerissen und sich gegenüber der Ehefrau des Grafen Übergriffe erlaubt habe, als dieser sich auf einem Kreuzzug befand. PONTOPPIDAN (1766) schreibt im 11. Kapitel, Band 1, S. 141 des Dänischen Atlas oder Beschreibung des Königreiches Dänemark „Als Graf Heinrich von Schwerin nach dem heiligen Grabe verreiset war und bei seiner Zurückkunft den König in Verdacht hatte, er hätte seine Gemahlin geschwächt (geschwängert), so besuchte er

Durch die weitere politische Entwicklung in den Gebieten südlich und nördlich der Eider verlor das Danewerk seine Bedeutung als "Wehr des ganzen Reiches" und verfiel. Die Geländeteile mit den Wällen kamen in Bauernhand, ebenso die Waldemarsmauer, die zum Steinbruch verkam. Die Ziegelsteine wurden für den Ausbau des Schlosses Gottorf und bis in die ersten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts für den Bau von Bauernhöfen in den umliegenden Dörfern verwendet.

Die Erinnerung an die königlichen Bauherren des Danevirke, Göttrik, Harald Blauzahn, Waldemar der Große sowie an die Königinnen Thyra und Margareta Danneboth blieb jedoch erhalten, wie den Beschreibungen des Danewerks durch DANCKWERTH (1652), MEJER (1649, 1651), LANGEBEK und PONTOPPIDAN (1766) sowie zusammenfassend MÜLLER und NEERGAARD (1903, S. 245 ff.) beschrieben haben.

Im Jahre 1773 hatte der dänische König mit Zustimmung der russischen Zarin Katharina II. die Gottorfer Anteile des Herzogtums Holstein dem dänischen Gesamtstaat zugeschlagen, aber für die Herzogtümer Schleswig und Holstein eine eigenständige Verwaltung belassen.⁷ Der dänische Versuch, die Herzogtümer mit einer Bevölkerung unterschiedlicher Sprache administrativ und kulturell stärker mit dem Königreich zu verbinden, forderte insbesondere den Ritterstand wie auch die Mehrheit des gebildeten Bürgertums in den beiden Herzogtümern zum Widerstand heraus.

Die Deutschgesinnten in Schleswig und Holstein wollten die alten Landrechte sowie die seit 1460 verbrieft Untrennbarkeit der beiden Herzogtümer Schleswig und Holstein erhalten wissen: "dat se bliven ewich tosamende ungedeelt" (JENSEN 1957, S. 65). Es entstanden regelrechte Volksbewegungen, die auf deutscher Seite in der von Lornsen im Jahre 1830 geforderten Trennung der Herzogtümer von Dänemark in administrativer Hinsicht gipfelte: „Nur der (dänische) König und der Feind sey uns gemeinschaftlich“ (HÜBENER 1963, S. 48).

den König in Fühnen, stellte sich ganz freundlich an, und leistete ihm auf der Jagd Gesellschaft, welche mit einer guten Mahlzeit und mit einem guten Rausche beschlossen ward. Dieses hatte der Graf vorausgesehen, und darnach seine Einrichtung gemachtso kamen die Schiffsleute des Grafen..., banden den König, und führten ihn nach Schwerin, wo er auf Danneberg zwey Jahre gefangen gehalten, bis er sich endlich mit 45.000 löthigem Mark Silber lösete und versprechen mußte, den ihm zugefügten Schimpf niemals zu rächen.“

LANGEBEK, ein Zeitgenosse PONTOPPIDANS, bezieht sich, inhaltlich nahezu gleichlautend mit PONTOPPIDAN, auf die *Chronica Regum Danorum* des Petrus Olaius; LANGEBEK in *Scriptores Rerum Danicarum Medii Aevi*, Tomus I, S. 123: „*Rex autem, eo absente* (Graf Heinrich von Schwerin), *uxorem ipsius, ut dicitur, carnaliter* (hier mit *sündhaft nackt* oder *fleischlich* zu übersetzen) *cognovit*.“

DAHLMANN (1840, Bd. 1, S. 376) hält die Schwängerung für eine üble Nachrede. „...noch weniger ist späteren Schriftstellern zu trauen“ (gemeint sind wohl PONTOPPIDAN und LANGEBEK), „daß der König die Gräfin zur Untreue verführt hat“.

Nach HOFFMANN (1977, S. 24) hat Waldemar II. die beiden Schweriner Grafen, die Brüder Heinrich und Gunzelin in die Lehnabhängigkeit gezwungen und durch die Heirat seines unehelichen Sohnes Nikolaus mit der Tochter des Gunzelin diesen an sich gebunden. Als Gunzelin starb, fiel Gunzelins Erbteil, die halbe Grafschaft Schwerin zu Recht an Waldemars und des Gunzelin Enkel. Graf Heinrich war über diese Erbfolge erbost, rächte sich an dem König, indem er ihn und dessen Sohn gefangen nahm. Der Racheakt des Grafen von Schwerin veränderte nahezu schlagartig die politische Landschaft in der westlichen Ostseeregion. Diese Version trifft vermutlich die historische Wirklichkeit.

⁷ Bis 1806 war die staatsrechtliche Stellung der Herzogtümer Holstein und Schleswig verschieden. Schleswig war dänisches Lehen, Holstein und Lauenburg deutsche Reichslehen. Bereits 1773 hatte die auf den Zarenthron gelangte Gottorfer Linie auf ihre Anteile in Holstein zugunsten des dänischen Königs verzichtet. Die Herzogtümer Holstein und Lauenburg blieben jedoch Teil des Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation und wurden nach dem „Wiener Kongreß von 1814/15“ Teil des Deutschen Bundes, der Nachfolgeorganisation des Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation. Der König von Dänemark war somit als Herzog von Holstein regierender deutscher Fürst im Deutschen Bund. Das Herzogtum Lauenburg gelangte erst 1816 im Tausch unter die Herrschaft des dänischen Königs.

Die national-dänische Bewegung der Eiderdänen hingegen forderte: „Dänemark braucht Schleswig, um eine geeignete militärische Grenze und hinreichende Mittel für eine gedeihliche innere Entwicklung zu haben; es ist eine Lebensfrage seines staatlichen Daseins. Deshalb verstehen wir unter Dänemark alles Land zwischen Öresund und Eider und sind bereit, unser altes Danewirke zu verteidigen ... gegen das Geschrei der Nordelbingier (mit ihrem up ewich ungedeelt)“ (JENSEN 1957, S. 68).

Die deutsch-dänischen Gegensätze eskalierten, nachdem in Frankreich 1848 wieder eine Revolution ausgebrochen war. Die Eiderdänen zwangen den dänischen König unter Androhung der Revolution, sich der Forderung der schleswig-holsteinischen Ständeversammlung, auch mit dem Herzogtum Schleswig dem Deutschen Bund beizutreten, zu widersetzen. Ihr Ziel war vielmehr, dem Herzogtum Schleswig die Selbständigkeit zu nehmen und es dem dänischen Reich anzugliedern.

Als die Abtrennung Schleswigs von Holstein drohte und eine Deputation der schleswig-holsteinischen Ständeversammlung in Kopenhagen kein Gehör fand, bildete sich in Kiel unter Zustimmung der überwältigenden Mehrheit der Bevölkerung der Herzogtümer Schleswig und Holstein eine provisorische Regierung, die sich von Dänemark lossagte. Sie beschloss, so lange im Amt zu bleiben, bis der dänische König, den sie weiterhin als ihren Landesherrn ansah, wieder frei sei und frei entscheiden könne. Es begann ein dreijähriger Krieg, den letztlich Dänemark mit dem Sieg in der Schlacht bei Idstedt 1851 gewann.

Nach dem Sieg rückte auch das Danewerk wieder in das Zentrum dänischer Militärpolitik. Bereits nach der Schlacht bei Idstedt begannen die Dänen, das Danewerk zwischen Schleswig und Hollingstedt für eine wirkungsvolle Verteidigung vorzubereiten. Die Wallanlagen wurden durch Schanzen für Kanonenstellungen und die Rheider Au-Niederung durch Geländeverstärkungen (Schleusen und Dämme für Aufstauungen) so ausgebaut, dass das gesamte Vorgelände des Danewerks gesperrt und durch Waffenwirkung beherrscht werden konnte.⁸

Entgegen den Vertragsbestimmungen des "Londoner Protokolls von 1852" wurde 1864 unter dem Druck der „Partei der Eiderdänen“ das Herzogtum Schleswig vom Herzogtum Holstein abgetrennt und dem dänischen Reich einverleibt. Der Vertragsbruch war für Preußen und Österreich, Garantiemächte des „Londoner Protokolls“, Anlass, den Status quo von 1852 mit Waffengewalt wiederherzustellen,⁹ nachdem politische Verhandlungen sich als erfolglos erwiesen hatten.

Das Danewerk rückte jetzt in den Brennpunkt des deutschen und europäischen öffentlichen Interesses. Dieser „Zweite dänische Krieg von 1864“¹⁰ wurde von deutscher Seite als Bundesexekution geführt. Preußische und österreichische Truppen überschritten am 1. Februar 1864 die Grenze zum Herzogtum Schleswig. Als durch preußische Truppen die Einschließung des dänischen Heeres in der Danewerk-Stellung drohte, war diese nicht mehr zu halten und musste

⁸ Der Ausbau des Danewerks zu einer modernen Verteidigungsanlage war mit erheblichen Landenteignungen in den Wallbereichen verbunden. Es erstaunt, dass in der Literatur die mit dieser Enteignung verbundenen Probleme nicht dargestellt sind, berücksichtigt man, welche Schwierigkeiten die Landeigentümer etwa zehn Jahre zuvor bereiteten, als im Auftrag des Königs Wallparzellen aufgekauft werden sollten. Möglicherweise lag es daran, dass nur Parzellen enteignet wurden, die Teil des Hauptwalls waren.

⁹ Dänemark hatte sich gegenüber den Signatarmächten, darunter Österreich und Preußen, verpflichtet, das Herzogtum Schleswig weder verfassungs- noch verwaltungsmäßig mit dem Königreich Dänemark zu vereinen, und der deutschen wie der dänischen Nationalität und Sprache in diesem Herzogtum gleiche Berechtigung und gleichen Schutz zu gewähren. (nach JENSEN 1957, S. 81).

¹⁰ Als *erster dänischer Krieg* wurde von deutscher Seite der Krieg von 1848 bis 1851, der Krieg von 1864 als *zweiter dänischer Krieg* bezeichnet (FONTANE, S. 45)

nahezu kampflos Hals über Kopf geräumt werden. Dänemark verlor den Krieg. Die Herzogtümer Schleswig, Holstein und Lauenburg blieben von den Siegermächten besetzt. Die modernen Befestigungsanlagen des Danewerks wurden geschleift. Damit endete die militärische Bedeutung des Danewerks als Bollwerk gegen Deutschland.

Über die Entstehung und Baugeschichte des Osterwalls ist nichts bekannt. Dieser Wall beginnt am Windebyer Noor, verläuft in westlicher Richtung durch den heutigen Ort Kochendorf und endet nach rund 3,5 km am Beginn des Steilufers der Osterbek bei Dürwade (Abb. 1-1). Der Osterwall wurde seit jeher als Teil des Danewerks angesehen, auch wenn ein räumlicher Zusammenhang nicht gegeben ist. Er gilt als alter Teil des Danewerks. MEJER (1649, 1651) bezeichnet ihn auf seinen Karten als Altwall, HUITFELDT (1600) schreibt vom gamle Dannevirke (HUITFELDT 1600, Nachdruck 1977, S. 202).

In der neueren Literatur wird der Wall als ein Sperrwerk zum Schutz der Halbinsel Schwansen angesehen (JANKUHN 1937, S. 266 ff., ANDERSEN 1998, S. 265). Der Verlauf zwischen Kochendorf und Dürwade mit einer Frontpalisade entspricht dieser Feststellung. Bei der östlichen Hälfte zwischen Kochendorf und dem Windebyer Noor fehlen nicht nur die bei der westlichen Hälfte nachgewiesenen Pfostensetzungen für eine Palisade, sondern das Wallende läuft – entgegen allen bisherigen Vorstellungen von einer militärisch sinnvollen Lage von Sperranlagen – an einem für eine Verteidigung ungünstigen Vorderhang aus. Somit können über den Zweck des Osterwalls nur Vermutungen angestellt werden.

2.2 Forschungsgeschichte

Die älteste ausführlichere Beschreibung der Danewerk-Wälle ist in der „Newen Landesbeschreibung der zwey Herzogthümer Schleswich und Holstein zusambt vielen dabei gehörigen Landkarten“ des Husumer Bürgermeisters DANCKWERTH (1652) enthalten. Darin heißt es über den Kograben: „Vor diesem großen Walle (gemeint ist der Hauptwall bis zum Wallknick, d. Verf.) nach dem Süden oder Mittage, ist ein kleiner Vorwall gewesen, von Selck See oder Selck Nöhr an, mit einer Spitze biß unter Korborg an Krumbwall stoßend und lang 2160 Ruthen, worvor ein Graben, so der Kograben heißet, dan der Wall ist itzo mehrentheils geschlichtet, nur dass die Spurzeichen annoch vorhanden...“ (DANCKWERTH 1652, S. 113). Leider fehlt die genaue Ortsangabe, wo der Wall geschlichtet, d.h. die Wallerde abgetragen worden ist.

Auch WOLFF (1667–1726), Festungsbaumeister und Kommandant der Festung Tönning des Gottorfer Herzogs im Nordischen Krieg (1701–1713) und später Befehlshaber der Truppen im Herzogtum Holstein, sah die Karten MEJERS als zutreffend an. Er übernahm die im DANCKWERTH-Text angeführten Vergleiche der Wälle mit dem Hadrianswall und der Chinesischen Mauer (WOLFF ca. 1722, Blatt 134) sowie die Baugeschichte des Danewerks.

Wolff hat zwei Wallteile, den Verbindungswall sowie den Hauptwall mit dem Kahlegatt in Kurburg zeichnerisch festgehalten, aber alle Wallteile beschrieben. Demnach hat er die Wälle gesehen, wie seinen Zeichnungen und seiner Aussage zu entnehmen ist: „der Wall wie Er 1722 auch gesehen“, (WOLFF ca. 1722, Blatt 134).

In der dänischen Geschichtsschreibung der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts stand die historische Bedeutung des Danewerks als dänische Grenzbefestigung und Symbol eines dänisch legitimierten Herrschaftsanspruchs auf das Herzogtum Schleswig im Vordergrund. Diese historische Bedeutung des Danewerks hat VON SCHRÖDER in seiner „Topographie von Schleswig-

Holstein" so beschrieben: „Danewerk und Kograbben, zwei berühmte Befestigungswerke, welche vormals starke Schirme gegen Deutschland waren und auch jetzt noch mehrere vorteilhafte Stellungen darbieten, um einen Feind abzuhalten“ (VON SCHRÖDER 1854, S. 99).

Nach dem innerdeutschen Krieg von 1866 wurde das 1864 von preußischen Truppen besetzte Herzogtum Schleswig ein Teil der preußischen Provinz Schleswig-Holstein. Das Danewerk gewann nun als archäologisches Denkmal immer mehr an Bedeutung. Angestoßen wurde die archäologische Erforschung des Danewerks bereits vor den deutsch-dänischen Kriegen von dem Kapitän VON KINDT, einem in Schleswig stationierten Offizier. Ihm kommt das Verdienst zu, entscheidend dazu beigetragen zu haben, dass das Danewerk mit dem Kograbben vor dem weiteren Verfall und der Zerstörung bewahrt wurde, und die erste archäologische Landesaufnahme des Danewerks veranlasst zu haben.

In seiner Beschreibung des Danewerks von 1835 (VON KINDT, in UNVERHAU 1988, S. 241), verfasst für die „Königlich Schleswig-Holstein-Lauenburgische Gesellschaft für die Sammlung und Erhaltung vaterländischer Altertümer“, deren Mitglied er war, beklagt er den Zustand des Danewerks: „Obgleich nun die mächtigen Ueberreste noch Erstaunen und Ehrfurcht gebieten, so hat doch der Zahn der Zeit und Menschenhand ihre erste Gestalt dermaßen umgewandelt, dass hauptsächlich nur der Grundtypus deutlich hervortritt. Diesen der Nachwelt zu bewahren, der die alten Monumente der Heldenzeit immer mehr verschwinden, möchte es jetzt höchste Zeit seyn, indem die dergleichen nicht achtende, fortschreitende Ackercultur fortwährend den Stab über dieselben Stück für Stück bricht und es wegen der vielen unhistorischen Besitzer der langen Linie des Danewerks sehr problematisch bleibt, ob nach einigen Decennien nicht manche Theile gänzlich verschwunden seyn werden“.

Obwohl auf politischer Ebene in der Ära nach den napoleonischen Kriegen die nationalen Gegensätze zwischen Deutschen und Dänen bereits voll entbrannt waren, herrschte bei den Mitgliedern der Gesellschaft großes Einvernehmen, das Danewerk zu erhalten, gleichgültig, ob man sich als Däne fühlte oder sich zum Deutschtum bekannte. Unter großem persönlichen Einsatz und mit Überzeugungskraft gelang es VON KINDT,¹¹ nicht nur die „Gesellschaft für die Sammlung und Erhaltung vaterländischer Altertümer“ für den Schutz des Danewerks zu gewinnen, sondern über diese Gesellschaft auch den dänischen König zu bewegen, der Zerstörung des Danewerks Einhalt zu gebieten.

Auf Anordnung des Königs wurden Wallparzellen aufgekauft. Der Premierleutnant und Zollkontrolleur VON TIMM wurde vom Zolldienst in Plön freigestellt, um Zeichnungen der Ansichten und Durchschnitte von den wichtigsten Abschnitten des Danewerks auszuführen. Die Gesellschaft informierte in einem Schreiben den Herrn Capitain VON KINDT, dass der Lieutenant VON TIMM unter seiner Leitung und Mitwirkung die Arbeiten vorzunehmen habe. Das Schreiben enthält auch Einzelheiten, was in die Karte aufzunehmen sei (UNVERHAU 1988, S. 182/183). Die von dem Premierleutnant VON TIMM gezeichnete Danewerk-Karte übertrifft hinsichtlich ihrer Genauigkeit und Ausführlichkeit alle bisherigen Karten (Abb. 47 und 48). Sie stellt die erste archäologische Landesaufnahme des Danewerks dar und gilt auch heute noch als eine wichtige archäologische Quelle.

¹¹ In der dänischen Armee war es von etwa 1760 bis 1864 üblich, dass Offiziere ihrem Namen ein **von** voranstellten, gleichgültig, ob man einem Adelsgeschlecht entstammte, vom König persönlich geadelt, oder bürgerlicher Herkunft war. Das **von** wurde in preußischer Zeit für alle Personen verboten, die weder eine Verleihung des Adelstitels noch sonstwie einen Nachweis adliger Herkunft vorweisen konnten.

Die Entdeckung des Kurzen Kograbens durch VON KINDT ist vermutlich auf einen Zufall zurückzuführen. VON KINDT schrieb 1841 an einen Freund: „Gestern beendeten wir den ganzen Kograbens und waren so glücklich, ein ganz neues Werk vor dem alten zu finden, das von den Bauern der Kurze Kograbens genannt wird. Dieses ist 5–600 Ellen lang und bis jetzt von niemanden angeführt“ (UNVERHAU 1988, S. 194). An anderer Stelle beschreibt VON KINDT ihn als „eigentlich nur nassen Graben ohne Wall, der gegen Osten in einem kleinen Moore anfängt, bis 5 Fuß tief ist und eine Breite von 10 bis 23 Fuß hat. Gegen Westen endet er bey einer Erhöhung“ (UNVERHAU 1988, S. 247–248). Dieser Wall ist auf der Karte des VON TIMM festgehalten (Abb. 47).

Bereits mit dem Ausbau des Danewerks zu einer modernen Befestigungsanlage ab 1861 setzte die VON KINDT befürchtete Zerstörung der Wälle ein. Für die Archäologie war es jedoch ein Glücksfall, dass Worsaae, Direktor des Dänischen Nationalmuseums in Kopenhagen, die Möglichkeit nutzte, die 1861 beim Bau von Schanzen entstandenen Walldurchbrüche am Danewerk archäologisch untersuchen zu lassen: „zur Klärung der Geschichte und der Konstruktion des Danewerks“ (ANDERSEN 1998, S. 223 ff.). Mit dieser Aufgabe betraute er Professor Kornerup und den Ingenieur-Leutnant Hamann, die an insgesamt fünf Durchbrüchen die Wallstruktur aufnehmen und vermessen konnten. Der Kograbens und der Osterwall wurden in diesem Zusammenhang nicht untersucht. Die Berichte, zuletzt veröffentlicht von ANDERSEN (1998), sind ausführlich gehalten und ergänzt durch sehr sorgfältig gezeichnete Wallprofile mit Abbildungen der Funde.

Die preußische Regierung begann erst 1899, Schutzbestimmungen für den Erhalt des Danewerks zu erlassen. Der Kreis Schleswig erhielt den Auftrag, möglichst viele der Danewerk-Parzellen aufzukaufen. Unklare Besitz- und Rechtsverhältnisse, die Schwerfälligkeit der Verwaltung sowie deren Bestreben, auch die wirtschaftlichen Interessen der Anlieger des Danewerks berücksichtigen zu wollen, dazu das Unverständnis der Landwirte für einen Erhalt des Denkmals verzögerten den Erwerb und verhinderten denkmalpflegerisch notwendige Schutzmaßnahmen. Das Danewerk zählte nicht zu den Schwerpunkten preußischer Kulturpolitik. Es wurden auch keine Forschungsvorhaben in Angriff genommen, um die Danewerk-Wälle zu untersuchen.

Auf großes Interesse in Deutschland stieß die Veröffentlichung der dänischen Archäologen MÜLLER und NEERGAARD (1903) über das Danewerk und Haithabu. Sie enthielt die 1861 bei dem Ausbau des Danewerks zur modernen Befestigungsanlage gewonnenen archäologischen Grabungsergebnisse, die bis dahin noch nicht veröffentlicht worden waren. Die Arbeit der beiden dänischen Archäologen bedeutete, neben der Aufarbeitung der Grabungsergebnisse von 1861, einen wegweisenden Durchbruch, insbesondere durch den Nachweis, dass die Oldenburg identisch mit dem alten Haithabu ist. Den Bau der einzelnen Wälle ordneten sie nach Auswertung historischer Quellen bekannten Herrscherpersönlichkeiten zu. Obwohl die beiden Archäologen keine Grabungsmöglichkeit hatten, stellten sie auf der Grundlage der bisherigen Erkenntnisse von genauen Vermessungen und der Befundaufnahme der sichtbaren Wallstrukturen fest, dass die Wälle ohne Graben älter als diejenigen mit einem Graben sind. Sie schränkten ihre Feststellung aber gleichzeitig mit dem Hinweis ein: „Es gibt nur einen ganz sicheren Weg, die Antwort nach dem Alter der Burgwälle zu suchen“ (gemeint ist hier der Halbkreiswall von Haithabu), „mit dem Spaten in der Hand“ (MÜLLER und NEERGAARD 1903, S. 643). Die von ihnen veröffentlichten Ergebnisse blieben für fast dreißig Jahre richtungsweisend und gaben den Anstoß, auch von deutscher Seite mit Untersuchungen am Danewerk

zu beginnen, hier zuerst auf dem Gelände des Halbkreiswalls von Haithabu, das als untrennbarer Teil des Danewerks betrachtet wurde.

Die Grabungsergebnisse in Haithabu führten zu der Erkenntnis, dass neben den historischen Quellen auch die archäologischen Bodenfunde und Befundlagen als eigenständige Quellen zu betrachten sind: „Sie können zu neuen Einsichten in der Bewertung schriftlicher historischer Quellen führen, ob und wie archäologische Funde und Befunde Kulturen und historische Überlieferungen widerspiegeln“ (JANKUHN 1937, S. 24).

Mit der Gründung der „Arbeitsgemeinschaft zur Erforschung der nord- und ostdeutschen vor- und frühgeschichtlichen Wall- und Wehranlagen von der Elbe bis zur Memel“ im Jahre 1927 in Kiel setzte eine neue Untersuchungsphase an den Wallanlagen des Danewerks ein.

In den Jahren 1930–1936 erfolgte eine Neuaufnahme aller Danewerk-Wälle, verbunden mit Sondierungsgrabungen am Krummwall, am Kograbens, am Kurzen Kograbens sowie am Hauptwall und auf dem Gelände von Haithabu. In seiner Habilitationsschrift fasste JANKUHN (1937) die bisherigen Erkenntnisse und Grabungsergebnisse zusammen. Die Publikation ist immer noch als eine wichtige Quelle der Danewerk-Forschung anzusehen.

Die letzte sich über mehrere Jahre hinziehende Untersuchungsphase an den Wällen des Danewerks ist mit den Namen der dänischen Archäologen ANDERSEN und MADSEN verbunden. Im Jahre 1972 begannen sie mit Grabungen am Osterwall, um die bis dahin nicht erforschte Wallstruktur zu untersuchen. Ihre Untersuchungen erstreckten sich auf das westliche Wallende im Raum Dürwade, auf eine Grabung in der Ortsmitte von Kochendorf, eine östlich von Kochendorf sowie eine Grabung am Windebyer Noor. Die Grabungsergebnisse wurden von MADSEN 1976 veröffentlicht (s. ANDERSEN et al. 1976, S. 44 ff.).

Im Jahre 1974 erfolgten durch ANDERSEN und MADSEN Grabungen am Westende des Kograbens am Heideweg in der Gemarkung Kurburg, Gemeinde Dannewerk. Eine der letzten Grabungen von ANDERSEN im Jahre 1992 galt dem Kograbens zwischen der Bundesautobahn und der Eisenbahn sowie dem Krummwall (ANDERSEN 1998).

Hervorzuheben ist, dass ANDERSENS Veröffentlichungen zur Geschichte, Bedeutung und Kultur des Danewerks im Früh- und Hochmittelalter (ANDERSEN 1990, 1996) mit dazu beigetragen haben, den Nachweis der historischen Echtheit und Einzigartigkeit für die von der UNESCO geforderte Anerkennung als Weltkulturerbe erbringen zu können.

2.3 Forschungsstand Kograbens, Kurzer Kograbens, Osterwall und Krummwall

2.3.1 Forschungsstand Kograbens

Während Bauphasen des Haupt- und Krummwalls mit historischen Personen und Ereignissen in Verbindung gebracht werden können, fehlen gesicherte Erkenntnisse über den Bau und den Zweck des Kograbens sowie des Kurzen Kograbens. Der Bau des Kograbens wird zwar König Harald Blauzahn (ca. 910–987 n. Chr.) zugeordnet, jedoch liegen von den beiden Wallanlagen keine Funde vor, die eine Datierung ermöglichen.

Die Vermutung der Ausgräber über den Kurzen Kograbens variieren zwischen „spätes Vorwerk zum Kograbens“ (MÜLLER und NEERGARD, S. 273 ff.) und „Viehtränke“ (Vermutung von PHILIPPSEN in JANKUHN, 1937, S. 109). JANKUHN (1937) hielt den Kurzen Kograbens für eine ältere Landwehr zur Kanalisierung des von Nord nach Süd verlaufenden Landverkehrs hin zum

Ochsenweg, um einen weiteren, östlich gelegenen Durchlass durch den Kograbben auszu-schließen. Eine baulich nicht sehr starke Verteidigungsanlage zeitgleich vor der ungleich stärkeren Wallanlage des Kograbens erschien ihm wenig sinnvoll. Für die These, den Kograbben als einen geplanten oder bereits in Teilen als fertigen Schiffs-kanal zu bezeichnen, fehlen sowohl Funde als auch historische Quellenaussagen.

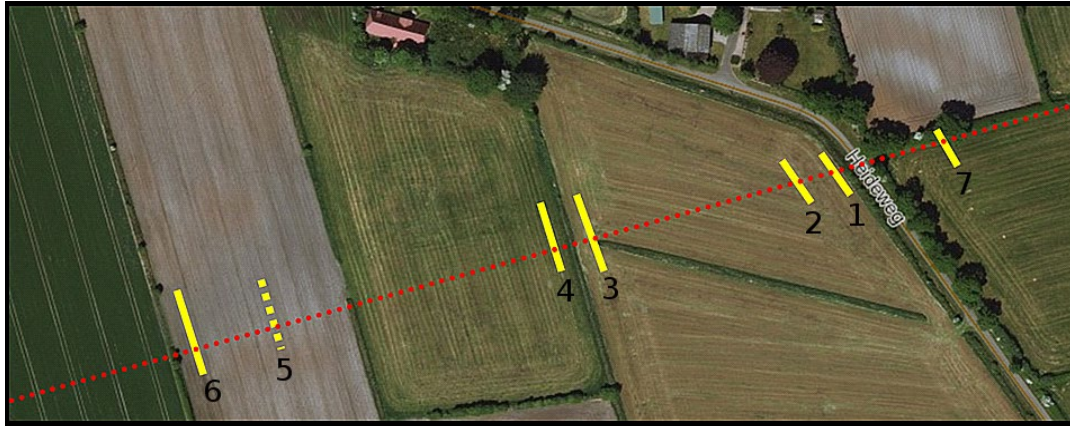


Abb. 3: Ausschnitt aus digitalem Orthofoto (Quelle: LA für Verm u. Geoinfo S-H/ DP37168/2016) mit den bisherigen Suchschnitten am westlichen Ende des Kograbens am Heideweg/Gemarkung Kurburg. Schnitte 1 und 5: KNORR (1921). Schnitte 4 und 6: JANKUHN (1937). Schnitte 2, 3 und 7: ANDERSEN UND MADSEN (1974). Luftbildausschnitt genordet, Maßstab $\approx 1: 3500$.

Grabungen am Kograbben begannen 1921 mit dem Ziel, dessen westliches Ende zu erkunden. Der Kieler Archäologe KNORR legte zuerst einige Schnitte auf den Koppeln westlich des Heideweges an, deren genaue Lage allerdings nicht bekannt ist, aber mit Schnitt 5 in Abb. 3 angedeutet wird. Er fand dort weder Spuren eines Walles noch eines Grabens.

Ein weiterer Sondie-rungsschnitt von KNORR, unmittelbar am Heideweg (Abb. 3, Schnitt 1), ergab dagegen ein eindeutiges Wallprofil (Abb. 4).

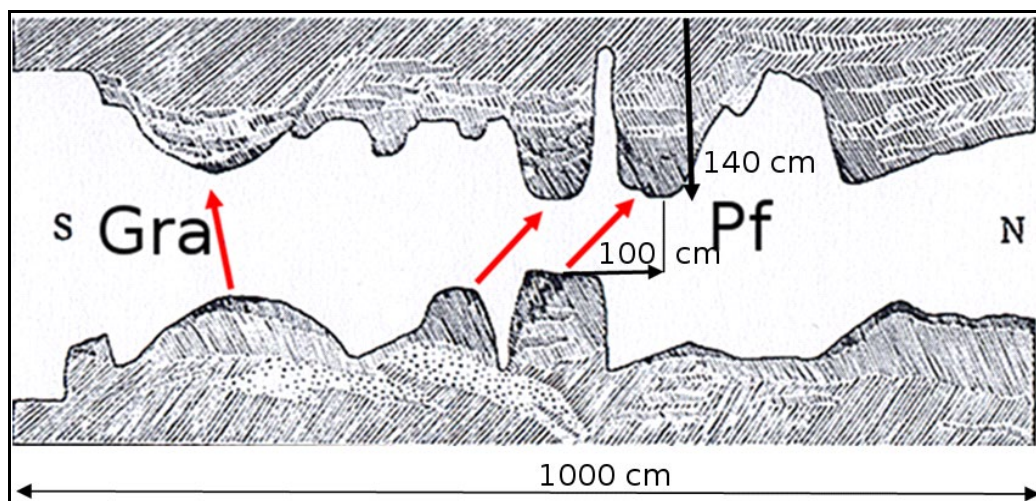


Abb. 4: Kopie des Wallschnitts von KNORR (1921) am westlichen Ende des Kograbens am Heideweg in Kurburg (Abb. 3, Schnitt 1, erweitert um Maßangaben und Kennzeichnungen durch Verf.) mit Blick von oben in den 1,4 m tiefen Grabungsschnitt. Der untere Abbildungsteil zeigt die östliche Profilwand, die obere die westliche Profilwand. mit "Pf" sind die Pfostenlochreste bezeichnet, mit "Gra" das Profil der Grabensohle. Die weiße Fläche zwischen den Wandprofilen entspricht dem ca. 1,8 m breiten Boden des Grabenschnitts. Der Schnitt verläuft von Nordwest nach Südost (Quelle: JANKUHN 1937, Abb. 27, S. 98).

Der Befund wurde 16 Jahre später von Jankuhn (1937, S. 93 ff.) veröffentlicht. Die genaue Lage dieses Grabungsschnitts ist auch im heutigen Gelände noch eindeutig zu bestimmen. Jankuhns (1937) erster Suchgraben lag rund 180 m westlich vom Schnitt 1 (Abb. 3, Schnitt 4), der zweite rund 130 m westlich von Schnitt 4 (Abb. 3, Schnitt 6).

Der etwa 10 m lange Schnitt 1 durch den Wall von Knorr (1921) ließ noch ein Grabenprofil erkennen (Zitat mit Großbuchstaben 1937, S. 98). Er fand an der Ostseite dieses rund 1,80 m breiten Schnittes in 1,40 m Tiefe ca. 1,5 m nördlich der Grabensohle ein flachbödiges Grabenprofil mit zwei Pfostenlöchern vor. An der Westwand dieses Schnittes befanden sich ebenfalls zwei Pfostenlöcher (Abb. 4, "Pf"), jedoch ca. 2,80 m nördlich der Grabensohle, somit um ca. 1 m weiter nördlich als die Pfostenlöcher an der Ostwand. Jankuhn (1937) schließt daraus, dass der Kograbens an der Stelle endete und mit einer um 1 m nach Norden versetzten Palisade an der Westseite des Grabungsschnitts seinen Abschluss fand.

Am Wallschnitt fällt auf, dass das Profil der Grabensohle (Abb. 4 "Gra") der westlichen Grabenwand, offensichtlich dem bisherigen Wallverlauf folgend, in gerader Richtung weiter nach Südwesten weist. Der Graben schwenkt nicht wie die Pfostensetzung nach Norden ein. Das lässt auf eine Fortsetzung des Kograbensverlaufs schließen.

Im Jahre 1974 untersuchten ANDERSEN und MADSEN noch einmal das Westende des Kograbens am Heideweg. Es ist anzunehmen, dass auch sie, wie zuvor JANKUHN (1937) und KNORR (1921), die Möglichkeit nicht ausschlossen, der Kograbens sei noch weiter nach Westen bis zur moorigen Niederung der Rheider Au ausgebaut gewesen. ANDERSEN und MADSEN (1974, S. 268) legten ca. 125 m westlich von Schnitt 1 ihren ersten Suchschnitt an (Abb. 3, Schnitt 3).

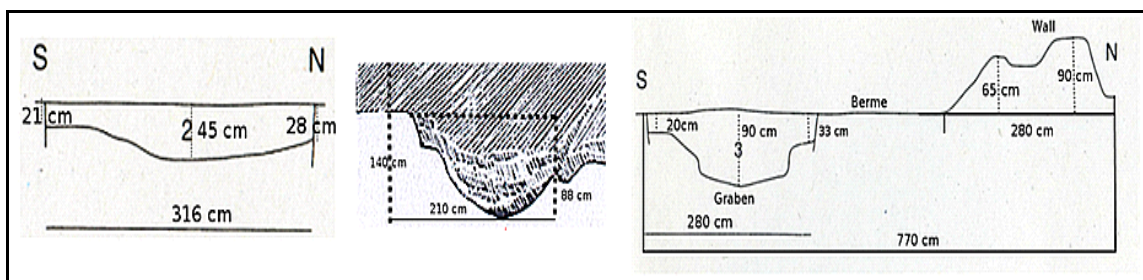


Abb. 5: Grabenprofile am Westende des Kograbens: Ausschnitt rechts: Suchschnitt 3 von ANDERSEN UND MADSEN (1974) mit dem Graben- und dem noch vorhandenem Wallprofil mit aufgesetztem Knick (Zur Lage im Gelände: Abb. 3, Schnitt 7). Ausschnitt Mitte: Suchschnitt 1 von KNORR (1921) aus JANKUHN (1937) mit der westlichen Grabenprofilwand (Abb. 3, Schnitt 1). Ausschnitt links: Suchschnitt 2 von ANDERSEN UND MADSEN (1974, Abb. 3, Schnitt 2). Die Ausschnitte rechts und links sind übertragen aus ANDERSEN (1998, Planche 23). Die Geländeoberflächen wurden dem heutigen Niveau angepasst, wobei zur Zeit von KNORR (1921) noch andere Gelände- und Wegeverhältnisse anzunehmen sind. Der Heideweg ist heute eine asphaltierte Nebenstraße (Maßangaben vom Verf. eingefügt).

Der Suchschnitt ergab weder Spuren eines Walles noch eines Grabens. Damit wurde das Ergebnis der Suchschnitte 4 und 6 (Abb. 3) von Jankuhn (1937) bestätigt. Bei ihrem zweiten Suchschnitt, ca. 15 m vom Wallende am Heideweg entfernt, stellten ANDERSEN und MADSEN (1974) eine Bodenlinie fest. Diesen Bodenhorizont interpretierten sie als „auslaufende Sohle eines Grabens“ von nur noch 45 cm Tiefe und 316 cm Breite (Abb. 5, Grabenprofil Suchschnitt 2 von ANDERSEN und MADSEN (1974) links und Abb. 3, Schnitt 2).

2.3.2 Forschungsstand Kurzer Kograben

Am Kurzen Kograben begannen die archäologischen Untersuchungen JANKUHNs erst 1935 im Zusammenhang mit Erdarbeiten für den Bau eines Militärflugplatzes, des heutigen NATO-Flugplatzes Jagel (JANKUHN 1937). Von dem Wall ist auf der Geländeoberfläche nichts mehr erhalten. Es ist ein Glücksfall, dass JANKUHN die Gelegenheit nutzte, Grabungen zur Feststellung der noch vorhandenen Struktur und Ausdehnung dieser Wallanlage durchführen zu lassen.

Der Kurze Kograben lag, als VON KINDT ihn 1841 entdeckte, auf einer landwirtschaftlich nicht genutzten Fläche. Er war ursprünglich etwa 400 m lang und verlief rund 300 m südlich nahezu parallel zum Kograben (UNVERHAU 1988, S.194). Zur Zeit der Grabungen 1935 waren noch etwa 270 m im östlichen Teil der Wallanlage sichtbar (s. Abb. 7, Walllinie mit Querstrichen). Dieser Teil befand sich auf einem in preußischer Zeit militärisch genutzten Übungsgelände (Exerzierplatz), das bis zum Zeitpunkt des Flugplatzbaus nahezu unberührte Heidelandschaft war und vermutlich als Weide genutzt wurde. Daher waren hier noch Wall und Graben bis zur Rheider Au erhalten, wenn auch verschliffen. Die westliche Hälfte des Kurzen Kograbens war eingeebnet und lag auf Ackerland, wie an der durch Knicks gegliederten Fläche zu sehen ist (Abb. 6, westlich des roten Pfeils).

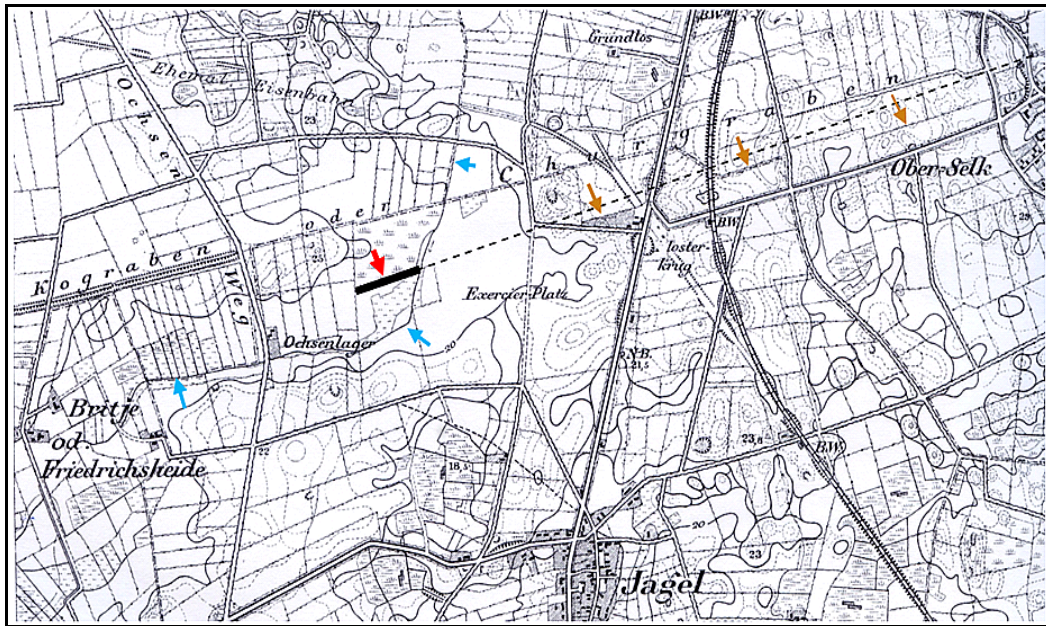


Abb. 6: Ausschnitt des Geländes mit dem Kurzen Kograben aus der Königl. Preuss. Landes-Aufnahme von 1877, hrsg. 1879, Blatt 1523 Kropp (Nachdruck des LVerMA S-H). Der rote Pfeil zeigt auf den Kurzen Kograben (schwarze Linie). Die gestrichelte Linie deutet eine mögliche Verlängerung nach Osten an. Die braunen Pfeile zeigen auf Knicks, die als eine mögliche Verlängerung nach Osten vermutet werden (JANKUHN, 1937, S. 106). Die blauen Pfeile geben den Verlauf der Rheider Au an (Karte genordet, Maßstab $\approx 1:35.600$).

Östlich der Rheider Au verlief zum Zeitpunkt des Flugplatzbaus noch eine mehrfach unterbrochene Knickreihe bis nahezu zum Selker Noor, möglicherweise eine Verlängerung des Kurzen Kograbens, in Abb. 6 durch braune Pfeile gekennzeichnet. JANKUHN (1937, S. 106) berichtet, dass ihn Philippsen auf diese mögliche Wallverlängerung hinwies.

Grabungen zur Bestätigung dieser Vermutung fanden weder im Zusammenhang mit JANKUHNs (1937) Untersuchungen, noch durch VOSS (1969 und 1970) im Vorfeld des Bundesautobahnbau und später durch ANDERSEN und MADSEN (1974) statt, vermutlich weil die Knickreihen keine geradlinige Verlängerung des Kurzen Kograbens darstellen.

Als die archäologischen Untersuchungen 1935 begannen, war die östliche Hälfte des Kurzen Kograben im Zuge der Erdarbeiten bereits verschwunden (Abb. 7, gelb markierte Fläche). Nur auf der westlichen Hälfte war noch ein kurzes Stück des Walls und des Grabens erhalten geblieben, wie am Suchschnitt 10 a (Abb. 8) zu sehen ist.

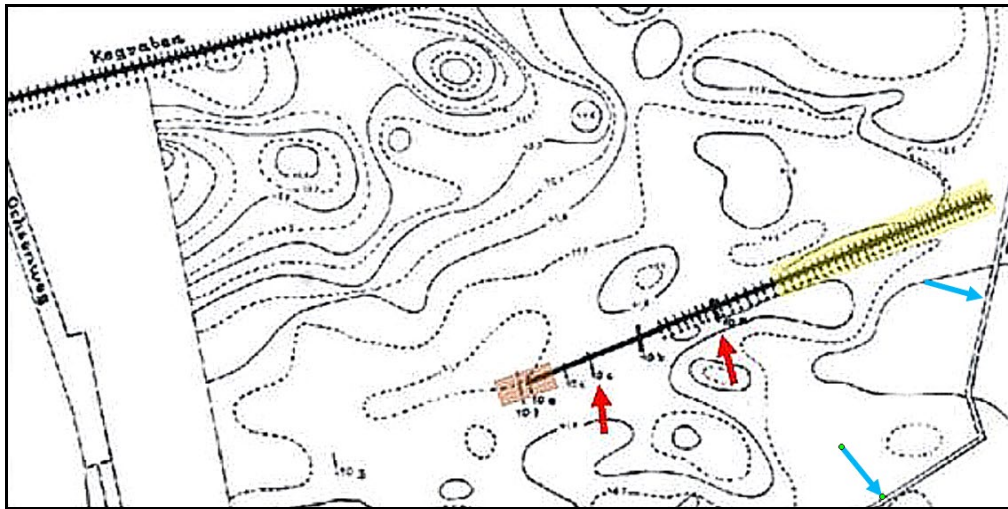


Abb. 7: Flugplatzgelände Jagel mit dem Kurzen Kograben im Jahre 1935. Wallstrecke mit Querstrichen markiert. Wall und Graben noch sichtbar bis zum Beginn des Flugplatzbaus. Gelb markierte Fläche bei Beginn der Ausgrabungen durch Erdarbeiten bereits vernichteter Teil. Braun: landwirtschaftlich genutzte Flächen. Roter Pfeil rechts = Grabungsschnitt 10 a, (Profil s. Abb. 8), roter Pfeil links Schnitt 10 c (Profil s. Abb. 9). Blaue Pfeile = bereits in die Erde verlegte Rohrtrasse der Rheider Au (aus JANKUHN 1937, Abb. 42, S. 111, Kartenausschnitt erweitert und genordet, Maßstab $\approx 1: 6.100$).

Mit sieben Grabungsschnitten wurden von JANKUHN (1937) und dem Studenten Genrich die Wallstruktur und die Ausdehnung des Restwalles in westlicher Richtung untersucht, beginnend mit Schnitt 10 a (Abb. 7, östlicher roter Pfeil), endend mit dem Suchschnitt 10 g, bei dem keine Spuren eines Grabens und eines Walles mehr zu erkennen waren (JANKUHN 1937, S. 109).

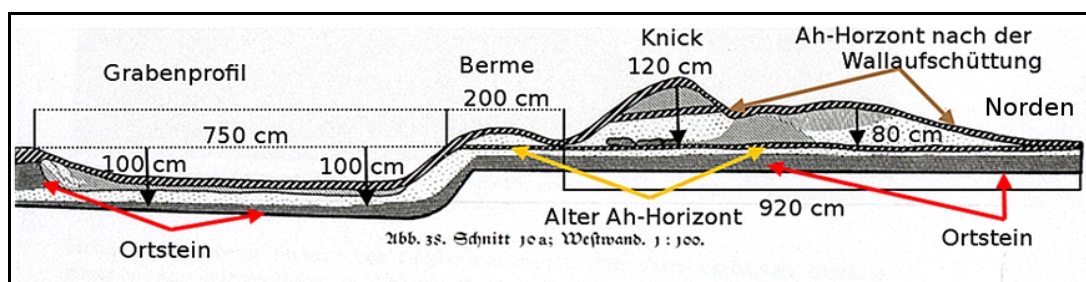


Abb. 8: Profilschnitt des Kurzen Kograben: Suchschnitt 10 a aus Abb. 7. Gesamtlänge des in Nord-Süd-Richtung quer zum Kurzen Kograben angelegten Schnitts: 18,70 m. Die Wallaufschüttung auf dem alten Ah-Horizont besteht aus dem Grabenaushub. Horizontfolge des ursprünglichen Bodens von dem ca. 80 cm abgegraben wurden: Ah-Horizont (gebändert) – Ae-Horizont (heller Streifen) – Ortstein (Bms-Horizont) d graues Band. Die Lagermächtigkeit der gesamten Ortsteinschicht ist nicht bekannt (Quelle: JANKUHN 1937, Abb. 38, S. 106, Bezeichnungen und Maße ergänzt), Bodentyp: Gley-Podsol.

Schnitt 10 a (Abb. 8) ergab einen Wallkörper von ca. 1 m Höhe und 9,20 m Breite, der auf den ursprünglichen alten Oberbodenhorizont (Ah-Horizont) aufgetragen war. Die Wallerde war dem 7,5 m breiten und rund 1 m tiefen, eine flache Mulde bildenden Graben entnommen worden. Auf den Wallkörper wurde in späterer Zeit ein Knick aufgesetzt, wie die noch vorhandenen Knickreste sowie der unter dem Knick noch erkennbare Ah-Horizont der alten Walloberfläche erkennen lassen.

Die Abbildung des Profils 10 c (Abb. 9) lässt zwar keinen Wallauftrag mehr erkennen, aber das Profil der Geländeoberfläche zeigt zwischen dem Graben und dem vermuteten früheren Wallauftrag eine rund 2 m breite ebene Fläche, vergleichbar mit der Berme des Grabungsschnittprofils 10 a (Abb. 8).

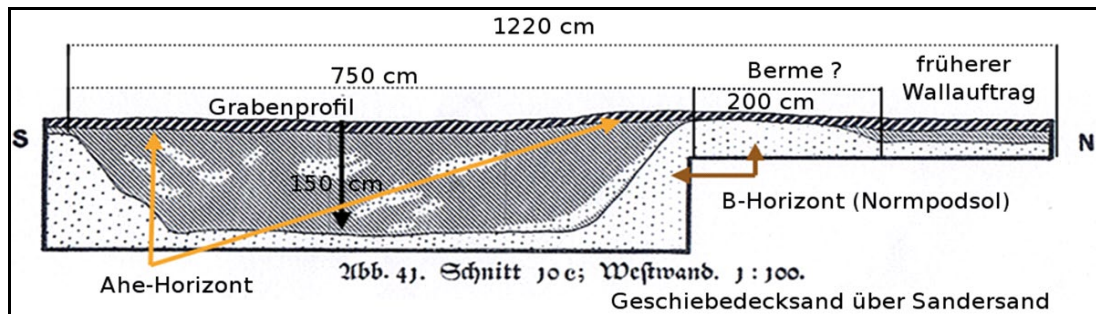


Abb. 9: Profilschnitt des Kurzen Kograben, hier Suchschnitt 10 c in Abb. 7: Gesamtlänge des quer zum Kurzen Kograben angelegten Suchschnitts: 12, 20 m. Die Grabenverfüllung besteht aus dem ursprünglichen Ahe-Horizont (gebändert), dem folgenden B-Horizont (hell gepunkteter Horizont), der keine weitere Unterscheidung zulässt (Quelle JANKUHN, 1937, Abb. 41, S. 108), Bodentyp: Braunerde-Podsol (Bezeichnungen und Maße ergänzt).

Die Beschreibung des Bodenprofils und des Bodentyps zum Suchschnitt 10 c des Ausgräbers Genrich ist wenig aussagekräftig. Es heißt dort nur: "Die Grabeneinfüllung bestand aus Humus, der mit Sand gemischt war" (JANKUHN, 1937, S. 108). Das lässt den Schluss zu, dass der Wallgraben mit der Erde des Wallauftrags aufgefüllt wurde, als das Gelände eingeebnet und in Ackerland oder Wiese umgewandelt wurde.

Im Suchschnitt 10 d (Abb. 7) schien dem Ausgräber Genrich das Grabenprofil abgerundeter zu sein (JANKUHN, 1937, S. 108). Eine Abbildung liegt nicht vor. Da das gesamte Wallgelände im Laufe der letzten 80 Jahre seit dem Bestehen des Flugplatzes mehreren erheblichen baulichen Veränderungen unterworfen wurde, sind möglicherweise nur noch Silhouetten der Grabenprofile als Wallrelikte erkennbar.

Als Bodentyp in der Umgebung des Kurzen Kograben, etwa ab Schnitt 10 b bis zum östlichen Ende der gelb markierten Fläche in Abb. 7, ist ein Gley-Podsol aus Flugsand und Talsand über Sandersand mit schwankenden Grundwasserständen ausgebildet. Im westlichen Teil besteht der Boden aus einem Braunerde-Podsol aus Flugsand über Sandersand.

2.3.3 Forschungsstand Osterwall

Der Osterwall liegt im Gebiet des Schnaaper Sander, ein sogenannter Binnensander, zwischen dem Windebyer Noor und der Großen Breite der Schlei. Auf die Bodenverhältnisse und die Ergebnisse bodenkundlicher Untersuchungen am West- und Ostende des Osterwalls wird ausführlicher im Kapitel 4 „Ergebnisse“ eingegangen.

MEJER (1651) hat den Osterwall und den Kograben, als durchgehende Walllinie abgebildet, beginnend am Windebyer Noor und endend an der Mühle Götheby-Holm (Abb. 10). Die älteste und auch umfassendere Beschreibung des Osterwalls stammt von DANCKWERTH (1652, S. 113). Über den Osterwall schreibt er: „Nach dem Osten von Schleißwich ist nicht allein Angeln/ sondern auch Schwantzen...durch einen Wall verwahret oder befästigt gewesen...ist auch an jedweder Seiten mit einer Vestung verwahret gewesen/von allem dem ist nur etwas übrig bey Schnapmöhl und Kochendörp“.

Der Osterwall beginnt nach der MEJER-Karte am Ufer des Windebyer Noors, nördlich von dem in Ufernähe des im Windebyer Noor liegenden auffälligen Weißen Stein. Von dort steigt er in einem leichten Bogen in südwestliche Richtung am Nordhang einer bis zu 14 m hohen Stauchmoräne bis zu deren Kuppe auf und verläuft in westlicher Richtung bis in den Ort Kochendorf. Der weitere Verlauf folgt in nordwestlicher Richtung einer Linie von Dürwade bis zum Beginn des Steilufers der Osterbek, eine in die Große Breite der Schlei bei Götheby-Holm mündende Au, Länge des Osterwalls nach der Neukarte TK 25 ca. 3,5 km.

Zutreffend ist DANCKWERTHS Erwähnung der „Vestung bei Schnapmühl“. Sie ist archäologisch nachgewiesen, allerdings in unmittelbarer Nähe von Gut Schnaap. Eine Festung bei der Mühle Götheby-Holm, dem nach der MEJER-Karte westlichen Ende des Osterwalls, wurde bis jetzt nicht gefunden, ist aber aufgrund der Wegführung als Sicherung des westlichen Zugangs nach Schwansen nicht auszuschließen.

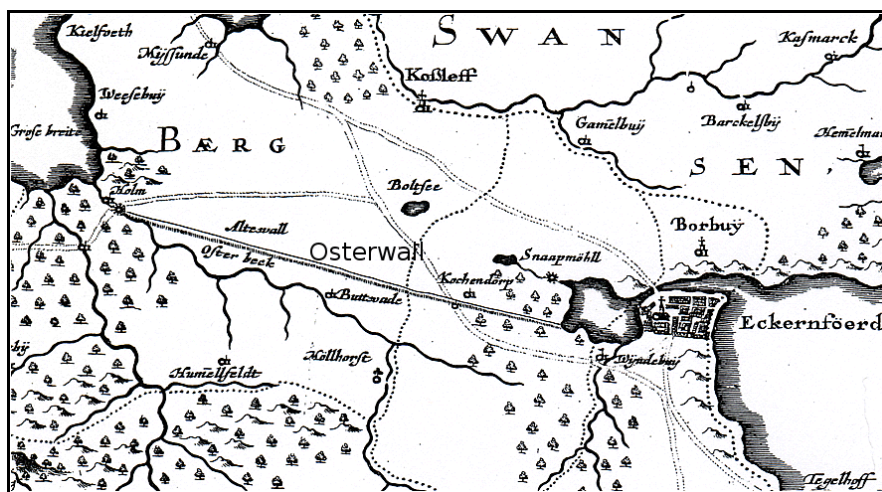


Abb. 10: Ausschnitt aus der Karte "Südertheil des Amptes Gottorf des Joh. MEJER von 1651" mit dem Osterwall (Altewall) (Karte geordnet, Maßstab des Ausschnitts $\approx 1:77.000$).

Die dänischen Archäologen MÜLLER und NEERGARD (1903) untersuchten bei ihrer Geländeaufnahme des Danewerks auch den Osterwall. Zur Grabung hatten sie hier ebenfalls keine Möglichkeit, sie konnten nur Vermessungen durchführen. Nach der Beurteilung der Wallstruktur kamen sie zu dem Ergebnis, dass es keinen südlich vorgelagerten Graben bei dem Osterwall gegeben habe. Während MÜLLER diesen Wall als im Zusammenhang stehend mit dem Kograben sah, neigte NEERGARD (1903) zu der Auffassung, den Osterwall zeitlich dem Nordwall zuzuordnen. JANKUHN (1937, S. 269) hingegen glaubte, aufgrund seiner Geländeburteilung eine auffallende Übereinstimmung mit der Struktur des Kograben zu sehen, schränkte aber ein, eine Übereinstimmung in der Befundlage könne nur Grundlage für eine Arbeitshypothese sein.

Kurz nach den dänischen Archäologen führte der Eckernförder Lehrer und Heimatforscher WILLERS JESSEN im Jahre 1903 eine umfassende Bestandsaufnahme des Osterwalls durch und dokumentierte diese mit Fotos und Kartenskizzen. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen wurden erst 1937 veröffentlicht (JESSEN 1937).

Die ersten archäologischen Grabungen am Osterwall begannen 1972 unter Leitung der dänischen Archäologen ANDERSEN und MADSEN. Schwerpunkte ihrer Untersuchungen waren das Westende des Osterwalls bei Dürwade (Abb. 11 D) sowie das Ostende am Windebyer Noor (Abb. 11 W). Die Grabungen erbrachten keine die Datierung des Osterwalls ermöglichende

Funde. ANDERSEN (1998) sieht in der westlichen Wallstruktur Parallelen zum Haupt- und Nordwall. Die Osthälfte setzt er als den älteren Teil mit der ersten Bauphase des Hauptwalls gleich, die zu seiner Zeit noch in die Zeit 700–737 n. Chr. datiert wurde.

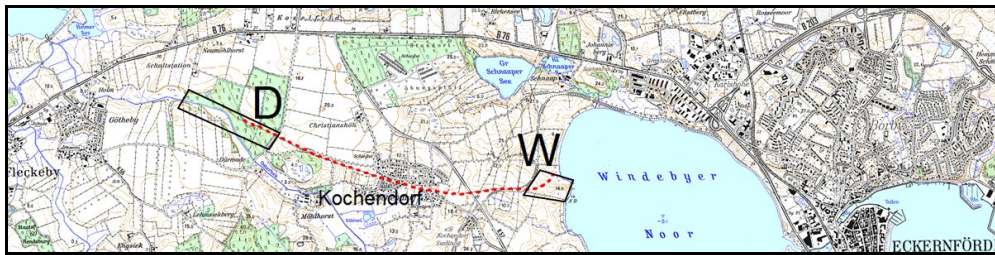


Abb. 11: Ausschnitt aus der TK 25 mit dem Osterwall-Gelände. Verlauf des Osterwalls: rote Linie mit dem westlichen Ende (D) bei Dürwade und dem Ostende am Windebyer Noor (W). Die eingerahmten Flächen geben an, wo Untersuchungen zur Wallstruktur und zur Lage der Wallenden durchgeführt wurden (Karte genordet, Maßstab $\approx 1:78.300$).

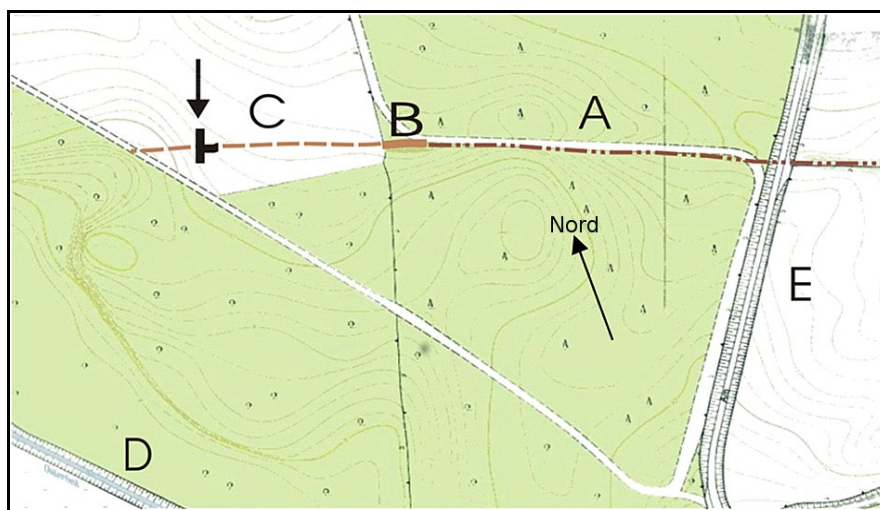


Abb. 12: Ausschnitt aus Blatt 31 des Danewerk-Atlas (v. CARNAP-BORNHEIM, Hrsg., 2008) mit dem Westende des Osterwalls. Der Pfeil oben weist auf die Stelle der Grabungen von ANDERSEN UND MADSEN im Jahre 1972 hin. A: der im Gelände heute nur noch schwach erkennbare Wallrest am Südrand des Waldweges. B: das heutige Wallende. C: (braun gestrichelte Linie) Verlauf des heute nicht mehr vorhandenen Westendes. D: Teil des Laufs der Osterbek. E: Verbindungsweg Gut Möhlhorst/Dürwade zur Bundesstraße 76 (Pfeil Nord: Nordrichtung, Maßstab des Kartenausschnitts $\approx 1:3.500$).

Das westliche Ende des Osterwalls im Raum Dürwade ist heute nur noch in Teilen erhalten. Der Wall endet nicht am Verbindungsweg Gut Möhlhorst zur Bundesstraße 76 (Abb. 12 E), sondern wird durch diesen Weg nur unterbrochen. Sein weiterer Verlauf ist im Wald am Südrand des Waldweges trotz Abgrabung der Wallerde auch heute noch als ehemaliger Wall schwach zu erkennen (Abb. 12 A).

Auf den letzten 15 m bis zum in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Knick am Waldrand (Abb. 12 B) ist er in fast ursprünglicher Größe erhalten, wenn auch leicht verschliffen. Der Wall war, wie JESSEN berichtet, auf dem letzten Teilstück (Abb. 12 C) bereits im Jahre 1900 nahezu vollständig abgegraben (JESSEN 1937, S. 109).

Die braun gestrichelte Linie C in Abb. 12 zeigt den verschwundenen früheren Verlauf vom heutigen Wallende bis zum Weg oberhalb des Steilufer der Osterbek, den ANDERSEN (1972) noch als einen niedrigen Geländerücken auf der ehemaligen Ackerfläche gesehen hat. Heute ist diese Fläche aufgeforstet. Ob der Wall jenseits des heutigen Weges unmittelbar am Steilufer- rand endete, konnte wegen des Bodenbewuchses am Steilufer nicht untersucht werden.

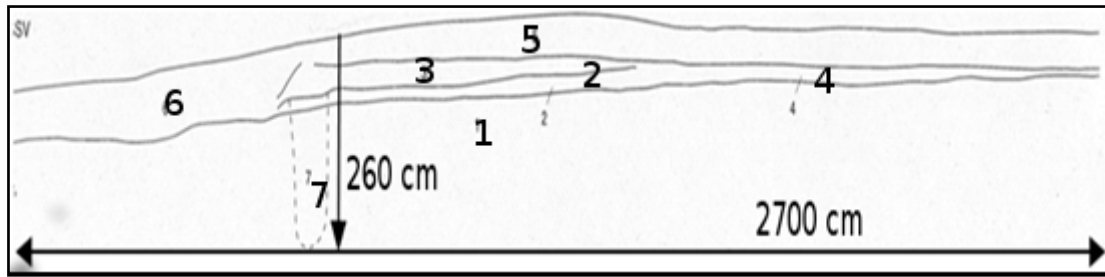


Abb. 13: Profil des Sondierungsschnitts von ANDERSEN UND MADSEN am Westende des Osterwalls im Raum Dürwade, erweitert um Maßangaben durch den Verf. Der Verlauf der oberen schwarzen Linie zeichnet die Geländeoberfläche als niedrigen Geländerücken. Profilbeschreibung nach ANDERSEN (1998, Planche 21,1, Profil A): 1 gelber Sand, gewachsener Boden, 2 schwarzbrauner Sand mit schwarzer Vegetationsschicht zuoberst, ursprüngliche Oberfläche, 3 dunkler braun-grauer gelbfleckiger Sand, Wallschichten, 4 brauner Sand mit gelbbraunen Flecken, 5 wechselnde Schichten aus Flugsand und Mutterboden, unterste Schicht mit Ziegel, 6 Schleifungsschichten (wie 3), 7 Pfostenloch-Projektion.

Die Fläche des Sondierungsschnitts (Abb. 13) lag seit der Mitte des 19. Jahrhunderts in einem größeren Fichtenwald. Nach einem Windbruch 1934 wurde ein großer Teil des Geländes unter den Pflug genommen. Bisher wurde am Westende nur eine Sondierungsgrabung durchgeführt. Etwa 75 m vom heutigen Wallende (Abb. 12, B) entfernt legten ANDERSEN und MADSEN (1972) einen rund 18 m langen Suchschnitt quer zum vermuteten Verlauf des Walls an.

Der Fund einer Pfostensetzung führte zu einem weiteren Suchschnitt von 19 m Länge auf der früheren Walltrasse, der weitere Pfostenabdrücke im Abstand von rund 1,80–1,90 Meter ergab. Eine Grabenstruktur südlich vor dem Wall fehlte. Der Wall wurde vermutlich durch eine Palisade gegen das Abrutschen des Wallkörpers verstärkt. Das Grabungsprofil des Suchschnitts (Abb. 13) ergab einen geschleiften Wall, aufgetragen auf den ursprünglichen Oberboden. Der Suchschnitt war nach den Angaben ANDERSENS (1998) 18 m lang (Abb. 13), nach der Abbildung der Planche 20/21 und der beigegefügt Maßstabsleiste mit dem Maßstab 1:100 beträgt die Länge rund 27 m.

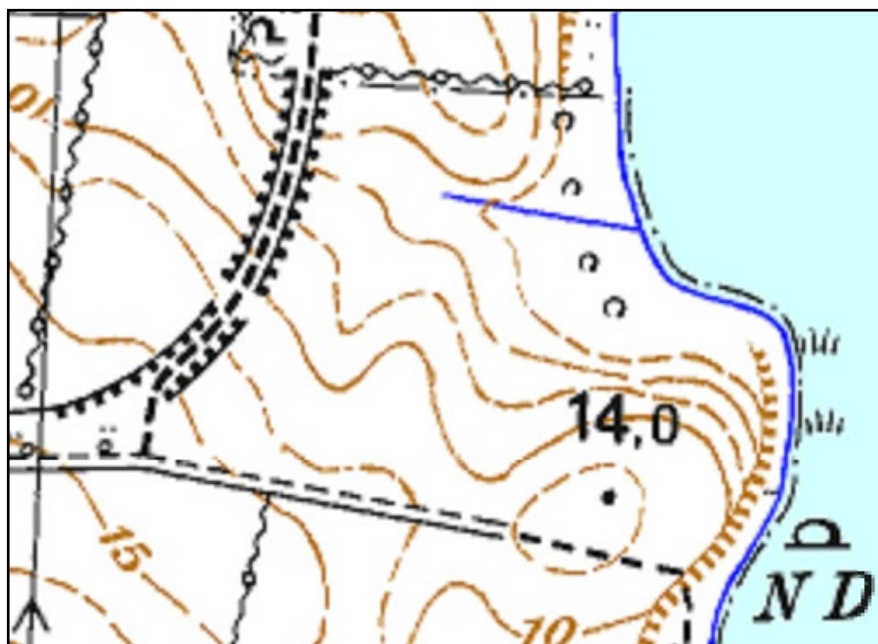


Abb. 14: Ausschnitt aus der TK 25 mit der von Knicks, Weg und Wall befreiten Fläche am Windebyer Noor (Maßstab $\approx 1: 8.300$).

Ostwärts Kochendorf verläuft der Osterwall in nahezu östlicher Richtung auf das Windebyer Noor zu, um am Ende in einem Bogen nach Nordosten kurz vor dem Noorufer am Vorderhang auszulaufen. Das Ostende des Osterwalls ist heute vollständig zerstört. Die Fläche mit dem östlichen Ende des Osterwalls zwischen dem heutigen Noor-Rundwanderweg und dem Windebyer Noor ist eine großflächige, von Knicks, Weg und Wall befreite Ackerfläche (Abb. 14). Die Wegeführung und die Feldereinteilung durch Knicks, die JESSEN (1937) um 1900 noch hat aufnehmen können (Abb. 15), sind einer umfassenden Flurbereinigung gewichen. Dort, wo die Eisenbahntrasse der früheren Kleinbahn Owschlag–Eckernförde auf den Osterwall traf und in deren weiterem Verlauf bis zur Abbiegung nach Norden, wurde der Wall im Zuge des Bahnbaus zerstört.

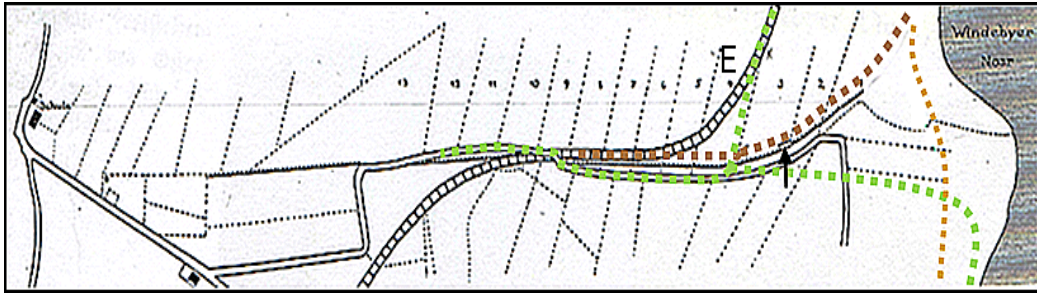


Abb. 15: Aus WILLERS JESSEN: „Der Osterwall in seiner heutigen Beschaffenheit“, mit dem Osterwallende am Windebyer Noor (Offa 2 (1937), S. 165). Verändert durch den Verf.: braun: früherer Wallverlauf, grün: heutige Wegeführung, hellbraun: von JESSEN erwähnter Grenzwall. Pfeil: Wallrest in ursprünglicher Größe. E: Eisenbahntrasse (Karte genordet, Maßstab $\approx 1:11.700$).

Während der Wall auf den Koppeln 1903 zur Zeit JESSENS (1937) noch als schwache Erhebung, teils bis zu einer Höhe von einem halben Meter zu erkennen war, blieb auf der Grenze zwischen zwei Koppeln ein freistehendes Stück des Walls von über 13 m Länge erhalten (Abb. 15, Pfeil, Abb. 16, Abschnitt B). Hier hatte der Wall noch eine Höhe von 1,50 m. Die Breite betrug zwischen 6,50 m und 7,60 m. Hinweise auf einen dem Wall vorgelagerten Graben fehlen.

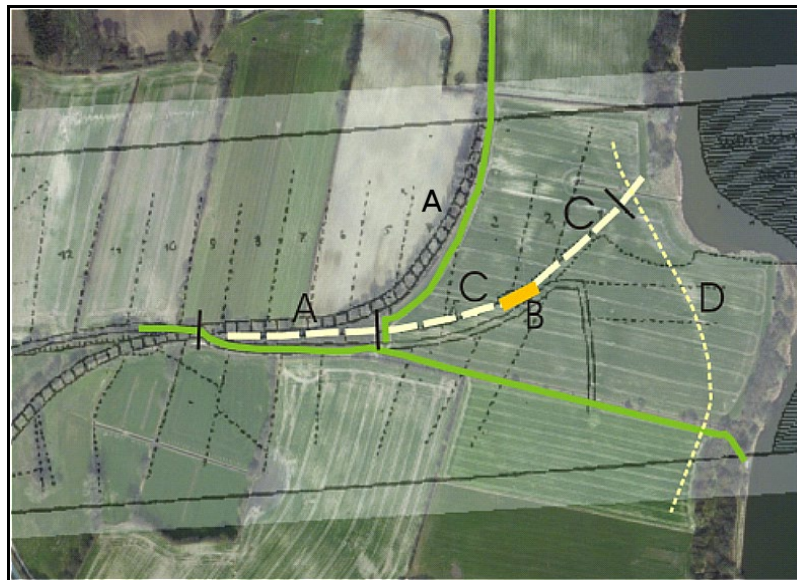


Abb. 16: Orthofoto vom östlichen Ende des Osterwalls am Windebyer Noor (C). Überlagert ist Abb. 15 ohne farbige Wall- und Wegemarkierungen aus dieser Arbeit. Grün: heutige Wegeführung, weiß: Osterwall, gelb: Grabungsfläche der vier Suchschnitte von ANDERSEN und MADSEN (1972) (B). Hellgelb punktierte Linie: Verlauf des bereits im Jahr 1900 verschwundenen Knicks, vermutlich identisch mit dem von JESSEN (1937) angeführten Grenzwall (D). Trasse der Kleinbahn Owschlag–Eckernförde (A) (Quelle: Orthofoto LAVerm u. Geoinfo S-H, DP 65287/2016. Abb. genordet, Maßstab $\approx 1:7700$).

Die ersten archäologischen Grabungen am Ostende des Osterwalls führten ebenfalls ANDERSEN und MADSEN (1972) im selben Zeitraum wie im Raum Dürwade durch. Sie legten rund 300 m westlich des Windebyer Noors auf einer Streckenlänge von ca. 80 m vier Suchschnitte quer zum Wallverlauf an (Abb. 16 B).

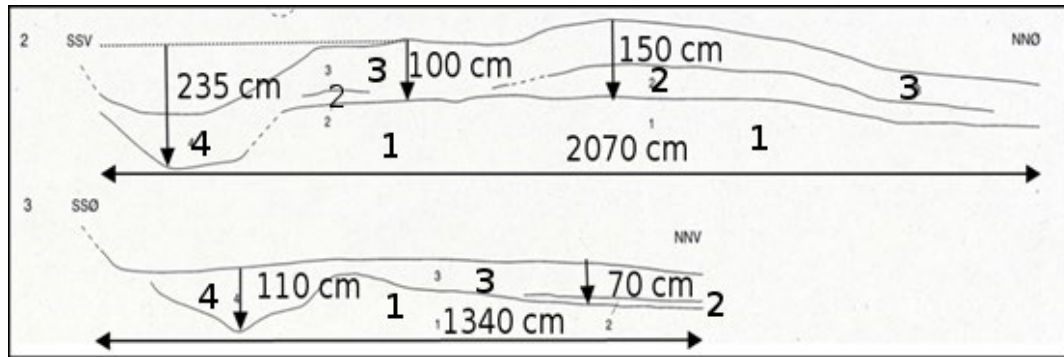


Abb.17: Profile der Sondierungsschnitte von ANDERSEN und MADSEN am Ostende des Osterwalls, ergänzt um Maßangaben durch den Verf. Profilbeschreibung nach ANDERSEN (1998, Planche 21,1): Oben Profilschnitt 2, darunter Profilschnitt 3. Profilbeschreibung 2: 1 gelber lehmiger Sand geschichtet, verfestigt, gewachsener Boden, 2 braune Lehmklumpen, Wallmaterial, 3 Knick quer auf den Wall in Richtung der Flurgrenze, 4 Graben, halbwegs durch dunkelbraunen Lehm aufgefüllt. Profilbeschreibung 3: 1 gelber Lehm, gewachsener Boden, 2 dunkelgrauer Lehm, ursprüngliche Oberfläche, 3 gelbbrauner, heterogener Lehm, im oberen Teil Ah-Horizont, ehemaliger, geschleifter Wall, 4 dunkelgraubrauner Lehm mit gelben Lehmbröcken, Auffüllung im Wallgraben.

Das Profil 2 der Abb. 17 zeigt das geschleifte Wallprofil, überlagert von einem Knick. Dem Wall ist ein Graben vorgelagert. ANDERSEN (1998, S. 264) geht von nur einer Bauphase aus, schließt aber weitere Bauphasen wegen „der langen, lehmigen hinteren Partie“ nicht ganz aus. Obwohl der Wall an einem Hinterhang ausläuft, befindet sich ein Grabenprofil auf der nach Süden weisenden Wallseite. Auf eine Palisade hinweisende Relikte von Pfostensetzungen fehlen.

2.3.4 Forschungsstand Krummwall in Hollingstedt

Der Verlauf des Krummwalls in Hollingstedt ist immer noch eine Forschungslücke und ein Forschungsdesiderat. Bisher konnte nicht untersucht werden, ob der Wall den Ort nur durchquert, wie ihn MEJER auf seinen frühen Danewerk-Karten im Schleiatlas aus dem Jahre 1641 abbildete (Abb. 27 u. 28), oder ob Hollingstedt von einem Halbkreiswall umgeben war, wie ihn MEJER auf seinen nach 1648 gefertigten großmaßstäblichen Karten dargestellt hat.

PETERSEN, ein Historiograph des 18. Jahrhunderts aus Schleswig, beschreibt nach ANDERSEN (1998, S. 218) ebenfalls den Krummwall, glaubt aber nicht, dass Hollingstedt wie Haithabu von einem Halbkreiswall umgeben gewesen sein soll.¹² Auf der von den Offizieren NEYNABER und HEMSEN 1761 erstellten Umgebungskarte von Hollingstedt (Abb. 44) sind keine Einzeichnungen enthalten, die auf eine Fortsetzung des Krummwalls in der Gemarkung Hollingstedt hin-

¹² „...Jenseits des Wirts-Hauses zum Morgen-Stern ...soll der alten Relation nach, dieser Wall continuieret und bis nach Hollingstede an der Threen geführt worden seyn, alwo eben eine solche Circumvallation (wie Oldenburg/ Haithabu) oder halber Mond geführt gewesen,...wovon aber weder von dem langen von dem Morgen-Stern herlaufenden Wall (so doch billig zu verwundern) als auch von dem halben Mond kein Spurzeichen mehr zu finden“ (PETERSEN, U., 1754, § 60).

weisen. In der ergänzenden Beschreibung heißt es nur: „...längst die Wiesen nach Morgenstern, da er (der Wall) sich in die Wiesen verlieret soll bis Hollingstedt gegangen haben“ (UNVERHAU 1987, S. 108). Für UNVERHAU ist diese Karte fast ein Beweis dafür, dass es um Hollingstedt herum und in Hollingstedt selbst keinen Wall gegeben hat (UNVERHAU 1987, S. 108).



Abb. 18: Ausschnitt aus der Karte des Amtes Gottorf des JOH. MEJER von 1649 mit dem von MEJER und DANCKWERTH (1652) beschriebenen Halbkreiswall um Hollingstedt. Hier: Ausschnitt aus der MEJER-Karte aus dem Atlas Major des JOAN BLAEU von 1662 (Karte Privatbesitz Jürgen Reise/Kiel, Maßstab $\approx 1:50.000$).

Bei DANCKWERTH (1652, S. 113) enthält die Beschreibung des Krummwalls den Hinweis, dass auf der zu Hollingstedt gehörenden „Feldmarck“ noch Spuren eines Walles zu sehen seien, und der Ort selbst von einem Wall umgeben gewesen sein soll.¹³ MEJER wie auch DANCKWERTH, der Verfasser der „Newen Landesbeschreibung“, beziehen sich auf mündliche Überlieferungen der örtlichen Bevölkerung.

Im Jahre 1841 hatte der für die Geländeaufnahme des Danewerks vom Zolldienst freigestellte Premierleutnant VON TIMM das Gelände westlich Morgenstern untersucht, „um über die von einigen bezweifelte Existenz eines Walles durch die Hollingstedter Wiesen zur Gewißheit zu gelangen...“ (aus UNVERHAU 1988, S. 197).

Als Ergebnis berichtete er, dass „der Krummwall noch 125 bis 150 Meter in den Hollingstedter Wiesen zu sehen sei“, darauf in der Wiese „Schmalenburg“ wieder sichtbar werde, und von dort bis zur „Treenburg“ (an der Hollingstedter Mühle) noch deutlicher erscheine. Im Dorf selbst lägen mehrere Häuser sichtbar auf dem nach Norden führenden, abgeflachten Wall. Er ende auf den Wiesen nördlich des Ortes am „Wiesenweg“. Die Karte mit den Walleinträgen stellt die erste archäologische Aufnahme des Danewerks dar. Die durch VON TIMM aufgenommenen Wallreste sind auch heute noch im Gelände sichtbar.

¹³ „...von der Feldmarck biß an das Dorff Hollingstede ...wird nur eine Anzeige gespüret, dann die Beywohner haben daselbst den Graben mit dem Walle wieder aufgefüllet. Er soll aber auch das Dorff Hollingstede umgeben und gar biß an die Treen gereicht haben, inmassen der alte Abriß aufweist.“ Über den Wall im Ort vermerkt er: „...Endlich in dem Dorffe Hollingstede findet man noch etliche hohe Orte von dem Walle übrig, darauf Itzo Häuser und Gärten liegen“.



Abb. 19: Ausschnitt aus der Danewerk-Karte des Premierleutnants VON TIMM (1842) mit den Resten des Krummwalls im Raum Hollingstedt: 1 Wallrest auf der Fläche Schmalenburg; 2 Wallrest am Südrand des heutigen Sportplatzes und auf der Fläche Treenburg (ehem. Mühle); 3 Wallrest am Wiesenweg; 4 der von LOEWE vermutete mögliche südliche Teil eines Halbkreiswalles; 5 Häuser auf dem nach Norden führenden Wall im Ort. (Maßstab: $\approx 1:20.000$).

Der dänische Oberstlieutenant WILHELM VON DREYER zeichnete eine Karte für die Zeitschrift „Annaler For Nordisk Oldkyndighed Og Historie Dannevirke, Kurgraven og Östervolden“ (1860) (Abb. 52, 53 u. 54), wahrscheinlich auf der Grundlage einer modernen Karte, wie an den in die Karte aufgenommenen neuen Eisenbahnstrecken und an der Ausrichtung nach geographisch Nord zu sehen ist.



Abb. 20: Ausschnitt aus der Karte des VON DREYER mit dem Krummwall im Raum Hollingstedt. b bezeichnet den Krummwall auf der Fläche Schmalenburg. a. auch heute noch vorhandene Gräben (Karte ist genordet, Maßstab $\approx 1:30.300$).

Offensichtlich übernahm VON DREYER die Walleinzeichnungen der VON TIMM-Karte (Abb. 19 u. Kap. 4.1.3, Abb. 50). Allerdings enthält seine Karte weder die Detailgenauigkeit der Flächen-

beschreibung der VON-TIMM-Karte, noch deren genaueren Verlauf des Walles auf der Fläche „Treenburg“, sowie im Ort und nördlich des Ortes am „Wiesenweg“.

Nach VON DREYERS Version verläuft der Krummwall zwischen dem Wallende bei Matzenkamp und der Fläche Schmalenburg nur nördlich des Kathen-Wasserlaufs, angedeutet mit einer punktierten Linie. Bei VON TIMM fehlt zwar der Verlauf zwischen Matzenkamp und Schmalenburg, jedoch verläuft der Wall bei ihm auf der Fläche Schmalenburg südlich des Kathen-Wasserlaufs.

Die Karte JANKUHN (1937) mit dem westlichen Ende des Krummwalls im Raum Hollingstedt bis zur Treene (Abb. 21) entspricht dem Wallverlauf der DREYER-Karte (1859). Nach JANKUHN verläuft der Krummwall zwischen dem Wall-ende bei Matzenkamp und der Fläche Schmalenburg nördlich des Kathen-Wasserlaufs. Er nahm an, dass der Wall der 1 m Höhenlinie am Geestrand folge. Offensichtlich fand weder eine Geländebegehung statt, noch kannte JANKUHN die Karte des VON TIMM.

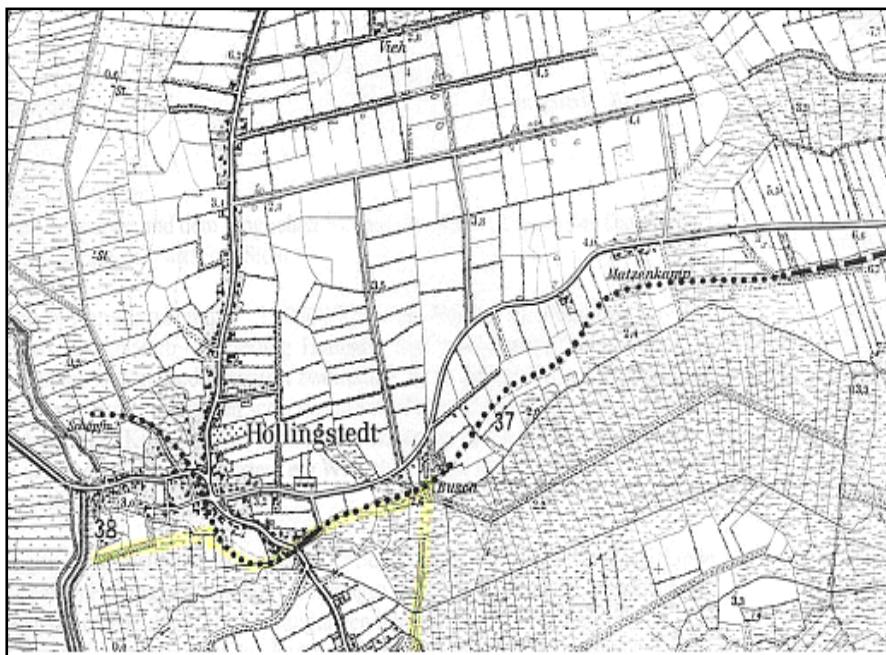


Abb. 21: Ausschnitt aus der JANKUHN-Karte (1937) mit dem Verlauf des Krummwalls zwischen dem Wallende bei Matzenkamp und der Treene in Hollingstedt (Karte ist geändert und genordet Maßstab $\approx 1:51.600$).

Auf der folgenden Abb. 22 ist der Verlauf des Krummwalls abgebildet, den bisherigen Forschungsstand zum Verlauf des Krummwalls im Raum Hollingstedt zusammengefasst darstellend:

- 1: Die durchgehend grüne Linie entspricht dem im Gelände auch heute noch sichtbaren Verlauf des Krummwalls.
- 2: Auf der Fläche Schmalenburg ist der Krummwallverlauf durch Grabung nachgewiesen (ausführlicher bei BORDEMANN 2008).
- 3: Grundstück Schacht/Rubien: Hier wurde beim Bau der NATO-Pipeline 1974 mit Trassenverlauf in Nord-Süd-Richtung zwischen der Gehöftgruppe Busch und dem Schlippenwasserlauf der Unterbau eines Walles auf 17 m Breite beobachtet. Die Unterlagen der Bestandsaufnahme sind verschollen (LOEWE 1998, S. 141). Die Lage des Schnittpunkts der NATO-Pipeline mit dem Krummwall ist bekannt.
- 4: Grabung JANKUHN im Jahre 1933 an der Mühle, Fläche Treenburg, Schnitt 19, mit einem Profil (Abb. 23), das zwei Bauphasen erkennen lässt, für JANKUHN (1937) ein bestätigender

Hinweis auf einen durchgehenden Verlauf des Krummwalls bis in den Ort. JANKUHN sah eine Übereinstimmung mit dem Profil des Kurzen Kograbens auf dem Flugplatz Jagel (Profilschnitt Abb. 8, S. 19) (JANKUHN 1937, S. 123).

5. Den „Verlauf des Krummwalls durch den Ort nach Norden“ haben VON TIMM (1842) und JANKUHN (1937) gesehen. Nördlich des Ortes ist auch heute noch ein sehr niedriger Wallrest zu erkennen, der vom westlichen Rand des Wiesenweges bis nahe an das Treeneufer in Richtung Pumpstation verläuft. Eine glaziale Flugsandaufwehung wird ausgeschlossen, da der Wall auch aus grobkörnigem Material besteht. JANKUHN (1937) vermutet hier, VON TIMM (1842) und VON DREYER (1860) folgend, das westliche Ende des Krummwalls.

6: In den Wiesen unmittelbar westlich der Häuser des Ortsteils Schlott zeichnet sich südlich der Ortschaft eine schwache, in Ost-West-Richtung verlaufende dammartige Bodenwelle ab, die in einen Feldweg übergeht und unmittelbar an einem Hof südlich der Kirche am Treene-Deich endet. LOEWE (1998, S. 140) hält es für möglich, dass dies der südliche Arm der Umwallung von Hollingstedt gewesen sein könnte.

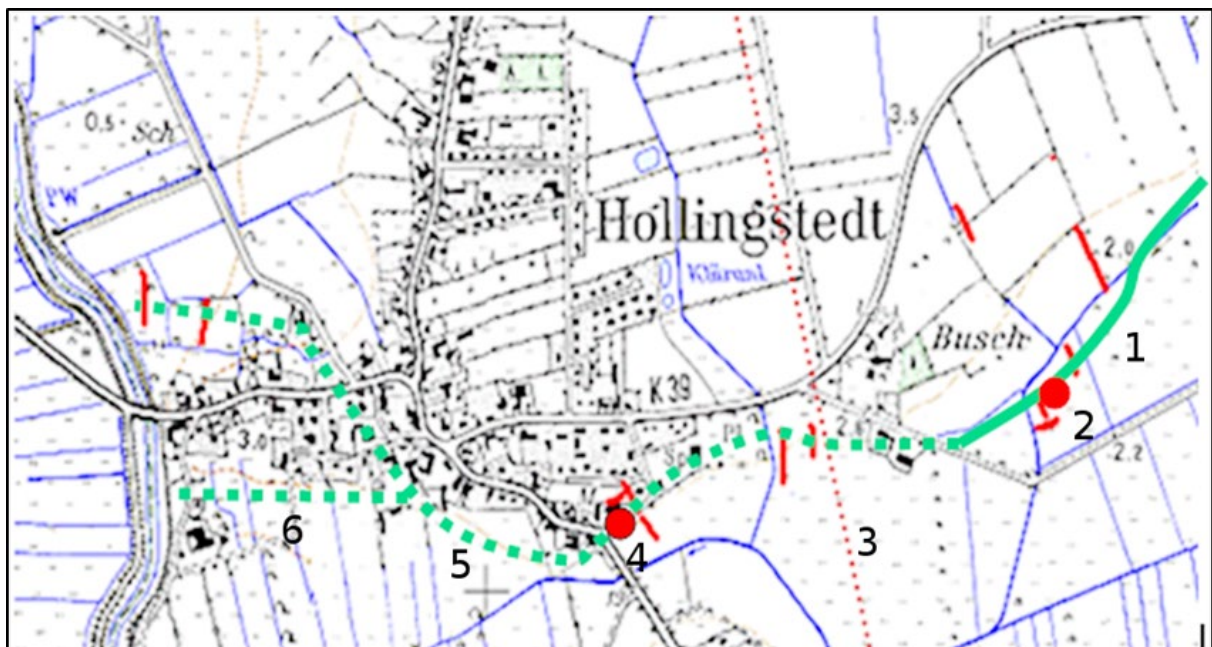


Abb. 22: Ausschnitt aus der TK 25 mit dem nachgewiesenen und dem vermuteten Verlauf des Krummwalls auf Hollingstedter Gebiet einschließlich der Orte der Suchschnitte. 1 grüne Linie sichtbarer Teil des Krummwalls; 2 Grabung „Schmalenburg“ (BORDEMANN 2008); 3 NATO-Pipeline; 4 Grabung JANKUHN Schnitt 19 an der Mühle Hollingstedt (1933). Grün punktierte Linie: 5 von JANKUHN und VON TIMM beobachteter Verlauf des Krummwalls an und durch Hollingstedt; 6 Möglicher Verlauf der südlichen Umwallung Hollingstedts nach Annahme von LOEWE (1998). Rot: Georadartransekte (Maßstab $\approx 1:20.500$).

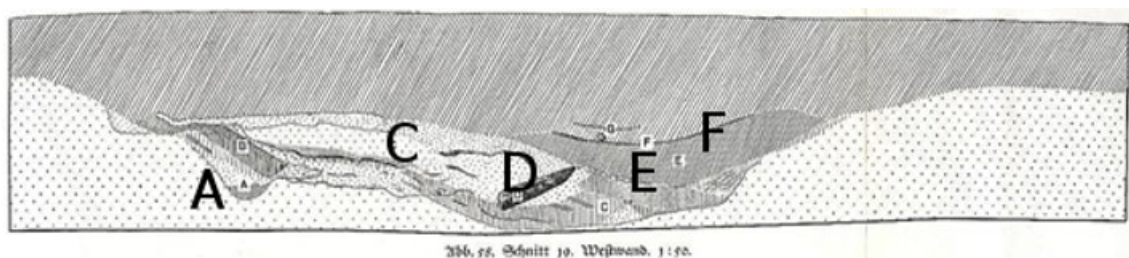


Abb. 23: Grabenprofilschnitt 19 JANKUHNs an der Mühle Hollingstedt im Jahre 1933; aus JANKUHN (1937, S. 125, Abb. 58). A Möglicherweise Fundament eines Palisadenpfostens; C Sandschicht; D Pfahl; E „...eine noch recht gut erhaltene Schicht Reisig“; F auf Schicht E aufliegende Holzkohlenschicht (Abb. durch Verf. erweitert).

3. Untersuchungsmethoden

3.1 Auswertung historischer Karten

Dem Husumer Kartographen JOHANNES MEJER (1606–1674) kommt das Verdienst zu, als erster Kartograph das Danewerk als einen Komplex mehrerer im Zusammenhang stehender Wallanlagen dargestellt zu haben. Seine Karten übertrafen die bis dahin erschienenen Landkarten an Genauigkeit in der Abbildung der Lage von Ortschaften, der Wegeführung und Grenzen der Herzogtümer Schleswig und Holstein. Dazu verwendete er einheitliche Symbole. Außerdem enthalten diese Karten eine Maßstabsleiste von der Länge einer deutschen Meile, („teutsch meilln“), sowie eine Randgraduierung mit der Angabe der Längen- und Breitengrade.

Wenn „die Seele der Karte der Maßstab ist“, wie PAPRITZ (1961, S. 40), herausstellt, dann ist die Angabe der Längen- und Breitengrade als Maßstabshilfsmittel an den Kartenrändern auf MEJERS großmaßstäblichen Landesaufnahmen von 1649 und 1651 als Fortschritt zu bewerten. Dieses schon von Ptolemaeus im 2. Jahrhundert n. C. eingeführte Verfahren hatte erst bei den Kartographen des 16. Jahrhunderts vereinzelt Eingang in Regionalkarten gefunden. MEJER, der in Kopenhagen Mathematik und Astronomie studiert und sich dort die von Tycho Brahe entwickelten Grundlagen der Kartographie angeeignet hatte, übernahm in seine Karten auch eine Randgraduierung sowie die Abbildung von Maßstabsleisten.

Kritik an MEJERS Karten hat offensichtlich bereits zu seinen Lebzeiten eingesetzt. Anders ist seine Einlassung nicht zu verstehen, dass er hier und da Mutmaßungen vorbringe, „jedoch mit Bescheidenheit und ohne einiger Menschen Nachteil... Er tue es nicht aus Liebe zu zanken, ...sondern umb der Wahrheit willen“ (DREYER-EIMBCKE 2007, S. 208).

Zu berücksichtigen ist allerdings, dass die großmaßstäblichen Karten MEJERS, dem Zeitgeist entsprechend, im Vergleich zu den Landesaufnahmen von 1641¹⁴ inhaltlich erheblich erweitert und mit Interpretationen mündlicher sowie schriftlicher Überlieferungen und wohl auch mit Mutmaßungen befrachtet wurden. Deren Wahrheitsgehalt wurde weder von MEJER noch von DANCKWERTH (1652) bezweifelt.¹⁵

UNVERHAU (1988) hat in ihren Arbeiten über das Danewerk auf die Unrichtigkeiten und Irrtümer der Karten MEJERS im DANCKWERTH (1652) hingewiesen, auf Verwechslungen bei Ortsnamen sowie von der realen Lage abweichende Ortspositionen. Sie bezieht sich auch auf die kritischen Anmerkungen von HANDELMANN (1883, S. 42, Anm. 80) sowie auf die des Capitain VON KINDT über MEJER (UNVERHAU 1988, S. 242 unter Bezug auf S. 3; 1987, S. 97). Sie zweifelt insgesamt MEJERS Geländekenntnis an.

Ihre Kritik ist insofern berechtigt, als einerseits MEJERS ältere Landesaufnahmen der Schlei-Region von 1641 (Abb. 27 und 28) der Wirklichkeit recht nahekommen, die Karteninhalte der Landesaufnahmen von 1649 und 1651 hingegen nicht die Genauigkeit dieser älteren Karten aufweisen. Daher erstaunt MEJERS festgefügtes Bild der Darstellung des Danewerks, das bisher weder historisch, archäologisch noch bodenkundlich untermauert werden konnte.

¹⁴ Atlas mit 44 Karten von Johannes MEJER: „Delineatio des ganzen Schleistrums, so bei ereugender Irrung zwischen Ihrer Hochfürstlichen Durchlaucht und dem Adel nützlich zu gebrauchen“.

¹⁵ Es ist nicht auszuschließen, dass auch die Kartensammlung „Theatrum Orbis Terrarum“ des Holländers Abraham Ortelius aufgrund der großen Verbreitung zur Nachahmung angeregt hat. Bekannt ist auch Brahes Zusammenarbeit mit Gerhard Mercator. Ende des 16. und Anfang des 17. Jahrhunderts kamen Landkarten mit der Darstellung einzelner Herrschaftsbereiche auf. In dieser Tradition sah sich vermutlich MEJER.

Damit stellt sich die Frage, was ist auf diesen MEJER-Karten noch Abbildung der Wirklichkeit, was ist als Interpretation historischer Informationen, was als Annahme zu bewerten? Um das zu unterscheiden, wurde eine großmaßstäbliche MEJER-Karte mit der Darstellung der Danewerk-Wälle, hier die „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ von 1651 (Altkarte) durch Kartenvergleich mit einer modernen Karte, der topographischen Karte 1 : 25.000 (TK 25/-Neukarte) Schleswig-Holstein und Hamburg des Landesvermessungsamtes Schleswig-Holstein einer Genauigkeitsanalyse unterzogen. Auf dieser MEJER-Karte sind sowohl der Kograbens als auch der Osterwall in gleicher Weise wie auf den Karten vom „Nordertheil des Amptes Gottorff“ (1649) und von „Angeln und Schwansen“ (1649) abgebildet.

Die Qualität und Genauigkeit von Karten, und damit auch die der ausgewählten „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ MEJER von 1651 wurde an folgenden Kriterien festgemacht:

- an der Vollständigkeit des Karteninhalts,
- an der maßstäblichen, auf Vermessung beruhenden Lagegenauigkeit sowie
- an der Lesbarkeit und Verständlichkeit der Karteninhalte.

Daraus ergeben sich für eine Genauigkeitsanalyse folgende Untersuchungsschritte:

- Berechnung des Kartenmaßstabs aus der Graduierung im Kartenrahmen und aus den Längenangaben der Maßstabsleiste, um festzustellen,
- Bestimmung, welches Meilenmaß MEJER seiner Karte unterlegt hat,
- Bedeutung der Randgraduierung: dient sie einschließlich der Maßstabsleiste nur der Verzeichnung der Karte oder auch zum Messen von Entfernungen?
- Analyse des Ausgangsmeridians,
- Bestimmung der geographischen Nordrichtung durch Georeferenzierung,
- Berechnung der Lageabweichungen der Orte in der Altkarte im Vergleich zur Neukarte durch das Vergleichsstreckenverfahren und die Richtungsbestimmung der Vergleichsstrecken.

Des Weiteren wurden folgende Beschreibungen und Karten des 18. und des 19. Jahrhunderts mit der Darstellung der Danewerk-Wälle zum Vergleich mit der Altkarte von MEJER herangezogen:

- Die Beschreibung des Kograbens von WOLFF (ca. 1722, Blatt 134), Festungsbaumeister und Kommandant der Festung Tönning des Gottorfer Herzogs im Nordischen Krieg (1701–1713).
- Von den Offizieren NEYNABER und HEMSEN die „Spezial Charte der Gegend um Schleswig“ von 1761 mit dem Kograbens und den „Plan der Gegend von Hollingstedt“, aufgemessen und verzeichnet im Jahr 1761. Diese Karte enthält keine Abbildung des Krummwalls.
- Ausschnitt aus der Verkoppelungskarte der Gemeinde Hollingstedt aus dem Jahr 1794
- Ausschnitt aus der Flurkarte von Götheby-Holm von 1809 (Landesarchiv Schleswig-Holstein, Abt. 402 A 4 Nr. 2).
- Die Karte des DU PLAT, zusammengetragen und gezeichnet in den Jahren 1804 und 1805. Originalmaßstab 1: 57.600, neu aufgelegt im Maßstab 1: 100.000, 1982, Blatt 8: Rendsburg-Eckernförde –Schleswig. Die Karte zeigt die Danewerk-Wälle ohne den Osterwall.
- Die Danewerk-Karte des VON TIMM mit den Danewerk-Wällen einschließlich des Kurzen Kograbens von 1842. Für diese Karte wurden nur die Wälle zwischen Schleswig und Hollingstedt einschließlich des Kograbens aufgenommen, der Osterwall fehlt.

- Kriegskarte von GEERZ von 1850: Karte vom Kriegsschauplatz in Schleswig. Section X. Schleswig – Idstedt – Messunde.
- Kriegskarte von GEERZ von 1850: „Karte vom Kriegsschauplatz in Schleswig“, Section X. Eckernförde mit dem Osterwall
- Die Karte des WILHELM VON DREYER von 1860: „Dannevirke, Kurgraven og Östrevolden“ in der Zeitschrift „Annaler For Nordisk Oldkyndighed Og Historie“. In die Karte sind alle Wälle des Danewerks aufgenommen.

Diese Quellenvergleiche sollten zeigen, ob MEJERS Danewerk-Abbildung mit den Entfernungsangaben für den Kograb und den Osterwall im DANCKWERTH (1652, S. 113) der Wirklichkeit nahekommt, oder ob ihr eine unkritische Übernahme eines sagenhaften mittelalterlichen Geschichtsbildes zu Grunde liegt.

3.2 Auswertung von Orthofotos und Laserscan-Karten

Luftbilder, vor allem Orthofotos, lassen häufig noch die frühere Nutzung von Flächen sowie Konturen vergangener Objekte erkennen. Bereits bei den Vorarbeiten zur Magisterarbeit des Verfassers hatten Luftbilder wertvolle Hinweise auf den Verlauf des Krummwalls zwischen Morgenstern und Hollingstedt gegeben. Auf ihnen waren noch Strukturen des Krummwalls sichtbar, die bei Geländebegehungen nicht mehr zu sehen waren.

Daher wurden Orthofotos des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG) mit 40- und 20 cm-Auflösung, Laserscan-Karten des Landesvermessungsamtes Schleswig-Holstein, Ausschnitte aus Google Earth sowie Orthofotos aus dem Danewerk-Atlas des Archäologischen Landesamtes Schleswig-Holstein zur Auswertung mit herangezogen. Für alle Untersuchungsflächen wurden vor allem Orthofotos ausgewertet. Mit einem Lagefehler von höchstens 40 cm übertreffen sie die Lagegenauigkeit identischer Punkte auf topographischen Karten, deren Abweichungsfehler in der Regel mehrere Meter beträgt.

Laserscan-Karten sind für die Archäologie eine wichtige Informationsquelle. Sie ergänzen die Erkenntnisse aus der Orthofoto-Auswertung. Im Laserscanning-Verfahren wird eine Geländeoberfläche in vertikaler und horizontaler Richtung abgetastet (Schrägdistanz). Es entsteht ein dreidimensionales Abbild, ein Relief der Geländeoberfläche, bei dem bereits Höhenunterschiede von +/-0,15 m sichtbar werden. Laserscan-Karten liefern somit ein hochaufgelöstes, dreidimensionales aktuelles Landschaftsbild. Darüber hinaus können noch deutlicher als auf Luftbildern die frühere Nutzung eines Geländes, aber auch Oberflächenstrukturen von Wall- und Grabenanlagen sichtbar werden.

Im Vorfeld der bodenkundlichen Geländearbeit (Kap. 3.3) musste die Lage der Walltrassen koordinatenmäßig bestimmt werden, um die Schnittpunkte der Walltrassen mit Radartransekten und Penetrologger-Messreihen zu erhalten. Nur anhand der genau bestimmten Lage der Schnittpunkte ist ggf. festzustellen, ob Störungen bzw. Abweichungen in einem Radargramm im Vergleich zu den Böden der Umgebung oder der lateralen Inhomogenität des Eindringwiderstandes im Bodenkörper bei der Messung mit einem möglichen Wallverlauf in Verbindung zu bringen sind.

3.3 Bodenkundliche Geländeprospektion

Das Ziel der bodenkundlichen Geländeprospektion ist, aus der Beschreibung der Bodenlandschaft in Verbindung mit der Auswertung von Bodenkarten, Karten und Daten der Bodenschätzung zu erkennen, wo die Wälle Kograbens und Osterwall noch an der Bodenstruktur nachweisbar sind.

Die baulichen Veränderungen und Eingriffe im Gelände des Kurzen Kograbens auf dem NATO-Flugplatz Jagel haben die Geländestruktur verändert. Wallrelikte sind hier möglicherweise nur noch mit geophysikalischer Prospektion nachzuweisen. Ebenfalls zu berücksichtigen sind Veränderungen der Landschaft durch die Ansiedlung von Kolonisten vom 18. bis zum 20. Jahrhundert in Gelände des Hauptwalls, des Kograbens und des Osterwalls. Hier hat es nachweisbar Zerstörungen von Wallteilen durch Wallabtrag und Überbauung gegeben, vor allem im Raum Hollingstedt und im Gelände des Osterwalls. Mit Bohrstock-Untersuchungen und geophysikalischen Prospektionen sind Wallrelikte in Teilen noch nachweisbar.

Aus Geländebegehungen gewonnene Hinweise auf mögliche Bodenunterschiede und Vegetationsauffälligkeiten fließen in die Karten- und Luftbilddauswertung ein, geben aber auch einen Anhalt, wo Bohrstock-Untersuchungen erforderlich und möglich sind.

3.3.1 Bohrstock-Untersuchungen

Es war davon auszugehen, dass das Bodenprofil unter einem Wallauftrag, selbst nach dessen Abgraben, ebenso wie das Bodenprofil im Bereich eines früheren, jetzt eingeebneten Grabens vom Bodenaufbau der Umgebung abweicht. Da Grabungsschnitte sowie das Ausheben von Schürfgruben zur Ermittlung von Bodenprofilen auf den unter Denkmal- und Grabungsschutz stehenden Verdachtsflächen nicht vorzusehen waren, beschränkte sich die Bodenuntersuchung vor allem auf die Auswertung von Bodenkarten und Bodenschätzungsdaten des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR).

Untersuchungen zur Bodenstruktur mit dem Bohrstock wurden nur dort angesetzt, wo Bodenschätzungsdaten nicht vorlagen, wie am westlichen Ende des Osterwalls im Raum Dürwade. Weitere Bohrstockuntersuchungen wurden auf einigen Flächen westlich des Kograbens am Heideweg in Kurburg durchgeführt, wo eine Verlängerung der Kograbentrasse in Richtung des Wallknicks anzunehmen war. Das ermöglichte es, nicht nur die mit dem Bohrstock erlangten Bodenprofildaten mit den lagemäßig abweichenden Bohrpunkten der Bodenschätzung vergleichen und mögliche Bodenhorizontabweichungen feststellen zu können, sondern zugleich auch einen Anhalt für eine Zuordnung zu den mit einem Georadargerät erfassten Bodenstrukturen zu gewinnen.

3.3.2 Geophysikalische Prospektionen

Das Anlegen von Bodenprofilschnitten zur Ermittlung von vermutlich noch vorhandenen Wallprofilresten unter der Geländeoberfläche war nicht möglich. Ebenso waren die Untersuchungen mit dem Bohrstock stark eingeschränkt, so dass der Prospektion mit zerstörungsfreien Boden-

sensorsystemen und deren Ergebnissen eine hohe Bedeutung zukam. Für die Kartierung wurden ein Georadargerät von 400 MHz-Frequenz, ein Penetrologger der Firma Eijkelkamp zur Messung des Eindringwiderstandes im Boden sowie ein Boden-Scanner EM-38 der Firma GEONICS eingesetzt.

3. 3. 2. 1 Funktionsweise des Georadars

Das Georadar hat in der Geologie, in der Bodenkunde und in der Archäologie seit langem einen festen Platz. Mit dieser Prospektionsmethode ist es möglich, Sediment- und Bodenstrukturen festzustellen, so z. B. Schichtgrenzen sowie den Feuchtigkeitsgehalt von Böden (BLINDOW et al. 2005, S. 371). Das Georadar liefert somit dem Archäologen, dem Bodenkundler und dem Geologen eine Informationsbasis, die den großen Vorteil bietet, zerstörungsfrei, flächendeckend und zeitsparend ein Bild des nicht direkt zugänglichen und nicht sichtbaren Untergrundes zu liefern.

Das Georadar arbeitet nach dem Impuls-Reflexionsverfahren. Von einer Sendeantenne, die über eine zu untersuchende Strecke gezogen wird, werden in regelmäßigen Abständen (2–5 cm) elektromagnetische Wellen (Impulse, auch als „Spuren“ bezeichnet) gerichtet in den Boden abgestrahlt. Treffen diese Radarwellen auf Reflektoren, auf feste Gegenstände oder Horizontgrenzen, so wird ein Teil von ihnen reflektiert und von einer Empfangsantenne in Form von Amplituden zugleich mit der Laufzeit t (hin und zurück) registriert, gemessen in Nanosekunden (**ns**). Eine Vielzahl von Spuren, in der Aufnahmerrichtung in Metern gemessen, ergibt einen Transekt mit der Abbildung eines zweidimensionalen Geländeschnitts. Die räumlich enge Aneinanderreihung von Messstrecken ergibt eine flächenhafte, dreidimensionale Abbildung der Strukturen des Untergrundes. Das Bodenradar bietet somit den großen Vorteil, zerstörungsfrei zwei- und dreidimensionale Bilder des Untergrundes zu liefern.

Die Reflexion ist abhängig von

- der Dichte der Schichtgrenzen,
- der elektrischen Leitfähigkeit σ der Oberfläche eines Reflektors,
- der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen und
- der relativen Dielektrizitätskonstanten ϵ_r des innerhalb einer Substratschicht.

In der Luft breiten sich die Radarwellen mit Lichtgeschwindigkeit aus, im Boden hingegen langsamer, abhängig vom Wert der relativen Dielektrizitätskonstanten ϵ_r und von der elektrischen Leitfähigkeit σ innerhalb einer Sedimentschicht. Beide Parameter hängen vor allem vom Wassergehalt des Sediments ab. Die Geschwindigkeit der elektromagnetischen Welle beträgt in der Luft 30 cm/Nanosekunde (**ns**⁻¹), im Wasser nur 3 cm/**ns**⁻¹. Je höher die relative Dielektrizitätskonstantenzahl ϵ_r ist, umso langsamer breiten sich die Radarwellen aus. Die relative Dielektrizitätskonstante ϵ_r ist somit der wichtigste Parameter.

Die Leitfähigkeit σ der Bodensubstrate ist abhängig vom Wassergehalt, vom Ionengehalt der Bodenlösung, der Bodentemperatur, der Kationenaustauschkapazität sowie von der Form, Größe und Anzahl der Poren (PETERSEN et al., S. 71). Radarwellen gehorchen als elektromagnetische Wellen den Maxwell'schen Gesetzen. Das erlaubt, annähernd die Geschwindigkeit v der Radarstrahlen in Meter/Nanosekunden zu berechnen:

$$v = \frac{Co}{\sqrt{\epsilon_r}} [\text{m ns}^{-1}] \quad (3-1)$$

$$(Co = \text{Lichtgeschwindigkeit} = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} = 0,3 \text{ m ns}^{-1})$$

Aus der Laufzeit **t** der Radarwellen, darin eingeschlossen die Reflexionszeit, errechnet sich die Eindringtiefe, sofern die Ausbreitungsgeschwindigkeit bekannt ist. Die Eindringtiefe der elektromagnetischen Wellen hängt nicht nur von der elektrischen Leitfähigkeit des Untergrundes ab, sondern auch von der eingesetzten Sendefrequenz. Je höher die Frequenz ist, umso höher ist die Auflösung, umso geringer aber auch die Eindringtiefe und umgekehrt.

Wenn neben der Laufzeit **t** auch die Tiefe **d** eines Reflektors gegeben ist, lässt sich die Geschwindigkeit **v** berechnen:

$$v = \frac{2d}{\sqrt{\epsilon_r}} [\text{m ns}^{-1}] \quad (3-2)$$

Ist die Geschwindigkeit bekannt, kann die Tiefe eines Reflektors mittels der gemessenen Laufzeit berechnet werden:

$$d = \frac{vt}{2} [\text{m ns}^{-1}] \quad (3-3)$$

Radarreflexionen treten dort auf, wo sich die relativen Dielektrizitätskonstanten zwischen zwei aneinandergrenzenden Medien unterscheiden (LECKEBUSCH 2000, S. 12). Sie werden durch Inhomogenitäten in der Bodenstruktur, unterschiedliche Wassergehalte von Sedimentschichten oder die unterschiedliche Dichte von Steinen und Lockersedimenten bzw. Boden hervorgerufen.

Die Größe der Dielektrizitätszahl **ε_r** hängt ab vom Wassergehalt, von der Körnung (Textur) und von der Porosität des jeweiligen Bodensubstrats. Wasser mit seiner hohen Dielektrizitätskonstante von **ε = 81** (Tab. 1) ist dann ein guter Kontrastbildner, wenn z. B. auf einen trockenen Bodenhorizont zur Tiefe ein feuchtes Substrat folgt. Grenzen zwei trockene Bodenhorizonte aneinander, ist der Kontrast auch bei stärker unterschiedlichen Substraten schwach.

Die Reflexion wird somit desto deutlicher, je größer die Unterschiede in den Dielektrizitätszahlen sind. Der Unterschied wird durch den Reflexionskoeffizienten **R** ausgedrückt, und dieser nach BLINDOW (et al. 1997, S. 375) mit der Formel berechnet:

$$R = \frac{\sqrt{\epsilon_2} - \sqrt{\epsilon_1}}{\sqrt{\epsilon_2} + \sqrt{\epsilon_1}} \quad (3-4)$$

Tab. 1: Mittlere Parameterwerte der Böden im Untersuchungsgebiet (aus LECKEBUSCH 2000, S.12)

Boden	Relative Dielektrizitätskonstante ϵ_r	Geschwindigkeit $v = \text{m ns}^{-1}$	Elektrische Leitfähigkeit σ	Abschwächung α
Sand/trocken	5	0,13	0,01	0,01
Sandig/trocken	2,6	0,19	1,4	1
Sandig/nass	25	0,06	69	23
Süßwasser	80	0,003	0,5	0,1

3. 3. 2. 2 Durchführung

Die Bodenradar-Messungen erfolgten mit einer SIR 3000 Steuereinheit der Firma GSSI mit einer 400 MHz-Antenne im Zero-offset-Modus. Über eine Messkonsole wurden mehrere Messparameter aktiviert, u. a.:

- Scan-Einstellung von 512 Messpunkten (Samples) pro Schuss/Impuls mit Messradbetrieb (Mit einem an der Antenne angeschlossenen Messrad werden Distanzmessungen in horizontaler Entfernung bei einem Spurabstand von 5 cm pro Schuss durchgeführt.)
- Gain: eine automatisch vorgegebene Funktion, bei der durch Verstärkung der Signale die Dämpfungseffekte minimiert werden, sowie
- Filter zum Entfernen von Störfrequenzen (Low Pass und High Pass) (HORNING 2008, S. 15 ff.; GSSI SIR-3000 Manual, 2010, S. 18 ff).

Eine kontinuierliche Kalibrierung der Geschwindigkeiten der Radarimpulse entfiel wegen der in den oberflächennah sandreichen und zum Teil moorigen Substraten zu erwartenden hohen Eindringtiefe bei geringer Dämpfung der elektromagnetischen Wellen. Mit der 400 MHz-Antenne wurde die Laufzeit der Radarimpulse bis 50 ns aufgezeichnet. Die Geschwindigkeit wurde im Rahmen dieser Messungen im Gelände nicht kalibriert, da die Wassergehalte in den Böden nicht tiefenkonstant homogen verteilt waren. Unterschiedliche Wassergehalte beeinflussen somit unterschiedlich die Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Radarimpulse in den Bodenhorizonten.

Auf den Verdachtsflächen wurden die Transekte senkrecht zum vermuteten Wallverlauf angelegt. Als Reflektoren zur Erzeugung von Hyperbeln in der Georadaraufnahme wurden im Untergrund vorhandene In-situ-Reflektoren zur Messung und Berechnung von deren wahrer Tiefenlage angesprochen. Das waren lineare und/oder kugelförmige Körper mit einer ungefähren Mindestgröße (der flächigen Linien) von >12 cm bei den 400 MHz-Aufnahmen. Bei der Auswertung der Radartransekte war zu berücksichtigen, dass die Radarbilder in der Höhe stark verzerrt wurden, um die Reflexionen deutlicher hervortreten zu lassen. Entzerrte Bilder sind für die Auswertung nicht geeignet, da sie nur wenig bis nichts erkennen lassen.

3. 3. 2. 3 Datenaufbereitung

Die Georadardaten wurden mit der "Software ReflexW" der Firma SANDMEIER (2008) eingelesen und mit folgenden "Processing-Schritten" aufbereitet:

- Statische Korrektur: Auf unbearbeiteten Radartransekten entsteht zwischen dem Sender und dem ersten Echo, dem Auftreffpunkt eines Radarimpulses auf einen Reflektor, eine echo- oder reflektorfreie Lücke (Abb. 24). Eine Radarantenne sendet die Impulse zwar überwiegend in den Untergrund, ein Teil wird jedoch seitlich gestreut. Durch die Rückstreuung von Reflexionen entstehen Luftechos. Das erklärt den Abstand vom Sender bis zum ersten Auftreffen auf einen Reflektor (Abb. 24). Der Nullpunkt des Luftechos wird durch time shifting (Zeitversetzung) auf den ersten Reflektor verschoben. Die wahre Geländeoberfläche stimmt nicht ganz mit der durch "time shifting" definierten Geländeoberfläche überein. Der Fehler beträgt bei der verwendeten Antennenfrequenz von 400 MHz zwischen 0,75 und 1 ns (3,7–5 cm bei $v = 0,1 \text{ m ns}^{-1}$) (GERBER et al. 2008, S.11).

- Picking-Menue: Als Linien erkennbare Reflektoren, z. B. Pflugsohlen, oder unterbrochene, jedoch als Linien anzusprechende Reflektoren von Bodenhorizonten werden mit der Option "phase follower" automatisch als farbige Profillinien gekennzeichnet. Bei unterbrochenen Linien kann manuell die Phasenverfolgung zu einer neuen, durchgehenden Reflektionslinie verbessert werden. (SANDMEIER, ReflexW Manual 2008, S. 44 ff.).
- Velocity adaption: Berechnung der Wellengeschwindigkeit mit folgender Tiefenbestimmung von Reflektoren an Diffraktionshyperbeln (Sandmeier, ReflexW Manual (2008), S. 34 ff.). Mit diesem Verfahren kann die Tiefe eines jeden Bodenhorizontes mittels der Formeln (3-1) bis (3-3) (s. oben) berechnet werden.

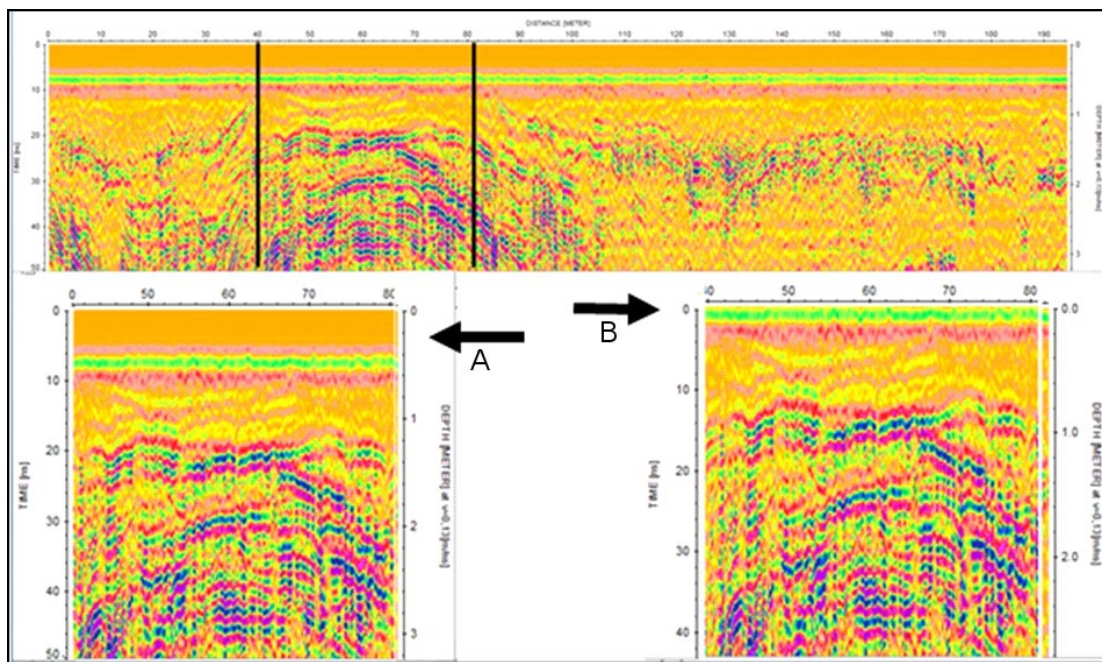


Abb. 24: Ausschnitt aus einem Radartransekt mit der Darstellung der "statischen Korrektur": Oben links: Luftecho vor der "statischen Korrektur" (Pfeil A); rechts: nach der Bearbeitung mit "statischer Korrektur" durch "time shifting" (Pfeil B).

Folgende Processing-Schritte werden von "Software ReflexW" automatisch ausgeführt:

- Dekonvolution: Dieser Filter reduziert die von einem Reflektor mehrfach ausgehenden Echos so, dass eine annähernd exakte Tiefenlage eines Reflektors wiedergegeben wird.
- Bandpass Filter: Mit diesem Filter werden unerwünschte Frequenzen unter 50 MHz und über 550 MHz auf 0 gesetzt und damit beseitigt, der Frequenzbereich zwischen 100 MHz und 450 MHz hingegen wird verstärkt.
- Time Depths Migration nach Stolt: Ziel dieser Migration ist eine verbesserte Annäherung an die realen Lagen der Reflektoren, indem die Echos soweit wie möglich zum Empfänger zurück "migriert" werden, dessen Lage bei "zero-offset" identisch ist mit dem Sender.
- Subtracting trace averages of 100 traces: Von je 100 Spuren (5 m) wird der Amplitudenverlauf gemittelt. Die gemittelte Amplitudenspur wird von jeder Spur abgezogen. Über eine Länge von 5 m werden horizontal verlaufende Spuren entfernt, kürzere, oberflächenparallele, wie Schichtgrenzen, bleiben unverändert. (GERBER et al., S. 11)

3. 3. 3 Messung des Eindringwiderstandes des Bodens

Mit einem Penetrologger der Firma Eijkelkamp wurden Sondierungen durch Messung des Eindringwiderstandes zur Lokalisierung auffälliger Verdichtungen und Inhomogenitäten im Bodenkörper nur auf den Verdachtsflächen im Raum Kurburg durchgeführt.

Der Penetrologger der Firma Eijkelkamp besteht aus einem Kraftsensor, der Sondierstange von 80 cm Länge mit angebautem Rechner und dem Sondierkonus einschließlich eines Ultraschall-Tiefenmess-Systems. Integriert ist ein GPS-System zur Bestimmung des Messortes durch Angabe geographischer Koordinaten, die allerdings nicht die Genauigkeit der Koordinaten der Orthofotos des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG) aufweisen.

Das Gerät ist ausschließlich zur Messung des Eindringwiderstandes des Bodens ausgelegt. Der Penetrologger registriert während des Eindringvorgangs über einen Ultraschallsensor für jeden fortlaufenden Zentimeter den Eindringwiderstand und den ausgeübten Druck beim Eintreiben des Sondierkonus bis zur Tiefe von 80 cm. Der ausgeübte Druck entspricht dem Scherwiderstand des Bodens gegen die Verformung.

Der Eindringwiderstand setzt sich aus den Summenparametern einzelner Bodeneigenschaften zusammen, die vom Wassergehalt, dem Porenvolumen sowie von der Kohäsion und Konsistenz der Bodenpartikel abhängen. Die mit dem Penetrologger erzielten Ergebnisse ersetzen nicht Laboruntersuchungen zur Bestimmung der Bodendichte, des Porenvolumens und des Wassergehaltes. Ein Messgerät zur Bestimmung der Bodenfeuchte wurde nicht angeschlossen.

Für die bodenkundliche Feldmessung wurde ein Konus mit einer Fläche von 1 cm² und einem Winkel von 60° eingesetzt. Die Messdaten werden in der Krafteinheit Newton (N) abgespeichert. Zum Umrechnen der Eindringwiderstandswerte wird folgende Formel herangezogen (Eijkelkamp, Gebrauchsanweisung für 06.15.SA Penetrologger-Set 2007, S. 17):

$$\text{Eindringwiderstand in Megapascal} = \frac{\text{Kraft in N}}{\text{Konusoberfläche in cm}^2 \times 100} \quad (3-5)$$

Der Penetrologger kann eingesetzt werden:

- Allgemein zum Nachweis und zur Lokalisierung von Verdichtungen in Böden, z. B. einer Pflugsohle oder von Fahrspuren, oder schwer zu durchdringende Unterbodenschichten: Das Befahren von Äckern mit schweren Fahrzeugen und Erntemaschinen führt in der Regel zu Verdichtungen, indem die Hohlräume im Boden komprimiert und die Poren zerstört werden. Die Folge ist, dass verstärkt Oberflächenwasser abfließt, und im Boden weniger Wasser gespeichert wird.
- Für allgemeine bodenkundliche Untersuchungen, z. B. zur Beurteilung von Bodenbearbeitungsverfahren oder der Durchwurzelbarkeit eines Bodens.
- Zur Kontrolle der Tragfähigkeit eines Bodens, der Befahr- und Begehrbarkeit von Böden. Ein Wall auf den Verdachtsflächen könnte durch das Gewicht des aufgetragenen Bodens sowohl die Basisschichten des Wallauftrags, als auch den unter dem Wallauftrag liegenden Bodenkörper durch Kompression überverdichtet haben. Diese sogenannte plastische Verdichtung könnte sich möglicherweise im Bodenkörper erhalten haben, auch wenn die Wallerde teilweise schon vor Jahrhunderten abgetragen wurde.

- Ein weiterer Aspekt der Untersuchungen mit dem Penetrologger war die Feststellung der potenziellen Begehrbarkeit von Flächen außerhalb des Wallbereichs. Im Vorgelände des Kograbens im Raum Kurburg wurden einige Flächen auf ihre Begehrbarkeit überprüft. Das Ziel dieser Untersuchung war festzustellen, ob die Bodenbedingungen einen Weiterbau des Kograbens in Richtung Wallknick nicht nötig machten, da die Flächen nicht begehrbar waren, oder ob die Gelände- und Bodenbedingungen für Personen eine problemlose Annäherung an den Hauptwall ermöglicht hätten. Für die Begehrbarkeit wird von dem Druck ausgegangen, den eine Person auf den Boden ausübt. Dieser Wert wird als CI-Wert (Cone Index) angegeben. Für Personen, Bezug genommen wird hier auf mittelalterliche Krieger, gelten folgende Richtwerte:
- VCI - 0,08 - Gewicht 85 kg - Leichtgewicht - niedriger Kontaktdruck,
- VCI - 1,2 - Gewicht 85 kg mit 25 kg Traglast,
- VCI - 0,14 - Gewicht 85 kg mit 50 kg Traglast

Auf dem Monitor des Penetrologgers wird bei jeder Penetration der CI-Wert angezeigt.

Um verwertbare und anerkannte CI-Werte zu erhalten, sind auf Flächen von 1 m² mindestens fünf Penetrationen durchzuführen. Die gemittelten Werte ergeben den VCI-Richtwert. Wenn die CI-Werte niedriger sind als die VCI-Werte, ist das Gelände nicht begehrbar. Personen versinken dann bis zu der Tiefe, in der der CI-Wert gleich oder größer ist als der o. a. VCI-Wert der Person. Ist der CI-Wert gleich dem VCI-Wert, ist das Gelände als schwer begehrbar zu bewerten. Ist der CI-Wert größer, ist das Gelände problemlos begehrbar (Eijkelkamp, Gebrauchsanweisung 2007, S. 25 und 26).

3.3.4 Bodenscanner EM 38

Der Bodenscanner EM 38 ist ein elektromagnetisches Messgerät, mit dem die „Scheinbare elektrische Leitfähigkeit des Bodens“ bis zu einer Tiefe von 1,5 m gemessen werden kann. In den USA kommt der Bodenscanner EM 38 der Firma GEONICS durchaus erfolgreich bei archäologischen Prospektionen zum Einsatz, auch wenn das System nicht vorrangig für archäologische Untersuchungen konzipiert ist. Bekannt sind Prospektionen von Gefechtsfeldern des amerikanischen Bürgerkriegs, aber auch vermehrt Untersuchungen von Siedlungsplätzen und diesen zuzuordnenden Anlagen, wie Erdwerken und Grabanlagen der amerikanischen Urbevölkerung (BERLE CLAY 2001).

Mit dem Bodenscanner EM 38 können wesentlich schneller als mit einem Georadar größere Flächen untersucht und kartiert werden. Das Messgerät besteht aus einem nichtmetallischen Messschlitten, der in einem Abstand von 6–7 m hinter einem Zugfahrzeug mit einer Geschwindigkeit von bis zu 16 km/h über die zu untersuchende Fläche gezogen wird. Im Sekundenabstand zeichnet das Gerät die Boden-Messwerte als Summenparameter zusammen mit den DGPS-Koordinaten (differentielles GPS-Verfahren) auf und speichert sie digital ab.

Das Messprinzip ist in Abb. 25 erläutert. Von einem Sender wird ein primäres elektromagnetisches Wechselfeld in den Boden abgestrahlt. Es induziert dort ein schwächeres sekundäres elektromagnetisches Feld, das von der Empfängerspule gemessen wird. Aus dem

Verhältnis der beiden elektromagnetischen Felder wird die elektrische Leitfähigkeit berechnet (ausführlich in PONITKA und PÖSSNEK 2006, S. 3 ff.).

Die elektrische Leitfähigkeit, der EC-Wert („Electrical Conductivity“) des Bodens beschreibt, wie das Bodenmaterial eine elektrische Ladung weiterzuleiten vermag. Die Leitfähigkeit wird von der Bodenart, vor allem vom Tongehalt, von der Bodenverdichtung und vom Humusgehalt, vom Ionengehalt der Bodenlösung sowie ganz allgemein vom Salz- und Nährstoffgehalt im Boden bestimmt. Die EC-Werte werden in Milli-Siemens pro Meter (mS m^{-1}) gemessen. Sandböden weisen niedrige EC-Werte, tonreiche und torfhaltige Böden dagegen höhere Werte auf. Allerdings lassen sich aus den EC-Werten weder eine Bodenhorizontfolge noch die Bodenform ableiten. Jedoch können Anomalien sichtbar werden, wie die Untersuchungen der Hopeton Earthworks (BERLE CLAY 2001) gezeigt haben.

Die in den USA erzielten Ergebnisse waren Anlass, eine Fläche am Heideweg in Kurburg in Verlängerung des möglichen Verlaufs des Kograbens mit dem Bodenscanner EM 38 auf Anomalien als Folge möglicher Wall- und Grabenstrukturen zu untersuchen.

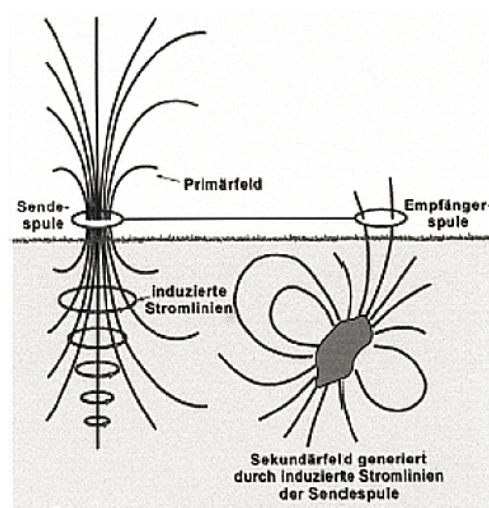


Abb. 25: Messprinzip des Bodenscanners EM 38 zur Bestimmung der „scheinbaren elektrischen Leitfähigkeit“ (aus agricon.de 2012)

4. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Kartenauswertung sowie der bodenkundlichen und geophysikalischen Prospektion dargestellt. Ziel der Kartenauswertung ist festzustellen, inwieweit die Wälle Kograbens, Kurzer Kograbens und Osterwall auf MEJERS „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ von 1651 wirklichkeitsgetreu wiedergegeben sind. Die manuell rechnerisch-graphischen Verfahren werden im Folgenden als Genauigkeitsanalyse bezeichnet.

Die bodenkundlichen und geophysikalischen Untersuchungen wurden zielgerichtet dort eingesetzt, wo im Gelände heute nicht mehr sichtbare Wallabschnitte entweder geschleift wurden oder nie vorhanden waren, obwohl sie auf der Mejer-Karte abgebildet sind, um aus möglichen Veränderungen im Bodenaufbau und der Bodenstruktur auf die einstige Existenz einer Wallanlage mit Graben zu schließen.

4.1 Ergebnisse der Kartenauswertung

Die Wälle des Danewerks sind erstmals auf den großmaßstäblichen Karten von MEJER als ein Komplex von Langwällen dargestellt worden. Von diesen Karten wurde die „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (1651) auf die Lagegenauigkeit von insgesamt 18 ausgewählten Orten zusammen mit der Maßstabsgenauigkeit der Karte untersucht.



Abb. 26: Die Abbildung des Danewerks aus der "Schleswig-Holstein-Karte des MARCUS JORDANUS von 1559" (Kopie aus Unverhau 1983, S. 236, ohne Maßstab).

Ausgehend von der Hypothese, dass die Karten MEJERS die Wirklichkeit abbilden, wurden der Kograben, der Osterwall sowie der Krummwall im Raum Hollingstedt mit den Wall-Darstellungen auf Karten späterer Kartographen verglichen, mit dem Ziel festzustellen, welche Wallteile ebenfalls dargestellt und welche nicht abgebildet sind.

Berücksichtigt wurden auch die Kolonistenansiedlungen im 18. und 19. Jahrhundert, die zur Kultivierung der Heide- und Moorflächen sowie zur Abtragung von Wallabschnitten geführt haben. Bei Wallteilen, deren Verlauf nur auf historischen Überlieferungen beruht, wie z. B. der Halbkreiswall um Hollingstedt, wurden vor allem Laserscan-Karten und Orthofotos auf mögliche Wallrelikte hin ausgewertet.

Die erste Kartierung der Herzogtümer mit der Abbildung des Danewerks stammt von dem in Krempe in Holstein geborenen MARCUS JORDANUS. Dessen Karte von 1559 zeigt das „Dennewerck“ als einfachen Erdwall, der an der Schlei (Slye) bei Gottorp beginnt und an der Treene in Hollingstedt endet (Abb. 26). Durch die Aufsichtsperspektive und bildhafte Darstellung von Städten, Kirchdörfern und Adelssitzen wird mehr die Anschaulichkeit der Landschaft als die genauere aktuelle topographische Abbildung herausgestellt. Die Darstellung des Danewerks als Erdwall hat nur Symbolcharakter und ist als „pars pro toto“ für den Haupt- und den Krummwall, den Osterwall und den Kograben anzusehen.

Gegen Ende des 16. Jahrhunderts setzt ein Wandel in der Kartographie ein. Statt symbolhaft und bildlich dargestellter Landesgeschichte stehen nun Landesaufnahmen mit einer topographisch genaueren Abbildung der realen Landschaft im Vordergrund.

Bereits 1641 legte MEJER zwei Karten des Danewerks mit dem Haupt- und dem Krummwall einschließlich des Halbkreiswalls von Haithabu vor, die ausschließlich die Wälle mit dem unmittelbar angrenzenden Gelände enthalten (Abb. 27 und 28). Diese Art der Darstellung entspricht der neuen Vorstellung, die Realität abzubilden. Die von 1648 bis 1651 veröffentlichten Karten MEJERS mit Abbildungen der Wälle des Danewerks folgen einerseits der neuen Vorstellung, andererseits enthalten sie wiederum historische Überlieferungen. So sind beispielsweise der Halbkreiswall um Hollingstedt sowie der vom Selker Noor bis zum Wallknick verlaufende Kograben zu sehen, aber auch der Osterwall, der die Halbinsel Schwansen zwischen dem Windebyer Noor und die Mühle in Götheby-Holm sperrt.

4.1.1 Die Danewerk-Karten MEJERS im Schleiatlas von 1641

Der Schleiatlas enthält Karten des JOHANNES MEJER von der Schleiregion aus dem Jahre 1641, darunter zwei mit Darstellungen des Danewerks. Diese Karten unterscheiden sich erheblich von späteren Karten im DANCKWERTH (1652). Sie sind nicht nur die erste, nahezu wirklichkeitsgetreue kartographische Darstellung der Danewerk-Wälle, sondern bilden auch, wie MEJER ausdrücklich vermerkt, ausschließlich den zur Zeit MEJERS aktuellen Ist-Zustand der Wälle ab: „Ein Spezial Tabell der Dänen ihre Werck oder Wall. So viell noch zu dieser Zeit davon vorhanden“, so lautet der einleitende Text der Karte (Abb. 27, Textteil oben links). Die Karten vermitteln den Eindruck von skizzenhaften Handzeichnungen.

Die Karten sind einer breiteren Öffentlichkeit erst durch UNVERHAU bekannt geworden (UNVERHAU 1986, S. 45 ff., DREYER-EIMBCKE 2006, S. 16 ff.), aber auch heute noch weniger bekannt als MEJERS spätere Karten aus dem DANCKWERTH (1652), da sie früher nie durch Druck vervielfältigt worden sind. Die Datierung der Karten in das Jahr 1641 ergibt sich sowohl

aus einer von PANTEN (2005), einem Heimatforscher aus Nordfriesland, zufällig entdeckten handschriftlichen Akte mit dem Titel „Verzeichniß wie langk der Wall vor Bußtorff in allem ist“, die MEJER zuzuordnen ist, als auch aus dem Text der von MEJER in Angriff genommenen Neufassung der Abhandlung zu seinen Karten von 1654.

Sie enthält die Längenangaben zu jedem der aufgenommenen Wälle, vom Hauptwall und dem an der Treene endenden Krummwall sowie vom Verbindungswall einschließlich des Halbkreiswalls von Haithabu (PANTEN 2005, S. 135 ff.). Das lässt den Schluss zu, dass MEJER die Wallstrecken durch Abschreiten, Messung oder Interpolation grob vermessen hat. Darauf weist auch die Angabe des Kartenmaßstabs hin, der auf jeder dieser Karten in Form einer Maßstabsleiste als Legende enthalten ist. MEJER hat auf beiden Kartenblättern mit jeweils einem kurzen handschriftlichen Abriss die Bauherren sowie die Geschichte der Wälle nach dem damaligen Wissensstand vermerkt.

Auf den Karten von 1641 fehlen sowohl der Nordwall als auch der Kograbben. Beide Wallanlagen, vor allem der Kograbben, müssen zu der Zeit MEJERS noch sehr auffällige Wälle gewesen sein. Das Weglassen dieser Wälle kann darauf zurückgeführt werden, dass MEJER am Anfang seiner Landesaufnahme um 1640/41 möglicherweise nur die zusammenhängenden Wälle des „Opus Danorum“, nämlich den Krummwall und den Hauptwall mit dem Verbindungswall und den Halbkreiswall von Haithabu, als Danewerk angesehen hat. Auch der Osterwall fehlt. Ein möglicher Grund ist, dass MEJER sich darauf beschränkte, ausschließlich die Schlei mit den Danewerk-Wällen einschließlich des angrenzenden Umlands kartographisch zu erfassen.

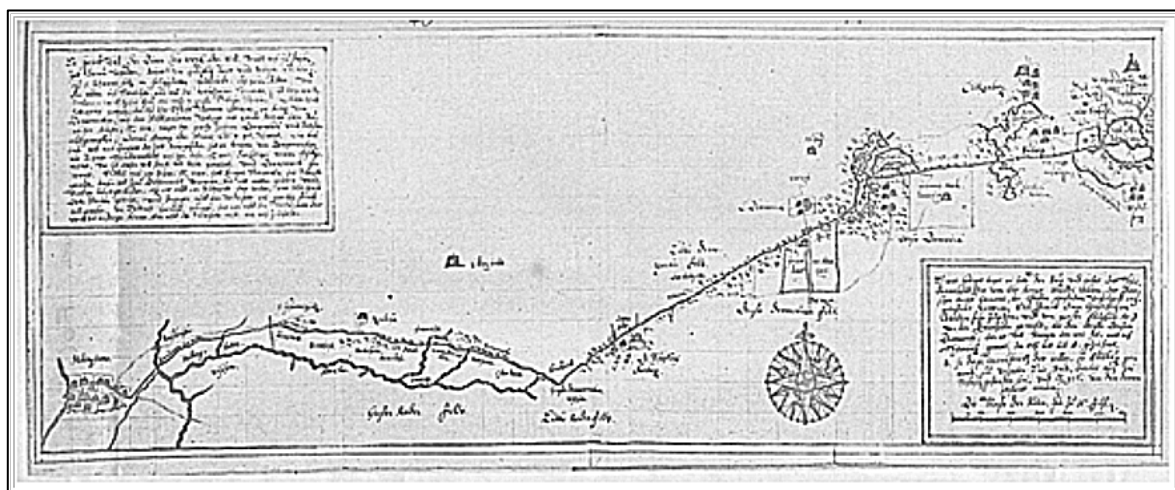


Abb. 27: Danewerk-Karte 1 des JOH. MEJER von 1641 mit der Darstellung des Danewerks aus dem Schlei-Atlas. Die Wallanlage beginnt im Osten mit dem Halbkreiswall von Haithabu und setzt sich mit dem Verbindungswall, Haupt- und Krummwall fort. Letzterer endet im Westen an der Treene, Hollingstedt nicht mit einem Halbkreiswall umfassend. Oben links: Kurzer Überblick über Bauherren und Baugeschichte, eingeleitet mit: „Ein Spezial tabell der Dänen ihre werck. oder wall. Soviell noch zu dieser Zeit davon vorhanden“. Unten rechts unter dem Text eine Maßstabsleiste mit der Längenangabe von 600 Ruten zu je 16 Fuß, links daneben eine Kompassrose mit dem Nordrichtungspfeil (Quelle: Landesarchiv S-H, Abt 7, Nr. 3276, Karte verändert, Maßstab $\approx 1: 107.000$).

Die Analyse der Karte (Abb. 27) erstreckt sich nur auf die Berechnung des Maßstabes nach dem Vergleichsstreckenverfahren. Der unbekannte Maßstab der Danewerk-Karte wurde aus dem Verhältnis der Streckenlängen zwischen zwei homologen Punkten zweier gleicher Kartenabbildungen ermittelt (Naturstrecke dividiert durch die Kartenstrecke), wobei nur der Maßstab 1:25.000 der Karte der preußischen Landesaufnahme, Blatt Kropp, zugrunde gelegt wurde.

Verglichen wurden die Strecken Margarethenwall, Thyraburg-Wallknick (Hauptwall) sowie die Strecke vom Schnittpunkt des Halbkreiswalls mit dem Margarethenwall bis zum Wallknick (Tab. 2). Die Koordinaten der Neukarte wurden der TK 25 entnommen, die der Altkarte (Abb. 27) aus den gemessenen Längen der Wallstrecken errechnet, ausgehend vom Schnittpunkt des Halbkreiswalls mit dem Verbindungswall. Für diesen Punkt wurden die entsprechenden Koordinaten der TK 25 zugrunde gelegt, die Strecken zu den ausgewählten Punkten gemessen und daraus die Koordinaten berechnet.

Tab. 2: Ausgewählte Strecken zwischen jeweils zwei identischen Punkten zur Ermittlung des mittleren Maßstabs der Danewerk-Karte aus dem Schlei-Atlas von 1641 von MEJER. Die Winkelangabe der Strecken wurde nach der Quadrantenregel berechnet.

Wälle	Neukarte/TOP 25		Karte Abb. 26		Entfernung/Richtungswinkel/Maßstab		
Von–nach	Nordwert	Ostwert	Nordwert	Ostwert	Neukarte Grad/m	Altkarte cm/m	Altkarte Grad/Maßstab
Haithabu– Bustorf	6038250	536310	6038250	536310	175,4°	6,6 cm	171°
	6038520	533025	6037568	532454	3281 m	3181 m	≈ 1: 49.700
Thyraburg– Wallknick	6038088	532850	6037334	532938	222,1°	9,6 cm	212°
	6034564	528959	6035118	528939	5271 m	4627 m	≈ 1: 54.900
Haithabu– Wallknick	6038250	536310	6038250	536310	206,6°	16,6 cm	207°
	6034564	528959	6035118	528939	8215 m	8001 m	≈ 1: 49.500
Berechnung des Kartenmaßstabs nach der Indirekten Maßstabsbestimmung Naturstrecke : Kartenstrecke (cm)							≈ 1 : 51.300

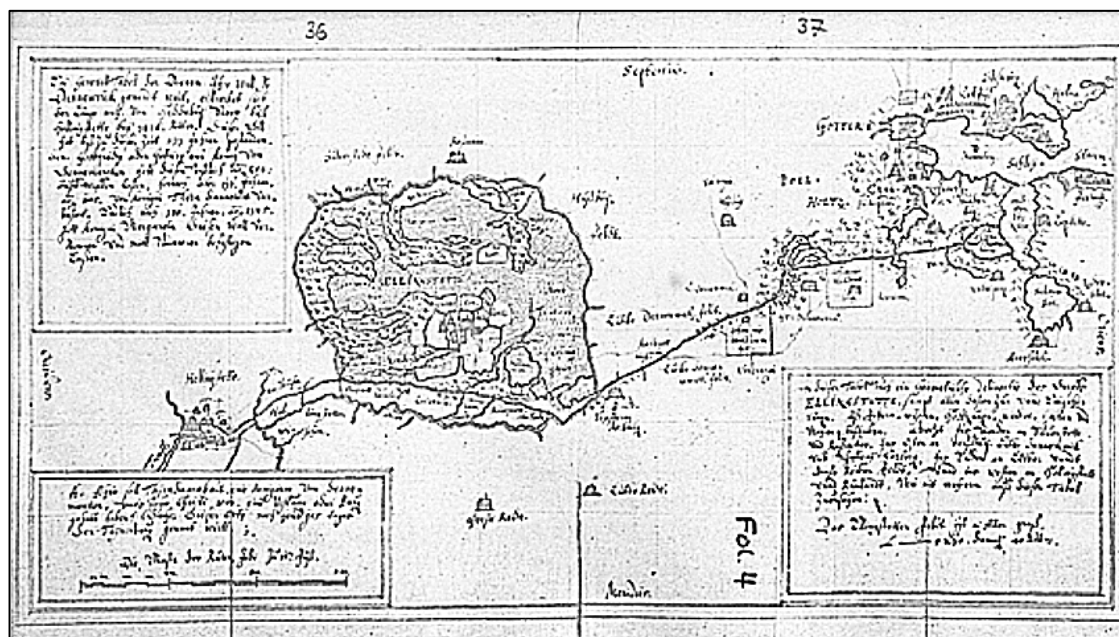


Abb. 28: Danewerk-Karte 2 des JOH. MEJER von 1641 aus dem Schlei-Atlas mit der Darstellung des Danewerks und der Flurkarte von Ellingstedt (Quelle: Landesarchiv S-H, Abt 7, Nr. 3276, Maßstab ≈ 1: 138.000).

Bei dieser frühen Karte MEJERS stimmen die Entfernungen zwischen den ausgewählten Orten oder Punkten nicht mit den realen Entfernungen zwischen den identischen Orten bzw. Punkten auf der TK 25 überein. Ebenso weichen die Richtungen der ausgewählten Strecken von den realen Richtungen ab, wenn auch nur geringfügig.

Nach PANTEN (2005, S. 138) hat MEJER bei den Karten im Schlei-Atlas als Längenmaß die „Husumer Rode“ (Rute) von 4,7318 m Länge seiner Vermessung zugrunde gelegt. Die Krummwallstrecke vom heutigen Wallende bei Matzenkamp bis zum früheren Dänischen Kanal im

Hollingstedter Ortsteil Busch entlang der 1-Meter-Höhenlinie misst 1.845 m nach der TK 25 bzw. 390 Ruten nach MEJER (1641). Die Strecke von 1.845 m enthält das Maß der Husumer Rute von 4,7318 m ($1.845 \text{ m} : 390 \text{ Ruten} = 4,7318 \text{ m}$). Welches Meilenmaß diesen Karten unterlegt ist, wurde nicht untersucht.

4.1.2 "Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf" von 1651

4.1.2.1 Genauigkeitsanalyse

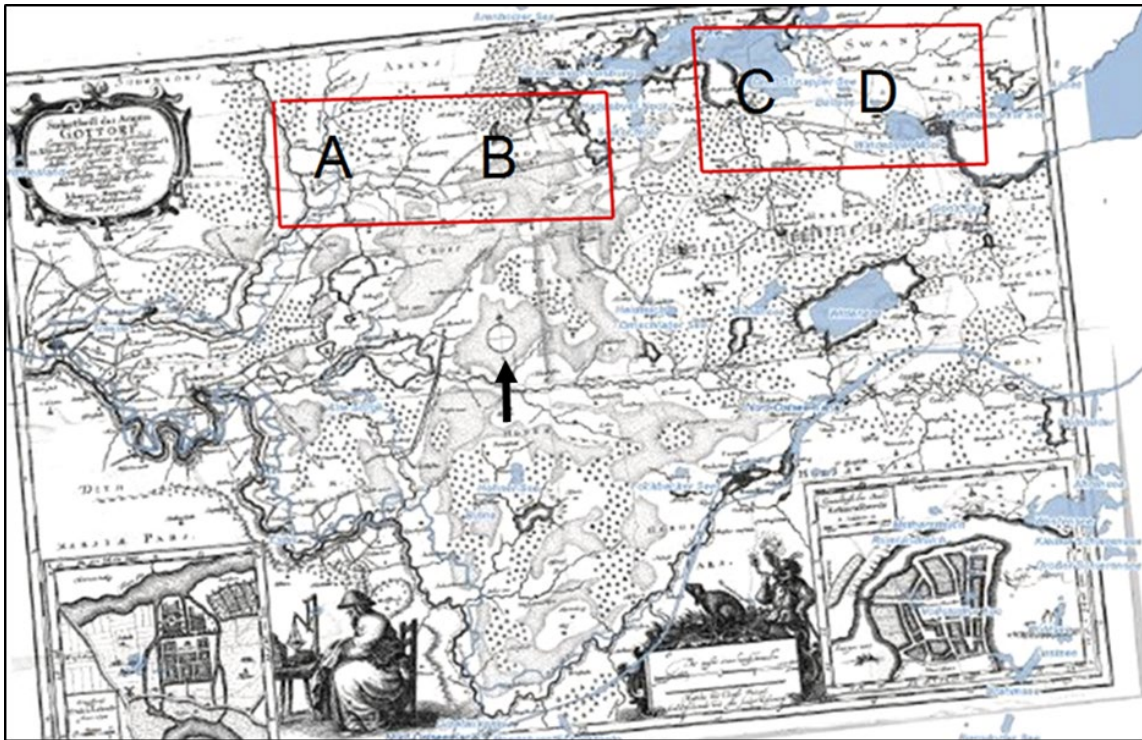


Abb. 29: Georeferenzierte „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (MEJER 1651, in DANCKWERTH 1652). Durch die Georeferenzierung wurde die Karte in das reale (heutige) Koordinatennetz transformiert und durch Drehung in eine Nordrichtung gebracht, die um ca. 6 Grad von der realen geographischen Nordrichtung abweicht (Erläuterung s. Text). Die rot eingerahmten Flächen A B und C D entsprechen den einzeln georeferenzierten Kartenausschnitten des Kograbens- und des Osterwall-Geländes (Abb. 29 und Anlage 1). Der schwarze Pfeil zeigt auf die von MEJER eingefügte Kompassrose (die Georeferenzierung der Karte, ebenso die einzelnen Altkarten-Transekte A bis D, wurden freundlicherweise von Frau Dipl. Geogr. Karin Göbel, ALMus S-H/Schloss Gottorf durchgeführt) (Abb. 29 erweitert. Maßstab der Karte $\approx 1:375.000$).

Bei der „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ handelt es sich um eine großmaßstäbliche, rechteckige Platkarte (Abb. 29). Die Breitengradkoordinaten jeder Seite haben die gleichen Werte. Das schließt eine Trapezform aus und erleichtert die Georeferenzierung.

Dass MEJER die Randgraduierung der rechteckigen Karte unter Bezug auf einen längengetreuen Parallel-kreis in der Kartenmitte konstruierte, wird für wenig wahrscheinlich gehalten.

Bei der Georeferenzierung werden ausgewählte Punkte einer Altkarte, sogenannte Passpunkte, durch Verschieben der Altkarte mit identischen Punkten einer entsprechenden Neukarte in eine deckungsgleiche Position transformiert. Die Altkarte wird dabei in das Koordinatensystem mit der Nordrichtung und in den Maßstab der Neukarte eingepasst. Erforderlich sind mindestens zwei sogenannte homologe Passpunkte. Das sind identische Orte oder markante identische Geländepunkte auf beiden Karten. Um einen zweiten Punkt einer Altkarte in einen identischen Punkt des entsprechenden Kartenausschnitts einer Neukarte einzupassen, wird eine Altkarte so

lange um den ersten Passpunkt der Neukarte gedreht und verzerrt, bis dieser zweite Passpunkt in eine deckungsgleiche Lage mit dem entsprechenden identischen Punkt der Neukarte transformiert ist.

In der Regel werden zur Einpassung von Altkarten in eine Neukarte die Passpunkte möglichst vom Rand einer Altkarte ausgewählt. Bei der Grobeinpassung in die Neukarte wurde die Karte von MEJER (Abb. 29) um rund 6° (gemessen) nach Nordwesten gedreht. Schon durch das Verschieben von zwei Passpunkten bis zur Deckungsgleichheit mit den identischen Punkten der Neukarte wird deutlich, dass die durch eine Kompassrose (Abb. 29, schwarzer Pfeil) angegebene Nordrichtung in MEJERS Karte in Wirklichkeit nach Nordwesten weist.

Die Drehung nach Nordwesten ist vermutlich auf das Einmessen von Punkten mit einem Kompass und auf Berechnungen u. a. anhand von Mondfinsternistabellen zurückzuführen. Zu MEJERS Zeit galt es noch als sicher, mit einer Kompassnadel geographisch Nord ermitteln zu können.

Georeferenziert wurden nur Ausschnitte mit den Danewerk-Wällen entlang von vier Transekten A bis D. Die rot eingerahmten Kartenausschnitte A B und C D der Abb. 29 wurden einzeln georeferenziert, auf identische Ausschnitte der Kartenblätter Hollingstedt (Bl. 1522), Kropp (Bl. 1523; Abb. 30) und Hütten (Bl. 1524) der preußischen Landesaufnahme von 1877 aufgelegt und als georeferenzierte Altkarten-Transekte bezeichnet (s. Anlage 1).



Abb. 30: Ausschnitt aus der georeferenzierten MEJER-„Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“, Altkarten-Segment B, unterlegt mit Blatt Kropp und Blatt Hollingstedt der preuß. Landesaufnahme. Die parallel zum Haupt- und Krummwall sowie zum Kograben verlaufenden hell-olivgrünen Linien entsprechen der realen Streckenführung der Wälle. Die schwarzen Pfeile sind Restklaffungen, ausgehend von den realen Ortsmittelpunkten (Wegekreuzungen) von Ellingstedt, Morgenstern, auf der Altkarte als Riesbrügk bezeichnet (nordwestlich vom Wallknick), Groß Rheide = Wrongerdam), Klein Rheide (lut Reyde) und dem Schnittpunkt des Kograben mit dem Ochsenweg (rechts, schwarzer Pfeil). Die Georeferenzierung wurde freundlicherweise von Frau Dipl. Geogr. Karin Göbel/ALMusS-H durchgeführt (Maßstab des Karten-Segments $\approx 1: 58.000$).

4.1.2.2 Analyse des Ausgangsmeridians

MEJER hat sich zwar immer als Schüler Tycho Brahes gesehen, aber nicht dessen Nullmeridian übernommen. Seine Weltkarte ORBIS VETUS, (Abb. 31 und Karte II im DANCKWERTH 1652) zeigt den 45. Meridian westlich der jütischen Halbinsel (Abb. 31, blauer Pfeil). Der Nullmeridian berührt eine der westlichen Azoren-Inseln (Abb. 31, roter Pfeil), wahrscheinlich die Azoren-Insel Corvo, Ausgangspunkt des Nullmeridians. Vermutlich hat MEJER eine fremde Karte als Vorlage für seine Weltkarte ORBIS VETUS genutzt, ein in der damaligen Zeit übliches Verfahren. Auf seinen großmaßstäblichen Karten vom „Norder-“ und „Südertheil des Amptes Gottorf“ hat MEJER den durch Schloss Gottorf verlaufenden 43. Längengrad als Ausgangsmeridian verwendet.

Zu MEJERS Zeit gab es bereits eine Vielzahl von Nullmeridianen. Die von holländischen und flämischen Kartographen am häufigsten verwendeten Nullmeridiane waren die der Kanaren-Insel Ferro („Punta Orchilla“), der „Pico del Teide“ auf der Insel Teneriffa, der „Marco geografico“ auf der Azoren-Insel Corvo sowie die Westspitze der „Kap Verden-Insel Boa Vista“, seltener der Nullmeridian der „Demarkationslinie des Vertrages von Tordesillas von 1494“.

Welchen Meridian MEJER als Ausgangsmeridian gewählt hat, kann im Rahmen dieser Arbeit nur näherungsweise ermittelt werden. In Betracht kommt der Nullmeridian, der dem durch Schloss Gottorf verlaufenden 43. Längengrad am nächsten kommt.

Die Lage von Schloss Gottorf und der Ausgangspunkte der Nullmeridiane (aus FORSTNER 2005): Schloss Gottorf: 9,54121 ° östlich Greenwich (TK 25):

- „Ferro-Meridian“ (Kanaren): 18°09' (18,15°) westlich Greenwich
- „Boa Vista“ (Kap Verden): 22°50' (22,8333°) westlich Greenwich
- „Pico del Teide“ (Teneriffa): 16°39' (16,65°) westlich Greenwich
- „Corvo-Meridian“ (Azoren): 31°08' (31,01333°) westlich Greenwich
- Meridian-„Vertrag von Tordesillas“ 33,30' (33,50°) westlich Greenwich (KLEINN 1981)

Um festzustellen, auf welchen der Nullmeridiane MEJER (1651) zurückgegriffen haben könnte, wurde die Breitenkreislänge, der Erdumfang auf der Höhe von Schloss Gottorf auf der Grundlage der Breitenkreis-Koordinaten von Schloss Gottorf nach der TK 25 = 54,51155° sowie der Breitenkreis-Koordinaten der Randgraduierung der MEJER-Karte (1651) = 54,53912° berechnet. Aus den ermittelten Erdumfängen wurden die entsprechenden Breitengradlängen in Beziehung zu den damals gebräuchlichen Nullmeridianen gesetzt. Die Länge des Erdumfangs (U) durch Schloss Gottorf wurde mit folgender Formel ermittelt:

$$\text{Erdumfang } U = 2\pi r \times \cosh(h) \quad (h = \text{Abstand zum Äquator}) \quad (4-1)$$

Der Nullmeridian der Mejer-Karte ist unbekannt. Der aus den realen Koordinaten der TK 25 errechnete Nullmeridian entspricht ebenfalls keinem bekannten markanten Geländepunkt. Die Meridiane haben, ausgehend von Schloss Gottorf, einen Abstand zum Nullmeridian von 43 Breitengradlängen bzw. 2.774 km.

Die aus der Randgraduierung der MEJER-Karte errechnete Distanz misst 2.772 km (Tab. 3, Sp. 2). Die Differenz ist auf den höheren Breitengradwert der MEJER-Karte zurückzuführen. Davon hängen wiederum ein kürzerer Erdumfang sowie ein kleinerer Breitengrad-Längenwert ab.

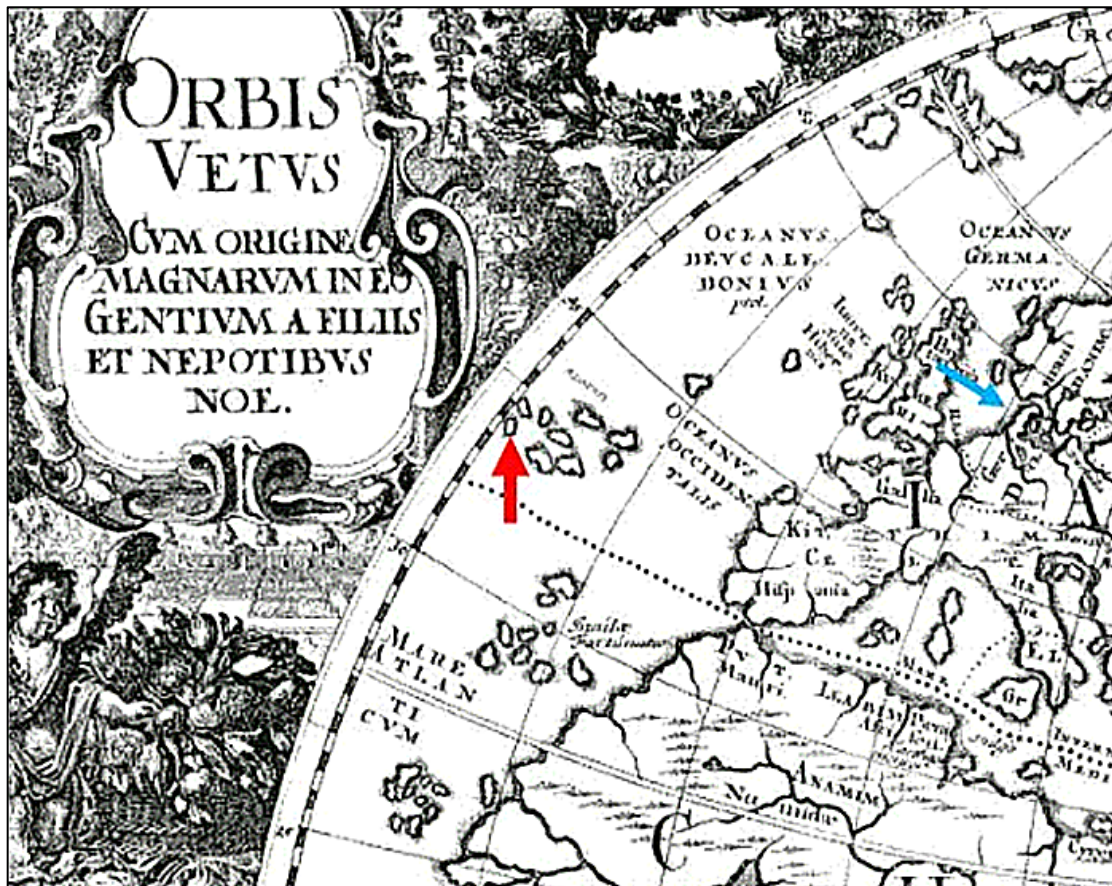


Abb. 31: Ausschnitt aus der „Weltkarte ORBIS VETVS“, Karte II im DANCKWERTH (1652). Der rote Pfeil zeigt auf die Azoren-Insel Corvo, der blaue auf den 45. Längengrad westlich der jütischen Halbinsel. Welche Kartenvorlage MEJER übernommen hat, ist nicht bekannt, möglicherweise nutzte er holländische Vorlagen (Karte verändert, ohne Maßstab).

Die Nord-Süd-Differenz des von MEJER festgestellten Nordwerts zum realen Nordwert von Schloss Gottorf beträgt $0,02757^\circ$ (Meridiangrad). Schloss Gottorf liegt auf der MEJER-Karte um 3,063 km weiter nördlich. Zu berücksichtigen ist, dass die Lage sowie die Fläche von Schloss Gottorf auf der MEJER-Karte nicht die Genauigkeit der TK 25 (Neukarte) aufweisen. Während der Nordwert auf der MEJER-Karte nur gemessen werden konnte, liegt der Nordwert auf der Neukarte TK 25 mit den Koordinaten des Festpunktes am Tor-Turm des Schlosses Gottorf mit einer Genauigkeit von ca. ± 3 m vor.

Die Nullmeridianwerte von Teneriffa, Ferro und Boa Vista sind für MEJERS großmaßstäbliche Karten (in Danckwerth 1652) wegen zu kurzer Distanz zum unbekannten Nullmeridian auszuschließen. Nur die Nullmeridiane des „Marco geografico“ von Corvo (Abb. 31, roter Pfeil) und des „Vertrages von Tordesillas von 1494“ kommen aufgrund ihrer Nähe zu dem unbekannten Nullmeridian mit dessen Soll-Wert von 2.772 km (Tab. 3) als Ausgangsmeridiane in Frage. Die Distanz von Schloss Gottorf zum Corvo-Nullmeridian von 2.622 km weicht vom unbekannten Nullmeridian-Sollwert von 2.772 km um 150 km oder $2,325^\circ$ ab. Diese Differenz ist für die damalige Zeit nicht ungewöhnlich. Abweichungen bis zu 5° stellen nach BEINEKE (2001, S. 80) keine Seltenheit dar. Es ist daher möglich, dass MEJER den „Marco geografico“ auf der Azoren-Insel Corvo als Nullmeridian für seine großmaßstäblichen Karten bestimmt hat.

Tab. 3: Bestimmung der geographischen Position von Schloss Gottorf aus der TK 25 und aus der Randgraduierung der MEJER-Karte. Berechnung der Entfernungen zu den ausgewählten Nullmeridianen und Feststellung, welcher der Nullmeridiane der Lage des "unbekannten" Nullmeridians nahe kommt mit folgenden Schritten:

a: Bestimmung des Erdumfangs Höhe Schloss Gottorf (Formel 4-1),

b: Breitengradlänge = Erdumfang Höhe Schloss Gottorf dividiert durch 360°.

c: Berechnung der Distanz (D) zum "unbekannten" Nullmeridian mit dem von MEJER verwendeten Meridianwert von 43° (D = Erdumfang Höhe Schloss Gottorf: 360° × Breitengradlänge Höhe Schloss Gottorf)

Kartengrundlage	Distanz von 43 Breitengradlängen von Schloss Gottorf zu den ausgewählten Nullmeridianen nach der Formel (4-1) in km					
	Nullmeridian Unbekannt	Pico del Teide Teneriffa	Ferro Meridian	Boa Vista Kapverden	Corvo Meridian	Tordesillas Vertrag
TK 25 (Neukarte) Erdumfang: 23223,643 km Breitengradlänge: 64,510 km	2.774	1.690	1.786	2.088	2.616	2.776
Mejer-Karte von 1651 Erdumfang: 23207,967 km Breitengradlänge: 64,466 km	2.772	1.688	1.785	2.087	2.622	2.775

Ob MEJER die „Demarkationslinie des Vertrages von Tordesillas“¹⁶ von 1494 als Nullmeridian verwendet hat, eine Linie, die nach KLEINN (1981) 33°30′ westlich von Greenwich mitten durch den Atlantik verläuft, ist nicht nachweisbar, aber auch nicht auszuschließen. Diese Demarkationslinie¹⁷ wurde von mehreren niederländischen Kartographen des 17. Jahrhunderts, also von Zeitgenossen MEJERS, als Nullmeridian verwendet, allerdings nur auf Weltkarten (KLEINN 1981, S. 6).

Bezogen auf den heutigen Längenwert von Schloss Gottorf von + 9,5421° östlich Greenwich weicht der Nullmeridian des Vertrages von Tordesillas nur um +1,44828 Minuten oder +2,7 km von dem durch Schloss Gottorf verlaufenden 43. Meridiangrad ab. Schloss Gottorf liegt nach diesem Wert um 2.682 m weiter östlich als auf der MEJER-Karte. Diese Abweichung stellt eine für die damalige Zeit kaum erreichbare Genauigkeit dar. Daher wird angenommen, dass MEJER nicht diesen Nullmeridian seiner „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ zugrunde gelegt hat, sondern den des „Corvo-Meridians“.

¹⁶ Im Vertrag von Tordesillas (1494) wurden vom Papst die kolonialen Interessengebiete zwischen Spanien und Portugal durch die Demarkationslinie festgelegt. Sie verlief 370 Leguas, ca. 1770 km, westlich der Kapverdischen Inseln, wobei von Anfang an strittig war, welcher Punkt der Kapverden als Ausgangspunkt anzusehen ist. Hinzu kommen in der Literatur unterschiedliche Längenmaße für die spanische Legua vor (FORSTNER 2005, S. 22 ff.). Nach KLEINN (1981) verlief diese Linie durch den Atlantik ohne Anlehnung an eine Insel oder Landmarken, aber westlich der Ostspitze Südamerikas. Brasilien wurde daher nach dem Vertrag dem portugiesischen Interessengebiet zugeschlagen (FORSTNER 2005, S. 29 ff.). Der Vertrag von Tordesillas wurde bereits 1750 aufgelöst, da weder die Vertragsparteien noch andere Staaten sich daran gebunden fühlten.

4.1.2.3 Vergleich der Ortslagen ausgewählter Orte

Die Genauigkeit von Altkarten wird vor allem durch Strecken- und Richtungsvergleiche ausgewählter Strecken mit identischen Strecken einer Neukarte ermittelt (Tab. 4–7 und Abb. 32–36). MEJER führte seine Streckenmessungen mit einer Messkette, mit Schrittzählungen oder mit Schätzungen der Entfernungen durch (DREYER-EIMBCKE 2007, S. 200 ff.). Das waren zur MEJERS Zeit die üblichen Verfahren, um Orte und Geländepunkte einzumessen sowie Distanzen zu bestimmen.

MEJER verwendete für die Darstellung von Dörfern, Kirchen und adligen Gütern bereits einheitliche Symbole. Die Flächenausdehnung von Dörfern bildete er nicht ab, jedoch die von Städten. Diese ergänzte er auf seinen Karten durch Stadtansichten nach Art der Stadtdarstellungen von Braun und Hogenberg. Die „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ enthält die Grundrisse und Stadtansichten von Friedrichstadt und Eckernförde.

Nicht auf ihre Genauigkeit untersucht wurden die Straßen, Wege und Gewässer, deren Verlauf wahrscheinlich nur angedeutet ist. MEJER hatte nie die Möglichkeit, größere Vermessungen durchführen zu können. Für Messungen größerer Strecken war eine eiserne Messkette erforderlich, zu der Zeit MEJERS das gebräuchliche Maßband. Deren Länge betrug zwei bis drei Ruten (9,4636 m = 2 Husumer Ruten oder 14,1954 m = 3 Husumer Ruten). Auch Schnüre waren üblich, an die ein Maßstab angelegt wurde (SCHNEIDER 1986, S. 129 ff.).

Um die für eine kartographische Landesaufnahme erforderliche Ausstattung mitzuführen, wären ein bis zwei Gehilfen erforderlich gewesen. Dazu war MEJER aus finanziellen Gründen nicht in der Lage. Vom Herzog waren die Ämter und adligen Gutsbesitzer zwar angewiesen worden, MEJER Pferd und Wagen, dazu ein bis zwei Mann als Vermessungsgehilfen zu stellen. Aber die Prälaten und Ritter weigerten sich, da sie um ihre Privilegien fürchteten (DREYER-EIMBCKE, S. 200).

Ihm blieb nur, die Entfernungen zwischen den Orten durch Zählung der Schritte zu schätzen, zu berechnen, aus bereits vorhandenen Karten zu übertragen oder die Entfernungen zu erfragen. Die Streckenrichtungen hat er vermutlich mit einem Kompass gemessen. Ob er zur Standortbestimmung auch ein Astrolabium¹⁸ sowie einen Messtisch benutzte, ist nicht bekannt, aber auch nicht auszuschließen.

Das Ergebnis ist: Alle Orte der MEJER-Karte weisen nach den Koordinaten der Randgraduierung höhere als der Realität entsprechende Nordwerte mit durchgängig unterschiedlichen Entfernungswerten zu den identischen Orten auf der Neukarte auf.

Die Nordabweichungen der Altkartenorte (blaue Linien) von den realen Ortslagen sind in den Tab. 4 und 5 sowie in den Abb. 32 und 33 dargestellt (Realwert = Nullwert = braune Linien). In den Altkarten-Transekten AB (Kograbengelände, s. Abb. 29) variieren die Nordabweichungen zwischen 3.584 m und 4.945 m mit einem Mittelwert von 4.342 m, in den Altkarten-

¹⁸ Mit einem Astrolabium wurde die Polhöhe bestimmt, erläutert in: „Joannes Krabbius, Neues Astrolabium, sampt dessen Nutz und Gebrauch: nicht allein den Astronomis und Medicis, sondern allen Kriegs Offizieren, Bawmeistern, seefahrenden Schiffen und Bergleuten...sehr nützlich/mit allem Fleiß gerissen und beschrieben durch Joannem Krabbium, Franckfurt am Mayn, 1609“. Eine Erläuterung mit der Abbildung eines Astrolabiums enthält der Aufsatz von WOLFRAM DOLZ, Vermessungsmethoden zur Zeit Gerhard Mercators. In: Duisburger Forschungen Bd. 42 (Duisburg 1996), S. 13–38.

Transekten CD (Osterwall-Gelände, s. Abb. 40) zwischen 1.477 m und 5.200 m. Die mittlere Nordabweichung beträgt hier 3.412 m.

Tab. 4: Nord- und Ostabweichung der ausgewählten Orte der Altkarten-Transekte AB (Kograbengelände, Abb. 39) von den realen Ortslagen. Positive Nordwerte: nördliche Abweichung, negative Nordwerte: südliche Abweichung, positive Ostwerte: Abweichung nach Osten von den realen Werten, negative Ostwerte: Westabweichung.

Orte der Altkarten-Transekte AB Kograbengelände	Nordabweichung		Ostabweichung	
	Altkarte	Georef. Karte	Altkarte	Georef. Karte
1 Rümmland	+3.908 m	- 965 m	- 2.202 m	+ 172 m
2 Hollingstedt	+4.855 m	+ 64 m	- 1.712 m	+ 125 m
3 Dörpstedt	+4.945 m	- 110 m	- 654 m	+ 1.222 m
4 Morgenstern	+4.771 m	+ 377 m	- 2.359 m	- 652 m
5 Ellingstedt	+4.320 m	+ 51 m	- 2.266 m	- 1.244 m
6 Wallknick	+4.131 m	- 45 m	- 1.969 m	- 10 m
7 Groß Rheide	+4.048 m	- 375 m	- 1.012 m	+ 1.355 m
8 Klein Rheide	+4.510 m	+ 13 m	- 1.484 m	+ 885 m
9 Kograbeng/Ochsenweg	+3.584 m	- 485 m	+ 208 m	+ 469 m
Mittelwert	+ 4.342 m	- 164 m	- 1.495 m	+ 258 m

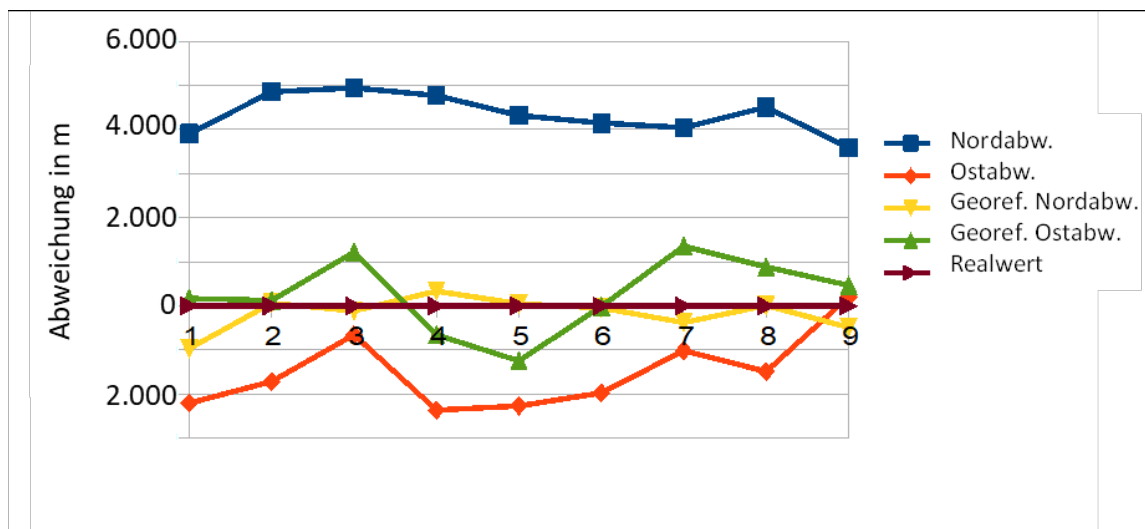


Abb. 32: Nord- und Ostabweichung der Orte aus den nichtgeoreferenzierten und den georeferenzierten Altkarten-Transekten AB (Kograbengelände, Abb. 39) von den realen Ortslagen. Die positiven Nordabweichungswerte (blaue Linie) erklären sich aus den im Vergleich mit der Neukarte höheren Nordwerten der Altkartenorte, die negativen Nordwerte bedeuten eine Südabweichung von den realen Ortslagen. Negative Ostwerte (rote Linie) führen zu einer nordwestlichen Abweichung der Altkartenorte, positive Ostwerte, hier Ort 9, zur Abweichung nach Nordosten. Die Zahlen der Abszisse sind identisch mit der Nummerierung der Orte in Tab. 4.

Auch die Ostabweichungswerte der Orte entlang der Altkarten-Transekte A B und C D sind durchgängig unterschiedlich, zeigen jedoch regional auffällig gleichgerichtete Abweichungsrichtungen (Abb. 32 und 33, rote Linien). Auf den Altkarten-Transekten A B liegen die Altkartenorte 1–8 (Tab. 4 und Abb. 32) aufgrund negativer Ostabweichungswerte nordwestlich der realen identischen Ortslagen mit einem mittleren Abweichungswert von -1.707 m. Eine Ausnahme bildet der Schnittpunkt des Kograbens mit dem Ochsenweg. Dieser liegt auf der Altkarte aufgrund des positiven Ostabweichungswertes um 208 m nordöstlich des realen Schnittpunktes.

Tab. 5: Nord- und Ostabweichung der ausgewählten Orte der Altkarten-Transekte CD (Osterwall-Gelände, Abb. 40) von den realen Ortslagen. Positive Nordwerte: nördliche Abweichung, negative Nordwerte: südliche Abweichung; positive Ostwerte: Abweichung nach Osten von den realen Werten, negative Ostwerte: Westabweichung.

Orte der Altkarten-Transekte CD Osterwall-Gelände	Nordabweichung		Ostabweichung	
	Altkarte	Georef. Karte	Altkarte	Georef. Karte
1 Borgwedel	+3.671 m	- 130 m	- 1.302 m	+564 m
2 Holm Mühle	+5.200 m	+ 40 m	- 1.971 m	+313 m
3 Weseby	+4.651 m	- 235 m	- 1.654 m	-172 m
4 Möhlhorst Gut	+1.477 m	- 1.439 m	+ 780 m	-127 m
5 Kochendorf	+2.796 m	+ 12 m	+ 1.572 m	+ 23 m
6 Schnaap Mühle	+2.367 m	- 2 40 m	+ 1.072 m	-742 m
7 Gammelby	+3.119 m	+ 428 m	+ 1.602 m	- 35 m
8 Borby Kirche	+3.694 m	+1.138 m	+ 957 m	-603 m
9 Windeby Gut	+3.732 m	+ 802 m	+ 659 m	-572 m
Mittelwert	+3.412 m	+ 202 m	+ 190 m	-150 m

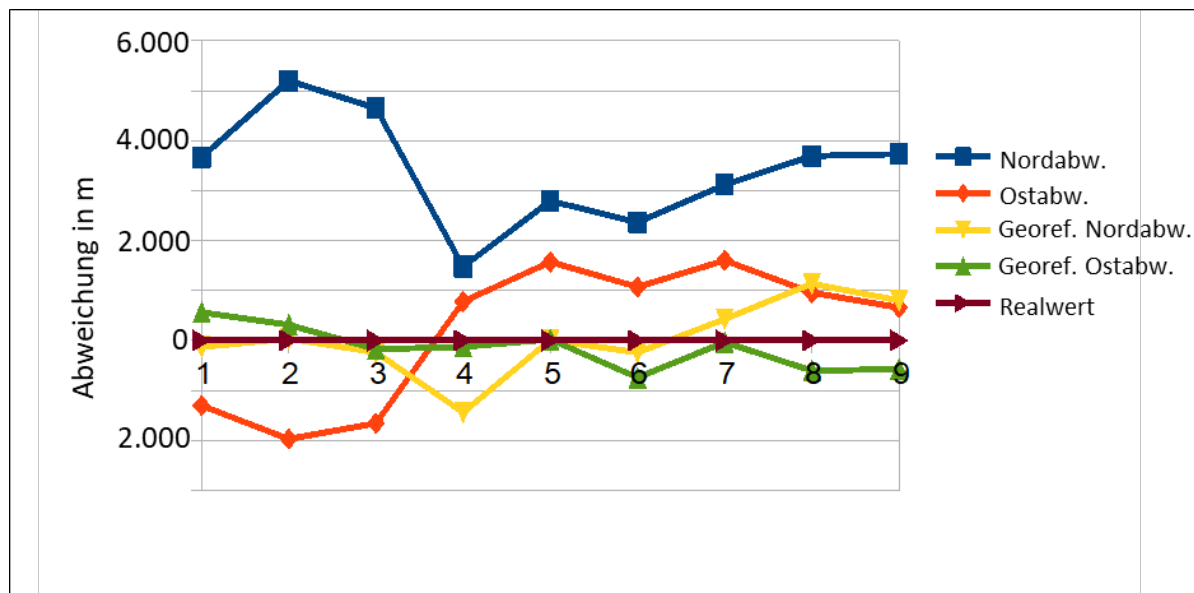


Abb. 33: Nord- und Ostabweichung der Orte der nichtreferenzierten und aus den georeferenzierten Altkarten-Transekten CD (Osterwall-Gelände, Abb. 40) von den realen Ortslagen. Die positiven Nordabweichungswerte (blaue Linie) erklären sich aus den im Vergleich mit der Neukarte höheren Nordwerten der Altkartenorte, die negativen Nordwerte bedeuten eine Südabweichung von den realen Ortslagen. Die regional unterschiedlichen negativen und positiven Ostwerte (rote Linie) der Orte auf der nichtreferenzierten MEJER-Karte haben zu einer nordwestlichen Abweichung der Altkartenorte 1–3 und zu einer nordöstlichen Abweichung der Orte 4–9 geführt. Die Zahlen der Abszisse sind identisch mit der Nummerierung der Orte in Tab. 5.

Auf den Altkarten-Transekten CD (Tab. 5, Abb. 33) liegen die drei westlichen Orte Borgwedel, Götheby-Holm und Weseby aufgrund negativer Ostwerte mit einer mittleren Westabweichung von -1.642 m nordwestlich der realen Ortslagen die Orte 4-9 aufgrund positiver Ostwerte mit einer mittleren Abweichung von 1.107 m nach Nordosten.

Trotz gleichgerichteter Abweichungsrichtungen liegen auch hier keine konstanten Abweichungswerte vor. Die regional gleichgerichteten Abweichungen vermitteln den Eindruck, dass MEJER die Altkarte aus jeweils zwei Vorlagen zusammengeführt bzw. kompiliert hat.

Tab. 6: Streckenvergleich zwischen den ausgewählten Orten der Altkarten-Transekte AB (Kograbben-Gelände, Abb. 39) mit den identischen Orten der Neukarte (TK 25). Die Spalten 5 und 6 geben die Abweichungen von den realen Streckenlängen der Neukarte an, die untere Zeile die gemittelten Abweichungen.

Nr.	Strecken von nach		Distanz auf der Neukarte 2	Distanz auf der Altkarte 3	Distanz auf der georef. K. 4	Altkarte Abw. von Neukarte 5	Georef. K. Abw. von Neukarte 6
	1						
1	Rümland	Hollingstedt	+3.363 m	+2.384 m	+2.430 m	-979 m	-933 m
2	Hollingstedt	Dörpstedt	+3.056 m	+3.716 m	+4.107 m	+ 660 m	+ 1.051 m
3	Dörpstedt	Morgenst.	+4.410 m	+3.654 m	+4.288 m	-756 m	-122 m
4	Morgenstern	Ellingstedt	+1.363 m	+1.081 m	+ 827 m	-282 m	-536 m
5	Ellingstedt	Wallknick	+3.256 m	+3.603 m	+4.311 m	+ 347 m	+1.055 m
6	Wallknick	Gr. Rheide	+1.929 m	+1.813 m	+2.098 m	-116 m	+ 169 m
7	Gr. Rheide	Kl. Rheide	+2.955 m	+4.350 m	+2.673 m	+1.395 m	-282 m
8	Kl. Rheide	Kogr/Ochs.	+3.104 m	+4.247 m	+1.795 m	+1.143 m	+ 652 m
	Mittelwert					≈ + 105 m	≈ + 132 m

Bei dem Streckenvergleich entspricht keine der Strecken, sowohl aus den nicht georeferenzierten Altkarten-Transekten (Abb. 34 und 35, rote Säulen) als auch aus den georeferenzierten Transekten (gelbe Säulen), in der Länge den identischen Strecken auf der Neukarte (blaue Säulen). Die Altkarten-Strecken sind entweder kürzer oder länger. Das bedeutet, dass auf der Karte keine der Ortslagen mit den identischen realen Ortslagen übereinstimmt.

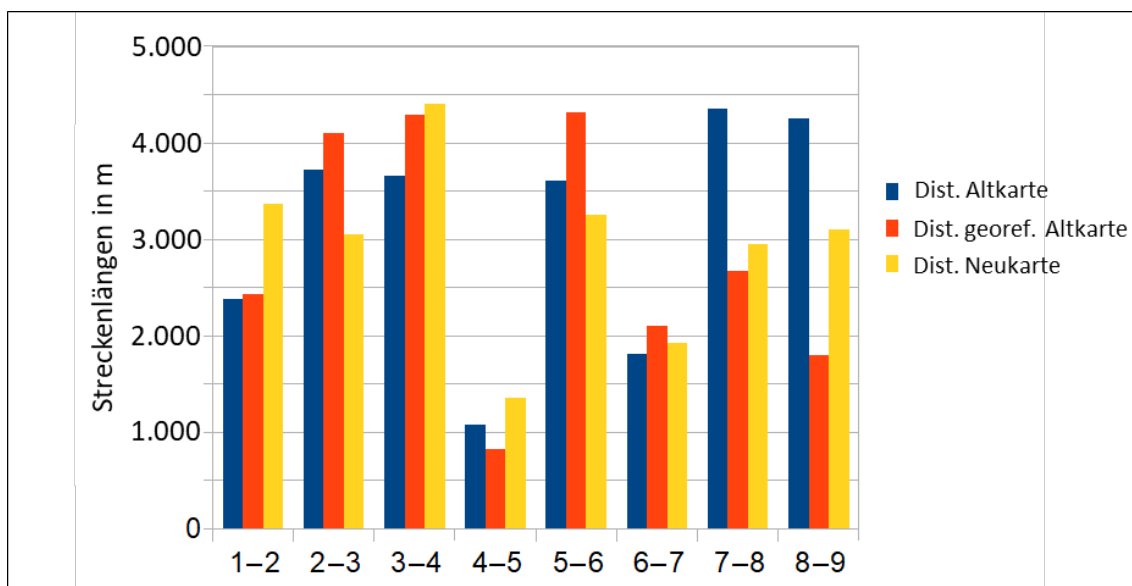


Abb. 34: Streckenvergleich zwischen ausgewählten Orten der nicht georeferenzierten (blau) und der georeferenzierten (rot) Altkarten-Transekte AB (Kograbben-Gelände, Abb. 39) mit identischen Strecken der Neukarte (TK 25/gelb). Die Nummern unter den Säulen (Abszisse) entsprechen den Streckennummern der Tab. 6.

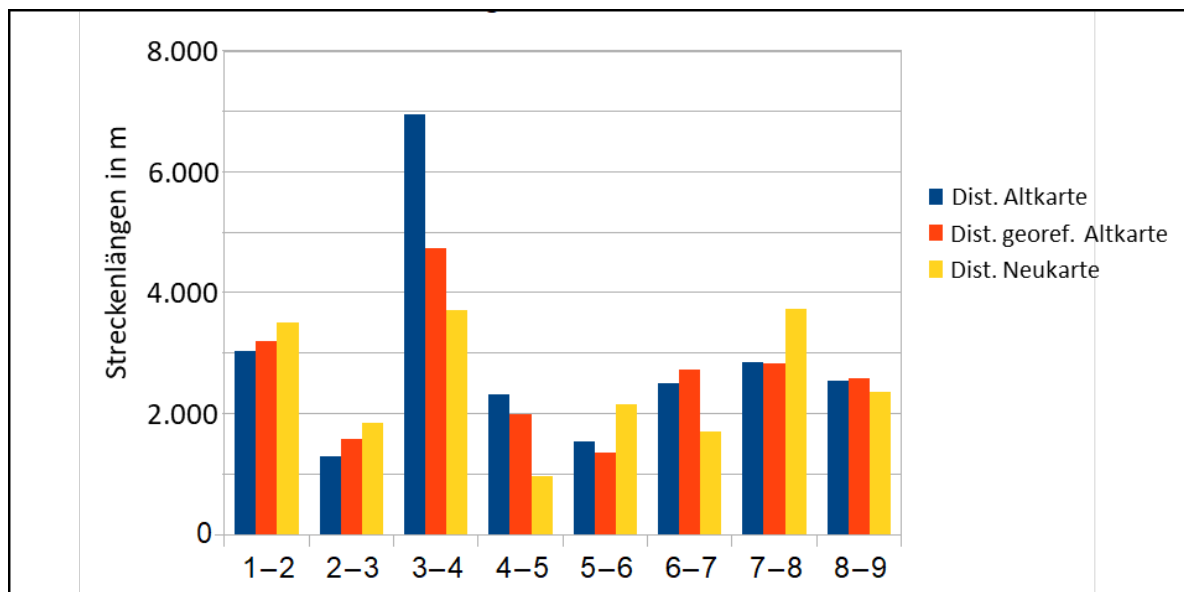


Abb. 35: Streckenvergleich zwischen ausgewählten Orten der nicht georeferenzierten (blau) und der georeferenzierten (rot) Altkarten-Transekte C D (Osterwall-Gelände, Abb. 40) mit identischen Strecken der Neukarte (TK 25/gelb). Die Nummern unter den Säulen (Abszisse) entsprechen den Streckennummern der Tab. 7.

Tab. 7: Streckenvergleich zwischen den ausgewählten Orten der Altkarten-Segmente CD (Osterwall-Gelände, Abb. 39) mit identischen Orten der Neukarte (TK 25). Die Spalten 5 und 6 geben die Abweichungen von den realen Streckenlängen der Neukarte an, die untere Zeile die gemittelten Werte.

Nr.	Strecken von nach 1		Distanz auf der Neukarte 2	Distanz auf der Altkarte 3	Distanz auf der georef. K. 4	Altkarte Abw. von Neukarte 5	Georef. K. Abw. von Neukarte 6
1	Borgwedel	Holm Mühle	+3.503 m	+3.025 m	+3.202 m	-478 m	-301 m
2	Holm Mühle	Weseby	+1.854 m	+1.294 m	+1.579 m	-560 m	-275 m
3	Weseby	Möhlhorst G	+3.706 m	+6.958 m	+4.733 m	+3.252 m	+1.027 m
4	Möhlhorst G	Kochendorf	+ 955 m	+2.308 m	+1.985 m	+1.353 m	+1.030 m
5	Kochendorf	Schnaap Mü.	+2.149 m	+1.537 m	+1.348 m	-612 m	-346 m
6	Schnaap Mü	Gammelby	+1.694 m	+2.507 m	+2.722 m	+813 m	+1.028 m
7	Gammelby	Borby Kirch.	+3.725 m	+2.861 m	+2.832 m	-864 m	-893 m
8	Borby Kirch.	Windeby G.	+2.350 m	+2.535 m	+2.589 m	+ 185 m	+239 m
	Mittelwert					≈ +386 m	≈ +218 m

Auch die Streckenrichtungen weichen von den identischen realen Richtungen ab, lassen jedoch einen den identischen realen Strecken angenäherten Richtungswinkel erkennen. Auffällig stark weichen in den Transekten AB (Abb. 34) nur die Strecken Groß Rheide–Klein Rheide mit 69 % und Klein Rheide–Kreuzung Ochsenweg/Kograben mit ≈ 64 % von den realen Richtungen ab, in den Transekten CD (Abb. 35) die Strecken Gut Möhlhorst–Kochendorf mit 320 % sowie Kochendorf–Mühle Gut Schnaap mit 34 %. Die Abweichungen von den realen Richtungen wurden nach der Quadrantenregel berechnet und in Prozentwerte umgewandelt.

Tab. 8: Richtungsvergleich zwischen den ausgewählten Strecken der Altkarten-Transekte A B (Kograben-Gelände, Abb. 39) mit den identischen Richtungen auf der Neukarte. Die Richtungswinkel wurden nach der Quadrantenregel bestimmt. Die Prozentwerte hinter den Richtungswinkeln geben die Abweichung von der jeweiligen realen Richtung = 100 % an.

Nr.	Strecken von nach 1		Richtungswinkel Neukarte 2	Richtungswinkel Altkarte 3	Richtungswinkel Georef.-Karte 4
1	Rümland	Hollingstedt	261,72°	270,12° (+3,2%)	251,24° (-4%)
2	Hollingstedt	Dörpstedt	304,85°	319,18° (+4,7%)	319,03° (+4,6%)
3	Dörpstedt	Morgenst.	58,99°	81,04° (+37,3%)	84,65° (+43,5%)
4	Morgenstern	Ellingstedt	57,01°	50,4° (-11,6%)	79,7° (+39,8%)
5	Ellingstedt	Wallknick	317,57°	318,75° (+0,3%)	327,75° (+3,2%)
6	Wallknick	Gr. Rheide	249,49°	273,38° (+9,5%)	284,21° (+13,9%)
7	Gr. Rheide	Kl. Rheide	18,01°	30,54° (+69,5%)	29,1° (+61,5%)
8	Kl. Rheide	Kogr/Ochs.	38,44°	13,73° (-64,3%)	53,01° (+37,9%)
Mittelwert			100%	+6%	+25%

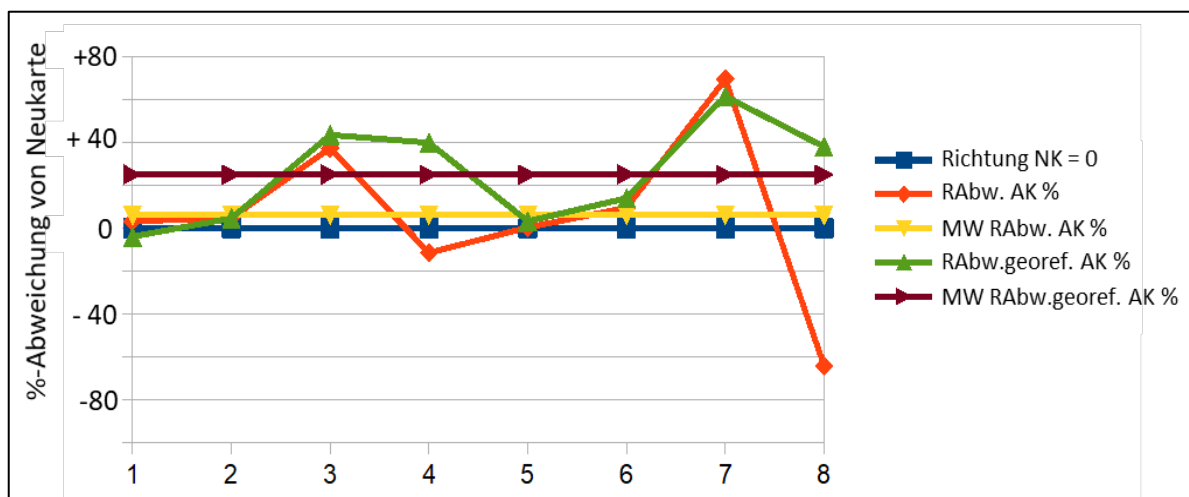


Abb. 36: Abweichung der Richtungswerte in Prozentangaben im Vergleich zu den Richtungen auf der Neukarte (= 0) von ausgewählten Strecken der Altkarten-Transekte AB (Kograben-Gelände Abb. 39). Blaue Linie (Richtung NK = 0 %), rote Linie: Richtungsabweichung auf der nicht referenzierten Altkarte (RABw. AK %), gelbe Linie deren Mittelwert (MW RABw. AK %), grüne Linie: Richtungsabweichung auf den georeferenzierten Altkarten-Transekten (RABw.georef. AK %), braune Linie deren Mittelwert (MW RABw.georef. AK %). Die Zahlen der Abszisse entsprechen den Streckennummern der Tab. 8.

Nach den Ergebnissen sind offensichtlich nicht alle Orte vermessen worden, mit der Folge ungleicher Abweichungen und Richtungen von den realen Ortslagen. Möglicherweise hat MEJER von einigen genauer vermessenen Orten die Positionen der anderen Orte mittels eines Zirkelschlags, d. h. mit Lineal und Zirkel bestimmt und der Randgraduierung angepasst. Diese Methode der Kartenkonstruktion in Verbindung mit der Kompilation würde Ungenauigkeiten und Abweichungen erklären.

Tab. 9: Richtungsvergleich zwischen den ausgewählten Strecken der Altkarten-Transekte CD (Abb. 40, Osterwall-Gelände). Die Richtungswinkel wurden nach der Quadrantenregel bestimmt. Die Prozentwerte hinter den Richtungswinkeln geben die Abweichung von der jeweiligen realen Richtung auf der Neukarte (= 100 %) an.

Nr.	Strecken		Richtungsw. Neukarte	Richtungswinkel Altkarte	Richtungswinkel Georef.-Karte
	von	nach			
1	Borgwedel	Holm Mühle	332,88°	348,41° (+4,6%)	333,5° (+0,2%)
2	Holm Mühle	Weseby	89,54°	75,19° (16,1%)	166,57° (+86,0%)
3	Weseby	Gut Möhlhorst	308,15°	308,03° (-0,1%)	299,54° (-2,8%)
4	Gut Möhlhorst	Kochendorf	13,02°	41,7° (+320,2%)	57,05° (+438,1%)
5	Kochendorf	Schnaap Mühle	22,63°	15,01° (-33,7%)	25,25° (+11,5%)
6	Schnaap Mühle	Gammelby	88,99°	77,11° (-13,4%)	72,67° (-18,4%)
7	Gammelby	Borby Kirche	318,08°	311,98° (-1,9%)	308,91° (-2,9%)
8	Borby Kirche	Windeby Gut	227,93°	221,9° (-2,7%)	232,98° (+2,2%)
	Mittelwert		100 %	+ 32 %	+63 %

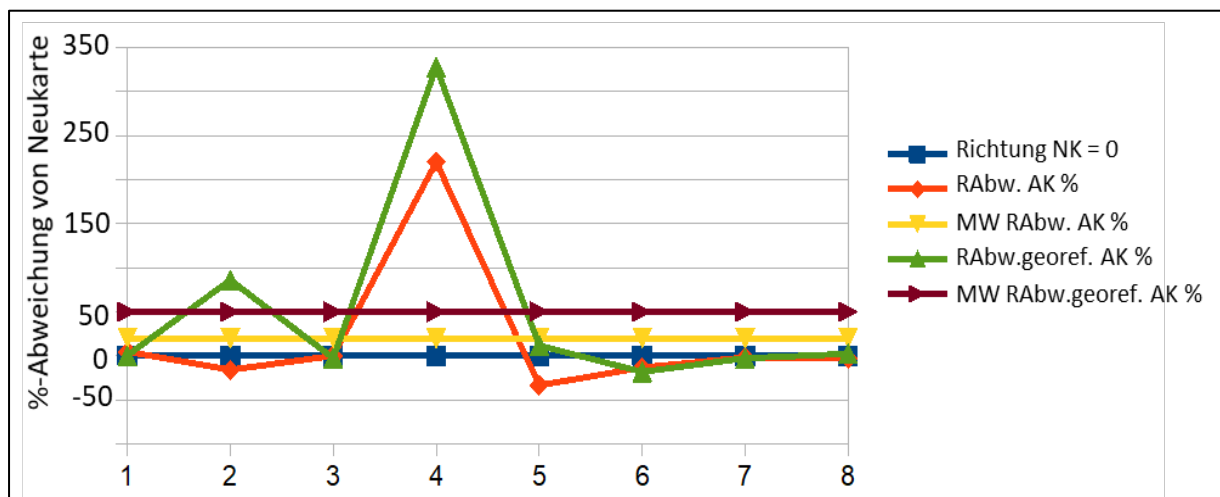


Abb. 37: Abweichung der Richtungswerte in Prozentangaben im Vergleich zu den Richtungen auf der Neukarte (= 0) von ausgewählten Strecken der Altkarten-Transekte CD (Osterwall-Gelände, Abb. 40). Blaue Linie (Richtung NK = 0 %), rote Linie: Richtungsabweichung auf der nicht referenzierten Altkarte (RAbw. AK %), gelbe Linie deren Mittelwert (MW RAbw. AK %), grüne Linie: Richtungsabweichung auf den georeferenzierten Altkarten-Transekte (RAbw.georef. AK %), braune Linie deren Mittelwert (Mittelw. georef. AK %). Die Zahlen der Abszisse entsprechen den Streckennummern der Tab. 9.

Zu bedenken ist, dass schon eine fehlerhafte Ortslage den Lagefehler nicht nur auf alle folgenden ausgewählten Ortspositionen und Streckenlängen überträgt, sondern auch Richtungsabweichungen zur Folge hat. Strecken- und Richtungsunterschiede gelten als sicherer Hinweis, dass MEJER seine Karte aus Vorlagen unterschiedlicher Genauigkeit und Maßstäbe zusammengefügt bzw. kompiliert hat (BEINEKE 2001, S. 81).

4.1.2.4 Bestimmung des Kartenmaßstabs

Auf vielen Karten des 17. und des 18. Jahrhunderts fehlen die Maßstabsangaben. Der Grund sind unzureichende Vermessungs- und Kartierungsmethoden mit den sich daraus ergebenden unterschiedlichen Maßstabswerten. Maßstabsangaben kommen erst vermehrt mit der Einführung des metrischen Systems und genaueren Vermessungsmethoden im Laufe des 19. Jahrhun-

derts auf. So enthält die Kartenlegende der "Königl. Preuss. Landes-Aufnahme 1877", herausgegeben 1879, einen "Maßstab $\frac{1}{25.000}$ der natürlichen Länge", dazu drei Maßstabsleisten von 4.000 m, von 5.000 Schritt und von einer geographischen Meile.

Im Gegensatz zu den Ortslagen und Richtungen weist die Maßeinteilung der Randgraduierung auf der MEJER-Karte keine Unregelmäßigkeiten auf. Die Messung der Minutenlängen auf der Randgraduierung ergeben bei den Breitengrad-Minuten einen Wert von 11 mm, bei den Meridiangrad-Minuten den Wert von 19 mm. Das ergibt eine Breitengradlänge von 66 cm. Der Meridiangrad ist 114 cm lang. Zur Überprüfung der Genauigkeit der Karteninhalte der MEJER-Karte vom „Südertheil des Amptes Gottorf“ (1651) wurde der Kartenmaßstab nach der Graduierungsmethode sowie nach der Indirekten Maßstabsbestimmung berechnet:

$$\text{Graduierungsmethode: } \frac{\text{Naturstrecke eines Meridiangrades}}{\text{Kartenstrecke eines Meridiangrades}} = \frac{111.200000 \text{ mm}}{1.140 \text{ mm}} \quad (4-2)$$

Das ergibt einen **Maßstab** $\approx 1: 97.550$

Der spätere Chef der Kartographie im preußischen Generalstab GEERZ bestimmte von allen MEJER-Karten den Maßstab (1859, S. 34). Für die „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (1651) berechnete er den Kartenmaßstab 1: 98.000. Welches Verfahren er zur Maßstabsbestimmung angewendet hat, ist nicht bekannt.

Ein weiteres Verfahren ist die Indirekte Maßstabsbestimmung. Sie kommt zur Anwendung, wenn Altkarten weder eine Randgraduierung noch eine Maßstabsleiste aufweisen. Bei diesem Verfahren werden Strecken zwischen Punkten einer Altkarte mit identischen Punkten einer Neukarte verglichen, deren Maßstab (M) bekannt ist (BEINEKE 2001, S. 62).

$$\text{Maßstab} = \frac{\text{Naturstrecke (cm)}}{\text{Kartenstrecke (cm)}} \quad (4-3)$$

Aus der MEJER-Karte wurden fünf die Gesamtkarte erfassende Strecken ausgewählt, deren Längen gemessen und diese mit identischen Strecken der Neukarte (TK 25) verglichen. Keine der Altkarten-Strecken ergibt den unterstellten Maßstab 1: 100.000 (Tab. 10). Die Fläche des Sondierungsschnittes (Abb. 13) lag seit der Mitte des 19. Jahrhunderts in einem größeren Fichtenwald. Nach einem Windbruch 1934 wurde ein großer Teil des Geländes unter den Pflug genommen. Bisher wurde am Westende nur eine Sondierungsgrabung durchgeführt. Etwa 75 m vom heutigen Wallende (Abb. 12, B) entfernt, legten ANDERSEN und MADSEN (1972) einen rund 18 m langen Suchschnitt quer zum vermuteten Verlauf des Walls an (Abb. 12 C, Pfeil).

Tab. 10: Beispiele der Indirekten Maßstabsbestimmung nach der Formel 4-3. Die Naturstrecken, errechnet aus den Koordinaten der TK 25, stimmen nicht mit den gemessenen Längen der MEJER-Karte überein. Die unterschiedlichen Abweichungen von den realen Streckenlängen führen jeweils zu unterschiedlichen Maßstäben.

von	nach	Naturstrecke TK 25	Kartenstrecke Altkarte	Maßstab
Borby Kirche	Rendsburg Kirche	2.222300 cm	23,5 cm	$\approx 1: 94.600$
Hollingstedt Br.	Schnittpunkt Ochsenweg/Kograben	1.222910 cm	12,2 cm	$\approx 1: 100.250$
Hollingstedt Br.	Sehestedt Kirche	3.360018 cm	35,3 cm	$\approx 1: 95.200$
Hütten Kirche	Schwabstedt Kirche	3.468338 cm	35,6 cm	$\approx 1: 97.450$
Schloss Gottorf	Süderstapel Kirche	2.773792 cm	25,5 cm	$\approx 1: 108.780$
Gemittelter Maßstab $\approx 1: 99.260$				

Bereits diese fünf ausgewählten Strecken der Tab. 10 lassen den Schluss zu, dass kein Ort der Altkarte aufgrund der unterschiedlichen Maßstäbe mit den Ortslagen der Neukarte (TK 25) übereinstimmt. Allerdings kommt der Mittelwert von $\approx 1: 99.200$ dem realen Maßstabswert von $1: 100.000$ sehr nahe. Damit zeichnet sich, bezogen auf den Maßstab, trotz der Ungenauigkeiten ein hoher Genauigkeitsgrad ab.

4.1.2.5 Verwendung der Maßstabsleiste und der Randgraduierung

Die Größe eines Landes und Entfernungen zwischen Orten wurden bis zur Einführung des Dezimalsystems in Meilen („Milliaria“) angegeben. Obwohl es im „Heiligen Römischen Reich deutscher Nation“ eine Vielzahl von Meilenmaßen gab, verwendeten seit dem Renaissance-Zeitalter die Geographen häufig für ihre Karten als einheitliches Meilenmaß den 15. Teil eines Äquatorgrades bzw. Meridiangrades, genannt die „milliaria communis germanica“, die „gemeine deutsche Meile“ oder „teutsch meilln“.

Nach dem Forschungsstand zur Zeit MEJERS wurde der Erdumfang am Äquator mit rund 40.030 km berechnet. Daraus folgt eine Meridiangradlänge als 360. Teil des Erdumfangs von 111,2 km. Der 15. Teil eines Meridiangrades als Maß der gemeinen deutschen Meile beträgt dann 7.413 m. Sie wurde bis in das 19. Jahrhundert auch als geographische Meile bezeichnet. Nach Einführung des metrischen Systems wurde ihre Länge mit 7.420,44 m bestimmt. Andere in den Herzogtümern gebräuchliche Meilen waren die „Land-“ oder „Landesmeile“, auch als „deutsche Meile“ bezeichnet. Ihre Länge betrug 7.532,5 m oder 24.000 rheinländische Fuß mit einem Fußmaß von 0,3138 m (LORENZEN-SCHMIDT 1990, S. 39).

Maßstabsleisten auf Altkarten mit Längenangaben einer Meile, zusammen mit der Angabe der Ruten- und Schrittzahl, erlauben die Messung von Distanzen zwischen zwei Punkten bzw. Orten. Auch wenn die Maßstabsleiste bei verschiedenen Kartographen des 17. Jahrhunderts häufig nur zur Verzierung der Karte diente, hat MEJER wahrscheinlich die Maßstabsleiste zur Entfernungsmessung und Orientierung vorgesehen.

Die Maßstabsleiste enthält ein 7,6 cm langes Streckenmaß als „maße einer teutsch meilln“, unterteilt in vier Minuten, zugleich 1.920 Ruten (Abb. 38). Die Meilenlänge von 1.920 Ruten erscheint erst ab 1648 auf MEJERS Karten (JACOBY 1954, S. 107). JACOBY (1954, S. 108) geht von einem der rheinländischen Rute angenähertem Wert aus und vermutet bei den ab 1648 entstandenen Karten MEJERS das rheinländische Rutenmaß von 3,767 m und eine Meilenlänge von 7.520 m (JACOBY 1954, S. 107 ff.). Die Meilenlänge von 1.920 Ruten entspricht jedoch nicht dem rheinländischen Rutenmaß von 3,767 m, sondern einem in der Literatur nicht aufgeführten Maß von 3,916 m.

Bereits Bargum (1863, S. 272) stellt heraus, dass das Meilenmaß von 1.920 Ruten mit der Länge der „gemeinen deutschen Meile“ von 7.413 m nicht übereinstimmt. Zu erwarten war das „Husumer Rutenmaß“ von 4,7318 m. Aber weder die Husumer Rute noch andere in den Herzogtümern gebräuchliche Ruten ergeben ein auch nur annähernd ganzzahliges Rutenmaß, das mit der Meilenlänge der Maßstabsleiste von ≈ 7.400 m übereinstimmt.

Bargum (1863) geht von einer größeren Meile aus und vermutet als Grundmaß die „friesische Rute“, gibt aber nicht deren Länge an. Sie beträgt nach Jacoby 4,74 m (Jacoby 1954, S. 112). Die in den Herzogtümern Holstein und Schleswig gebräuchliche „alte Meile“ entspricht

hingegen mit einer Länge von 8.803 m genau 1.920 Hamburger Ruten von 4,5851 m Rutenlänge¹⁹ (Lorenzen-Schmidt 1990, S. 39 und S. 53).



Abb. 38: Vergrößerte Kopie der Maßstabsleiste aus der „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ von Mejer (in Danckwerth 1652) mit dem 7,6 cm langen Maßstab einer deutschen Meile von 1.920 Ruten, zugleich vier Minuten.

Gegen den Gebrauch der „alten Meile“ spricht die Längenübereinstimmung der Maßstabsminutenlänge der „teutsch meilln“ von 19 mm mit der Minutenlänge der Meridian-Randgraduierung auf der Karte. Vermutlich hat Mejer bei der Kompilation der Karte ein einheitliches Meilen- und Rutenmaß für die Randgraduierung sowie für die Maßstabsleiste verwendet. Auszugehen ist von der in der Maßstabsleiste vorgegebenen Länge einer „gemeinen deutschen Meile“ von 7,6 cm bzw. vier Minuten, zugleich 1.920 Ruten.

Um festzustellen, ob die Minutenmaße der Breiten- und Längengradwerte der Randgraduierung dem Maß der „gemeinen deutschen Meile“ von ≈ 7.400 m der Maßstabsleiste entsprechen, wurde der Quotient aus dem gemittelten Breitengrad-Erdumfang der „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ und des Erdumfangs am Äquator (Formel 4-1) mit dem Quotienten der Minutenlängen der Randgraduierung verglichen (Formel 4-4, Tab. 11).

$$\text{Erdumfang } U = 2\pi r \times \cosh (h = \text{Abstand zum Äquator}) \quad (4-1)$$

Von einer übereinstimmenden Verwendung der „gemeinen deutschen Meile“ ist sowohl bei der Maßstabsleiste als auch für die Randgraduierung auszugehen, wenn die Quotientenwerte identisch sind oder einen annähernd gleichen Wert ergeben. Bereits die Analysen der Strecken- und Richtungsvergleiche haben gezeigt, dass die „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (MEJER 1651) nicht dem Genauigkeitsgrad der Karten des 19. Jahrhunderts oder dem der modernen Karten entspricht, so dass identische Quotientenwerte nicht zu erwarten sind.

Eine Randgraduierung ist in der Kartographie ein Orientierungssystem. Es ermöglicht die Zuordnung von Punkten bzw. Orten in das Bezugssystem Randgraduierung, das durch ein Gitternetz mit Koordinatenangaben erweitert sein kann (Karten des militärgeographischen Dienstes).

Tab. 11: Berechnung der Erdumfänge aus vier zur Zeit MEJERS gebräuchlichen Meilenmaßen zur Feststellung, des von MEJER für die Randgraduierung der „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ verwendeten Meilenmaßes:

Sp. 1: Auswahl von die Gesamtfläche der Karte erfassenden Orten.

Sp. 2: Aus den Koordinaten der Randgraduierung errechnete Nord- und Ostwerte.

Sp. 3 bis 6: Berechnung der Erdumfänge aus vier verschiedenen Meilenlängen, deren Rutenmaß dem rheinländischen Rutenmaß von 3,767 m nahe kommt, Erdumfang am Äquator: (Spalte a), Erdumfang in Höhe des ausgewählten Ortes nach der Formel (4-1): (Spalte b)

Untere Zeile: Berechnung des Quotienten aus dem Verhältnis der gemittelten Erdumfänge der Höhe der Mejer-Karte und aus dem Erdumfang des Äquators nach der Formel (4-4b), bestimmt nach Meilen: Sp 3 = rheinländisches Rutenmaß, Sp. 4 = gemeine deutsche Meile, Sp. 5 = deutsche Landmeile, Sp. 6 = neue Meile

Schloss Kirchen 1	Ortslagen, aus den Koordinaten der Randgraduierung errechnet		Meilenlänge 7.233 m 1 Meridiangrad 108,495 km		Meilenlänge 7.413 m 1 Meridiangrad 111,200 km		Meilenlänge 7.520 m 1 Meridiangrad 112,800 km		Meilenlänge 7.533 m 1 Meridiangrad 112,9875 km	
	2		3		4		5		6	
	Nordwert Altkarte	Ostwert Altkarte	Erdumfang km a b		Erdumfang km a b		Erdumfang km a b		Erdumfang km a b	
Gottorf	54,53912	43,0000	39.058	23.208	40.030	23.208	40.608	23.208	40.676	23.208
Kosel	54,53333	43,2748	39.058	23.211	40.030	23.211	40.608	23.211	40.676	23.211
Borby	54,50964	43,3560	39.058	23.225	40.030	23.225	40.608	23.225	40.676	23.225
Hütten	54,46315	43,2072	39.058	23.251	40.030	23.251	40.608	23.251	40.676	23.251
Sehestedt	54,37456	43,3015	39.058	23.301	40.030	23.301	40.608	23.301	40.676	23.301
Rendsburg	54,33684	43,1538	39.058	23.323	40.030	23.323	40.608	23.323	40.676	23.323
Süderstapel	54,40263	42,6954	39.058	23.286	40.030	23.286	40.608	23.286	40.676	23.286
Schwabstedt	54,43684	42,6560	39.058	23.266	40.030	23.266	40.608	23.266	40.676	23.266
Treia	54,54385	42,7803	39.058	23.205	40.030	23.205	40.608	23.205	40.676	23.205
Mittelwert	54,45999	43,0472	39.060	23.250	40.030	23.250	40.600	23.250	40.700	23.250
Erdumfang (gemittelter Wert)			23.250 : 39.060		23.250 : 40.030		23.250 : 40.600		23.250 : 40.680	
Quotient aus Erdumfängen			= 0,5952		= 0,5808		= 0,5726		= 0,5715	

Da von einer Kompilation der „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ auszugehen ist, und nicht feststeht, welchen Kartenmaßstab die Vorlagen hatten, wurden drei andere zur Zeit MEJERS gebräuchliche Meilenmaße, deren Rutenmaß dem rheinländischen Rutenmaß von 3,767 m nahe kommt, auf eine mögliche Übereinstimmung mit der Meilenlänge der Maßstabsleiste und der Meridiangradlänge der Randgraduierung nach der Formel (4-4a und 4-4b) überprüft:

- die Meile von 7.233 m, gebildet aus der rheinländischen Rute von 3,767 m,
- die „gemeine deutsche Meile“ von 7.413 m,
- die „deutsche Landmeile“ von 7.520 m und
- die „neue Meile“ von 7.533,32 m.

Hierbei wurde von der Annahme ausgegangen, dass je 15 Meilen des ausgewählten Meilenmaßes die Länge eines Meridiangrades ergeben, und der Erdumfang aus 360 Meridiangrad- resp. Äquatorgradlängen besteht.

Nach der Formel (4-1) ($\text{Erdumfang } U = 2\pi r \times \cosh$; (h = Nordwert des ausgewählten Ortes) wurde aus den Nordwertkoordinaten von neun ausgewählten Orten der „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ der Erdumfang in Höhe dieser Orte bestimmt und daraus der mittlere Erdumfang der Karte berechnet.

Der Vergleich des Quotienten aus den Minutenlängen der Randgraduierung der folgenden Gleichung

$$\frac{\text{Breitengrad-Minute (mm)}}{\text{Meridiangrad-Minute (mm)}} = \frac{11 \text{ mm}}{19 \text{ mm}} = 0,5789 \quad (4-4a)$$

mit den Werten der Quotienten aus den Erdumfängen der vier verschiedenen Meilen ergibt eine angenäherte Übereinstimmung nur mit dem Quotienten aus dem Erdumfang von 40.030 km, fußend auf dem Meilenmaß von 7.413 m:

$$\frac{\text{Erdumfang Breitengrad}}{\text{Erdumfang Äquator}} = \frac{23.250 \text{ km}}{40.030 \text{ km}} = 0,5808 \quad (4-4b)$$

Wegen der Abweichungen der Orte auf der Altkarte von den realen Ortslagen war eine genaue Übereinstimmung der Quotienten nicht zu erwarten. Das Ergebnis zeigt aber, dass MEJER das Meilenmaß der „gemeinen deutschen Meile“ von 7.413 m der Maßstabsleiste auch der Randgraduierung zugrunde gelegt hat.

Anhand der im DANCKWERTH-Text enthaltenen Längenangaben für den Kograben (2.160 Ruten) und für den Osterwall (2.120 Ruten) wurde untersucht, ob MEJER bei der Einpassung der Ortslagen und deren Distanzen zueinander auf seinen großmaßstäblichen Karten auch das Längenmaß der Maßstabsleiste, die „gemeine deutsche Meile“, für seine Entfernungsangaben gewählt hat (DANCKWERTH 1652, S. 113 und Tab. 12). Dazu wurden die auf der Karte gemessenen Längen für den Kograben von 8,5 cm und für den Osterwall von 8,3 cm nach der Formel (4-5) in Rutenwerte umgewandelt, und die metrische Länge der beiden Wälle mit dem Rutenmaß von 3,861 m (7.413 m : 1920 Ruten) ermittelt.

$$\frac{\text{Rutenzahl von 1920}}{\text{Länge Maßstabsleiste 7,6 cm}} \times \text{gemessener Länge in cm} = \text{Rutenzahl} \quad (4-5)$$

Ausgehend von der aus der Meilenlänge von 7.413 m abgeleiteten Rutenlänge von 3,861 m beträgt die mittels der Maßstabsleiste (Formel 4-5) errechnete Länge des Kograbens 2.147 Ruten oder ≈ 8.290 m, die Länge des Osterwalls 2.097 Ruten bzw. ≈ 8.097 m. Die Abweichung von den im DANCKWERTH (1652, S. 113) genannten Rutenzahlen (Tab. 12, Sp. 1–3) beträgt beim Kograben nur 13 Ruten oder 50 m, beim Osterwall 23 Ruten bzw. 89 m.

Die Abweichungen sind unter Berücksichtigung der zurzeit MEJERS geringen technischen Möglichkeiten und des Wissenstandes als sehr gering und vernachlässigbar anzusehen. Sie betragen, in Prozentwerte umgewandelt, bei dem Kograben 0,6 %, bei dem Osterwall 0,9 %.

Somit sind die errechneten Rutenzahlen (Formel 4-5) mit den von DANCKWERTH (1652) überlieferten Rutenzahlen nahezu identisch. Daher ist davon auszugehen, dass die Maßstabsleiste für Entfernungs-messungen vorgesehen war. Die Streckenmaße des Kograbens und des Osterwalls auf der „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ fußen auf dem Längenmaß der Maßstabsleiste.

In gleicher Weise wurden die aus den Koordinaten der Randgraduierung ermittelten Streckenlängen des Kograbens und des Osterwalls nicht nur auf Übereinstimmung mit der „gemeinen deutschen Meile“ von 7.413 m, sondern auch auf eine mögliche Übereinstimmung mit der „deutschen Landmeile“ von 7.520 m und der „neuen Meile“ von 7.533 m untersucht (Formel 4-6 und Tab. 12).

$$\frac{\text{Länge lt. Randgraduierung in m}}{\text{Länge einer Rute aus den Meilen der Tab. 12, Spalte 5–7}} = \text{Rutenzahl} \quad (4-6)$$

Tab. 12: Berechnung des von MEJER verwendeten Meilenmaßes aus den gemessenen und berechneten Streckenlängen des Kograbens und des Osterwalls:

Sp. 1: Längenangaben in Ruten aus DANCKWERTH (1652, S. 113).

Sp. 2: Aus der Altkarte gemessene Längen in cm, umgerechnet in Ruten nach Formel (4-5).

Sp. 3: Umrechnung der der Rutenzahl aus Sp. 2 auf der Basis der „gemeinen deutschen Meile“ von 7.413 m und der daraus errechneten Rutenlänge von 3, 861 m.

Sp. 4: Länge der Wälle in m, berechnet aus den Koordinaten der Randgraduierung.

Sp. 5: Aus den Längen der Sp. 4 Berechnung der Rutenzahl nach der Formel (4-6).

Sp. 6 u. 7: Berechnung der Rutenzahlen für den Kograben und den Osterwall aus den Rutenlängen der „deutschen Landmeile“ und der „neuen Meile“ nach der Formel (4-6).

1 Länge aus Danckw. in Ruten	2 Länge aus der Altkarte		3 Länge in m/Basis Gem. deutsche Meile: 7.413 m	4 Länge in m aus den Koordinaten der Randgraduierung	5 Rutenzahl lt. Randgraduierg. 1 Meile=7.413 m 1 Rute=3,861 m Formel (4-6)	6 Rutenzahl lt. deutsch Landmeile 1 Meile= 7.520 m 1 Rute = 3,916 m Formel (4- 6)	7 Rutenzahl lt. neuer Meile 1 Meile=7.533,3 m 1 Rute=3,926 m Formel (4-6)
	Gemessen	Berechnet nach der Formel (4-5)					
Kograben 2.160 R.	8,5 cm	2.147 R.	8.290 m	8.321 m	2.155 Ruten	2.125 Ruten	2.119 Ruten
Osterwall 2.120 R.	8,3 cm	2.097 R.	8.097 m	8.272 m	2.142 Ruten	2.112 Ruten	2.107 Ruten

Die aus den Koordinaten der Randgraduierung errechnete Länge des Kograbens von 8.321 m (Sp. 4) bzw. 2.155 Ruten weicht nur um -5 Rutenlängen bzw. -18,75 m von dem im DANCKWERTH (1652, S. 113) genannten Wert von 2.160 Ruten ab (Tab. 12, Sp. 5). Der nahezu identische Wert lässt den Schluss zu, dass als Streckenmaß für das Kograbengelände die „gemeine deutsche Meile“ von ≈ 7.413 m verwendet wurde.

Die für den Osterwall aus den Koordinaten der Randgraduierung errechnete Länge von 8.272 m bzw. 2.142 Ruten weicht bei der Verwendung des Rutenmaßes der „gemeinen deutschen Meile“ umgerechnet um + 22 Ruten oder + 85 m von dem angegebenen Längenwert von 2.120 Ruten ab. Es ist nicht auszuschließen, dass MEJER hier die Maße der „deutschen Landmeile“ von 7.520 m mit deren Rutenlänge von 3,916 m verwendet hat. Die Abweichung von nur -7,6 Ruten oder -30 m lässt dies vermuten (Tab. 12, Sp. 6).

Die bisherigen Ergebnisse der Genauigkeitsanalyse haben gezeigt, dass der Ostteil der „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ kompiliert ist, und der oder die verwendeten Kartenmaßstäbe nicht bekannt sind. Die Länge des Osterwalls von 8.272 m (Tab. 12, Sp. 4) entspricht zwar dem auf der Mejer-Karte abgebildeten Verlauf vom Windebyer Noor bis zur Mühle Götheby-Holm. Die reale Länge von 4.972 m für die identische Strecke auf der Neukarte (TK 25) weicht jedoch erheblich von der Altkarten-Darstellung ab. Der Längenunterschied von 3.300 m im Bereich des Osterwalls ist in der Spreizung der Karteninhalte der Altkarten-Transekte CD (Abb. 29) beispielhaft durch die Westabweichung des Endpunktes des Osterwalls an der Mühle Holm und auf die Ostabweichung des Endpunktes am Windebyer Noor von den realen identischen Punkten begründet. (Tab. 9, Abb. 36 und 40). Die Abweichungen nach Westen und Osten verdeutlichen, dass die Randgraduierung nicht zur Entfernungsmessung, sondern vermutlich zur Orientierung der Ortslagen zueinander und zum Einpassen von Orten auf der Karte gedient hat, die Maßstabsleiste hingegen zur Entfernungsmessung auf der Karte.

4.1.2.6 Ergebnis der Genauigkeitsanalyse

Die Genauigkeitsanalyse der „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (1651) umfasst folgende Untersuchungsschritte:

- Bestimmung des Ausgangsmeridians, und der geographischen Nordrichtung durch Georeferenzierung und Berechnung der Lageabweichungen der Orte in der Altkarte von den identischen Orten auf der Neukarte,
- sowie Analyse der Funktion der Maßstabsleiste und der Randgraduierung.

Die Nordrichtung auf der „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ wird mit einer Kompassrose angezeigt (Abb. 29). Sie weicht um rund 6 Grad von geographisch Nord nach Nordwesten ab. Die reale Nordrichtung der Altkarte wurde durch Georeferenzierung mit Einpassung der Altkarte in das Koordinatennetz einer Neukarte bestimmt (Abb. 29 und 30).

Für die Mejer-Karte kommen als Nullmeridiane nur die Demarkationslinie des Vertrages von Tordesillas (1494) und der des Corvo-Meridians für den durch Schloss Gottorf führenden 43. Längengrad aufgrund der Entfernung von ≈ 2.775 km in Frage: Der Nullmeridian von Tordesillas weicht nur +2,7 km von dem realen Wert von 2.775 km ab, eine Genauigkeit, die zur Zeit Mejers nicht erreichbar war. Die Distanz des Corvo-Meridians zum Schloss Gottorf von ≈ 2.625 km weicht um ≈ -150 km vom errechneten unbekannten Nullmeridian ab, für die damalige Zeit keine ungewöhnliche Abweichung. Als wahrscheinlicher Nullmeridian für die Mejer-Karte wird daher der „Marco geografico“ auf der Azoren-Insel Corvo angesehen.

Die Streckenvergleiche zeigen, dass kein Ort auf der Mejer-Karte mit den identischen Orten auf der Neukarte lagemäßig übereinstimmt. Die Entfernungen zwischen den ausgewählten Orten der Altkarten-Transekte A, B und C, D (Tab. 4–7, Abb. 32–35) weichen von den realen Entfernungen im Mittel um 15 % ab. Bei den Richtungen (Tab. 8 u. 9, Abb. 36 u. 37) beträgt die Abweichung rund 12 %. Die Abweichungen sind u.a. auf Fehler, auf fehlende Vermessung von Ortslagen und Kompilation der Karte aus Vorlagen unterschiedlicher Lagegenauigkeit zurückzuführen.

Die Berechnung des Kartenmaßstabs aus der Randgraduierung ergibt einen Maßstab von ungefähr 1:97.550, nach der Indirekten Maßstabsbestimmung einen gemittelten Maßstab von $\approx 1:99.260$. Der mittlere Kartenmaßstab der Karte beträgt $\approx 1:98.000$. Dieser Maßstab entspricht dem von Geertz (1859) festgestellten Maßstab. Die Randgraduierung ist daher kein Schmuckelement. Ihr Grundmaß ist die „gemeine deutsche Meile“ von 7.413 m mit einem der rheinländischen Rute von 3,767 m angenäherten Rutenmaß von 3,861 m Länge.

Auf den Kartenausschnitten der TK 25 in Abb. 39 und 40 sind zur Verdeutlichung die Nord- und Ostabweichungen der Orte auf der Mejer-Karte von den realen Ortslagen sowie die Abweichungen bei den Strecken- und Richtungsvergleichen von den realen Werten farbig unterschiedlich dargestellt.

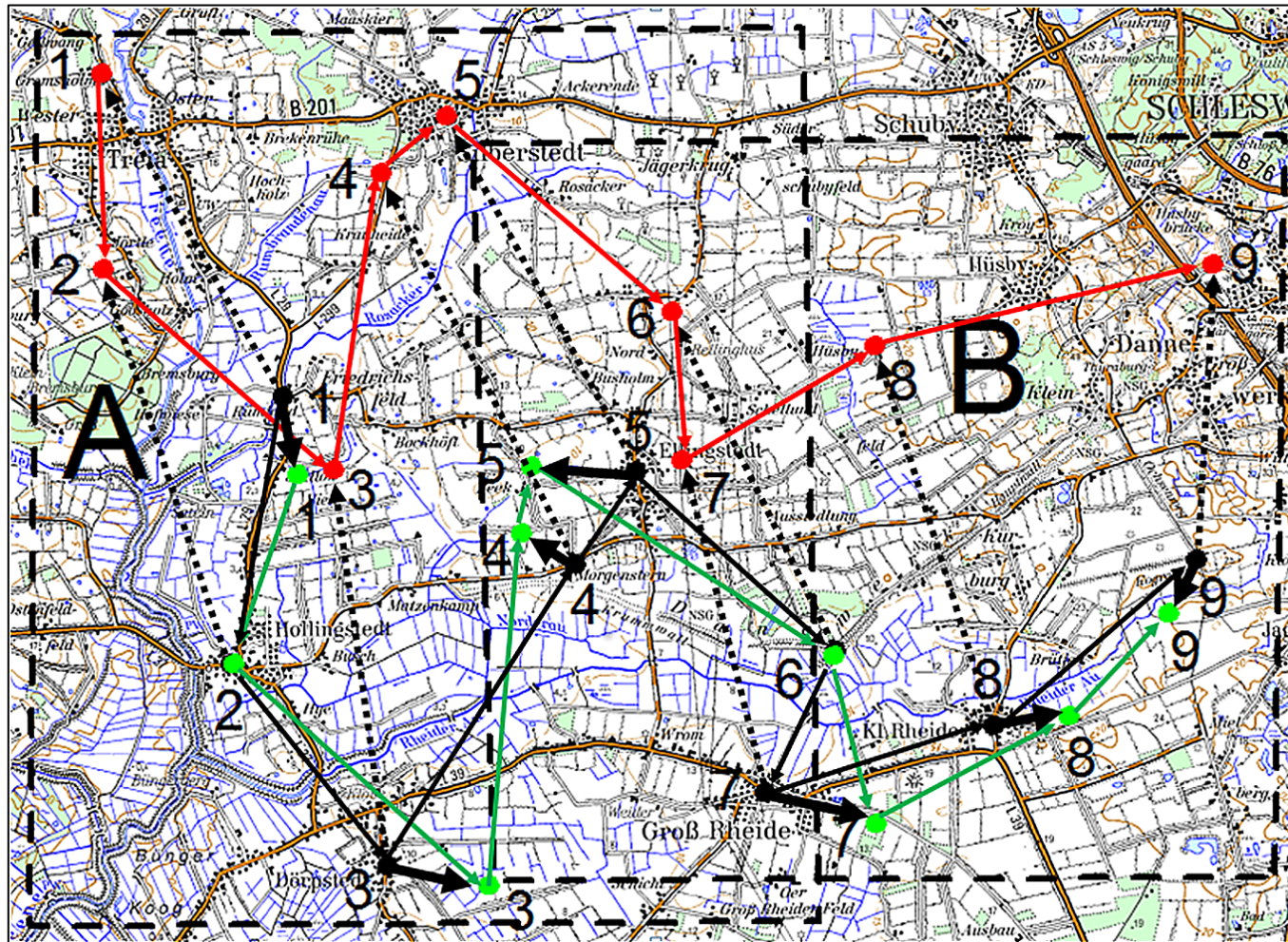


Abb. 39: Ausschnitt aus der TK 25 mit den Altkarten-Transekten A und B einschließlich der Orte 1–9 der Tab. 4. Bedeutung der ausgewählten identischen farbigen Punkte: schwarz = reale Ortslagenpunkte, rot = entsprechende Ortslagenpunkte auf der nicht georeferenzierten Altkarte, grün = entsprechende Ortslagenpunkte auf der Altkarte (Mejer 1651) nach der Georeferenzierung. Die schwarz punktierten Pfeillinien entsprechen den Nord- und Ostabweichungen der Altkartenorte von den realen Ortslagen. Auffällig sind die regional gleichförmigen Richtungsabweichungen nach Nordwesten der Altkartenorte 1–8 (Tab. 4). Zur Verdeutlichung des Streckenvergleichs: schwarz = reale Strecken, rot = unreferenzierte Strecken, grün = Strecken nach der Georeferenzierung (Maßstab $\approx 1: 88.000$).

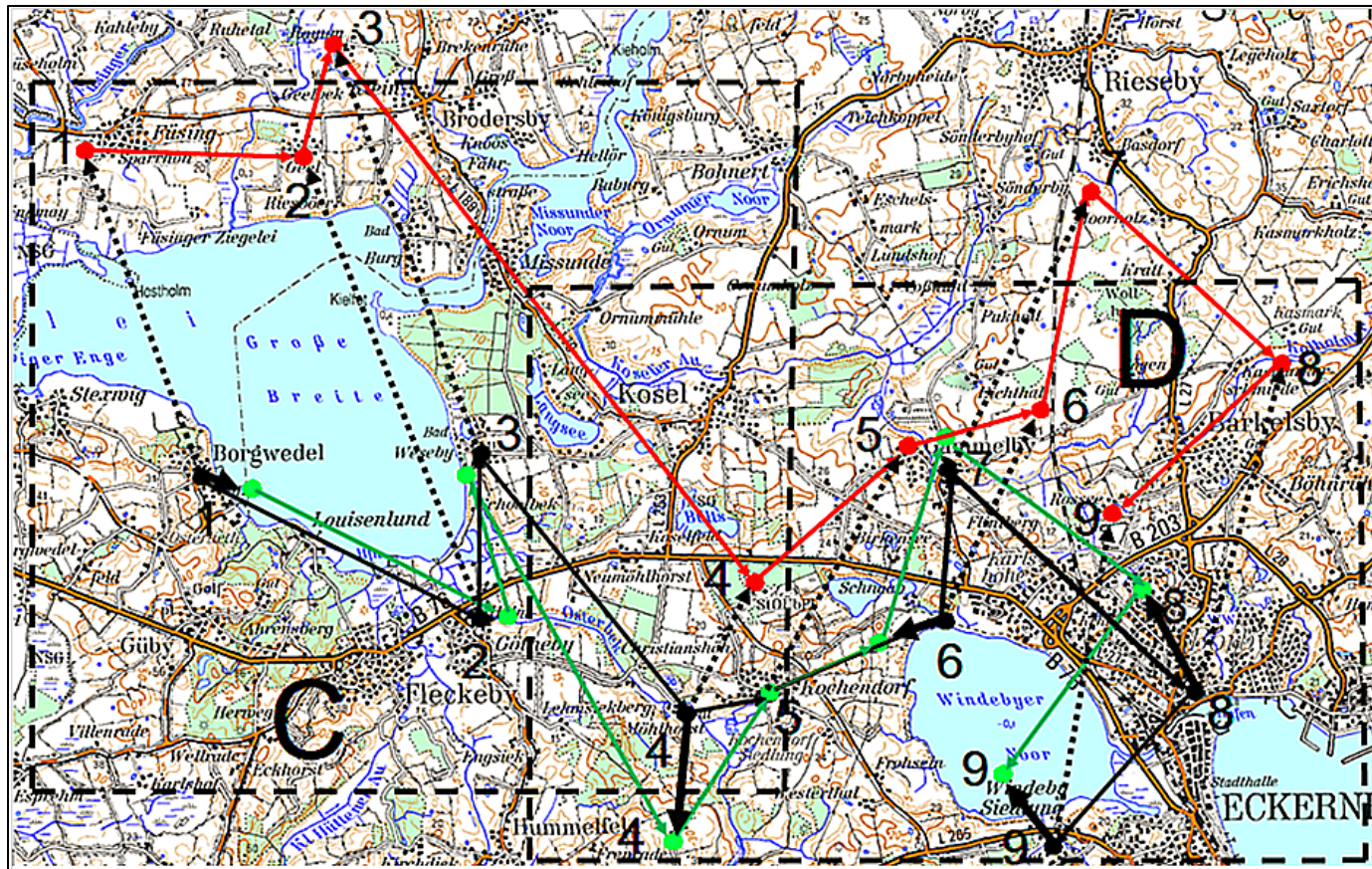


Abb. 40: Ausschnitt aus der TK 25 mit den Altkarten-Transekten C und D einschließlich der Orte 1–9 der Tab. 5. Bedeutung der ausgewählten identischen farbigen Punkte: Schwarz = reale Ortslagenpunkte, rot = entsprechende Ortslagenpunkte auf der unreferenzierten Altkarte, grün = entsprechende Ortslagenpunkte nach der Georeferenzierung. Die schwarz punktierten Pfeillinien verdeutlichen die Nord- und Ostabweichungen der Altkartenorte von den realen Ortslagen, hierbei sind die regional gleichförmigen Richtungsabweichungen der Orte 1–3 nach Nordwesten, der Orte 4–9 nach Nordosten auffällig (Tab. 5). Zur Verdeutlichung des Streckenvergleichs: Schwarz = reale Strecken, rot = unreferenzierte Strecken, grün = Strecken nach der Georeferenzierung (Maßstab $\approx 1: 84.000$)

4.2 Das Danewerk auf Karten des 18. und 19. Jahrhunderts

4.2.1 Historische Überlieferungen

Der Festungsbaumeister und Kommandant der Festung Tönning des Gottorfer Herzogs im Nordischen Krieg (1701–1713), ZACHARIAS WOLFF, der später Befehlshaber der Truppen in den Landesteilen im Herzogtum Holstein war, die dem Gottorfer Herzog verblieben waren, hat vermutlich MEJERS Karten als zutreffend angesehen. Er übernahm die im DANCKWERTH-Text angeführten Vergleiche der Danewerk-Wälle mit dem Hadrianswall und der Chinesischen Mauer, ebenso die Baugeschichte des Danewerks (WOLFF ca. 1722, S. 138).

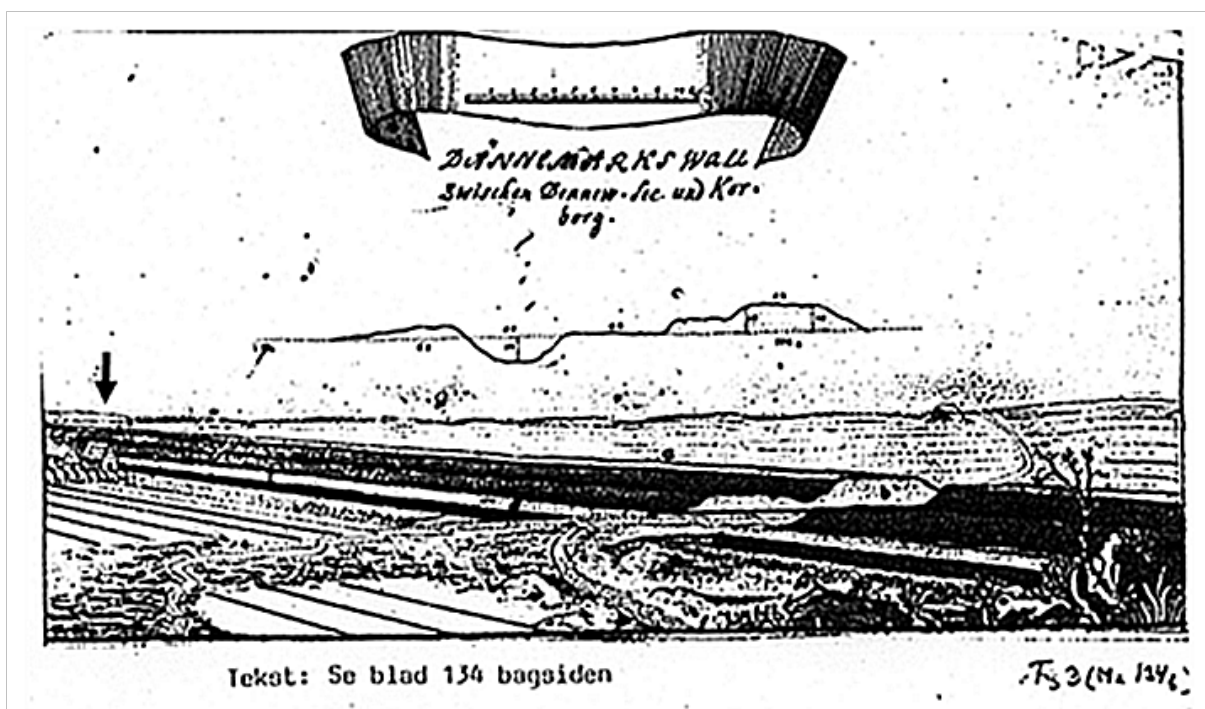


Abb. 41: Der Hauptwall mit dem Walldurchbruch bei Kurburg mit Blickrichtung nach Nordwesten. WOLFFS Beschreibung des Bildes: „a: der wall wie er 1722 aus gesehen, b: die durch fährt wen man ...nach Hollingstedt will, welcher das Kahle Gatt genennet wird, d: die Schäfferey Korborg (Pfeil). Dieser Wegh kompt von Rendsburg und gehet über Hollingstedt nach Husum“ (WOLFF 1722, Fig. D).

WOLFF hat zwei Wallteile, den Verbindungswall sowie den Hauptwall mit dem „Kahlegatt“ in Kurburg zeichnerisch festgehalten und alle Wallteile beschrieben. Er hat demnach die Wälle gesehen, wie den Zeichnungen und seinen erläuternden Beschreibungen zu entnehmen ist.

Den Kograben beschreibt er folgendermaßen: „Vor diesem Wall (Hauptwall) lieget der Kuh Graben so in pag. 136 ... und 2575 Ruhten lang gehet von Selck Noer bis an die Ecke bey Korborg, ist eine Vor Lienie geweßen, mit einem Graben und Brustwehr, so auff der Högde gantz deutlich zu sehen“. Mit „Ecke bey Korborg“ kann nur der Wallknick gemeint sein. Ob WOLFF (1722) die Länge der Wälle vermessen hat, steht nicht fest.

Woher die von DANCKWERTH (1652) abweichende Längenangabe für den Kograben stammt, ist nicht weiter untersucht worden. An anderer Stelle betont er, dass bei der Längenangabe für den Haupt- und Krummwall „hiesige Landmaße, die Rute zu 16 Fuß“ Grundlage sind (WOLFF ca. 1722, S. 135).

WOLFF berichtet von einer Brustwehr am Kograben, die noch zu sehen sei, sowie von Reparaturen an den Wällen durch die Königin Margarete Sambiria (gest. 1282): „Soll diese letzte

Reparation 383 Jahr nach der Königin Thira vorgenommen sein“ (WOLFF 1722, S. 138). Möglicherweise hat die Königin Margarete Sambiria auch die Palisaden des Kograbens erneuert.

Es ist wenig wahrscheinlich, daß 700 Jahre nach dem Bau des Kograbens diese immer noch zu sehen waren. Der Kograben wird von ANDERSEN in die Trelleborg-Zeit datiert (ca. 980 v. Chr. ANDERSEN 1998, S. 271 ff.). WOLFF als kritischer und genauer Zeichner und Beschreiber von Festungen hat offensichtlich noch Reste von Palisaden gesehen, die vermutlich auf spätere Reparaturen zurückgehen.

Von PONTOPPIDAN (1766) erschien mehr als 100 Jahre nach MEJER die „Kort over Danneverk ved Slesvig, som det sig befandt i aaret 1757“ (Abb. 42). Die Karte enthält nicht nur die Zwischenwälle der MEJER-Karte vom „Dennewarks wall Undt der Alten stadt Sleswieg, wij eß Anno 1154 Gewesen“ (Kartenblatt XIX im DANCKWERTH (1652), sondern zeigt auch den Kograben als durchgehenden Wall vom Selker Noor bis fast zum Wallknick.

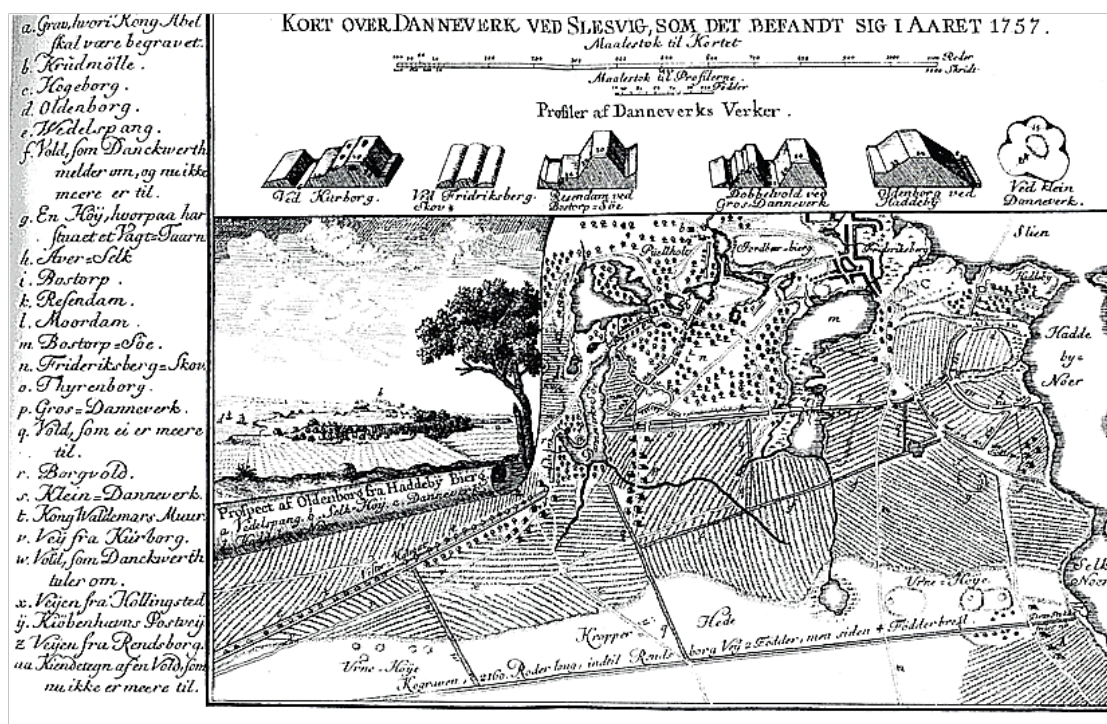


Abb. 42: PONTOPPIDAN-Karte vom Danewerk im Zustand von 1757 (Quelle: PONTOPPIDAN 1766, Theil II, S. 274, ohne Maßstab).

Dass hier die MEJER-Karte von „Anno 1154“ Vorbild war, ist nicht auszuschließen, zumal PONTOPPIDAN (1766) für den Kograben, hier DANCKWERTH (1652) folgend, dieselbe Längenangabe von 2160 Ruten vermerkt. Ebenso spricht der von DANCKWERTH (1652) übernommene Vergleich mit der Chinesischen Mauer, dem Hadrianswall und dem Bau der Peloponnesischen Mauer der Griechen gegen die Perser und die der Venezianer gegen die Türken für die Textübernahme (PONTOPPIDAN 1766, Theil II, S. 274 ff.). Anzunehmen ist, dass hier DANCKWERTHS Text und MEJERS Karten zumindest in Teilen als Vorlage benutzt wurden, auch wenn die Ansicht der „Oldenburg“, das Kartenbild sowie die verschiedenen Wallprofile zeitgenössische Kartenquellen vermuten lassen. Insbesondere die Wallprofile sind von früheren Karten nicht bekannt, die Quelle, auf die sich PONTOPPIDAN (1766) bezieht, allerdings auch nicht. Leider zeigt seine Karte weder den Ochsenweg noch den Auftreffpunkt des Kograbens auf den Hauptwall.

Das Kartenbild von PONTOPPIDAN erklärt zwar bildhaft die historische Bedeutung des Danewerks, erläutert aber nicht den Zweck der Wälle zwischen dem Hauptwall und dem Kograben. Den hat MEJER in seiner „Renovierten Landesbeschreibung“ von 1654 überliefert, wo es heißt: „...auff welchem plaen vil erdwällen hin und wieder zusammen gefüget, und die Könige sich zuweilen mit ihren Armeen geläget gehabt, ...“ (aus PANTEN 2005, S. 134). Im Gelände sind diese Wälle nicht zu sehen, auch nicht Relikte in Form von Knicks. Ob es sie wirklich gegeben hat, ist weder im Kartenmaterial noch im Gelände nachzuweisen.

4.2.2 Die Situations Charte von NEYNABER und HEMSEN von 1761

Eine von MEJER abweichende Darstellung des Kograbens findet sich erstmals auf der „Situations Charte von dem Gebiet um Schleswig“ aus dem Jahre 1761, erstellt von den Offizieren NEYNABER und HEMSEN.

Als während des Siebenjährigen Krieges (1756–1763) Dänemark in diesen Krieg hineingezogen zu werden drohte, veranlasste der dänische Generalquartiermeister von Gähler eine militärische Landesaufnahme, weil „Situations Charten...im Archiv so wenig von den Herzogthümern als von den Städten Friedrichsstadt, Husum und Tondern niemals gewesen“ (KAHLFUSS 1969, S. 95 ff.). Er beauftragte die Offiziere NEYNABER und HEMSEN, „das um Schleswig belegene terrain in eine Situation Charte zu bringen“ sowie einen „Plan der Gegend um Hollingstedt“ zu verfertigen. Daneben erließ von Gähler Durchführungsbestimmungen über die Karteninhalte: „...darinne hauptsächlich nächststehendes...der Lauf der Flüsse und Bäche, die darüber gehende brücken, den darinne befindlichen Fuhrten, ferner die Rudera alter Schantzen und Redouten, wie auch die Kennzeichen ehemahlig bezogener Lagers, anbey die Moräste, die Seen, die Teiche, die Anhöhen, und die Hölzungen, sodann die Anzahl der Feuerstellen, zunebst den Feld Scheiden eines jeglichen Dorfes, so viel möglich bemerket und bezeichnet stehen“ (KAHLFUSS 1969, S. 97).

Aus Gählers Anweisungen geht hervor, nur das in die Karten zu übertragen, was als bedeutsam für die damalige Kriegsführung anzusehen war. Nicht in die Karte aufgenommen werden sollten Wallreste, die weder ein Geländehindernis noch eine Geländeverstärkung darstellten und für eine Verteidigung nicht mehr nutzbar waren.

Die 1761 von den Offizieren NEYNABER und HEMSEN erstellte „Situation Charte des Gebietes um Schleswig“ (Abb. 43) beschreibt nur die für eine Landesverteidigung ungünstigen wie auch günstigen Geländebeziehungen, wie Gewässer und ungangbare Geländeteile, aber auch die bereits vorhandenen wichtigen Geländeverstärkungen, wozu vorrangig die noch in beachtlicher Größe und in gutem Zustand befindlichen Wälle des Danewerks zu zählen sind: der Hauptwall mit dem Verbindungswall einschließlich des Halbkreiswalles von Haithabu, die östliche Hälfte des Krummwalls bis zur Höhe von Morgenstern-Ellingstedt und der wie einen Riegel wirkende, dem Hauptwall vorgelagerte Kograben zwischen Kurburg im Westen und dem Selker Noor im Osten.

Diese Wälle bildeten zusammen eine starke Verteidigungsstellung und boten Deckung gegen die im 18. Jahrhundert gebräuchlichen Feuerwaffen. Von den Wällen aus konnte das südliche Vorgelände mit seinen offenen und ziemlich ebenen Heide- und Moorflächen gut eingesehen und mit Feuer aus Kanonen und Gewehren beherrscht werden. Die Annäherungswege konzentrierten sich auf einige wenige Durchlässe am Kograben. Die „Rudera alter Schantzen und

Redouten, wie auch die Kennzeichen ehemals bezogener Lagers“, die PONTOPPIDAN (1766) erwähnt, finden sich nicht auf der Karte von NEYNABER und HEMSEN.

Auf der Karte fehlen die Randgraduierung wie auch eine Kartenmaßstabsleiste. Der Kartenmaßstab, abgeleitet aus fünf Streckenvergleichen zwischen dieser Altkarte und einer modernen Karte (Geländeschnitt mit Entfernungsmessung aus der TK 25), beträgt $\approx 1: 39.000$. Die Originalkarte ist gewestet. Die Westrichtung zeigt nach oben. Zur leichten Auswertung wurde der Kartenausschnitt genordet (Abb. 43).



Abb. 43: Ausschnitt aus der „Spezial Charte der Gegend um Schleswig“ von NEYNABER und HEMSEN von 1761 mit der westlichen Hälfte des Kograbens. Der kleinere schwarze Pfeil zeigt auf die Schäferei Kurburg, der rote auf den Kreuzungspunkt des Kograbens mit dem Ochsenweg. Die Buchstaben bezeichnen folgende heutige Straßen bzw. Wege: H = Heideweg, S = Schäpersweg, SN = Am Schnepfennest (Karte erweitert, Maßstab nach dieser verkleinerten Abb. $\approx 1: 60.000$. Quelle: Landesarchiv S-H, Abt. 402 B II Nr. 155).

Die beiden Offiziere übernahmen für den Kograbens nicht den bei Danckwerth (1652) und Mejer (1651) gebräuchlichen Namen „Koh“- und „Kohegraben“, sondern die volksetymologische Bezeichnung Kuhgraben. Bereits bei WOLFF (1722) heißt der Kograbens Kuhgraben.

Die Karte enthält die erste deutlich von MEJER (1651) abweichende Darstellung des Kograbens. Nach der Karte (Abb. 43) endet der Kograbens am heutigen Heideweg in Kurburg, der den ostwärtigen Rand eines Moorgebietes begrenzt. Eine über den Heideweg in Richtung Wallknick hinausgehende Wallsilhouette ist nicht erkennbar. Es fehlen auch die Zwischenwälle, die MEJER in seiner historischen Karte vom „Dennewarks wall Undt der Alten stadt Sleswie, wij eß Anno 1154 Gewesen“ abgebildet hat (Kartenblatt XIX. im DANCKWERTH, 1652). Das Kograbens-Gelände ist skizzenhaft abgebildet, enthält aber alle wichtigen Gelände-merkmale für die Beurteilung der Bewegungsmöglichkeiten eigener und feindlicher Kräfte. Die Kartengenauigkeit ist als hoch zu bewerten.

Die folgende Karte des „Plans der Gegend von Hollingstedt von 1761“ der Offiziere NEYNABER und HEMSEN (Abb. 44) enthält keine Walleinzeichnungen mit Ausnahme des Wallendes bei Matzenkamp (E). Unterschieden sind die hellbeige-farbenen, begehbaren sandigen Geestflächen von den nicht oder nur schwer begehbaren grünlichen nassen oder moorigen Flächen. Bei der Kreisanlage auf der Hye südlich Hollingstedt handelt es sich vermutlich um das von VON KINDT und VON TIMM erwähnte neolithische Riesenbett (Abb. 44-A) „mit colossalen

Decksteinen, welche letztere seit einem Jahrzehnt gesprengt.“ (UNVERHAU 1988, S. 200). Trotz der skizzenhaften Zeichnung ist auch hier die Kartengenauigkeit als hoch zu bewerten.



Abb. 44: Ausschnitt aus der Karte „Plan der Gegend von Hollingstedt aufgemessen und verzeichnet im Jahr 1761“ von NEYNABER und HEMSEN. E: Wallende bei Matzenkamp. Die Karte enthält keine weiteren Walleinzeichnungen. A: Zerstörte neolithische Grabanlage auf der Fläche Hye (Karte erweitert, Maßstab $\approx 1: 34.500$, Quelle: Staatsbibliothek Preussischer Kulturbesitz. Kartensammlung N 24977:20. Berlin).

4.2.3 Das Danewerk auf der Karte des Herzogtums Schleswig des H. DU PLAT von 1804/05

Anfang des 19. Jahrhunderts drohten über Mitteleuropa wieder Kriegswolken. Französische Truppen bedrohten das mit dem britischen Königreich in Personalunion verbundene Kurfürstentum Braunschweig-Lüneburg sowie das Herzogtum Lauenburg. Zum Schutz seiner Neutralität verstärkte Dänemark seine Truppen im Herzogtum Holstein. Die Kriegsgefahr gab den Anlass zu einer neuerlichen Kartierung des Herzogtums Schleswig.

Da die dänische militärische Führung davon ausging, dass im Falle eines französischen Einmarsches das Kriegsgeschehen sich auf das Gebiet des Herzogtums Schleswig konzentrieren würde, befahl Kronprinz Friedrich, dem die Leitung aller militärischen Maßnahmen oblag, dem Premierleutnant DU PLAT, von dem voraussichtlichen Kriegsschauplatz Karten zu erstellen. Bisher lagen nur Karten von MEJER aus dem DANCKWERTH (1652) vor, oder Karten, die als Kopien von MEJERS Karten anzusehen waren. Sie enthielten weder die landschaftlichen Veränderungen seit der Mitte des 17. Jahrhunderts, noch wiesen sie die für eine moderne Kriegsführung erforderliche Genauigkeit auf. Kronprinz Friedrich wies alle Ämter an, dem DU PLAT alle verfügbaren Karten des Herzogtums zur Auswertung zu übergeben. Auf der Karte (Abb. 45) sind der Hauptwall mit dem Halbkreiswall von Haithabu, der Krummwall in Teilen sowie der Kograben abgebildet. Es fehlen der Nordwall, der Kurze Kograben sowie der Osterwall, obwohl Letzterer im Gelände in großen Teilabschnitten und teils in beachtlicher Höhe zur Zeit DU PLATS noch zu sehen gewesen sein muss. Der Kograben beginnt an der Südwestecke des Selker Noors und verläuft in gerader Richtung bis zum heutigen Heideweg in Kurburg, von

dort noch rund 100 m (1 mm aus der Karte 1:100.000) über den Weg hinausgehend in Verlängerung des geradlinigen Wallverlaufs bis zu einer auch heute noch anmoorigen flachen Senke.

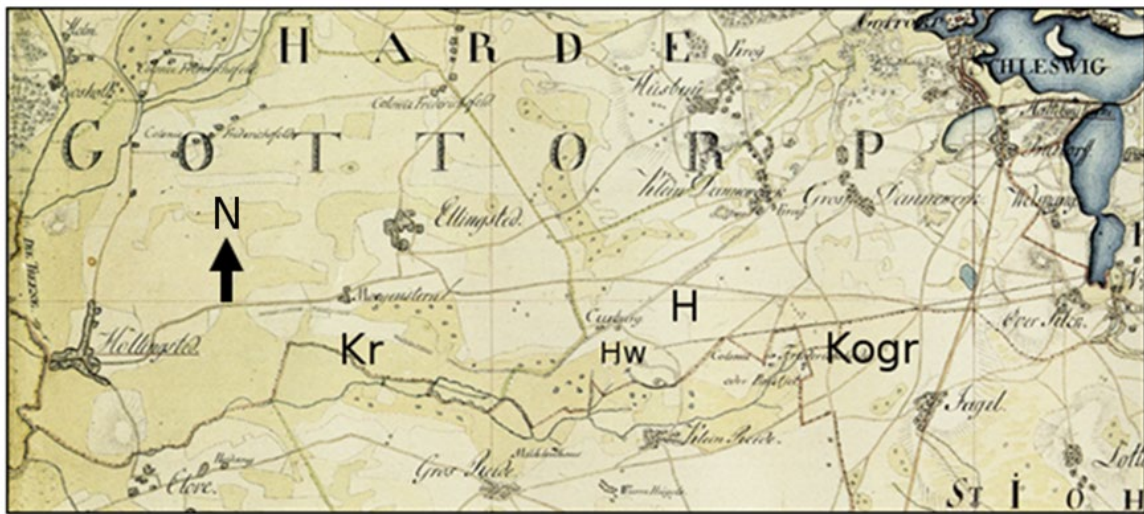


Abb. 45: Ausschnitt aus der Karte des DU PLAT – DU PLAT'SCHE Karte, zusammengetragen und gezeichnet in den Jahren 1804 und 1805. Blatt Schleswig, Eckernförde und Rendsburg mit den Wällen des Danewerks: Hauptwall (H), Krummwall (Kr) und Kograben (Kogr), Heideweg (Hw). Der Kograben beginnt am Südwestrand des Selker Noor und endet am Heideweg in Kurburg, ca. 100 m westlich des heutigen Wegeknicke (Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein 1982: Historische Karten. Originalmaßstab 1: 57.600, neu aufgelegt im Maßstab 1: 100.000, 1982. Karte erweitert, Maßstab \approx 1: 109.000).

Auf dem Geländeausschnitt der DU PLAT-Karte zwischen dem Windebyer Noor und der Großen Breite bei Fleckeby, dem Osterwall-Gelände (nicht abgebildet), ist keine Wallanlage eingezeichnet. Warum der Osterwall nicht in die Karte aufgenommen wurde, ist nicht bekannt. Unkenntnis wird ausgeschlossen. Vermutlich wurde er für Verteidigungsmaßnahmen als unbedeutend angesehen, da das Gelände des Osterwalls für einen Angreifer mehrere Umgehungsmöglichkeiten aufweist und somit für eine Verteidigungsstellung zur Sicherung des Zugangs zum Danewerk bedeutungslos war.

4.2.4 Die Flurkarte von Götheby-Holm aus dem Jahr 1809

In die Untersuchung zum möglichen Verlauf des Osterwalls über Dürwade bis zur Mühle Götheby-Holm an der Großen Breite der Schlei wurde auch die Flurkarte von Götheby-Holm aus dem Jahre 1809 mit einbezogen (Abb. 46). Sie enthält ausschließlich Flächen des Gemeindebezirks Götheby-Holm. Es sind weder die Brücke bzw. der Übergang über die Osterbek bei Dürwade, noch der Osterwall oder das Gut Möhlhorst abgebildet, obwohl Gut Möhlhorst unmittelbar an der östlichen Gemeindegrenze liegt. Die Karte ist gewestet, d. h. nach Nordwesten ausgerichtet. Die ungefähre Lage des Wallendes und der Brücke Dürwade sind durch Beschriftung angedeutet (Abb. 46).

Unmittelbar vor der Mühle in Götheby-Holm ist die Osterbek zu einem Teich aufgestaut. Ob sich bei der Mühle, wie DANCKWERTH (1652, S. 113) vermerkt, eine Burg befunden hat, ist nicht zu erkennen. Allerdings schließt sich unmittelbar nördlich des Mühlengeländes eine Erhöhung mit einem auffällig ebenen Plateau und einer regelmäßig abgeflachten Böschung an. Ob dieses Plateau erst Mitte des 19. Jahrhunderts im Zuge des Ausbaus des Danewerks zum moder-

nen Festungsgürtel für eine Kanonen-Stellung angelegt oder diese auf einer früheren Festungsanlage ausgebaut wurde, steht nicht fest.

Es ist nicht auszuschließen, dass im frühen Mittelalter hier eine Festung als westlicher Eckpfeiler des Osterwalls zum Schutz von Schwansen gestanden hat. MEJER lässt den Osterwall in gerader Linie nördlich der Osterbek an der Mühle Holm enden. Auf dem Kartenausschnitt mit dem Mühlengelände ist kein Wallrelikt eingezeichnet.

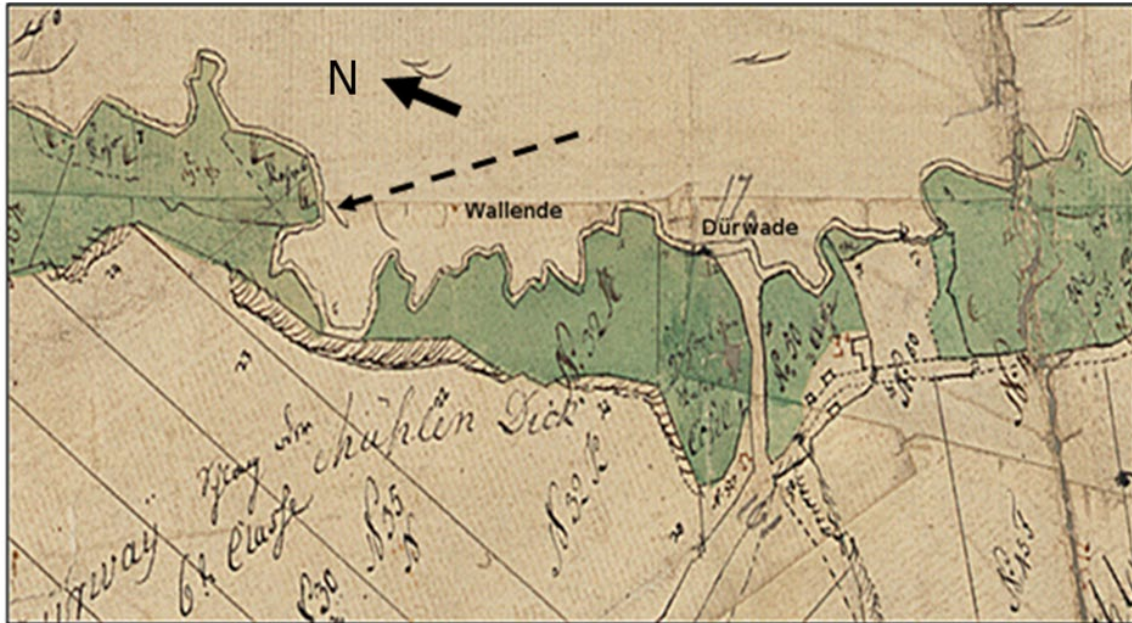


Abb. 46: Ausschnitt aus der Flurkarte von Götheby-Holm von 1809 (Landesarchiv Schleswig-Holstein, Abt. 402 A 4 Nr. 2). Die ungefähre Lage des Übergangs über die Osterbek bei Dürwade sowie die des Wallendes sind beschriftet. Die Karte ist gewestet (nach Westnordwest), Karte verändert, Maßstab $\approx 1:4.500$.

4.2.5 Die Danewerk-Karte des Premierleutnants VON TIMM von 1842

Nur dem unermüdlichen Wirken des Kapitäns VON KINDT ist die erste archäologische Landesaufnahme des Danewerks zu verdanken. Mit der Durchführung und zeichnerischen Ausführung wurde der im Zolldienst stehende Premierleutnant VON TIMM beauftragt. Nach mehrjähriger Gelände- und Zeichenarbeit konnte er im Sommer 1842 dem Vorstand der „Schleswig-Holsteinisch-Lauenburgischen Gesellschaft für die Sammlung und Erhaltung vaterländischer Altertümer“ die Karte übergeben.

Die Nordrichtung der Karte wie auch die Vermessung der Wälle hat VON TIMM mit einem Theodolit mit ein- oder angebautem Kompass durchgeführt. Die Karte ist auf den magnetischen Nordpol ausgerichtet (Abb. 47), wie die Richtungsabweichung von der auf geographisch Nord ausgerichteten Kriegskarte von GEERZ von 1850 (Abb. 49) erkennen lässt.

Die Wälle des Danewerks einschließlich der unmittelbaren Umgebung sind mit einer bis dahin nicht gekannten Genauigkeit wiedergegeben. Mit kräftigeren Strichen sind die noch vollständig erhaltenen Wallteile dargestellt, mit schwächerer Strichzeichnung, wo die Wallstruktur verschliffen und gestört erscheint. Sehr genau sind Wege und Straßen erfasst. Als offensichtlich an der Vorgeschichte Interessierter hat VON TIMM auch Hügelgräber in die Karte aufgenommen.

Den Kograben lässt er auf seiner Karte jenseits des heutigen Schäpersweg, ca. 100 m vor dem Heideweg enden.

Matzenkamp westlich von dem Ellingstedter Ortsteil Morgenstern noch zu sehen war. Mit einer Peilstange untersuchte er dort die Böden der nassen und moorigen Wiesen, und stellte fest, dass der Krummwall nicht in den moorigen Wiesen versunken sein konnte, wie älteren Berichten zu entnehmen war, da der 60–90 cm tiefe moorige Bodenhorizont auf festem Sandboden aufliegt.

Ob zur Zeit der Landesaufnahme durch VON TIMM der Kathen-Wasserlauf schon vorhanden war, steht nicht fest. Er ist weder auf seiner Karte noch auf den Karten des DU PLAT, noch auf derjenigen von NEYNABER und HEMSEN enthalten. Erstmals ist er auf der DREYER-Karte Dannevirke, Kurgraven og Östervolden von 1860 (Abb. 54) abgebildet.

Es erstaunt, dass VON TIMM den bogenförmigen Verlauf des Krummwalls zwischen Jensdeel und Schmalenburg nicht gesehen hat. Vermutlich ist er nur dem Geestrand gefolgt. Auf den trockeneren Geestflächen nördlich des heutigen Kathen-Wasserlaufs ist der Wall im Laufe von mehr als zweihundert Jahren durch Pflügen verschwunden. Er erscheint erst wieder auf der Fläche Schmalenburg, bezeichnet mit **a** (Abb. 47) und auf der westlich angrenzenden Predigers Koppel. Sichtbar wird er wieder nach ca. 500 m auf der Fläche Treenburg, kreuzt dort den heutigen Mühlenweg und verläuft entweder parallel zu diesem Weg oder auf diesem nach Süden bis zur Straße Schlott. Vom Südrand des Ortes, südlich Schlott, zieht sich der Wall nach der Beobachtung des VON TIMM durch den Ort nach Norden bis zum heutigen Norderwiesenweg hin und läuft in einem Bogen auf den Wiesen in Richtung Treeneufer aus.

VON TIMM hat zwei Wälle auf den Flächen Hessloh und For Osterhop kartiert. Sie bestehen aus einem Doppelwall mit dazwischen liegendem Graben und sind auf der Abb. 47 mit **b**. bezeichnet. Er glaubt, den Wällen die gleiche Funktion wie dem Kograbem vor dem Hauptwall zuerkennen zu können.

4.2.6 Die GEERZ-Karten vom Kriegsschauplatz in Schleswig, Section X. Schleswig-Idstedt und Messunde sowie Section XI. Eckernförde

Als 1848 der erste Dänisch-Deutsche Krieg ausbrach, trat FRANZ GEERZ in die Schleswig-Holsteinische Armee ein. Als beamteter Wegeconducteur war er bis dahin zuständig für Wege- und Brückenbau und deren Instandhaltung in den Herzogtümern Schleswig und Holstein. Aufgrund seiner hervorragenden Landeskenntnisse und wissenschaftlichen Vorbildung als Geograph und Geologe wurde er zum Oberquartiermeister der Armee ernannt. Bereits in den Jahren zuvor hatte er sich einen Ruf als Kartograph erworben, u. a. durch die Anfertigung einer Generalkarte des Herzogtums Holsteins, die er 1847 aus Anlass der 11. Versammlung deutscher Land- und Forstwirte in Kiel vorstellte (GEERZ 1859, S. 131)

Seine Aufgabe als Oberquartiermeister der Schleswig-Holsteinischen Armee war nicht nur, die Oberbefehlshaber in die Besonderheiten der Topographie des Geländes bei der Vorbereitung und Durchführung von Märschen, der Dislozierung von Truppen in geeignete Räume einzuführen und über die Vor- und Nachteile des Geländes bei möglichen Gefechts-handlungen zu beraten, sondern auch die Truppe mit aktuellen Karten zu versorgen. Dort, wo diese fehlten, war er für deren schnelle Herstellung verantwortlich.

Bekannt sind seine Karten von den verschiedenen Kriegsschauplätzen. Für diese Arbeit wurden die „Karten vom Kriegsschauplatz in Schleswig: Section X. Schleswig - Idstedt und Messunde“ (Abb. 49) sowie „Section XI. Eckernförde“ (Abb. 49) ausgewertet. Sie sind im Maßstab 1:40.000 erstellt und enthalten eine auf den Kartenmaßstab abgestimmte Maßstabsleiste von der

Länge einer Meile von 7.531,2 m = 24.000 rheinländische oder 26.283 Hamburger Fuß, zugleich 10.000 Schritt. Die kriegsbedingten Einschränkungen bei der Landesaufnahme sind ausführlich in den Kartenlegenden erläutert.²⁰

Auf seinen Kriegskarten sind Nadel- und Laubwälder, Moore und nasse Wiesen sowie Heide flächenmäßig ziemlich genau wiedergegeben (Abb. 49–51). Kirchen, Mühlen und Häuser sind mit vereinheitlichten topographischen Symbolen dargestellt. Das Wegenetz ist unterschieden nach dem Ausbauzustand in Chausseen, Landstraßen, Dorfwege und Fußsteige. Farbige gelb herausgehoben sind die Kolonnenwege, sie waren für Märsche von Truppenteilen geeignete Wege. Die Karten besitzen weder eine Randgraduierung noch ein Gitternetz, sie sind genordet. Am Beispiel von zwei Streckenrichtungen, Kirche Borby–Kirche Rieseby und Kirche Rieseby–Kirche Ulsnis, wurde festgestellt, dass die Nordrichtung nahezu genau geographisch Nord entspricht.

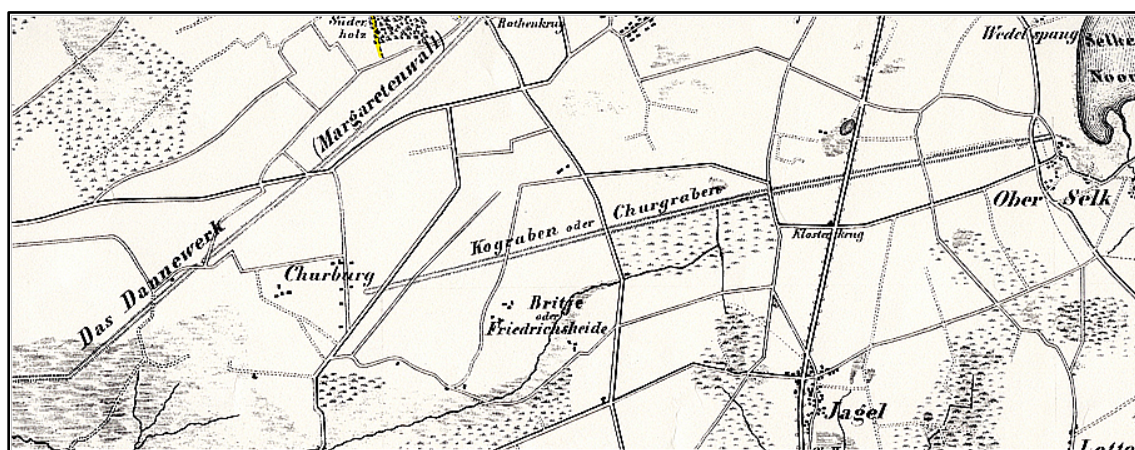


Abb. 49: Ausschnitt aus der Kriegskarte von GEERZ von 1850, „Section X. Schleswig-Idstedt und Messunde“ mit dem Kograbens-Gelände im Maßstab $\approx 1: 53.700$. Der Kograbens endet zwischen der heutigen Straße Rheider Weg/K 30 und dem Schäpersweg (Gemarkung Churburg). Erklärung der Kartensymbole s. Abb. 52. (Karte hrsgg.: Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein zum 1. Schleswig-Holstein-Tag in Idstedt (ohne Jahresangabe) (Karte verändert, Maßstab $\approx 1: 63.700$)

Auf der Karte „Section X“ (Abb. 49) von GEERZ (1850) beginnt der Kograbens nicht am Selker Noor, sondern im Ort Oberselk. Der Wall verläuft als gerade Linie im Gelände in Richtung Churburg. Er endet rund 150 m westlich der heutigen Straße Rheider Weg/K 30 und ca. 150 m vor dem Schäpersweg in der Gemarkung Kurburg (Strecken gemessen). Der Richtungswinkel des Kograbens beträgt nach der Quadrantenregel 192,3 Grad. Die Abweichung zum errechneten realen Wert von 192,5 Grad beläuft sich auf nur 0,2 Grad. Auch der Richtungswinkelwert beweist den hohen Genauigkeitsgrad der Kriegskarte.

Den Osterwall hat GEERZ auf der Kriegskarte „Section XI. Eckernförde“ ebenfalls kartographisch erfasst (Abb. 50). Auch hier hatte er weder die Möglichkeit zu einer umfassenderen Geländeerkundung noch zu einer Wallaufnahme, wie er in der Kartenlegende vermerkt.

²⁰ „...Die Gegend nördlich von Schleswig und südlich der Füsinger Au ist nach den unter Leitung des Ober-Quartiermeisters im Frühjahr 1849 und 1850 ausgeführten topographischen Recognoscierungen gezeichnet worden. Da die Recognoscierungen zum Theil unter der factischen Herrschaft der sg. Landesverwaltung in Eile ausgeführt werden mussten, weil die Arbeiter der Verhaftung ausgesetzt waren, so haben außer der Bussole (Kompass mit Peilvorrichtung, einer kreisförmigen 360°-Einteilung mit Himmelsrichtungsangabe, Anm. d. Verf.) keine Instrumente gebraucht werden können. Indess sind bei der Recognoscierung sehr viele vermessene Flurkarten sowie mehrere feste Punkte benutzt worden“.

Eine Geländeerkundung konnte nicht durchgeführt werden, da dänische Truppen das Gelände westlich und nördlich von Eckernförde bereits besetzt hatten. Er musste auf ältere Karten zurückgreifen. Der Wallverlauf ist im Ort Kochendorf unterbrochen. Nach Osten verläuft er ziemlich geradlinig bis zum Windebyer Noor. Im Raum Dürwade endet er nordwestlich einer Häusergruppe an einem „Fußsteig“, einem heutigen Waldweg. Auf der Karte der Königl. Preuss. Landesaufnahme von 1877, (herausgegeben 1879), besteht die Häusergruppe nur aus zwei Gebäuden der zum Gut Möhlhorst gehörenden Schmiede. Das Nordufer der Osterbek ist auf dieser Karte fast durchgehend bis zur Mühle Holm deutlich als Steilufer dargestellt.

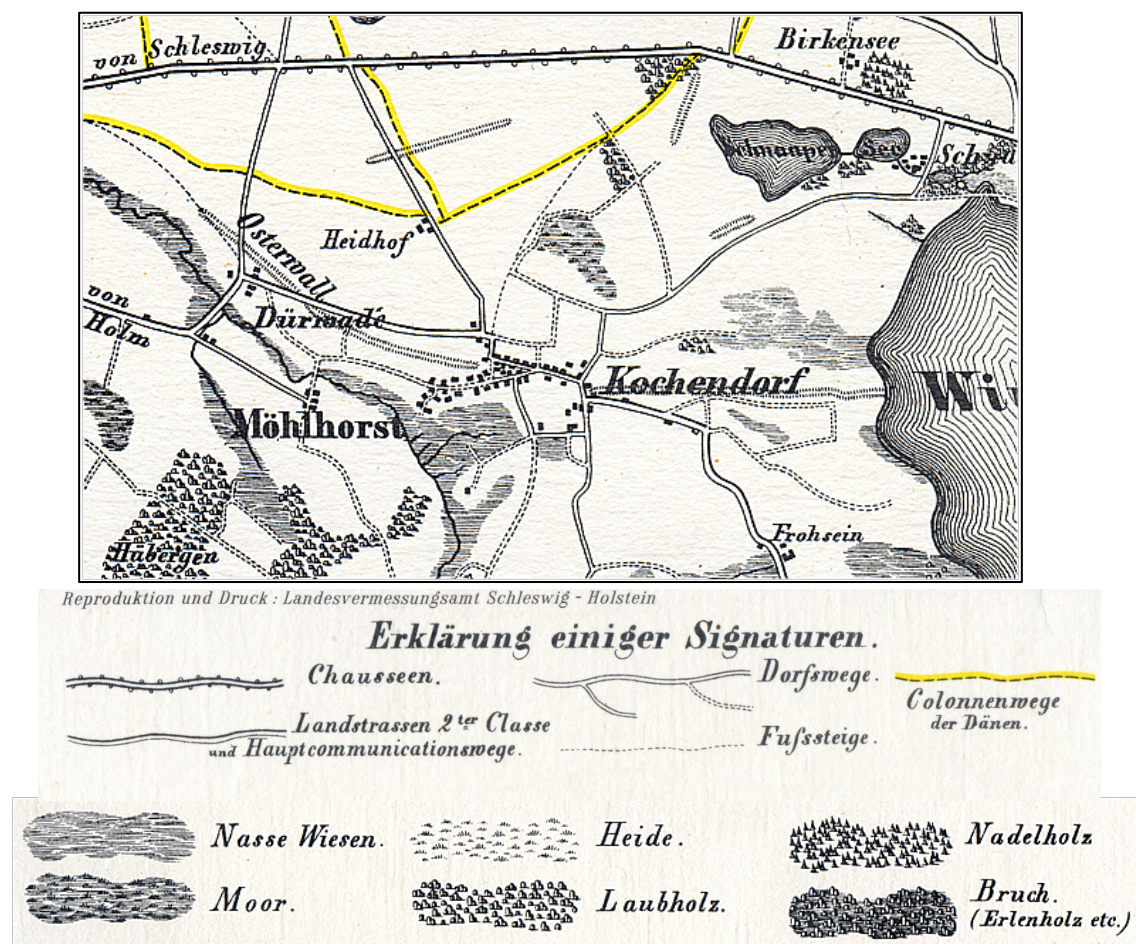


Abb. 50: Ausschnitt aus der Kriegskarte von GEERZ „Section XI Eckernförde“ von 1850 mit dem Osterwall beiderseits Kochendorf zwischen dem Windebyer Noor und Dürwade. Angefügt aus der Kartenlegende die Signatursymbole der Bodenlandschaftsbeschreibung einschließlich des Bodenbewuchses (Nachdruck nach einer Originalkarte der Schleswig-Holsteinischen Landesbibliothek, hrsgg. vom Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein zum „Schleswig-Holstein-Tag 1981“, Karte verändert, Maßstab 1: 36.800).

Die von GEERZ erstellte Karte dient durch ihre klare Unterscheidung der verschiedenen Wegeklassen erkennbar vorrangig militärischen Zwecken. Dies wird sehr deutlich an der Darstellung des Osterwall-Geländes.

Der Ausschnitt aus der folgenden Karte „Section X Schleswig-Idstedt und Messunde“ (Abb. 51) enthält auch den Ort Hollingstedt. Der Krummwall endet westlich Morgenstern bei St. Johannisholz/Matzenkamp (WE). Nicht eingezeichnet ist der Kathen-Wasserlauf. Vermutlich haben die Arbeiten zur Entwässerung der nassen und anmoorigen Flächen zwischen Matzenkamp und der Gehöftgruppe Busch noch nicht stattgefunden. Im Ort sind keine Wallreste eingetragen.

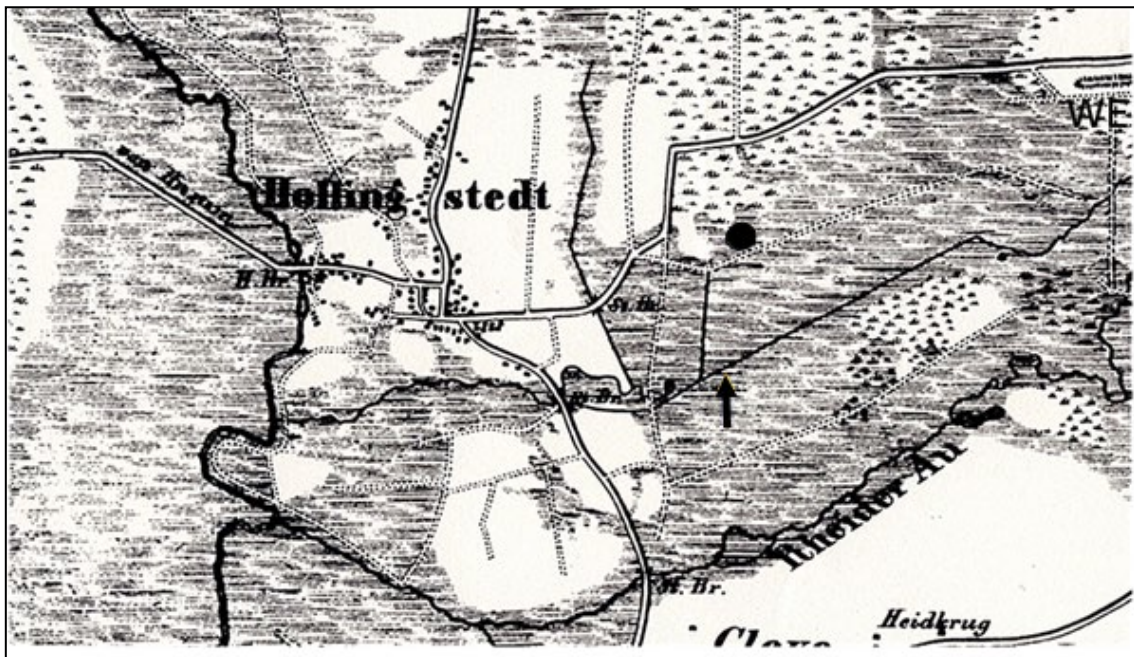


Abb. 51: Ausschnitt aus der Kriegskarte von GEERZ von 1850, „Section X. Schleswig-Idstedt und Messunde“ mit Hollingstedt. und dem Ende des Krummwalls westlich Morgenstern (WE). Schwarzer Punkt: Grabungsfläche Schmalenburg. Pfeil: Grotdeelen Wasserlauf. Erklärung der Kartensymbole s. Abb. 50 (Karte hrsgg. Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein zum 1. Schleswig-Holstein-Tag in Idstedt (ohne Jahresangabe) (Karte verändert, Maßstab $\approx 1: 32.200$).

4.2.7 Die Danewerk-Karte des Oberstleutenants WILHELM VON DREYER von 1860

Zehn Jahre nach GEERZ und fast 20 Jahre nach VON TIMM erstellte im Jahre 1860 der dänische Oberstleutnant VON DREYER eine qualitativ vorzügliche Karte des Danewerks für die Zeitschrift „Annaler for Nordisk Oldkyndighed og Historie“ (Abb. 52). In seine Karte nahm VON DREYER die gesamte Danewerk-Region von Hollingstedt bis Eckernförde einschließlich des Osterwalles auf sowie die Schlei bis Bohnert. Er baute wahrscheinlich auf Vorarbeiten und Unterlagen der beiden Offiziere VON TIMM und VON KINDT auf, insbesondere auf die Danewerk-Karte des VON TIMM, möglicherweise auch auf die Kriegskarten von GEERZ. Die Karte ist nach 1854 entstanden. Sie enthält bereits die Trasse der 1854 eröffneten Eisenbahnstrecke Rendsburg–Oster-Ohrstedt–Husum–Tönning.

Der Kograben beginnt auf der VON DREYER-Karte am Selker Noor und verläuft in Richtung Wallknick, kreuzt die heutigen Straßen K30 und den Schäpersweg in Kurburg, und endet etwa 180 m westlich des Schäpersweg kurz vor dem Heideweg. Ob VON DREYER wegen der Ansiedlung von landwirtschaftlichen Betrieben am Heideweg und der damit verbundenen Geländeänderungen die verschliffenen Wall-Grabenreste des Kograben bis zum Heideweg nicht mehr gesehen hat, ist unbekannt. Die Karte ist nach geographisch Nord ausgerichtet (Abb. 52–54).

Auf dieser Karte stehen die farbig herausgehobenen Danewerk-Wälle im Vordergrund. Der Krummwall endet auf einer nassen Fläche westlich von Morgenstern (Abb. 53). Sein weiterer vermuteter Verlauf wird durch eine punktierte Linie nördlich des Kathen-Wasserlaufs abgebildet. Erst auf der Fläche Schmalenburg erscheint der Wall wieder, allerdings auch hier nur nördlich des Kathen-Wasserlaufs. Der weitere möglicher Verlauf in Richtung Ostrand Hollingstedt wird ebenfalls mit einer punktierten Linie angedeutet.

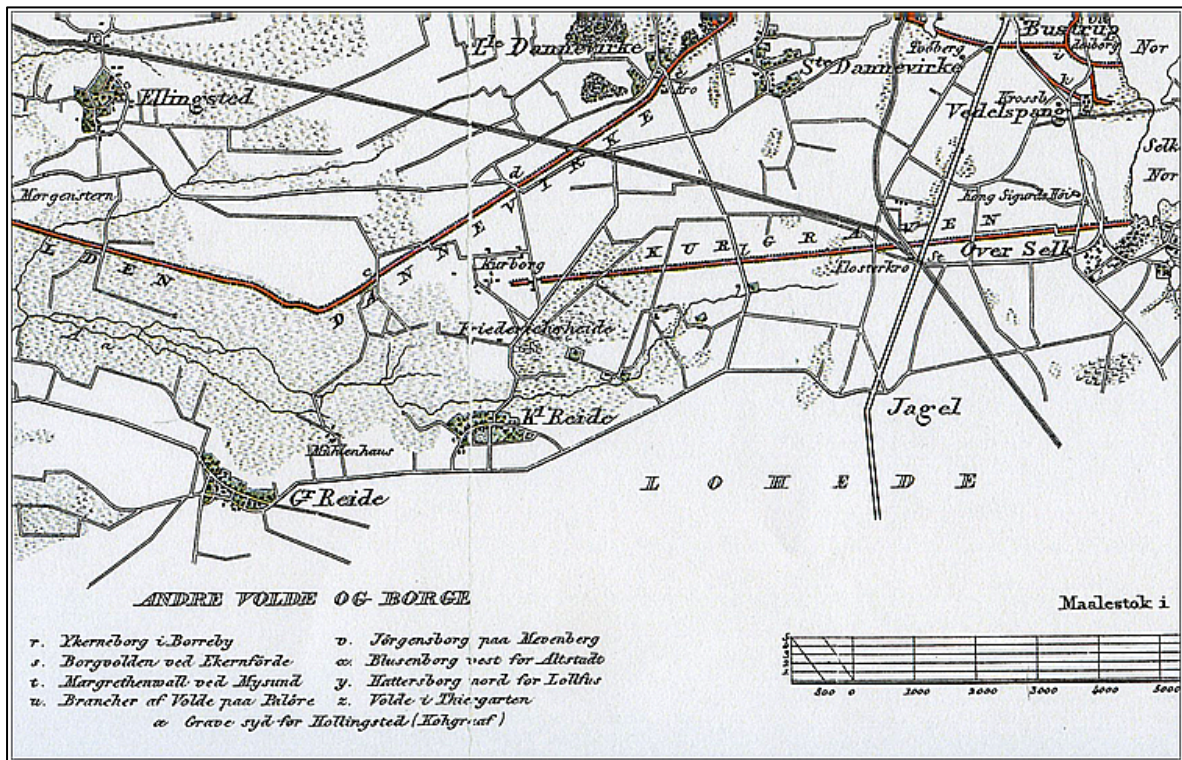


Abb. 52: Ausschnitt aus der Karte des Oberstlieutenants W. VON DREYER „Dannevirke, Kurgraven og Östervolden“ aus dem Jahre 1860 mit dem Kograben (Kartenausschnitt: Kopie aus UNVERHAU 1988, Beilage 2 im Anhang als Nachdruck des Originals aus „Annaler for Nordisk Oldkyndighed og Historie“) (Karte verändert, Maßstab $\approx 1: 35.800$).

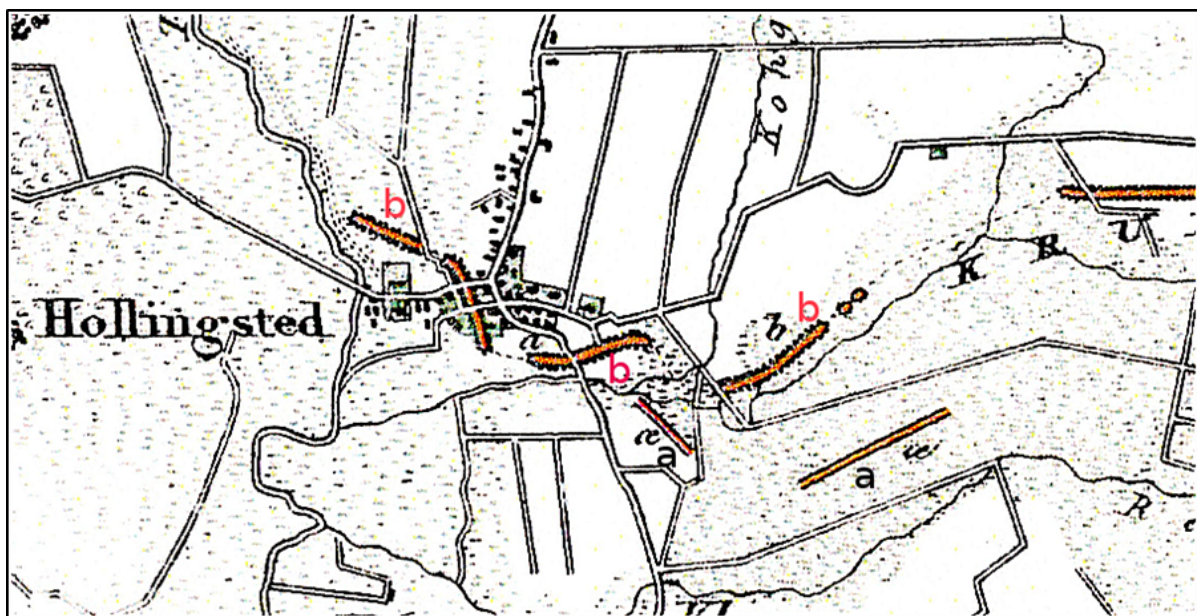


Abb. 53: Ausschnitt aus der Karte „Dannevirke, Kurgraven og Östervolden“ des Oberstlieutenant W. von Dreyer von 1860 mit dem Krummwall von Morgenstern bis in den Ort Hollingsted. Dieser Teil der Dreyer-Karte entspricht nahezu der Darstellung des identischen Geländes der von Timm-Karte. Mit a sind die von Timm mit b als Doppelwälle mit dazwischen liegenden Gräben bezeichnet, mit b die noch sichtbaren Reste des Krummwalls. Der mittlere Abschnitt ist VON DREYER fälschlicherweise mit a beschriftet worden, obwohl die punktierte Linie nur Krummwallteile verbindet und dessen Verlauf kennzeichnet (aus UNVERHAU 1988, Anhang (Beilage 2) (Karte verändert, Maßstab $\approx 1: 35.800$).

Der Verlauf des Osterwalls zwischen dem Windebyer Noor und Dürwade ähnelt der Darstellung von GEERZ (Abb. 50). Nach VON DREYER endet das westliche Wallende am Anfang des Steilufers der Osterbek nordwestlich Dürwade (Abb. 54, roter Pfeil).

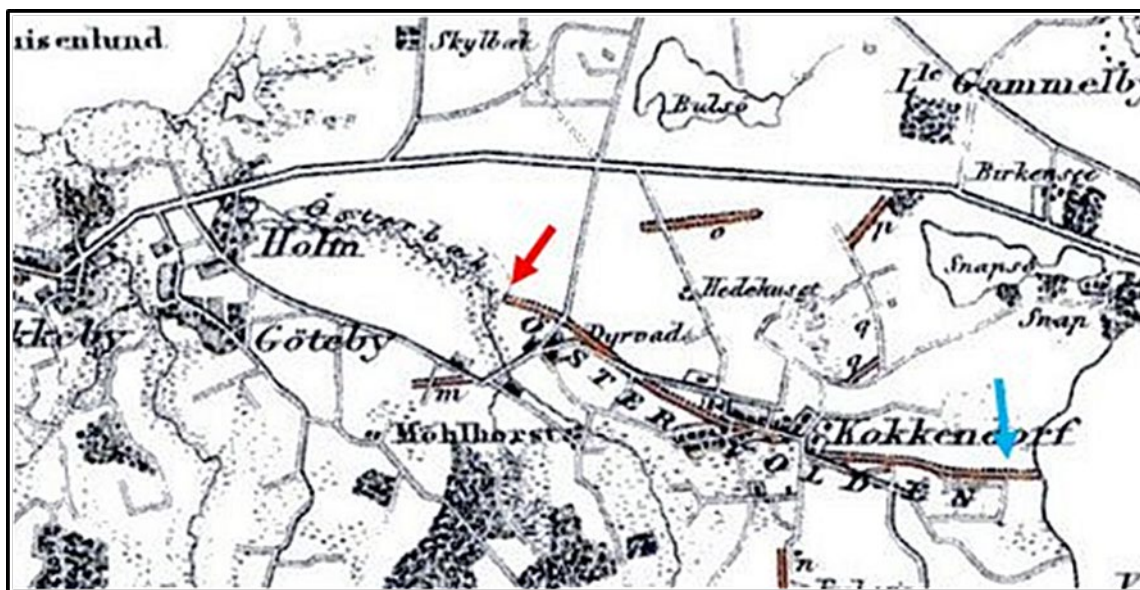


Abb. 54: Ausschnitt aus der Karte „Dannevirke, Kurgraven og Östervolden“ des Oberstlieutenant W. VON DREYER von 1860 mit dem Osterwall. Die Pfeile weisen auf das West- und Ostende (aus UNVERHAU 1988, Anhang (Beilage 2) (Karte verändert, Maßstab $\approx 1: 46.200$)

Auffällig ist, dass sowohl GEERZ (Abb. 50) wie auch VON DREYER den Osterwall geradlinig in ostwärtiger Richtung auf das Noor zulaufen lassen (Abb. 54), obwohl zu VON DREYERS Zeit das im Bogen nach Nordosten auslaufende Ende des Osterwalls in großen Teilen möglicherweise noch zu sehen war.

4.2.8 Auswertung von Orthofotos und Laserscan-Karten

In der heutigen Zeit lassen Orthofotos nur noch selten die frühere Nutzung von Flächen sowie Konturen vergangener Objekte erkennen. Intensive Landwirtschaft und die Ausweitung bebauter Flächen haben Konturen von Gebäudefundamenten im Boden, von Wällen, früheren Gräben und Wasserläufen bis zur Unkenntlichkeit verschliffen. Vom Kograben-Gelände liegen ein Orthofoto sowie eine Laserscan-Karte mit auswertbaren Geländedaten vor. Der Kograben endet unmittelbar am Heideweg in Kurburg (Abb. 55, roter Pfeil), wie die Befundlage der Grabung KNORR (1921) ergeben hat (Kap. 2.3.1, Abb. 4). Der Wall findet hier mit einer kurzen Schwenkung nach Norden seinen Abschluss (JANKUHN, 1937, S. 93 ff.).

Auf dem folgenden Orthofoto (Abb. 55) ist auf der Fläche unmittelbar westlich des Wegeknicke am Heideweg in Kurburg eine sehr gerade dunkle Linie in direkter Verlängerung des Kograben zu sehen. Sie endet an einem in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Knick und Graben (Abb. 55, gelber Pfeil). Sie ist ca. 118 m lang. Auf neueren Orthofotos sind keine Konturen mehr zu sehen. Sie sind offensichtlich durch mehrfaches Pflügen verschliffen. Das von ANDERSEN und MADSEN (1974) in 15 m Entfernung vom Heideweg festgestellte flache Grabenprofil von über 3 m Breite (Abb. 57) stimmt lagemäßig mit der dunklen Linie überein. Auch im Richtungswinkel entspricht diese Grabensilhouette dem Grabenprofil des KNORR-Befundes von 1921 (Abb. 4).



Abb. 55: Ausschnitt aus einem Orthofoto des Danewerk-Geländes mit dem westlichen Ende des Kograbens am Heideweg in Kurburg. Der Wall endet nach JANKUHN (1937, Abb. 27, S. 98) am Wegeknicke (Wk). Der dunkle Streifen zwischen dem roten und dem gelben Pfeil: Verlängerung des Grabens, roter Pfeil: Grabungsstelle KNORR (Quelle: Landesamt f. Verm. u. Geoinfo S-H DP8971/2015) (Orthofoto verändert, Maßstab $\approx 1: 3.400$).

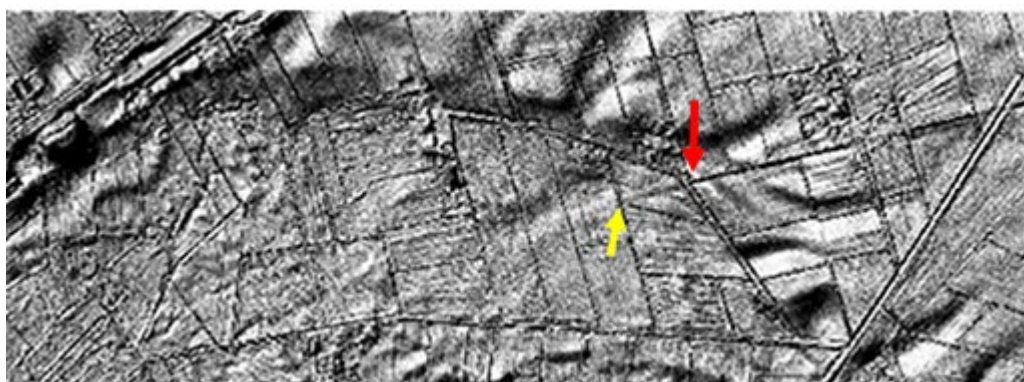


Abb. 56: Ausschnitt aus der Laserscan-Karte mit dem Ende des Kograbens am Heideweg in Kurburg (roter Pfeil), Fortsetzung eines Grabens über den Heideweg in Fortsetzung des Kograbens bis zum Graben am Knick (gelber Pfeil) (Karte verändert, Maßstab $\approx 1: 14.000$) (Karte freundlicherweise bearbeitet von Frau Dipl. Geogr. Karin Göbel/ALMusS-H).

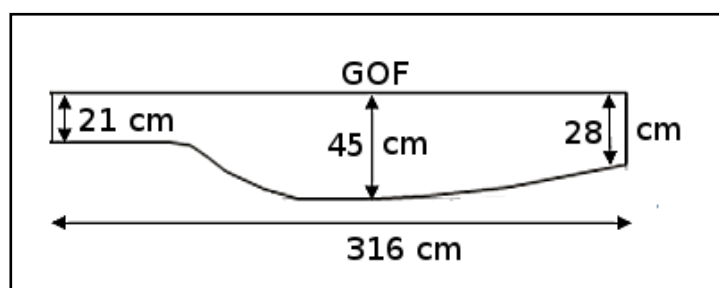


Abb. 57: Grabenprofil des Suchschnitts von ANDERSEN und MADSEN (1974) auf der Fläche 15 m westlich des Heideweges. Der Schnitt ist deckungsgleich mit der dunklen Linie (Abb. 54) (Maßangaben vom Verf. eingefügt).

Das westliche Ende des Osterwalls im Wald von Dürwade ist trotz Abgrabung eines Großteils der Wallerde auch heute noch als ehemaliger Wall auf dem Ausschnitt der Laserscan-Karte durch ein schwach herausgehobenes Wallprofil zu erkennen (Abb. 58, Pfeil 1). Auf den letzten 10 m bis zum in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Knick am Waldrand (Abb. 58, Pkt. 2) ist der Wall noch in fast ursprünglicher Größe erhalten. Das eingefügte Foto vermittelt einen Eindruck des früheren Aussehens.

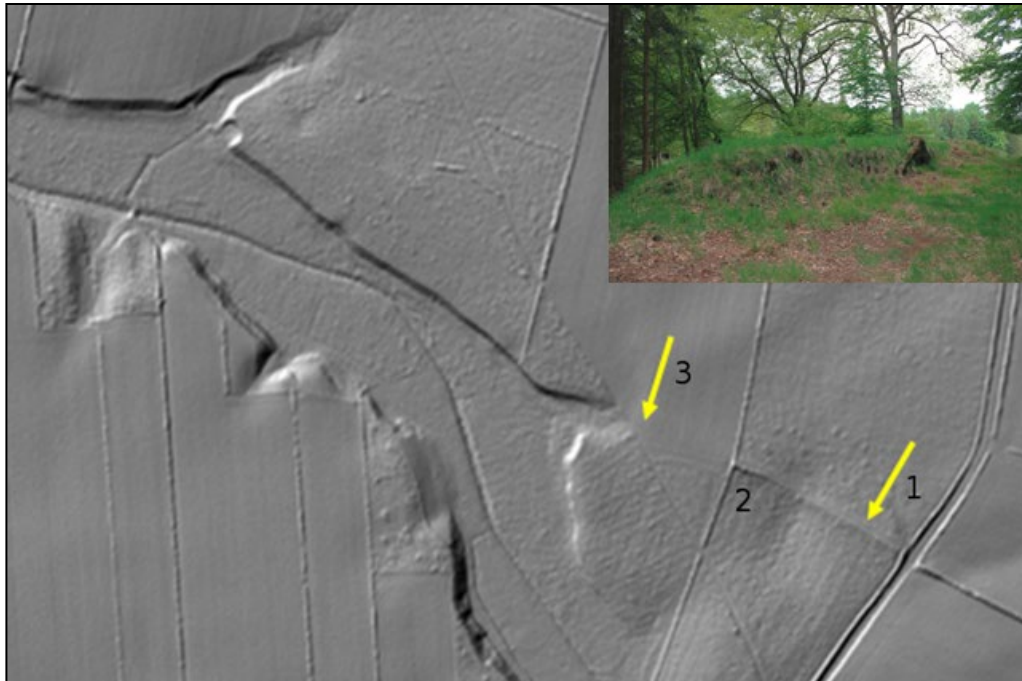


Abb. 58: Ausschnitt aus der Laserscan-Karte mit dem Westende des Osterwalls im Raum Dürwade. Pfeil 1: noch schwach erhaltene Wallstrecke. 2: Wallende von etwa 10 m Länge, in fast ursprünglicher Höhe von ca. 1,80 m erhalten. Pfeil 3: Wallende am Weg und Beginn des Steilufers (eingefügtes Bild ist der Masterarbeit HEIBACH (2013) entnommen, Abb. 3.2, S. 8) (Karte verändert, Maßstab $\approx 1:7.200$) (Karte freundlicherweise bearbeitet von Frau Dipl. Geogr. Karin Göbel/ALMusS-H).

Nach ANDERSENS Bericht war zur Zeit der Ausgrabung (1974) der Wall noch als ganz schwacher Geländerücken zwischen dem heutigen Wallende (Abb. 58, Pkt. 2) und dem Weg zu sehen. Heute ist er jedoch völlig verschwunden. Auf dem Laserscan-Ausschnitt der Abb. 58 ist das Wallende zwischen dem Punkt 2, dem heutigen Wallende, und dem Pfeil 3 noch sehr schwach zu erkennen.

Das östliche Ende des Osterwalls auf der Fläche zwischen dem heutigen Noor-Rundwanderweg und dem Windebyer Noor erscheint auf dem Orthofoto noch als hellerer Streifen (Abb. 59, Pfeile), wenn der Boden frei von Bewuchs ist. Er läuft am Vorderhang aus.

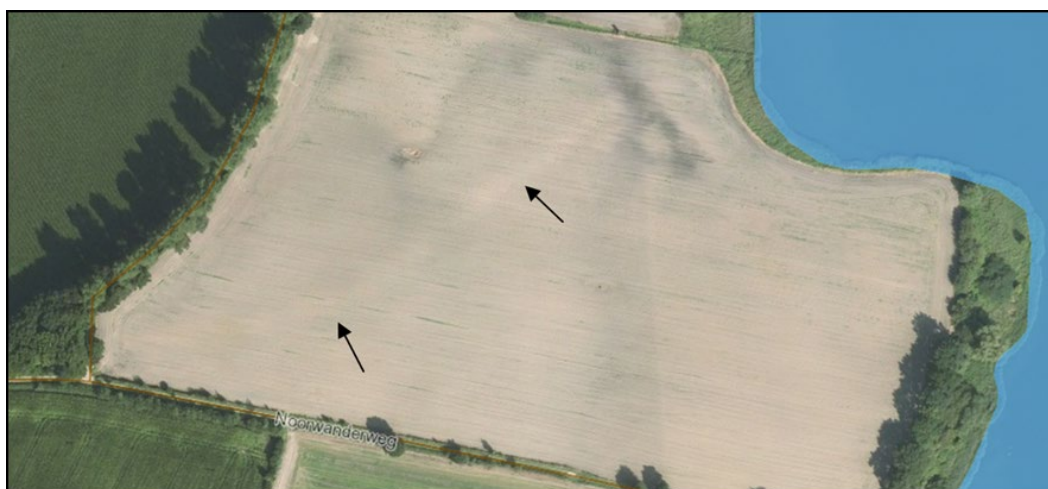
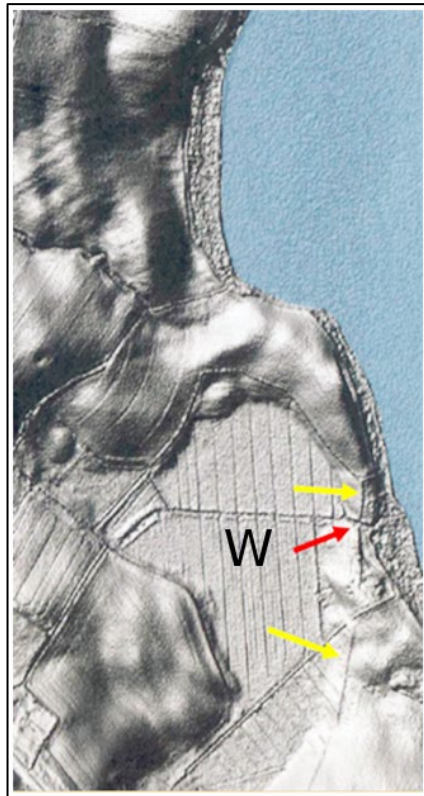


Abb. 59: Ausschnitt aus einem Orthofoto mit der Silhouette des Osterwall-Endes am Windebyer Noor (heller Streifen/Pfeile) (Quelle: Orthofoto des LA für Verm. u. Geoinfo S-H (DP 65287/2016, Maßstab: $\approx 1:3.500$)).

Was JESSEN und andere vor und nach ihm übersehen haben, ist ein ungefähr parallel zum Noorufer in Nord-Süd-Richtung verlaufender Wall, rund 500 m südlich der Fläche mit dem Ostende des Osterwalls. Ob dieser Wall eine Verlängerung des von JESSEN als Grenzwall bezeichneten Walls nach Süden entlang des Westufers des Noors darstellt (Kap. 2, Abb. 14,



hellbraun gestrichelte Linie, Abb. 15, gestrichelte Linie D), oder nur die moorige Wiese (W, Abb. 60) einfasst, konnte nicht eindeutig bestimmt werden.

Dieser Wall ist rund 50 cm hoch und wirkt verschliffen. Ein Grabenprofil ist nicht erkennbar. Die Entstehung als Strandwall wird aufgrund des auffällig regelmäßigen und geradlinigen Verlaufs ausgeschlossen. Die gelben Pfeile weisen auf den auch heute noch im Gelände deutlich sichtbaren Wall hin. Der rote Pfeil zeigt auf einen in das Noor führenden Entwässerungsgraben. Dieser Graben entwässert eine moorige Wiesenfläche. Im Mündungsbereich des Grabens befindet sich eine auffällige Ansammlung von Steinen, die aufgrund ihrer Zahl und Anordnung den Eindruck eines früheren, allerdings unbestimmbaren Fundaments erweckt. Die Wiesenfläche kann eine Noor-Bucht gewesen sein, die im Laufe von Jahrhunderten verlandet ist. Bisher sind weder der Verlauf des Grenzwalls noch seine Funktion untersucht worden, ebenso wenig die verlandete Wiesenfläche.

Abb. 60: Ausschnitt aus der Osterwall-Laserscan-Karte mit der Wallsilhouette am Ostufer des Windebyer Noors. Die gelben Pfeile weisen auf den Wall, der rote Pfeil auf die Mündung des Grabens in das Noor und auf eine unbestimmbare Steinansammlung. Maßstab: $\approx 1:12.000$)

Für die Untersuchung des Krummwalls auf dem Gebiet der Gemeinde Hollingstedt wurden ältere Schwarz-weiß-Luftbilder, Google-Earth-Ausschnitte sowie eine Laserscan-Karte ausgewertet. Auf dem Luftbild (Abb. 61) ist der Wallverlauf durch rote Punkte und Pfeile markiert. Zwischen dem Wallende bei „Achterwall“ (Abb. 61, Punkt E) und der „Grabungsfläche Schmalenburg“ (Abb. 61, Gra), von dort bis zum Sportplatz (Abb. 61, S) westlich der Gehöftgruppe „Busch“ (Abb. 61, B) ist der Krummwall als eine durchgehende dunkle Silhouette zu erkennen.

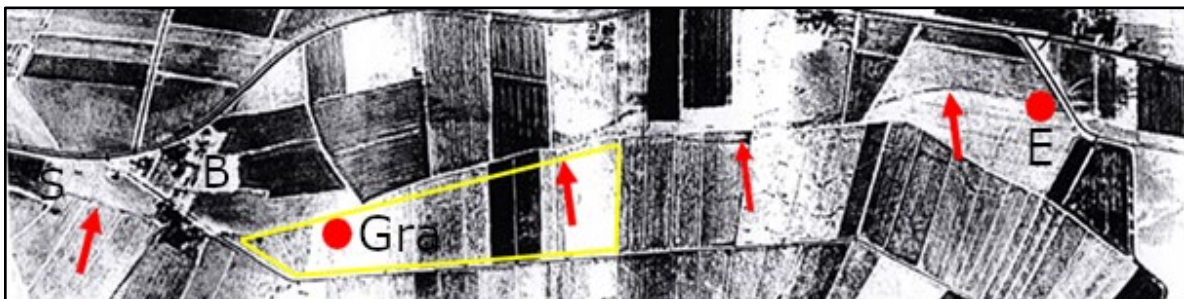


Abb. 61: Ausschnitt aus einem Luftbild mit dem Krummwall-Gelände zwischen dem Wallende bei Achterwall/ Matzenkamp (E) und der Gehöftgruppe Busch (bei B) am östlichen Ortsrand von Hollingstedt. Die Pfeile kennzeichnen den Verlauf des Krummwalls. Gra: Grabungsfläche Schmalenburg; S: Ostrand des Sportplatzes; Gelb eingerahmte Fläche: Gesamtflächenname Schmalenburg (BORDEMANN 2008) (Foto Privatbesitz des Verf., Fotoausschnitt verändert, Maßstab $\approx 1:15.700$, Bildrichtung: $\approx 25^\circ$ nach Ost-Süd-Ost).

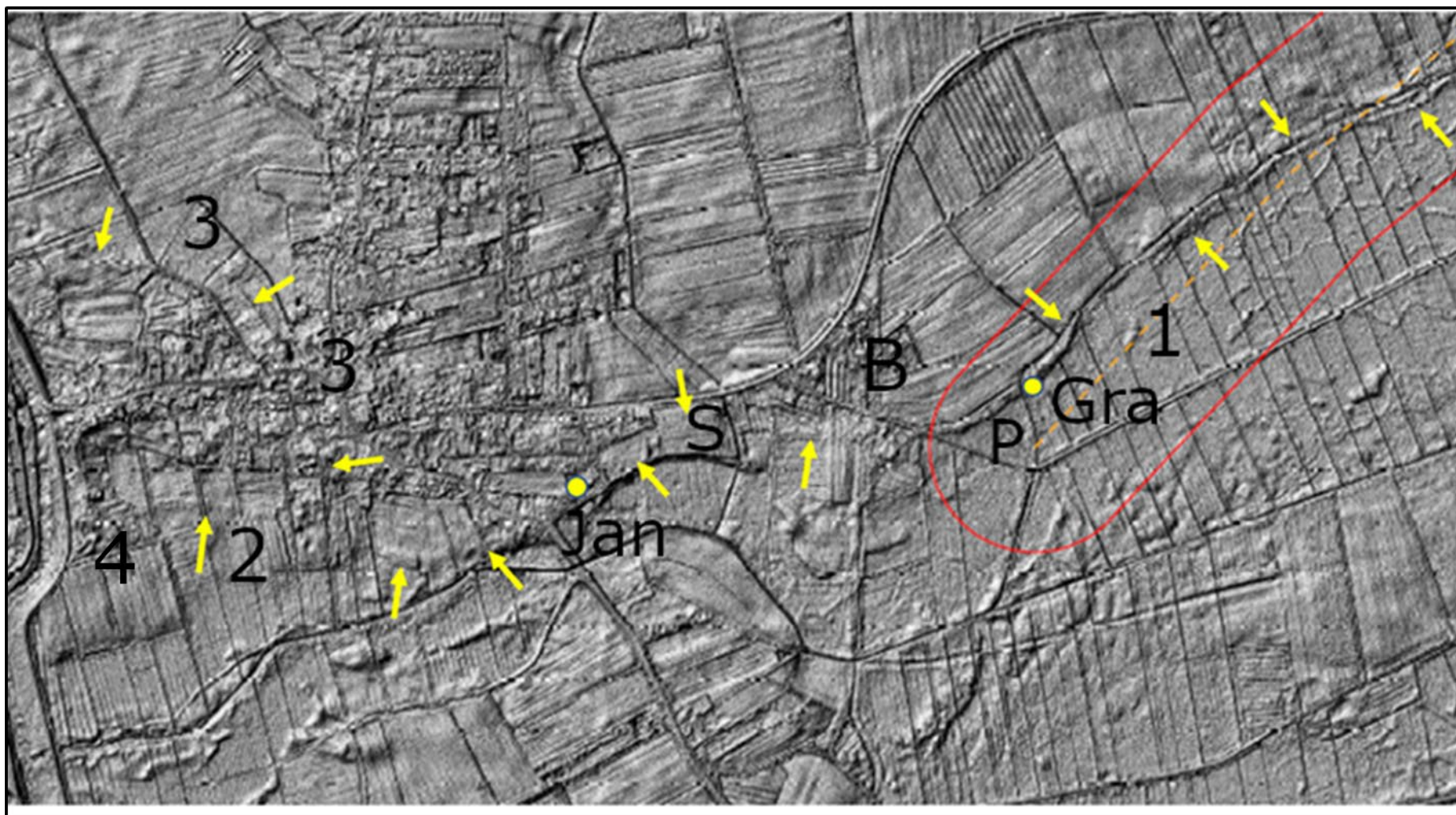


Abb 62: Ausschnitt aus der Laserscan-Karte mit dem Verlauf des Krummwalls von der Fläche Matzenkamp bis zur Treene am Westrand des Ortes Hollingstedt: gelbe Pfeile
 Rot eingerahmte Fläche 1: Denkmalschutzgebiet. Punkt Gra: Grabungsfläche Schmalenburg. P: Predigers Koppel. B: Gehöftgruppe Busch am Ostrand von Hollingstedt
 S: Sportplatz. Punkt Jan: Grabung JANKUHN (1937) am Mühlenweg/Fläche Treenburg an der früheren Hollingstedter Mühle. 2: Krummwall/Halbkreiswall am südlichen Ortsrand
 von Hollingstedt. 3: östlicher bis nördlicher Halbkreiswall. (Maßstab: $\approx 1: 11.100$) (Karte freundlicherweise bearbeitet von Frau Dipl. Geogr. Karin Göbel Arch. Landesmuseum
 S-H)

Auf der Laserscan-Karte (Abb. 62) ist der Krummwall vom östlichen Kartenrand bis zur Predigers Koppel (Abb. 62, P) als dunkler, dammartig erhabener Streifen zu erkennen, weiter nach Westen als helle, sich von der Umgebung abhebende Kontur. Lage und Verlauf bis zum Sportplatz sind identisch mit dem Verlauf auf der Abb. 61.

Nach der Querung des Sportplatzes (Abb. 62, Fläche S) schwenkt der Wall, dem Mühlenweg folgend, nach Südwesten und kreuzt unter Beibehaltung der Richtung die Straße Schlott, die Kreisstraße Hollingstedt-Dörpstedt. Etwa 100 m südlich der Straße Schlott biegt der Wall nach Westen und läuft entlang des Südrandes der Ortschaft in einem leichten Bogen in Richtung Treene. Etwa 200 m westlich des Wendepunktes in Höhe der Straße Klues teilt sich der Wall. Der in Richtung Treene laufende Wall (Abb. 62, 2) endet ca. 125 m südlich der Kirche unmittelbar an dem Hof Hagge-Nissen am Treene-Deich (Abb. 62, (4)). Der andere Wallarm verläuft entlang der Straße Klues nach Norden, quert die Straße Nedderend, und läuft nach etwa 200 m dem Norder-wiesenweg folgend, auf einer Wiese in einem Bogen nach Nordwesten auf die Treene zu. Nur hier auf der Wiese ist ein Wallrest als niedriger, schmaler Streifen erhalten geblieben. (Abb. 62, gelb punktierte Linie 3. Damit sind die weiterführenden hellen, mit gelben Pfeilen markierten Wallsilhouetten auf der Abb. 62 in und um die Ortschaft Hollingstedt eindeutig als Fortsetzung des Krummwalls anzusehen.

Auf seinen großmaßstäblichen Karten hat MEJER sowohl den Krummwall als auch den Halbkreiswall um Hollingstedt als real existierend dargestellt. Folgt man jedoch der dazugehörigen Beschreibung DANCKWERTHS (1652, S. 113), hat es vom Krummwall ab dem heutigen Wallende bei Matzenkamp auf den als Dauergrünland genutzten Flächen nur noch „Spurzeichen“ von Wallrelikten gegeben.

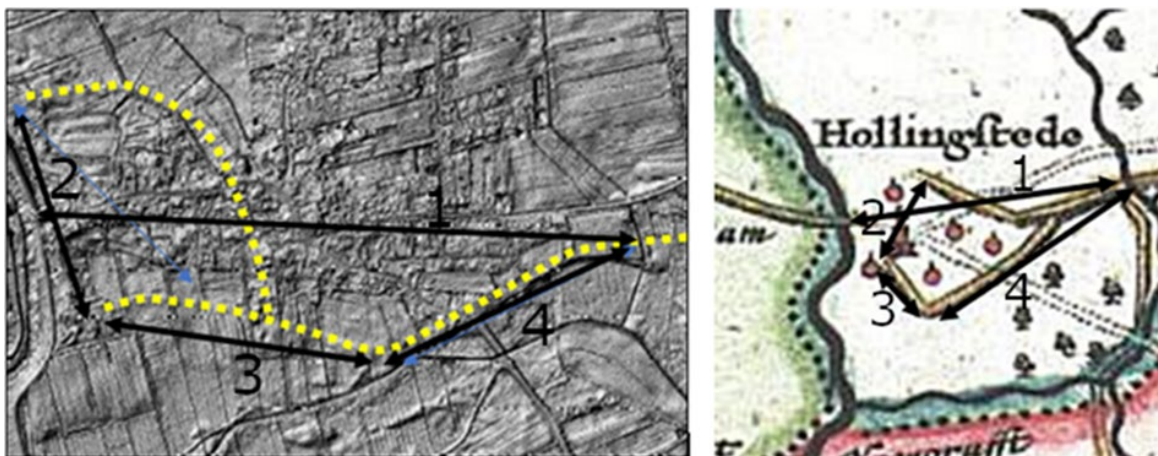


Abb. 63: Vergleich der Abbildung des Halbkreiswalls um Hollingstedt auf der MEJER-Charte vom Süderheil des Amptes Gottorf (1651/Nachdruck der Karte von JOAN BLAEU) mit der Silhouette eines Halbkreiswalles auf der Laserscan-Karte (Abb. 62) einschließlich des Längenvergleichs identischer Strecken (Maßstab Abb. links $\approx 1: 15.575$, Abb. rechts $\approx 1: 55.000$).

Der Halbkreiswall hingegen war bereits zu MEJERS und DANCKWERTHS Zeit (Mitte des 17. Jahrhunderts) vollständig abgetragen. Lage und Verlauf der Umwallung müssen aber der Bevölkerung noch bekannt gewesen sein. Der Wallverlauf auf der MEJER-Karte (Abb. 63 rechts) zeigt im Vergleich zum realen Verlauf des Halbkreiswalls (Abb. 63 links) ähnliche Richtungen, auch unter Berücksichtigung der Abweichung von $\approx 6^\circ$ der „Charte vom Süderheil des Amptes Gottorf“ von der realen Nordrichtung.

Zum Vergleich wurden ausgewählte Strecken des Krummwalls und des Halbkreiswalls um Hollingstedt aus der MEJER-Karte (Abb. 63) mit den entsprechenden Strecken auf der

Laserscan-Karte tabellarisch erfasst. Die Streckenlängen auf dem Laserscan-Kartenausschnitt (Tab. 13/Neukarte) wurden mittels UTM-Koordinaten bestimmt, die auf dem MEJER-Kartenausschnitt (Tab.13/Altkarte) über den Kartenmaßstab 1:55.000.

Tab. 13: Längenvergleich ausgewählter identischer Strecken des Krummwalls um und in Hollingstedt auf den Ausschnitten der Laserscan-Karte der Abb. 62 (Abb. links) und auf der Mejer- „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ von 1651 (Abb. rechts/Ausschnitt aus Nachdruck Joan Bleau).

Strecke		Länge Laserscan-Karte	Länge MEJER-Karte	Differenz
von	nach			
1: Treene-Brücke	Dänischer Kanal	1.430 m	2.200 m	770 m
2: Hof Hagge-Nissen	Pumpwerk/Treene	470 m	825 m	355 m
3: Wallknick	Hof Hagge-Nissen	625 m	550 m	75 m
4: Wallknick	Dänischer Kanal	610 m	1.925 m	1.315 m

Die Streckenlängen auf dem Altkartenausschnitt unterscheiden sich durch ihre größeren Weiten von den realen Streckenlängen. Die Längenabweichungen werden auf fehlende Vermessung oder Kompilation von Kartenvorlagen mit unterschiedlichem Maßstab zurückgeführt (s. Kap. 4.1.2.6). Auffällig ist, dass auf dem MEJER-Kartenausschnitt der Schnittpunkt der Straße Dörpstedt-Hollingstedt mit der Straße Kurburg-Hollingstedt kurz vor der Treene-Brücke in Höhe der Kirche innerhalb des Halbkreiswalls liegt (Abb. 63), wohingegen er sich auf den Danewerk-Karten von 1641 (Abb. 27 u. 28) weit östlich vor der Kirche befindet.

Am östlichen Ortsrand von Hollingstedt fallen drei Burgennamen auf: Treenburg, Rümburg und Schmalenburg. Der Name Treenburg erscheint nur auf der Karte des VON TIMM auf der Fläche der früheren Hollingstedter Mühle. Hier hat JANKUHN 1933 ein Grabenprofil geschnitten, das er zwar dem Wallzug des Krummwalls zuordnete, aber mit den Worten einschränkte, „wenn der Schnitt nicht nur eine örtlich begrenzte Sondererscheinung wiedergibt“ (JANKUHN 1937; S. 123). Möglicherweise liegt hier ein Relikt einer früheren Burganlage vor, zumal der Schnitt von JANKUHN (1937, Abb. 58, S. 125) ein nach Norden gerichtetes Grabenprofil zeigt, statt eines dem Wall vorgelagerten östlichen Grabenprofils. Auf der Wiesenfläche gegenüber dem früheren Mühlengrundstück fällt ein leicht erhöhtes Plateau mit einer Kantenlänge von etwa 20 m auf, dessen Zweck nicht bekannt ist.

Da ein räumlicher Zusammenhang dieser Fläche mit dem Lauf der Treene nicht gegeben ist, kann die Namensherkunft Treenburg nicht erklärt werden.

Die Flächennamen Schmalenburg und Rümburg erscheinen erstmals auf der Verkoppelungskarte der Gemeinde Hollingstedt von 1794 (Abb. 64, rote Pfeile). Die Namen können keinem Hollingstedter Grundeigentümer zugeordnet werden. Sie lassen daher auf frühere Befestigungsanlagen schließen. Die vermutete Lage der Befestigungen ist durch blaue Pfeile gekennzeichnet.

Die Fläche Schmalenburg (Abb. 62, Flächen P und Gra) entspricht lagemäßig der heutigen Predigers Koppel einschließlich der sich östlich anschließenden Wiesen mit der Grabungsfläche Schmalenburg. Sie wird im Norden vom Kathen Wasserlauf begrenzt, im Süden von einem Graben (Dänischer Kanal) mit dem Weg Kollemoorsdamm, dem früheren Kirchweg von Groß Rheide zum Kirchspielort Hollingstedt. Bereits auf der Mejer-Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf von 1651 ist dieser Weg vereinfacht als gerade Wegetrasse dargestellt (Abb. 18). Die Flächenausdehnung beträgt in Ost-West-Richtung ≈ 180 m und ≈ 135 m in der Nord-Südrichtung.

Am Nordrand dieser Fläche befindet sich ungefähr in der Trasse des Krummwalls ein Zeichen, das trotz mehrfacher Vergrößerung weder ein Wort noch einen Buchstaben erkennen lässt (Abb. 63 oben rechts, roter Pfeil bei S). Ob die Signatur hier eine kleine Befestigungsanlage von etwa 30 m Länge und 15 m Tiefe in Anlehnung an den Krummwall andeutet, könnte nur durch eine Grabung ermittelt werden. Bei der Grabung „Schmalenburg“ (BORDEMANN 2008) fanden sich keine Hinweise auf Relikte einer möglichen „Burganlage“.

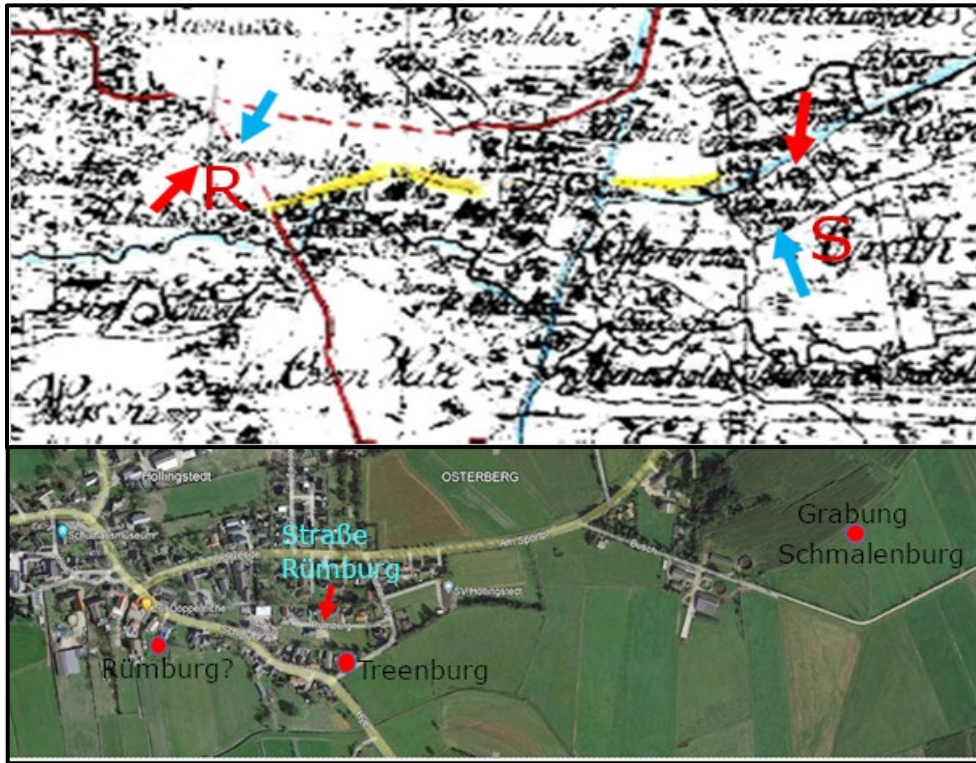


Abb. 64 oben: Ausschnitt aus der Verkoppelungskarte der Gemeinde Hollingstedt aus dem Jahr 1794 mit der Abbildung der Flächen Rümburg (rotes R) und Schmalenburg (rotes S), markiert mit blauen Pfeilen. Die roten Pfeile geben die vermutliche Lage der Burgen an, die schwarzen Pfeile den hier noch vorhandenen Krummwall (oldern Wall) (Maßstab $\approx 1:13.800$).

Abb. 64 unten: Der obigen Abbildung entsprechender Ausschnitt aus Google Earth. Aus der Verkoppelungskarte berechnete Lage der Rümburg: roter Punkt R östlich der Straße Hollingstedt-Dörpstedt, Lage Schmalenburg: roter Punkt Grabung Schmalenburg. Roter Pfeil Straßename Rümburg (Maßstab $\approx 1:12.800$).

Die Namensgebung „Rümburg“ für die vom Mühlenweg in Richtung Ortsmitte abzweigende Straße vermittelt den Eindruck, dass die Rümburg entweder am Mühlenweg auf dem Gelände der früheren Mühle oder an der Rümburgstraße auf dem Gelände zwischen dem heutigen Pflege-/Seniorenheim und dem Hof Rubien/von der Lieth gelegen habe. Die Berechnung der Lage der Rümburg aus der Verkoppelungskarte von Hollingstedt ergibt jedoch einen Standort westlich der Straße Schlott, der Straße von Dörpstedt nach Hollingstedt. Vermutlich sicherte diese Anlage den Zugang nach Hollingstedt aus Richtung Süden (Dörpstedt/Tönning).

Auf Vergrößerungen von Ausschnitten aus der Abb. 61 (Abb. 65 linker und mittlerer Ausschnitt) und auf einem entsprechenden Ausschnitt aus Google Earth Luftbild (Abb. 65 Bildausschnitt rechts) östlich der Fläche Schmalenburg, in direkter Anlehnung an den Krummwall ist eine helle, fast ellipsoide Anlage zu erkennen. Eine natürliche Entstehung wird wegen der regelmäßigen Struktur ausgeschlossen. Nach dem Google Earth-Bild (Abb. 65/rechtes Teilbild) hat die Innenfläche eine Ausdehnung von 30 x 40 m. Die Anlage ähnelt dem dänischen Schanzen-typ der Kanonen-Feuerstellungen aus der Zeit des Ausbaus des Danewerks zur Festungslinie nach dem ersten deutsch-dänischen Krieg von 1849 bis 1852.

Nach HERZ-CHRISTIANSEN (2004) wurden jedoch zwischen den Orten Morgenstern und Hollingstedt keine Schanzen angelegt. Stattdessen bauten die Dänen hier im Vorgelände des Krumm-walls quer zur Fließrichtung der Auen, vor allem der Rheider Au, Dämme, um die moorige Rheider Au-Niederung im Kriegsfall unter Wasser zu setzen und das Vorgelände unpassierbar machen zu können, unter dem Schlagwort „Soldat Wasser“ als Kampfgenosse zur Stärkung des westlichen Eckpfeilers der Danewerk-Stellung (UNVERHAU 1987, S. 102).



Abb. 65: Ausschnitte aus der Abb. 61 und Google Earth mit der vermuteten Befestigungsanlage Schmalenburg. (gelbe Pfeile). Bild links: Lage des Grabungsschnittes Schmalenburg (Gra/BORDEMANN 2008). Bild Mitte: ellipsoide Silhouette der vermuteten Schmalenburg vergrößert. Bild rechts: Abb. der Schmalenburg auf Google Earth. (Maßstab: links $\approx 1:23.500$, <Mitte: $\approx 1:8.900$, rechts $\approx 1:3.700$)

Ob hier ein Schanzenbau begonnen und abgebrochen wurde, weil der Überschwemmung des Vorgeländes eine größere Sperrwirkung eingeräumt wurde oder eine Schanze bzw. eine Burg aus der Frühzeit des Danewerks wie bei der Anlage in Kurburg vorliegt, kann letztlich nur durch eine Grabung und durch Auswertung von Unterlagen der nationalen Militärarchive (Kopenhagen/Freiburg) ermittelt werden.

Auf dem stark vergrößerten Ausschnitt aus dem Luftbild der Abb. 61 ist in der Mitte der Flächen „Predigers Koppel“ und der sich östlich anschließenden Wiese der Grabungsfläche „Schmalenburg“ (Abb. 61, Pkt. 3) eine kegelförmige Silhouette zu erkennen (Abb. 66). Deren Flächen-größe beträgt $\approx 5.000 \text{ m}^2$. Aufgrund der gradlinigen Konturen wird ein natürlicher Ursprung ausgeschlossen. Die westliche Kante ist heute ein Graben, die anderen Konturen sind bei Geländebegehungen nicht mehr zu sehen. Vermutlich handelt es sich dabei um die Silhouette einer Fliegerwarnstelle oder einer Flakstellung zum Schutz des Flugplatzes Jagel aus der Zeit des Zweiten Weltkriegs.



Abb. 66: Stark vergrößerter Ausschnitt aus dem Luftbild der Abb. 61 mit der Silhouette einer vorgeschobenen Verteidigungsstellung des Flugplatzes Jagel aus der Zeit des Zweiten Weltkriegs. Der schwarze Pfeil gibt sowohl die Nordrichtung als auch den Verlauf des Kathen-Wasserlaufs (Punktklinie) an (Konturen nicht bearbeitet/Maßstab $\approx 1:6.700$).

4.2.9 Landschaftsveränderungen durch die Moor- und Heide-Kolonisation vom 18. bis zum 20. Jahrhundert

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts begann im Herzogtum Schleswig im Zuge einer großen Agrarreform die sogenannte Verkoppelung. Sie umfasste die Aufteilung und Übertragung aller bisher von der Dorfgemeinschaft gemeinsam genutzten und bewirtschafteten Flächen auf die Besitzer der Hufen und der Teile von Hufen. Das Ziel war eine gerechtere Verteilung der Steuerlast mit der Nebenabsicht der Erhöhung des Steueraufkommens.

Ungefähr gleichzeitig begann in der Schleswigschen Geest, wie auch in anderen dünn besiedelten Regionen Jütlands des Herzogtums Schleswig, die Erschließung der bisher landwirtschaftlich wenig erschlossenen Heide- und Moorflächen durch die Anwerbung von Siedlern aus Hessen, der Pfalz, Baden und Württemberg. Auch hier war das Ziel der Ansiedlung dieser sogenannten Kolonisten die Verbesserung der Staatseinnahmen auf längere Sicht durch die Vergrößerung der Bevölkerungszahl. Die Möglichkeit zur Vermehrung des Steueraufkommens durch Vergrößerung der Bevölkerungszahl war im 18. und 19. Jahrhundert ein gewichtiges bevölkerungspolitisches Argument.

Am Westende des Kograbens in der Gemarkung Kurburg befand sich bis zum Beginn der Kolonisation um 1761 als landwirtschaftlicher Betrieb nur die Domäne Schäferei Kurburg (Abb. 67, schwarzer Pfeil). Im Falle einer Auflassung war die Domänenfläche für 24 Kolonisten-Hofstellen vorgesehen. Dazu kam es nicht. Die Domäne wurde 1767 an zwei einheimische Interessenten verkauft.



Abb. 67: Geländeausschnitt aus der Reproduktion der Königl. Preuss. Landes-Aufnahme 1877, Blatt Kreis Schleswig mit dem Raum Kurburg. Die Pfeile weisen auf sechs im Jahre 1877 vorhandene Bauernstellen hin. Rot: heute noch bewirtschaftet, braun: noch bewohnt, blau: nicht mehr vorhanden. Der größere schwarze Pfeil zeigt auf die frühere Schäferei Kurburg. Die rot punktierte Linie entspricht dem möglichen weiteren Verlauf des Kograbens ab dem heutigen Ende des Denkmalbereichs Kograbens (schwarzer Punkt). Die kleinen schwarzen Pfeile weisen auf beseitigte Knicks hin. SN bezeichnet den heutigen Weg Zum Schnepfennest (Maßstab $\approx 1:15.700$).

Im Raum Kurburg, beiderseits der gedachten Verlängerung des Kograbens, entstanden im 19. Jahrhundert insgesamt sechs Bauernstellen, von denen die zwei unmittelbar nördlich am Weg Zum Schnepfennest gelegenen vor etwa 60 Jahren aufgelassen und die Gebäude vollständig abgetragen wurden (Abb. 67, blaue Pfeile). Zwei Hofstellen am Heideweg sind noch bewohnt bzw. bewohnbar (braune Pfeile). Nur noch zwei landwirtschaftliche Betriebe werden bewirtschaftet (rote Pfeile).

Nachweisbar ist das Einebnen eines Grabens in unmittelbarer Verlängerung des Kograbens auf der Fläche Erichsen/Ketelsen am Wegeknicke des Heidewegs. Dieser Graben ist auf einem älteren Orthofoto des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein (Abb. 55) sowie auf einem Laserscan-Kartenausschnitt als Verlängerung des Kograbens über den Heideweg hinaus sichtbar (Abb. 56). Damit wird die Darstellung des Kograbens auf der Karte von DU PLAT (Abb. 45) bestätigt. Ebenfalls nachweisbar ist durch den Karten- und Orthofoto-Vergleich die Beseitigung von Knicks auf den Flächen westlich des Heidewegs im Zusammenhang mit den Flächenzusammenlegungen.

Von der heutigen Landesstraße K 30 führten zwischen Kurburg und Klein Rheide einige Wege nach Westen in das Mooregebiet, wobei der mit SN bezeichnete Weg (Abb. 67) mit dem heutigen Weg Zum Schnepfennest identisch ist. Diese Wege endeten vermutlich an den Torfabauflächen. Im Raum Kurburg wurde Torf noch bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts abgebaut. Der Weg Zum Schnepfennest war bis nach dem Zweiten Weltkrieg zugleich auch Trasse einer Torf-Eisenbahn.

Das Gelände mit dem Kurzen Kograben ist heute Teil des NATO-Flugplatzes Jagel. Auf diesem Gelände hat es westlich des Ochsenweges bis 1936 drei zur Kolonie Friedrichsheide gehörende Bauernstellen gegeben. (Abb. 68, rote Pfeile). Östlich des Ochsenweges bis zur Rheider Au erstreckte sich der Standortübungsplatz für die in der Kaiserzeit in Schleswig stationierten Truppenteile. Die wohl zum Übungsplatz gehörenden Baracken mit dem Namen ‚Ochsenlager‘ sind noch bis zum Flugplatzbau 1936 vorhanden gewesen.



Abb. 68: Kartenausschnitt einer Karte aus den 30er-Jahren mit den zur Kolonie Friedrichsheide gehörenden Bauernstellen (rote Pfeile). (Der Kartenausschnitt wurde freundlicherweise vom Heimatverein Schleswigsche Geest überlassen) (Karte verändert, Maßstab $\approx 1: 17.600$).

Heute steht dort nur noch ein kleines Backsteingebäude. Die Bauernhöfe einschließlich der Knicks und der Reste des Kurzen Kograbens sind bei dem Bau des Flugplatzes beseitigt und das Gelände fast zur Gänze eingeebnet worden. Einzig erhalten geblieben sind Teile des Ochsenweges und Reste des Kograbens zwischen älteren Flugzeughallen und Gebäuden.

Im Zusammenhang mit weiteren Infrastrukturmaßnahmen auf dem Flugplatzgelände kam es auf der Fläche des früheren Kurzen Kograbens zu weiteren Veränderungen. Die Startbahnen wurden verlängert und verbreitert. Dabei wurde die bereits bei dem Bau des Flugplatzes in den Jahren 1935/36 in Rohre unter die Geländeoberfläche verlegte Rheider Au nicht nur tiefer gelegt, sondern auch um rund 120 m nach Westen verlegt (Abb. 69). Im Zusammenhang mit Neubauten, u. a. für die geplante Stationierung von Drohnen, wurden zusätzliche Versorgungsleitungen auf der Fläche des früheren Kurzen Kograbens unter die Geländeoberfläche verlegt. Grabungen und Bodenuntersuchungen mit dem Bohrstock zur Feststellung von Wallrelikten waren somit ausgeschlossen.

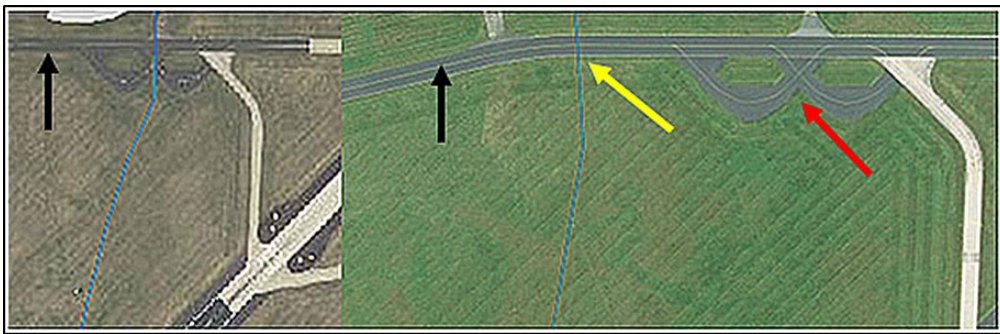


Abb. 69: Ausschnitte aus Orthofotos vom NATO-Flugplatz Jagel zwischen der Schleppstraße (schwarzer Pfeil) und der nördlichen Start-/Landebahn. Bildausschnitt links: früherer Verlauf der verrohrten Rheider Au (blaue Linie in Nord-Südrichtung). Bildausschnitt rechts: heutiger Verlauf gelber Pfeil. Roter Pfeil früherer Verlauf (Quelle: L Verm Geo S-H-4 DOP 20 und Dannewerk-DP8971/2015, Maßstab Bild links: $\approx 1:7.500$, Bild rechts: $\approx 1:4.900$).

Auch das Gelände mit dem westlichen Ende des Osterwalls im Raum Dürwade ist in den letzten 140 Jahren erheblichen Änderungen unterworfen worden. Flächenzusammenlegungen westlich Kochendorf mit der Beseitigung von Knicks und ein erheblicher Sturmschaden mit Windbruch im Winter 1933/34 haben zu Veränderungen in der Flächennutzung im Wallbereich geführt.

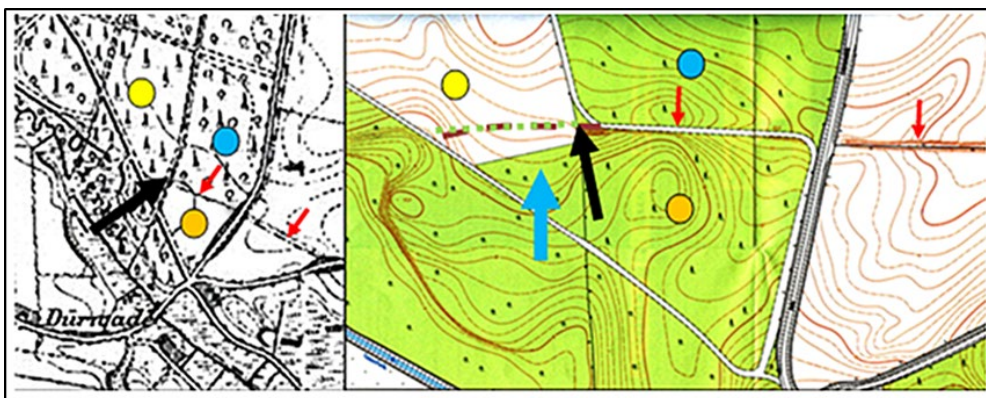


Abb. 70: Links Kartenausschnitt aus der preuss. Landesaufnahme von 187 (Bl. 1524, Hütten). Rechts Kartenausschnitt aus dem Danewerk-Atlas des Arch. LA S-H, Bl. 29, mit dem westlichen Ende des heute noch sichtbaren Teilstücks des Osterwalls bei Dürwade, durch rote Pfeile gekennzeichnet. Die identischen Flächen sind mit gleichfarbigen Kreisen markiert. Hellgelb: bis 1934 Fichtenbestand, heute Ackerfläche. Blau: früher und heute Mischwald. Ocker: früher Ackerfläche, heute Fichtenbestand. Die schwarzen Pfeile markieren den sichtbaren Endpunkt des Osterwalls, der blaue Pfeil eine heute bis zur braun-grün gepunkteten Linie aufgeforstete Fläche (Kartenausschnitte erweitert, Maßstab Ausschnitt links $\approx 1:18.800$, rechts $\approx 1:5.500$).

Vor dem Windbruch lag das westliche Wallende noch in einem Fichtenwald, wie auf dem linken Kartenausschnitt der Abb. 70 zu sehen ist. Die unbewaldete Fläche auf dem alten Kartenausschnitt links mit dem ockerfarbenen Kreis ist heute mit Fichten aufgeforstet.

Das durch den blauen Pfeil (Abb. 70) gekennzeichnete Geländedreieck auf dem rechten Kartenausschnitt ist vor einigen Jahren bis zum heute nicht mehr sichtbaren westlichen Ende des Osterwalls am Weg (Abb. 70 rechts: braun-grün gepunktete Linie) weiter aufgeforstet worden. Die möglicherweise noch vorhandenen Wallrelikte sind, wie JESSEN (1937) schreibt, abgetragen und durch vielfaches Pflügen eingeebnet worden. Nach den Sturmschäden 1933/34 wurde diese Fläche vollständig gerodet und in Ackerland umgewandelt (Abb. 70, gelber Kreis auf dem rechten Kartenausschnitt aus dem Danewerk-Atlas).

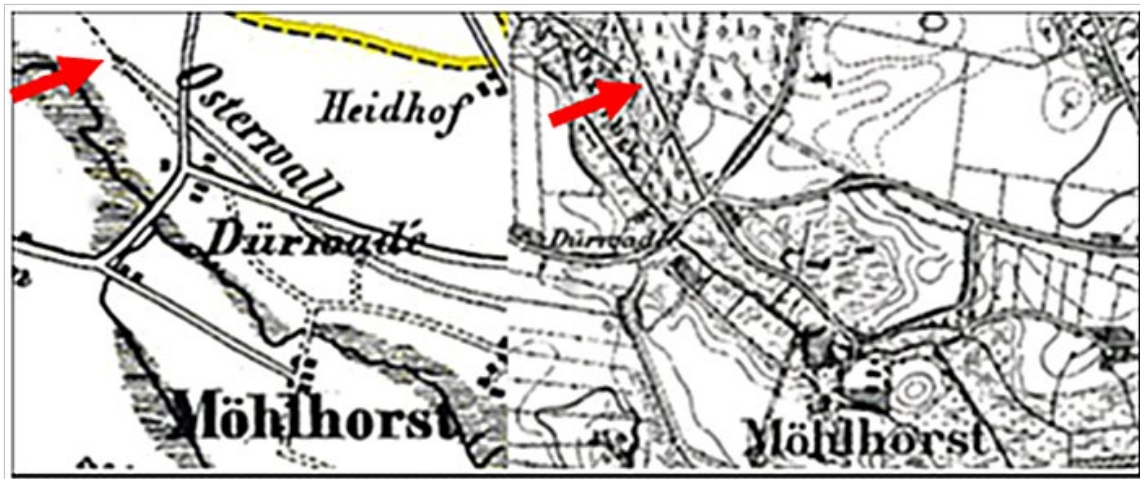


Abb. 71: Links: Ausschnitt aus der GEERZ-Karte vom Kriegsschauplatz von Schleswig, Section XI Eckernförde. Rechts: Ausschnitt aus der preuss. Landesaufnahme von 1877, Bl. 1524, Hütten mit dem westlichen Ende des Osterwalls. Der Wall endet am heutigen Waldweg am Anfang des Steilufers der Osterbek (Kartenausschnitte, Maßstab links: $\approx 1:18.500$, rechts: $\approx 1:20.200$).

Auf der Abb. 71 markieren rote Pfeile das westliche Ende des Osterwalls. Hier beginnt das Steilufer der Osterbek.

Das östliche Ende des Osterwalls ist nur noch auf Luftbildern als heller, nach Nordosten verlaufender Streifen auf der Ackerfläche westlich von dem nach Norden abbiegenden heutigen Noor-Wanderweg sichtbar. Auf dem linken Kartenausschnitt der folgenden Abb. 72 sind die bis in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts noch bestehende Felderteilung durch Knicks einschließlich der früheren Eisenbahntrasse als auch die Wegeführung zu erkennen. Der Osterwall verläuft hier parallel zu dem nach Norden einbiegenden Weg bis zur dessen Richtungsänderung des Weges nach Süden (Abb. 72, rot gestrichelte Linie), von weiter in nordöstlicher Richtung bis zum Ufer des Windebyer Noors. Die braun punktierte Linie auf dem rechten Kartenausschnitt deutet den ungefähren Verlauf des früheren Weges an. Der rote Pfeil zeigt auf den heutigen, zum Noorufer führenden Noor-Rundwanderweg.

Auf dem rechten Kartenausschnitt ist zu erkennen, dass schon vor mehr als 30 Jahren bei der Vermessung des Osterwalls für den Danewerk-Atlas die auf dem linken Kartenausschnitt noch sichtbaren Knicks bereits beseitigt, die Flächen zusammengelegt, und die Wegeführung geändert waren. Bei Begehungen der Fläche sind keine Wallrelikte mehr zu erkennen gewesen. Heute gehört die Fläche mit dem Ostende des Osterwalls zum Hof Frohsein. Im 18. Jahrhundert war Frohsein Teil des Gutsbezirks Windeby, heute Teil des Gemeindebezirks Kochendorf. Möglicherweise war der Osterwall die Grenze zwischen dem Gebiet des den Angeln zugeor-

ndeten Gut Schnaap, einer früheren Burg, und dem den slawischen Wenden (Windeby Ort der Wenden) gehörenden Siedlungsbereich Windeby.

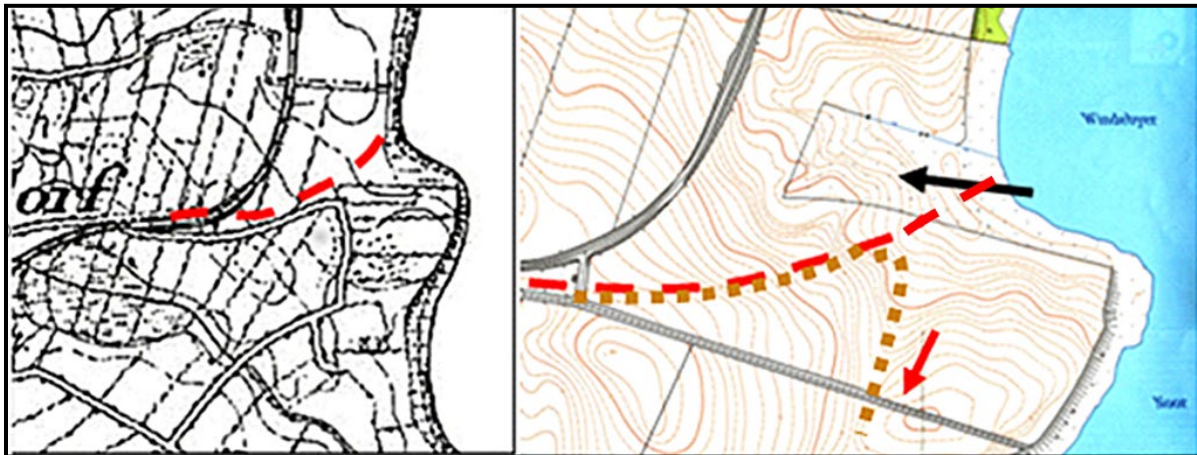


Abb. 72: Das Ostende des Osterwalls am Windebyer Noor: Links Ausschnitt aus der preuss. Landesaufnahme von 1877, Bl. 16, Kreis Eckernförde mit der Feldereinteilung durch Knicks (Maßstab: $\approx 1:15.700$). Rechts: Ausschnitt aus dem Danewerk-Atlas des Arch. LA S-H, Bl. 36, Osterwall (Maßstab: $\approx 1:7.500$). Die Knicks sind bereits beseitigt. Die Fläche (schwarzer Pfeil) ist vermoort. Die braun punktierte Linie entspricht ungefähr dem früheren Wegeverlauf entlang des Walles. Die rot gestrichelte Linie auf beiden Kartenausschnitten zeigt die Trasse des früheren Wallverlaufs bis zum Noorufer.

4.2.10 Ergebnis der Kartenauswertung

Topographische Karten beschreiben den Ist-Zustand einer Landschaft. MEJERS Karten entsprechen in Teilen bereits diesem Bild. Sie zeigen neben dem Ist-Zustand, dem Zeitgeist entsprechend, in Teilen auch ein Landschaftsbild, wie es einmal gewesen sein soll. Das betrifft auf seinen großmaßstäblichen Karten vor allem die Wälle des Danewerks, die MEJER als eine lückenlose, den unkontrollierten Zugang zum dänischen Königreich verhindernde Sperre abbildete. Um unterscheiden zu können, was auf den MEJER-Karten noch eine Abbildung der Wirklichkeit ist und was Interpretation historischer Informationen, was als Annahme, so muss es gewesen sein, zu beurteilen ist, wurden zwei Ausschnitte aus MEJERS „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (Abb. 29) mit der Darstellung der Danewerk-Wälle einer Genauigkeitsanalyse mit folgenden Untersuchungsschritten unterzogen: Bestimmung der wahren geographischen Nordrichtung durch Georeferenzierung, Feststellung des Ausgangs- oder Nullmeridians, vermutlich des Marco geografico auf der Azoren-Insel Corvo, sowie Berechnung der Lageabweichung der Orte auf der Mejer-Karte von den identischen Orten auf der Neukarte (TK 25). Sie beträgt im Mittel 15%.

Des Weiteren wurde die Funktion der Maßstabsleiste und der Randgraduierung analysiert. Die Abbildung einer Maßstabsleiste mit dem Maßstab einer „teutsch meilln“ oder „gemeinen deutschen Meile“ (Abb. 38), unterteilt in Ruten, erlaubt dem Kartenbetrachter die Messung von Entfernungen. Die Randgraduierung ist ebenfalls kein Zierelement mehr zur Ausschmückung des Kartenrandes, sondern sie ermöglicht mit der Grad- und Minuteneinteilung, die räumliche Lagebezogenheit von Landschaften und Orten zu erkennen. Insgesamt zeichnet sich MEJERS Karte durch eine für die damalige Zeit genaue, ausführliche und gut lesbare Geländedarstellung aus.

UNVERHAU (1988) hat in ihren Arbeiten über Mejers Darstellung des Danewerks auf dessen Unrichtigkeiten, Irrtümer und Verwechslungen bei Ortsnamen sowie von der realen Lage

abweichende Ortspositionen hingewiesen. Daher wurden die Karten späterer Kartographen des 18. Jahrhunderts bis heute mit der MEJER-Karte verglichen, um festzustellen, welche der Wall-Darstellungen von den späteren Kartographen übernommen wurden.

4.3 Ergebnis der bodenkundlichen Prospektion

Grabungsschnitte waren ebenso wenig vorzusehen wie das Ausheben von Schürfgruben zur Ermittlung von Bodenprofilen auf den unter Denkmal- und Grabungsschutz stehenden Verdachtsflächen. Daher beschränkte sich die Bodenuntersuchung auf die Auswertung von Bodenkarten und digitalen Daten der Bodenschätzung des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR). Bodenkundliche Untersuchungen an den Ost- und Westenden der Danewerk-Wälle wurden nur dort durchgeführt, wo ein Wall nachweislich geschleift und wo aufgrund schriftlicher oder kartographischer Quellen ein früherer Wallverlauf zu vermuten war.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf

- das Gelände des Kograbens zwischen dem Wallende am Heideweg in Kurburg und dem Wallknick, den Übergang vom Hauptwall zum Krummwall,
- das Gelände des Kurzen Kograbens auf dem NATO-Flugplatz Jagel,
- das Ost- und Westende des Osterwalls sowie
- Wallreste des Krummwalls im Ort Hollingstedt.

Bei Geländebegehungen zur Vorbereitung der Untersuchungen wurden die Verdachtsflächen nicht nur auf Relikte von Wällen bzw. Gräben überprüft, sondern auch die Veränderungen der Flächennutzungen durch Vergleich mit historischen Karten des 18. und 19. Jahrhunderts dokumentiert. Infolge der Flächenumwandlungen und der jahrhundertelangen intensiven Bodenbearbeitung konnten mögliche Relikte im Oberboden mit den Merkmalen eines früheren Walls oder eines Grabens eingeebnet und zerstört worden sein.

Bodenprofildaten der Bodenschätzung liegen von den Flächen im Raum Kurburg, im Raum Hollingstedt sowie von der Fläche am Windebyer Noor mit dem Ostende des Osterwalls vor. Von dem Gelände des Kurzen Kograbens auf dem NATO-Flugplatz Jagel fehlen die digitalen Bodenschätzungsdaten. Hier liegt nur eine Bodenkarte vor, auf der die Böden vor dem Bau des Flugplatzes dokumentiert sind. Allerdings konnten Karten mit den baulichen Veränderungen der letzten 40 Jahre ausgewertet werden.

Da vom Gelände mit dem westlichen Ende des Osterwalls im Raum Dürwade keine Bodenprofildaten vorlagen, führten Studenten des Instituts für Bodenkunde der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel eine bodenkundliche Kartierung durch, um den Profilaufbau des Bodens im ehemaligen Wallverlauf und im Bereich eines möglicherweise weitergehenden Wallverlaufs über das bis jetzt feststehende Wallende hinaus zu erheben.

Für den Nachweis der im Raum Hollingstedt aufgrund historischer und kartographischer Quellen vermuteten Wallrelikte wurden digitale Daten der Bodenschätzung und Georadartransekte ausgewertet.

4.3.1 Das westliche Ende des Kograbens

Im Holozän hat sich mit dem Abschmelzen des Eises das Urstromtal der Rheider Au gebildet, eine aus Schmelzwassersanden aufgebaute, geringfügig durch Senken und Mulden unterbrochene schiefe Ebene bis zur Treene. Vom Heideweg in Kurburg bis zur Treene fällt das Gelände um rund 20 m ab. Die folgende Abb. 73 verdeutlicht durch die starke Überhöhung der Höhenwerte das im Gelände nicht sichtbare, aber dennoch in Wirklichkeit ungleichmäßig verlaufende Oberflächenrelief. Das Ende des Kograbens am Heideweg in Kurburg markiert damit den Übergang von den trockeneren zu den nasserren Flächen.

Auf alten Karten ist die Fläche von Kurburg bis zur Treene als zusammenhängendes Moor dargestellt. Die Moorfläche wird im Norden begrenzt von der Geestrandlinie mit dem Haupt- und Krummwall, im Süden von der Linie der Landstraße L 39 zwischen Klein Rheide, Groß Rheide, Dörpstedt und im Osten vom Heideweg in Kurburg (Abb. 74).

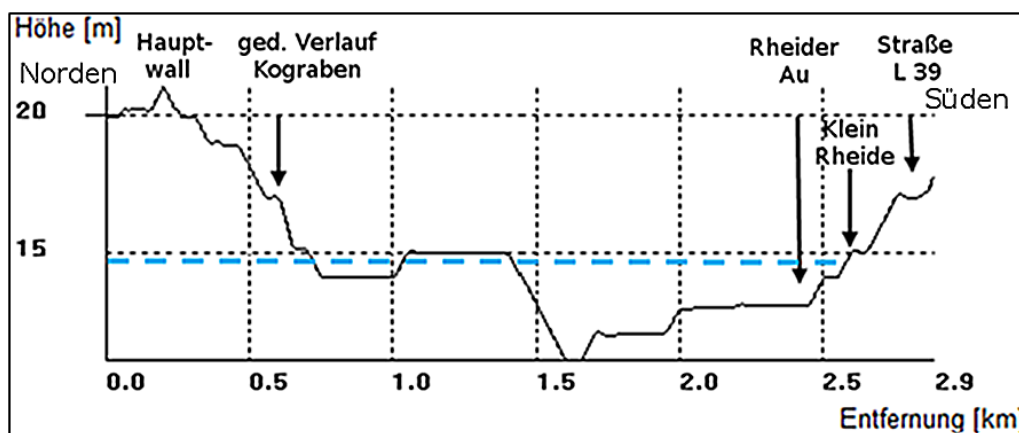


Abb. 73: Geländeschnitt aus der Karte TK 25 von Norden nach Süden durch das Urstromtal der Rheider Au in Höhe der Fläche 3 (Abb. 74), ca. 450 m westlich des Endpunktes des Kograbens am Heideweg. Der Anfangspunkt des Geländeschnitts ist unmittelbar nördlich des Hauptwalls, der Endpunkt am Südrand der Straße L 39 südwestlich der Ortschaft Klein Rheide. Die blau gestrichelte Linie entspricht der vermuteten Höhe des Grundwasserspiegels vor Beginn der Entwässerungsmaßnahmen.

Aus den anfangs trockeneren Sandersanden des Urstromtals entstanden zunächst Braunerden, die sich mit fortschreitender Versauerung und durch den Anstieg des Grundwasserspiegels bis nahe an die Geländeoberfläche zu Gley-Podsolen weiterentwickelten. Die Ursachen dafür waren ein kühleres und feuchteres Klima nach dem holozänen Klimaoptimum und die spätere Entwaldung zur Gewinnung von Nutzflächen.

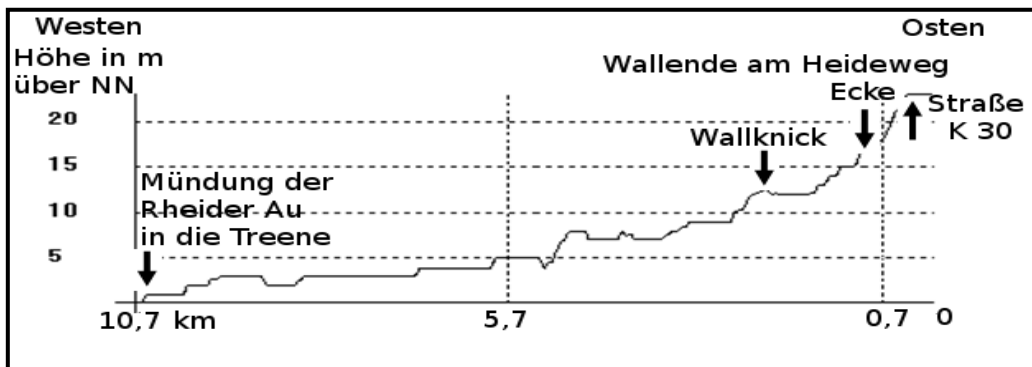


Abb. 74: Aus der Karte TK 25 übernommener Geländeschnitt von Osten nach Westen durch das Urstromtal der Rheider Au, der Richtung des Kograbens folgend: vom Kograbens an der Straße K 30 über das Wallende am Heideweg in Kurburg und den Wallknick bis zur Mündung der Rheider Au in die Treene. Die Überhöhung der Ordinate beträgt $\approx 1:560$.

Durch den Zufluss von Oberflächen- und Grundwasser aus den höher gelegenen Flächen im Osten (Abb. 74) und im Norden (Abb. 73) stieg der Grundwasserstand. In den Senken und Mulden entstanden Moorweiher und Niedermoores. Es ist nicht auszuschließen, dass sich auf den etwas höher gelegenen Flächen aufgrund jahreszeitlich bedingter Grundwasserschwankungen statt eines Niedermoores ein Moorgley und ein Anmoorgley entwickelt haben

Das Gelände zwischen dem Wallende am Heideweg in Kurburg und dem Wallknick, dem Übergang vom Hauptwall zum Krummwall, ist heute von grundwassernahen Sanderflächen mit wechselnden trockeneren und nassereren Flächen geprägt. Hier herrschen podsolierte Böden aus tonarmen, entkalkten und entbasten Sandersanden vor.

Alle Flächen sind heute in Wiesen und Ackerland umgewandelt, wobei die nassereren Flächen (Abb. 75, Flächen 4–7) heute als Dauergrünland genutzt werden. Durch die mit der Ansiedlung der Kolonisten begonnene Entwässerung der Flächen im 19. Jahrhundert und dem damit verbundenen Torfabbau wurden die Böden umgeformt.²¹ Die Entwässerung führte zur Ansiedlung sauerstoffliebender Pflanzen. Mit der zunehmenden Belüftung des Bodens nahm die Intensität der mikrobiologischen Prozesse zu, die einen Abbau der organischen Substanz im Oberboden zur Folge hatten (WIDMOSER, in GÖTTLICH 2004, S. 254 ff.). Dadurch nahmen der Humusgehalt und die Mächtigkeit des humosen Oberbodens ab. Der einstige Niedermooortorf vererdete zu einem Erdniedermoor (KVn/KVu, s. Abb. 75). Bei Humusgehalten unter 30 % im Oberboden entstand die Humusform Anmoor (Aa), die den Anmoorgley (Gm) prägt. Die Anmoorgleye wurden wiederum in Gley-Podsole (GG-PP) umgewandelt.

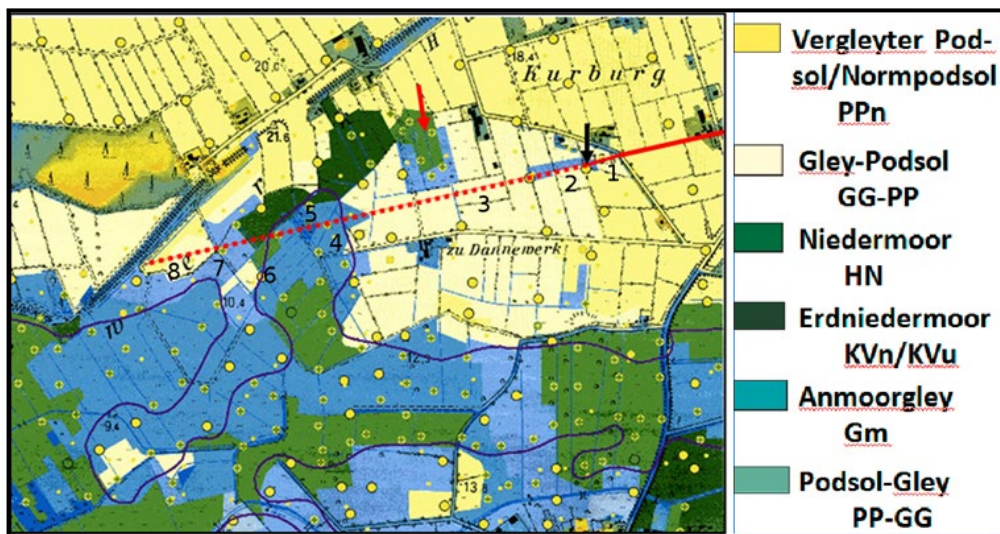


Abb. 75: Das Kograbens-Gelände mit Kennzeichnung der Bodentypen. Rote durchgehende Linie: sichtbarer Teil des Kograbens, gepunktete Linie: möglicher weiterer Verlauf. Der schwarze Pfeil weist auf das Ende des Kograbens am Heideweg in Kurburg, zugleich Ende des Denkmalbereichs. Der rote Pfeil zeigt auf eine der letzten Torfstichflächen. Die Zahlen unter der roten Kograbens-Linie entsprechen der Flächenbeschreibung der Abb. 75, Karte erweitert, Maßstab ≈ 1: 22.400, Quelle: Digitale Bodenkarte des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR 2011).

Die Beschreibung der Böden im vermuteten weiteren Verlauf des Kograbens vom Wallende am Heideweg in Richtung Wallknick erfolgt auf der Grundlage einer digitalen Bodenkarte des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und ländliche Räume (LLUR, Abb. 75).

²¹ Die Anlage und der Betrieb einer "Torfbahn" auf dem heutigen Weg "Am Schnepfennest" lässt die Entstehung eines Hochmoors auf einem Niedermoor möglich erscheinen. Bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts wurde Torf abgebaut. Eine der letzten Abbaufächen ist auf der Abb. 75 mit einem roten Pfeil gekennzeichnet.

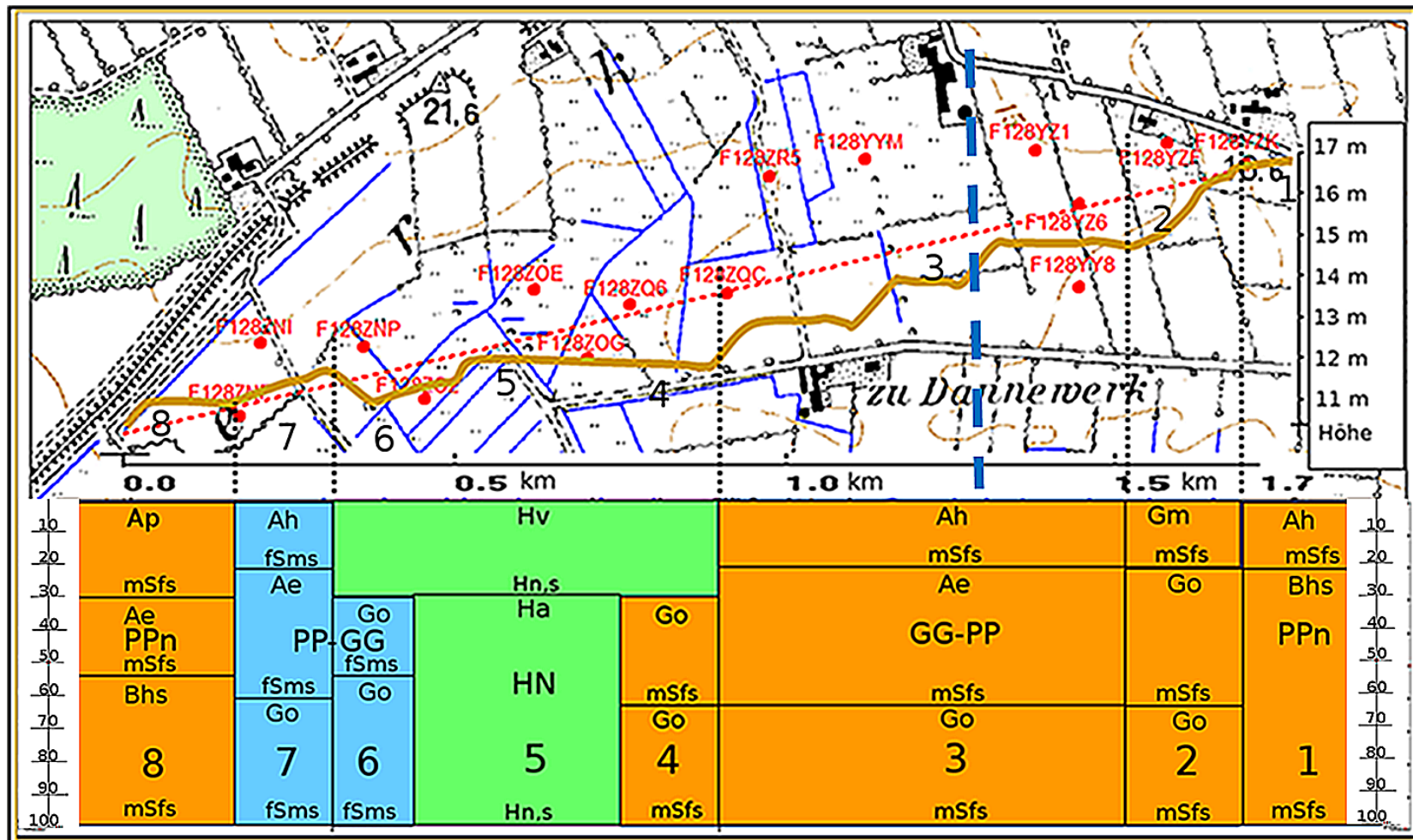


Abb. 76: Ausschnitt aus der TK 25 mit dem Kograbengebiet zwischen dem Wallende am Heideweg in Kurburg und dem Wallknick. Rot punktierte Linie: angenommene Verlängerung des Kograben. Rote Punkte: Grablochpunkte der Bodenschätzung. Braune Linie: Abbildung des Geländeprofiles von Ost nach West entlang der angenommenen Kograb-Trasse. Die blau gestrichelte Linie entspricht der Lage des Geländequerschnitts der Abb. 72. Angehängt an den Kartenausschnitt ist ein Transekt mit den Bodentypen, den Horizonten und Substraten. Die Transekte mit den Zahlen 1–8 entsprechen hinsichtlich ihrer Ausdehnung den Flächenbeschreibungen der Abb. 72 entlang der Kograb-Trasse (Karte erweitert, Maßstab $\approx 1: 8.800$, Quelle: Digitale Bodenkarte des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR 2011)).

Abb. 76, Fläche 1: Diese Fläche mit einem Norm-Podsol-Boden (PPn) erstreckt sich vom Wegeknicke am Heideweg mit einer Länge von etwa 110 m in westlicher Richtung bis zu einer künstlichen Begrenzung, gebildet von einem in Nord-Süd-Richtung verlaufenden Knick und einem Entwässerungsgraben. Auf dieser Strecke fällt das Gelände um nahezu einen halben Meter nach Westen ab, sodass nach ca. 100 m bereits ab 20 cm Tiefe der Bhs-Horizont durch Grundwasseranstieg in einen Go-Horizont übergeht. (Abb. 76, Fläche 2). Ein Weiterbau des Kograbens auf dieser Fläche wird aufgrund der Bodenverhältnisse keine Schwierigkeiten bereitet haben. Dass ein Weiterbau bis an die heutige westliche Flächengrenze begonnen wurde, belegen das Orthophoto mit der Grabensilhouette (Abb. 55), der Ausschnitt aus der Laserscan-Karte (Abb. 56) sowie das Grabenprofil der Grabung von ANDERSEN und MADSEN (1974), (Abb. 56).

Abb. 76, Fläche 2: Diese Fläche ist eine 100 m breite Wiese, die nach Westen in eine muldenartige, über diese Wiese hinausgehende Senke von etwa 200 m Länge und 50 m Breite übergeht. Die Bodenkarte (Abb. 75) weist einen Gley-Podsol (GG-PP) aus, das Bodenprofil des nächstgelegenen Bohrpunktes F128YZF (Abb. 76) nördlich der angenommenen Wallverlängerung einen Podsol-Gley (PP-GG). Der mittlere Teil der Wiese war vor einigen Jahren noch eine anmoorige Fläche, geprägt von Sauergräsern. Sie zeigten einen hohen Grundwasserstand an, sodass hier von einem Anmoorgley mit der Boden-Horizontfolge Aa-Go/ Gr auszugehen ist.²² Mittlerweile hat sich vermutlich durch Bodenbearbeitung und die trockenen Sommer ein Podsol-Gley entwickelt, da nur noch Süßgräser zu sehen sind.

Die Geländeoberfläche der Fläche 2 weist keine Veränderungen oder Störungen auf, die auf eine Fortsetzung eines Walls oder eines Grabens schließen lassen. Ein Weiterbau des Kograbens wäre sehr wahrscheinlich aufgrund des hohen Grundwasserstandes und des moorigen Bodens nur mit einer aufwendigen Stabilisierung des Untergrundes möglich gewesen. Plattformen aus Baumstämmen hätten das Fundament bilden können, und für den Wallaufbau hätte ein Sand-Torf-Gemisch sowie Rasen- oder Heidekrautsoden zur Stabilisierung verwendet werden können, wie es beispielsweise der Aufbau des Krummwalls an der früheren Schanze 19 erkennen lässt (ANDERSEN 1998, S. 37, Grabung 1992). Anzeichen für derartig aufwendige Baumaßnahmen fehlen auf dieser Fläche. Daher ist davon auszugehen, dass ein Weiterbau über die Fläche 1 hinaus nicht verfolgt wurde.

Abb. 76, Fläche 3: Die Fläche, die vor 70 Jahren noch auf sechs Bauernstellen aufgeteilt war (s. Kap. 4.1.14), wird heute nur noch von zwei landwirtschaftlichen Betrieben bewirtschaftet. Nach der Aufgabe von vier Höfen wurden Flächen zusammengelegt, Knicks beseitigt und Entwässerungsgräben eingeebnet. Nahezu die gesamte Fläche 3 nimmt ein Gley-Podsol (GG-PP) ein. Trotz des häufigen Pflügens ist die Geländeoberfläche in Verlängerung der Kograbenslinie hier immer noch auf einer Breite von ca. 20 m leicht muldenartig eingetieft und der Ap-Horizont schwarz und feucht.

Nach den wenigen vorliegenden Bodenprofilaten der Fläche 3 fängt der Go-Horizont erst bei -60 cm unter Geländeoberkante (GOK) an. Der Grundwasserschwankungsbereich liegt hier je nach der Jahreszeit zwischen -40 und -70 cm unter GOK, wie mehrere Bohrstockuntersuchungen gezeigt haben. Der im Vergleich zu den östlich (Beginn des Go-Horizontes -20 cm unter GOK) und westlich (Beginn des Go-Horizontes -30 cm unter GOK) anschließenden Flächen erheblich größere Schwankungsbereich des Grundwassers ist auf der Fläche 3 auf

²² Ein früherer flacher Teich (Moorweiher), mittlerweile verlandet.

Absenkungsmaßnahmen zur Gewinnung von Ackerland zurückzuführen. Ein heute zugeschütteter Teich unmittelbar nördlich der angenommenen Walltrasse des Kograbens, ca. 600 m westlich des Kograbenendes am Heideweg, hatte trotz der seit vielen Jahren andauernden Grundwasserabsenkung immer noch einen Wasserstand von fast 15 m über NN. Es ist davon auszugehen, dass auf der gesamten Fläche 3 der Grundwasserspiegel vor der Ansiedlung von Kolonisten teilweise bis an die Geländeoberfläche von 16 bis 17 m über NN reichte und so die Bildung eines Niedermoores (HN) ermöglichte (Abb. 73, blau gestrichelte Linie).

Abb. 76, Flächen 4–6: Die Flächen mit einem vererdeten Niedermoor (HN) werden nach Aussage der Grundeigentümer als Dauergrünland genutzt.

Abb. 76, Fläche 7: Die Fläche mit einem vererdeten Niedermoor (HN) wird als Dauergrünland genutzt. Der östliche Teil dieser Fläche ist noch dem Niedermoor zuzuordnen, wohingegen der Boden des westlichen Teils ein Podsol-Gley ist (PP-GG).

Abb. 76, Fläche 8: Der Boden am Endpunkt der angenommenen Kograben-Linie unmittelbar am Hauptwall ist ein Normpodsol (PPn). Die Fläche wird seit Jahrzehnten als Acker genutzt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass ein Weiterbau des Kograbens auf den Flächen 2–7 in Richtung des Wallknicks aufgrund des hohen Grundwasserstandes und der dadurch hervorgerufenen Vermoorung des Geländes nicht möglich war. Das Gelände südlich des Heideweges bis an die Nordränder von Klein Rheide und Groß Rheide war nicht begehbar. Anzeichen für eine Stabilisierung des Untergrundes durch Holzsubstruktionen und Aufschüttung von mineralischen Substraten, wie sie für den Hauptwall und den Krummwall nachweisbar sind, wurden nicht festgestellt. Daher ist davon auszugehen, dass eine Wallanlage in dem Bereich der Flächen 2–8 (Abb. 75 und 76) nicht existiert hat.

4.3.2 Der Kurze Kograben auf dem NATO-Flugplatz Jagel

Das Gelände des Kurzen Kograbens auf dem NATO-Flugplatz Jagel ist heute eine eingeebnete Fläche. Sie wird im Norden von einer Straße (Schleppstraße) und einem Komplex von Flugzeughallen und Gebäuden begrenzt, im Süden von der nördlichen, in Nordost-Südwest-Richtung verlaufenden Startbahn. Als von Kindt den Wall 1841 entdeckte, wurden die Flächen noch nicht landwirtschaftlich genutzt. Etwa 35 Jahre später war die westliche Hälfte des Kurzen Kograbens bereits zerstört und wurde als Ackerland genutzt, wie an der durch Knicks gegliederten Fläche zu sehen ist (Abb. 7, westlich des roten Pfeils),²³ wohingegen Wall und Graben bis zur Rheider Au noch erhalten waren (Abb. 6, Walllinie mit Querstrichen).

Seit dem Beginn des Flugplatzbaus 1935 bis in die heutige Zeit wurde der Boden des Kurzen Kograben-Geländes durch mehrfache Umbau- und Modernisierungsmaßnahmen verändert. Bereits bei dem Bau des Flugplatzes wurde die Rheider Au in Rohre unter die Erde verlegt und der Kurze Kograben zerstört, sodass bodenkundliche wie archäologische Untersuchungen nicht mehr durchgeführt werden konnten (JANKUHN 1937). Außerdem wurde das moorige Gelände beiderseits der Rheider Au durch Aufschüttungen trockengelegt. Ob sich hier ein Niedermoor (HN) gebildet hatte, ist nicht bekannt. Das Gelände ist heute von Gebäuden und einer Straße überbaut. Bodendaten der Reichsbodenschätzung liegen nicht vor.

²³ Die Gliederung des Geländes ist identisch mit dem Karteninhalt der "Königl. Preuss. Landes-Aufnahme von 1877. Herausgegeben 1879". Militärische Anlagen wie der NATO-Flugplatz Jagel wurden in den 60er- und 70er-Jahren des 20. Jahrhunderts aus Geheimhaltungsgründen nur in Militärkarten aufgenommen.

Der Boden des Geländes des Kurzen Kograben ist nach dem Ausschnitt aus der Geologischen Karte des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) ein aus Schmelzwassersanden entstandener Gley-Podsol (GG-PP) (Abb. 77). Bei dem Grabungsschnitt 10 a (Abb. 7) hat der Ausgräber unter dem Eluvialhorizont (Abb. 8, heller Streifen unter dem Ah-Horizont) einen Ortstein-Horizont (Bms) festgestellt (JANKUHN 1937, Abb. 38, S. 106). Nähere Angaben, u. a. zur Lagenmächtigkeit des Bms-Horizontes fehlen. Durch Überbauung, Überlagerung und Umlagerung wurde der Boden in diesem Bereich so verändert, dass keine Aussagen über Boden-eigenschaften und ihren Veränderungen durch den Bau des Kurzen Kograben möglich sind. Nicht ganz auszuschließen ist jedoch, dass dort, wo keine Erdbewegungen stattgefunden haben, kleine Teilstücke des Kurzen Kograben im Boden erhalten geblieben sind. Die Prospektion wurde daher nur mit dem Georadar durchgeführt.

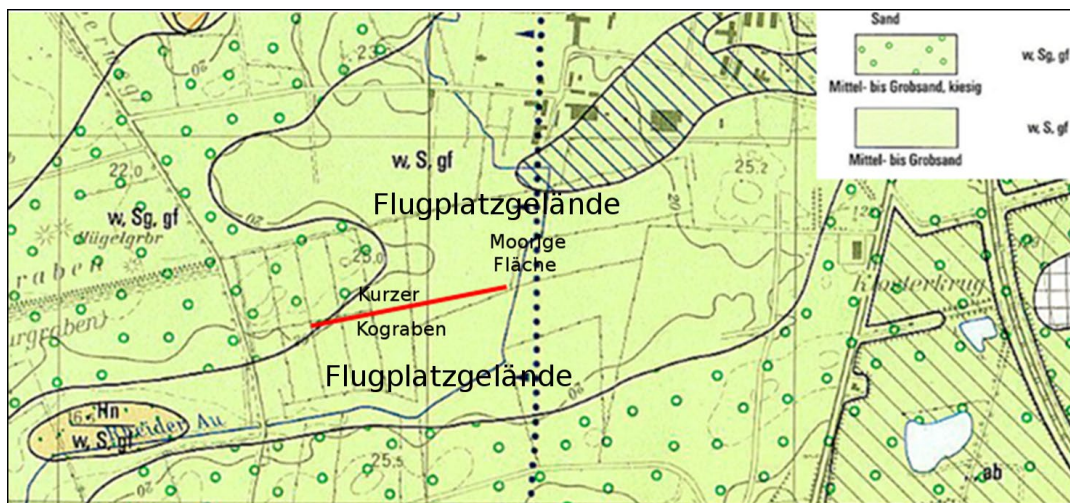


Abb. 77: Ausschnitt aus der geologischen Karte mit dem Flugplatzgelände Jagel und der Lage des Kurzen Kograben (rote Linie) (Karte erweitert, Maßstab $\approx 1: 19.000$, Quelle: geologische Karte des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und ländliche Räume (LLUR)).

4.3.3 Der Osterwall

Zwischen Eckernförde mit dem Windebyer Noor und der Großen Breite der Schlei bei Fleckeby erstreckt sich der Schnaaper Binnensander, eine in Ost-West-Richtung verlaufende, etwa 4 km lange und 2 km breite Sanderfläche. Vermutlich in einer frühen Phase der Weichseleiszeit entstand ein Gletscherzungenbecken zwischen der Großen Breite und dem Windebyer Noor, in das beim Abschmelzen des Inlandeises zwei Schmelzwassersandserien über dem Liegenden aus Geschiebemergel abgelagert wurden. Die Stratigraphie der Sanderflächen lässt zwei Schmelzwassersandserien erkennen, die über dem Liegenden aus Geschiebemergel bzw. Beckenablagerungen sedimentiert wurden (Abb. 77) (PRANGE 1989, S. 80).

Die Schmelzwassersande der älteren unteren Schichtserie wurden vermutlich beim Rückgang und Abschmelzen des Eises am Ende des Pommern-Stadiums (18.000–15.000 v. Chr.) in nahezu parallelen Schichtungen in Richtung der inneren Schlei auf dem Talboden abgelagert. Die obere Schmelzwasserserie wurde nach dem letzten Gletscher-Vorstoß der Weichseleiszeit, dem Fehmarn-Vorstoß, abgelagert (PRANGE 1989, S. 77) Mit dem Abschmelzen des weichseleiszeitlichen Inlandeises und dem folgenden Auftauen des gefrorenen Untergrundes entstanden Toteislöcher, wie der Große und der Kleine Schnaaper See sowie der Bültsee.

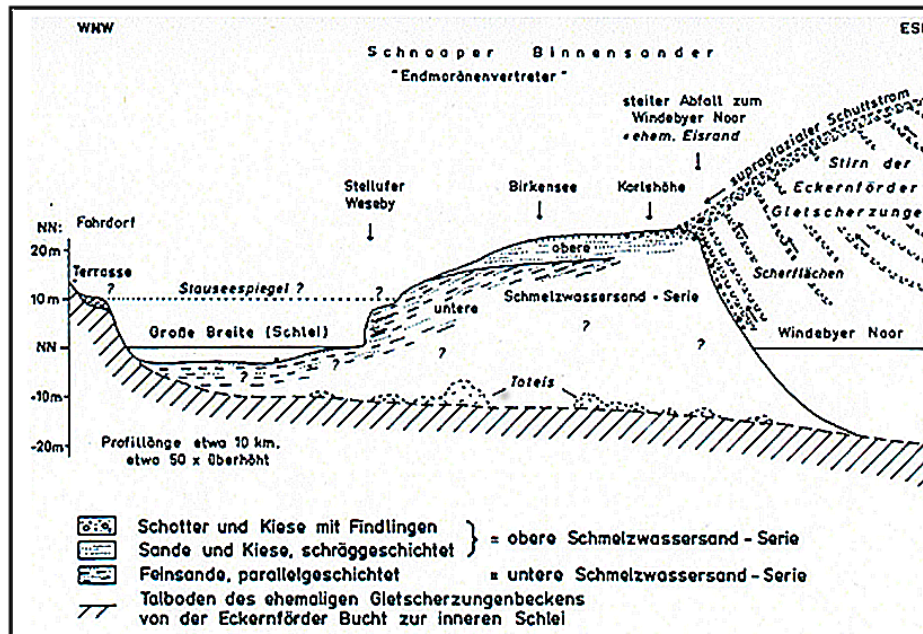


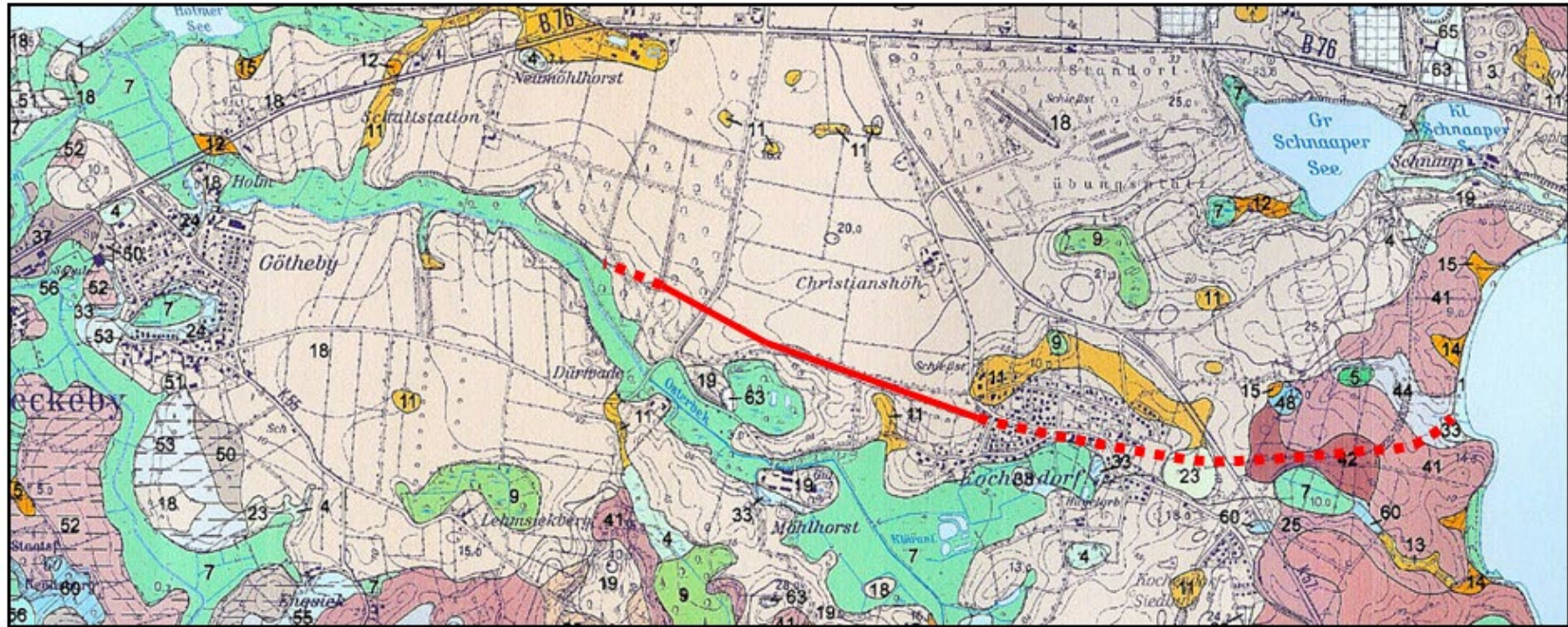
Abb. 78: Profil über die Entstehung des Schnaaper Binnensanders (schematisiert) ohne Berücksichtigung der Auswirkung des späteren Toteisschwunds auf das Relief (Bild und Bildunterschrift aus PRANGE 1989, S. 80).

Aus den Schmelzwassersanden entwickelten sich im Spätpleistozän und Holozän durch bodenbildende Prozesse unterschiedliche Bodentypen. Westlich von Kochendorf bis in den Raum Dürwade verläuft der Osterwall auf einem unregelmäßig flachkuppigen Gelände. Als Boden ist nach der Bodenkarte (Abb. 79, Flächenkennzahl 18) eine Braunerde aus Geschiebedecksand über Sandersand (BBn) verbreitet.

Östlich von Kochendorf quert der Osterwall eine Mulde (Abb. 79, Kennzahl 23), vermutlich ein früheres Toteisloch. Das Gelände fällt von 13 m auf 9 m ü. NN ab, um nach rund 200 m wieder auf 13 m ü. NN anzusteigen. Der Boden wird aufgrund des zeitweilig hohen Grundwasserspiegels als Gley-Podsol (GG-PP) aus Flugsand bis Geschiebedecksand oder Talsand, z. T. über Sandersand angesprochen. Im weiteren Verlauf des Osterwalls in Richtung Windebyer Noor ist der Osterwall zum Teil als Knick erhalten. Bis zur Abbiegung der ehemaligen Eisenbahntrasse nach Norden, heute der nach Gut Schnaap und Eckernförde führende Teil des Noor-Rundwanderweges (Abb. 14 und 16), findet sich als Boden eine Pseudogley-Parabraunerde aus Geschiebedecksand bis Geschiebedecklehm über Geschiebelehm (SS-LL) (Abb. 79, Kennzahl 42).

Pseudovergleyung tritt ein bei Staunässe mit Wassersättigung der Schrumpfrisse und Grobporen. Die Fe- und Mn-Oxide werden am Rand der Aggregate reduziert und diffundieren als Fe^{2+} -Ionen in das Aggregatinnere. Der dort noch eingeschlossene Sauerstoff führt wieder zur Oxidation, wodurch im Innern der Aggregate Rostflecken und Konkretionen entstehen.

Als Folge der Pseudovergleyung werden auch Nährstoffe in das Aggregatinnere und damit in den durchwurzelungsfernen, von Grobporen freien Bereich verlagert. Ostwärts von Kochendorf verläuft der Osterwall auf einem Südhang in Richtung Windebyer Noor, um dort in einem Bogen nach Nordosten kurz vor dem Ufer des Noors zu enden (Abb. 89). Auch das letzte Teilstück des Walls verläuft am Vorderhang. Allerdings ist hier der Wall vollständig zerstört und nur noch auf Luftbildern als heller Streifen erkennbar. Der Boden am Wallende ist als Parabraunerde aus Geschiebedecksand bis Geschiebedecklehm über Geschiebelehm kartiert (Abb. 79, Kennzahl 41).



- | | |
|--|--|
| <p> 18 Braunerde aus Geschiebedecksand über Sandersand BBn</p> <p> 42 Pseudogley-Parabraunerde aus Geschiebedecksand bis Geschiebedecklehm über Geschiebelehm, häufig über Geschiebemergel SS-LL</p> | <p> 23 Gley-Podsol aus Flugsand bis Geschiebedecksand über Talsand, z. T. über Sandersand GG-PP</p> <p> 41 Parabraunerde aus Geschiebedecksand bis Geschiebedecklehm über Geschiebelehm, häufig über Geschiebemergel</p> |
| <p> 7 Niedermoor aus Niedermoortorf HN</p> | |

Abb. 79: Bodenkarte der südlichen Hälfte des Schnaaper Binnensanders zwischen der Bundesstraße 76 im Norden und der Endmoräne mit vorgelagertem Sander im Süden, im Osten begrenzt vom Windebyer Noor, im Westen von den Ortschaften Götheby-Holm und Fleckeby. Die durchgezogene rote Linie gibt sichtbar den Verlauf des Osterwalls wieder, die gepunktete Linie die im Gelände nur in Teilen sichtbaren Strecken. (Karte erweitert, Maßstab $\approx 1:25.300$, Quelle: Bodenkarte des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und ländliche Räume – LLUR.)

Bei dem Vordringen der Gletscherzunge bis in das Windebyer Noor ist aus dem Liegenden auch Geschiebemergel in die Endmoräne am Eisrand aufgeschoben worden, der heutigen Fläche mit dem Ende des Ostwalls. Durch Verwitterung und Bodenbildung entstanden aus dem entkalkten Geschiebelehm Braunerden und Parabraunerden.

Geländebegehungen, Grabungsergebnisse sowie die bodenkundliche Befundlage beweisen eindeutig den noch in großen Teilen sichtbaren Verlauf des Osterwalls zwischen dem Windebyer Noor im Osten und dem Wallende im Raum Dürwade im Westen. Die Bodenverhältnisse haben an keiner Stelle des Geländes den Bau des Walls eingeschränkt.

4.3.3.1 Das westliche Ende des Osterwalls im Raum Dürwade

Das westliche Ende des Osterwalls im Wald bei Dürwade verläuft auf einer Schneise, deren Verlauf von Südost nach Nordwest ein leichtes Gefälle von ca. 1,6 % aufweist, das durch Schmelzwasser beim Abschmelzen des Eises entstand. Dabei wurden Sandmassen mit Schrägschichtung nicht nur nach Westen in Richtung der Großen Breite der Schlei, sondern auch nach Süden zur Osterbek hin abgelagert, sodass das Gelände auch von Nordosten nach Südwesten ein Gefälle aufweist.

Vermutlich wurde der Wall an einer natürlichen Geländeschwelle angelegt, die durch Abgrabung begradigt und deren Frontfläche abgeschrägt wurde. Vor dem Wall wurde, wie die Grabungsprofile einschließlich der Erläuterungen der Grabungen von ANDERSEN und MADSEN (1972) am Osterwall erkennen lassen, ein flacher Graben ausgehoben (ANDERSEN 1998, Planche 21). Aus dem abgegrabenen Material wie auch aus dem Bodenaushub des Grabens wurde der Wall aufgeschüttet. Der geradlinige Verlauf setzt sich vom Möhlhorster Weg nach Westen bis zum Wallende im Wald fort.

Abgrabung und großflächigerer Bodenaushub am südlichen Wallrand sind wahrscheinlich mit ursächlich für den Höhenunterschied zwischen den höher liegenden Flächen nördlich und den auffällig tieferliegenden Flächen südlich der gesamten Walltrasse westlich Kochendorf. Mögliche Wallreste wie Berme und Graben dürften hier durch Ackerbau verschliffen sein.

Unmittelbar nördlich der Walltrasse sind keine Veränderungen im Relief zu erkennen, die auf einen Erdaushub schließen lassen. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Fläche vor allem zwischen Kochendorf und dem Möhlhorster Weg beiderseits des Walls seit jeher gepflügt, der Wall durch Abpflügen verkleinert, und der Restwall zum Knick umgewandelt wurde.

Auf dem letzten noch sichtbaren Teilstück des Osterwalls im Wald von Dürwade wurde ein Großteil des Walles durch Abgraben vernichtet. Im Gelände ist nur noch ein sehr schmaler, etwa 10–50 cm hoher Wallstreifen am südlichen Rand der Schneise erhalten geblieben (Abb. 80, jAh-Horizont oberhalb der schwarzen Relieflinie). Am Ende der Walltrasse steht noch ein etwa 10 m langer Wallrest, der mit seiner Höhe von ungefähr 180 cm eine Andeutung der ursprünglichen Höhe erkennen lässt. (Abb. 57). Durch die Wallabgrabungen haben die Wallreste und die Schneise ein schwach welliges Relief erhalten (Abb. 80).

Unmittelbar hinter dem Wallrest endet der Wall wie abgeschnitten. Bereits bei der kartographischen Geländeaufnahme 1877 verlief hier der auch heute noch quer zur Wallrichtung verlaufende Knick (Königl. Preuss. Landes-Aufnahme 1877. Herausgg. 1879, Nachdruck LVerma S-H, Blatt 1524 Hütten). Jenseits des Knicks endete der Wall an einem Weg am

Beginn des Steilufers der Osterbek. Auch auf dieser an das Wallende angrenzenden Fläche wurde der letzte Teil des Walles durch Erdabgrabung und Einebnung zerstört. Seit 1934 ist diese Fläche Ackerland. ANDERSEN und MADSEN (1972) konnten mit einer Grabung den Wallverlauf bis zum Weg nachweisen. Unter der Geländeoberfläche waren noch deutliche Wallmerkmale erhalten geblieben, wie ein flaches Grabenprofil und Pfostensetzungen zeigten (ANDERSEN 1998, Planche 21, s. auch Abb. 80, gestrichelte braune Linie sowie Abb. 12 u. 13).

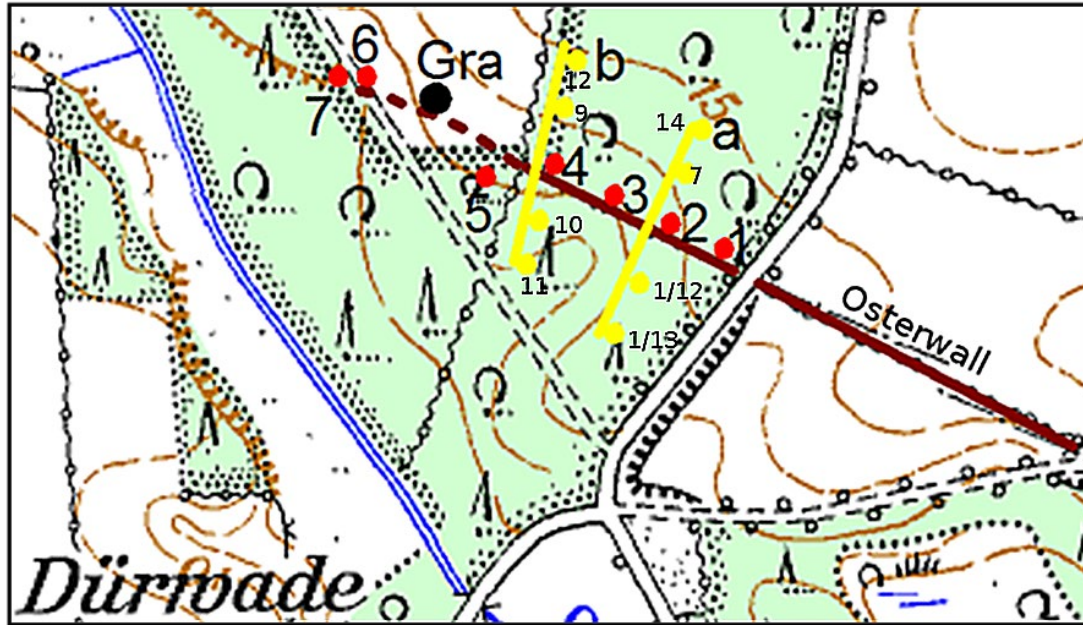


Abb. 80: Ausschnitt aus der TK 25 mit dem westlichen Ende des Osterwalls im Raum Dürwade (braune Linie). Braun gestrichelte Linie: Verlängerung des Kograbens bis zum Steilufer der Osterbek. Gra: Grabung ANDERSEN und MADSEN (1972). Die roten Punkte 1–4: Catena von vier Bohrpunkten auf dem Wallrest, Profildaten der Bohrpunkte 1–4 sowie Bohrpunkt 5 aus HEIBACH 2013, Anh. XXV. Catenen a und b (gelb): Gelbe Bohrpunkte nördlich des Osterwalls: aus HEIBACH 2013, Anh. XXVI und XXVII. Südlich des Osterwalls aus "Bodenkundlicher Kartierung WS 2012/13" (Lt. H. FLEIGE): Catena a: Protokoll Grp. 2, Bohrpunkte 1/12 und 1/13, ohne Seitenangabe, Catena b: Protokoll Grp. 1, Bohrpunkte 10 und 11, S. 23 und 24. Rote Punkte 6 und 7: Protokoll Grp. 3, Bohrpunkte 24 und 25, ohne Seitenangabe (Karte erweitert, Maßstab $\approx 1: 5.700$).

Die Böden des Schnaaper Binnensanders wurden von HEIBACH (2013) im Rahmen einer Magisterarbeit kartiert. Einen Schwerpunkt dieser Arbeit bildete die bodenkundliche Untersuchung des ungefähr 200 m langen westlichen Endes des Osterwalls. Auf diesem letzten sichtbaren Teilstück wurde auf dem Wallrest von Ost nach West eine Catena von vier Bohrpunkten zur Ermittlung der Bodeneigenschaften bis zu einer Tiefe von 300 cm angelegt (Abb. 80, rote Bohrpunkte 1–4), drei weitere Bohrungen unmittelbar westlich und östlich der Grabungsstelle von ANDERSEN und MADSEN (1972), (Abb. 80, Gra): Bohrpunkt 5 einige Meter südwestlich des Wallendes auf einer kleinen Aufforstungsfläche, die Bohrpunkte 6 und 7 am Weg in Höhe des Beginns des Steilufers (Abb. 80).

Inwieweit der Bau des Osterwalls die natürliche Bodenentwicklung des Oberbodens auf der Walltrasse verändert hat, wurde am Beispiel von zwei den Wall kreuzenden Catenen (Abb. 80, gelbe Catenen a und b) untersucht. Verglichen wurden die Bodeneigenschaften der Flächen nördlich und südlich des Osterwalls mit denen des Solums des Walls. Das Solum des Walls weist im Oberbodenhorizont der Bohrpunkte 1–4 unterschiedliche Horizontmächtigkeiten auf (Abb. 81). Bei den Bohrpunkten 1 und 2 liegen jAh-Horizonte von 80 cm Mächtigkeit vor, bei den Bohrpunkten 3 und 4 von 135 cm Mächtigkeit. Die unterschiedlichen Mächtigkeiten sind vor allem darauf zurückzuführen, dass von der östlichen Hälfte der Walltrasse offensichtlich

mehr Wallerde abgetragen wurde als von der westlichen Hälfte. Für diese Annahme sprechen die etwas höheren Wallrelikte mit Resten eines Aeh-Horizontes wie auch die am Wallende noch erhaltene Wallerhebung von ca. 10 m Länge und ca. 180 cm Höhe (Bohrpunkt 4).

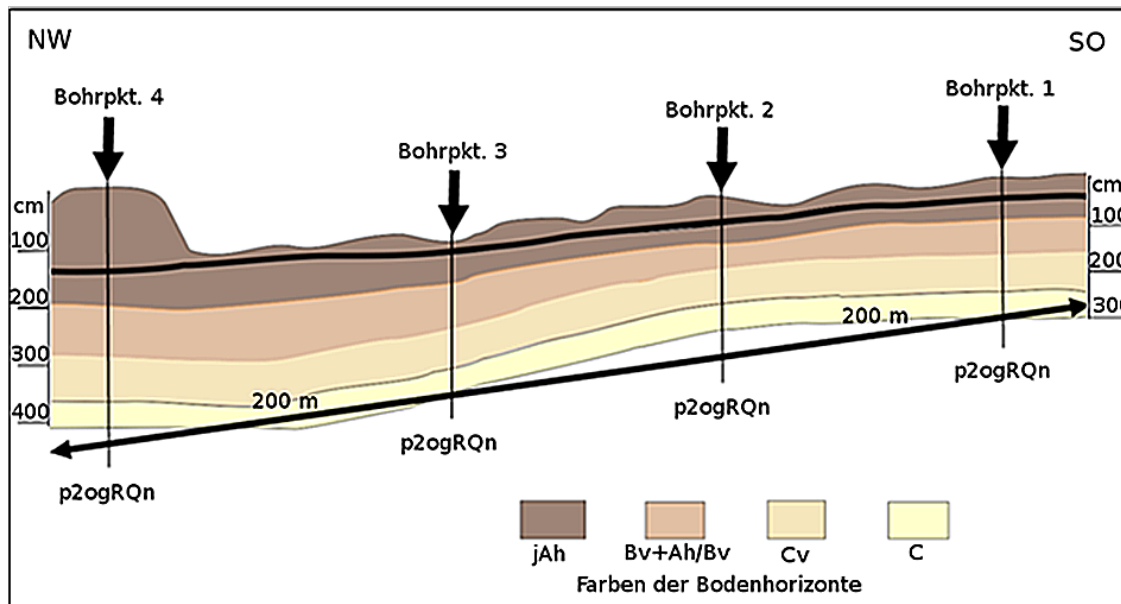
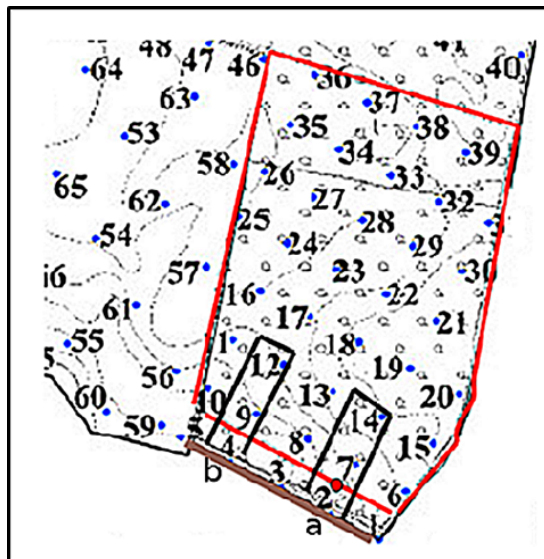


Abb. 81: Vereinfachte schematische Darstellung des Osterwall-Bodenprofils im Wald von Dürwade mit der angedeuteten Lage der Bohrpunkte 1–4 auf der Walltrasse nach HEIBACH (2013, S. 28). Die dicke schwarze Linie entspricht dem Relief der Schneise und stellt die Geländeoberfläche dar. Der Horizont über der Relieflinie ist ein jAh, der nur den sichtbaren Wallrest am südlichen Schneisenrand abbildet. Der darunterliegende jAh-Horizont stellt den Auflage-Horizont auf dem Bv-Horizont dar. Unter den Bohrpunktprofilen Bezeichnung des Bodentyps nach HEIBACH (2013) durchgängig Norm-Organoregosol, nach Verfasser Braunerde-Regosol (BB-RQ). Länge der Catena \approx 200 m. Die Maße der Bodenhorizontmächtigkeiten sind nur angedeutet (Quelle der Bodenprofilaten: HEIBACH 2013, Anh. XXV).

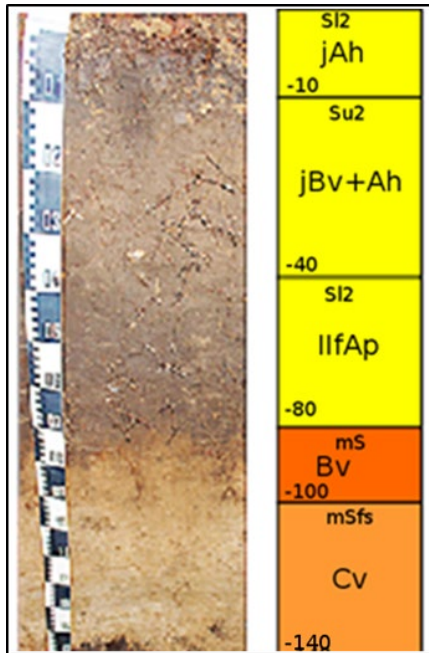


Die Mächtigkeit der Bv-Horizontwerte unterscheidet sich ebenfalls und schwankt zwischen 50 cm und 125 cm, da die Verwitterungstiefe durch den Zufluss von Hangwasser in Richtung Unterhang zunimmt. Das Bodenprofil des Walls entspricht nach HEIBACH (2013) einem Norm-Organoregosol. Der Verfasser beurteilt das Bodenprofil wegen des ausgeprägten Bv-Horizontes als einen Braunerde-Regosol (BB-RQ). Für den Vergleich wurde die mittlere Horizontmächtigkeit der Ah- und Bv-Horizonte aus den Profilen der nördlich der Walltrasse gelegenen Bohrstockeinschläge 6–39 (Abb. 82, rot eingerahmte Fläche) ermittelt (HEIBACH 2013, Anh. XXV–XXXIV) (Anlage 2).

Abb. 82: Erweiterter Ausschnitt aus der Karte "Bodenkundliche Kartierung des Schnaaper Binnensanders mit der Lage und Numerierung der Einschlüsse für die Rasterkartierung". Rot umrandete Fläche: Auswertung der Bodenhorizontdaten der ausgewählten Einschlüsse 6–39 für den Vergleich mit den Bodenhorizontdaten der Einschlüsse 1–4 auf der Walltrasse (dicke braune Linie). Schwarz umrandete Flächen: Catenen a und b. Roter Punkt in Catena a: Lage des "Leitprofils 4" (Abb. 83 und 84/Quelle: HEIBACH 2013, Abb. 6.13, S. 36, Maßstab: \approx 1:6.700).

Die Mächtigkeit der Ah-Horizonte schwankt zwischen 30 cm und 80 cm mit einem Mittelwert von 50 cm. Die Bv-Horizonte variieren in der Mächtigkeit zwischen 10 und 165 cm mit einem mittleren Wert von 60 cm. Die unterschiedliche Ah-Mächtigkeit ist weder auf anthropogene Aufschüttungen noch auf Abgrabungen zurückzuführen.

Das Gelände des Schnaaper Sanders im Bereich des Osterwalls wird als flachkuppig beschrieben (PRANGE 1989, S. 68). Ursache für die unterschiedliche Mächtigkeit der Ah- und Bv-Horizonte könnten Erosion der Kuppen und Ablagerung von Kolluvien (abgetragene Bodenteilchen) in den Senken in einer Zeit vor der Aufforstung gewesen sein, als die Fläche brach lag



oder als Acker genutzt wurde. Auch könnte Windwurf von Bäumen und Verfüllung der Wurzeltrichter zur Veränderung der Bodenhorizontmächtigkeit beigetragen haben. Die Bohrstockeinschläge 6–39 auf der rot eingerahmten Fläche der Abb. 82 zeigen durchgängig die Horizontkombination Ah-Bv-C, somit als Bodentyp eine Humusbraunerde (BBh) aus Sandersanden.

Unmittelbar am nördlichen Rand der Schneise bzw. der Walltrasse wurde zusätzlich zu den Bohrstockeinschlägen eine Profilgrube bis 140 cm unter GOK angelegt (Abb. 83), um festzustellen, ob im Bodenprofil anthropogene Eingriffe erkennbar sind, z. B. durch Tiefpflügen oder Umlagerung von Bodenmaterial durch Abtrag oder Auftrag (HEIBACH 2013, Leitprofil 4, Abb. 6.9, S. 28). Bereits die ersten 40 cm u. GOK sind ein Auftragsboden; die ersten 10 cm u. GOK ein stark humoser (h4) dunkelbrauner jAh-Horizont aus schwach lehmigem Sand (s12).

Abb. 83: Links: Foto HEIBACH 2013, Abb. 6.9, S. 28 mit der Abbildung des "Leitbodenprofils 4". Tiefe des Profils: 140 cm u. GOK. Rechts: Beschreibung des Leitbodenprofils, farblich gegliedert in die Bodenhorizontabfolge mit Bezeichnung der Bodenarten nach der Bodenkdl. Kartieranltg 2005, Abb. 17, S. 142 und Abb. 18, S. 149.

Es folgt bis 40 cm u. GOK ein gräulich-brauner Mischhorizont jBv+Ah aus schwach schluffigem Sand (Su2). Beide Horizonte werden von HEIBACH (2013) als umgelagertes Wallmaterial beurteilt – umgelagert bzw. im Gelände verteilt im zeitlichen Zusammenhang mit den von JESSEN (1937) um 1900 beobachteten Wallabtragungen.

Zwischen 40 bis 80 cm u. GOK erstreckt sich ein fossiler humoser Horizont, der von HEIBACH als Ap-Horizont angesprochen wird. Dieses wird jedoch bezweifelt, da die für einen Ap-Horizont typische Pflugsohle fehlt. Zudem ist eine Pflugtiefe von 40 cm unrealistisch. Vielmehr entspricht die Mächtigkeit dieses Horizontes der durchschnittlichen Mächtigkeit der Ah-Horizonte der Bohrstockeinschläge 6–39 der Fläche Abb. 82. Hier liegt somit ein fossiler Ah-Horizont (fAh) vor. Dem fAh-Horizont folgt bis 100 cm u. GOK ein rötlich brauner Bv-Horizont aus mittelsandigem Sandersand (mS), diesem bis zur Grabungstiefe von 140 cm u. GOK ein ockerfarbiger Cv-Horizont aus reinem, feinsandigen Mittelsand (mSfs). Der Boden dieses Leitprofils wird als "Humusbraunerde aus umgelagertem Osterwallmaterial aus Sandersand" beschrieben (HEIBACH 2013, S. 28).

Der Feststellung von HEIBACH (2013, S. 28), dass bei den Abgrabungen der Wallerde auf die nördlich vom Wall gelegenen Waldflächen Wallmaterial umgelagert wurde, wird nicht zugestimmt. Bei der von HEIBACH für die Zeit der Abgrabungen um 1900 datierten Umlagerung der

Wallerde muss es sich bereits um eine der ersten Bauphasen bei der Errichtung des Osterwalls gehandelt haben, wie die Auswertung der Abbildungen der Grabungsschnitte am Osterwall von ANDERSEN und MADSEN (in ANDERSEN 1998, Planche 21, 1 bis 4, s. a. Abb. 86 und 87) erkennen lässt.

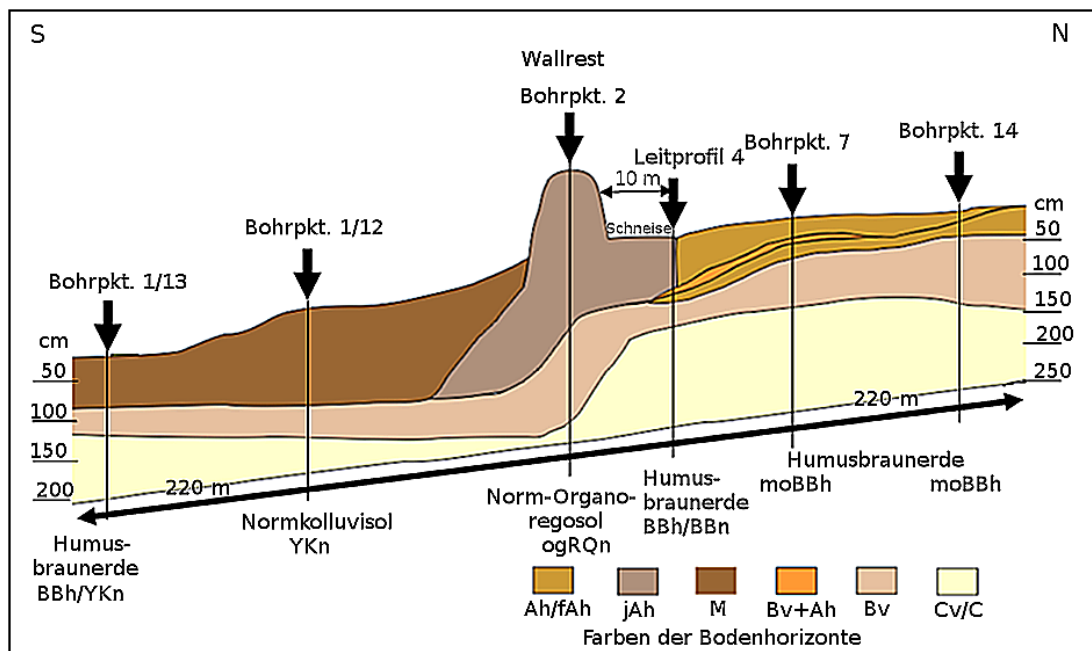


Abb. 84: Vereinfachte schematische Darstellung der 220 m langen Catena a mit farbiger Kennzeichnung der Bodenhorizonte: Die Bodenhorizontdaten der Bohrpunkte 14 und 7 entsprechen den mittleren Horizontdaten der Bohrstockeinschläge 6–39 (Abb. 82). Zwischen Bohrpunkt 7 und Leitprofil 4 liegt unter dem Ah-Horizont ein Bv+Ah-Horizont, darunter der fossile Ah-Horizont. Vom Leitprofil 4 bis zum Bohrpunkt 2 verläuft der ebene Auftragsboden jAh von ungefähr 10 m Breite über dem Bv+Ah- und dem fossilen Ah-Horizont. Zwischen Bohrpunkt 2 und 1/12 folgt ein schmaler Ah-Horizont, darunter ein 90 cm mächtiger M-Horizont, dessen Mächtigkeit bis zum Bohrpunkt 1/13 auf 40 cm absinkt. Entstehung des M-Horizontes: Verlagerung von Bodenmaterial (jAh-Horizont) durch Bodenbearbeitung, durch Abgrabung, Abspülung und Erosion des Walles (Quelle Bodenprofil-daten: HEIBACH 2013: Abb. 6.9, S. 28 (Leitprofil 4), sowie Anh. XXV, XXVI und XXVIII). Die Bodenprofil-daten 1/12 und 1/13 wurden im Rahmen einer bodenkundlichen Kartierung unter Leitung von H. FLEIGE bestimmt.

Im Bodenprofil des Bohrpunktes 2 (Abb. 84) beträgt die Mächtigkeit des Auftragsbodens (jAh) trotz der Abgrabungen immer noch 130 cm; dem folgt ein 70 cm mächtiger Bv-Horizont. Von dem Auftragsboden ist noch ein rund 40 cm hohes Wallrelikt am Südrand der Schneise als schmale Erhebung erhalten geblieben. Als Bodentyp liegt im Bohrpunkt 2 ein Braunerde-Regosol mit der Horizontabfolge jAh-Bv-Cv vor.

Südlich der Walltrasse fällt ein 90 cm mächtiger humoser (h3) Mineralbodenhorizont (M) aus umgelagertem Wallmaterial über einem fossilen Bv-Horizont auf (Abb. 84, Bohrpunkt 1/12). Die Umlagerung ist auf Erosion des Wallmaterials aus dem höher gelegenen Wallgelände und auf Verteilung durch jahrelange Bodenbearbeitung zurückzuführen. Weiter südlich beträgt die Mächtigkeit des Mineralbodenhorizontes nur noch 40 cm. Der Bodentyp südlich des Walls wird mit der Horizontfolge Ah-M-IIfBv-C als Normkolluvisol mit Übergang zur Humusbraunerde (YKn/BBh) beurteilt.

Der Bodentyp im Zuge der folgenden Catena b (Abb. 85) ist nördlich der Walltrasse mit den Bohrpunkten 12 und 9 m wie bei den Bohrpunkten der Catena a ebenfalls eine Humusbraunerde (moBBh). Auch hier erstreckt sich unter dem Ah-Horizont vom Bohrpunkt 12 bis zum Bohrpunkt 9 ein Bv+Ah-Horizont. Er endet am Nordrand der Schneise. Unter dem jAh-Horizont

vom Nordrand der Schneise bis zum Bohrpunkt 4 verläuft ein jBv+Ah-Horizont als Teil des Auftragsbodens. Der Bv-Horizont hingegen scheint in seinem Relief nicht verändert worden zu sein (Bodenprofilaten aus HEIBACH 2013, Anh. XXVI und XXVII).

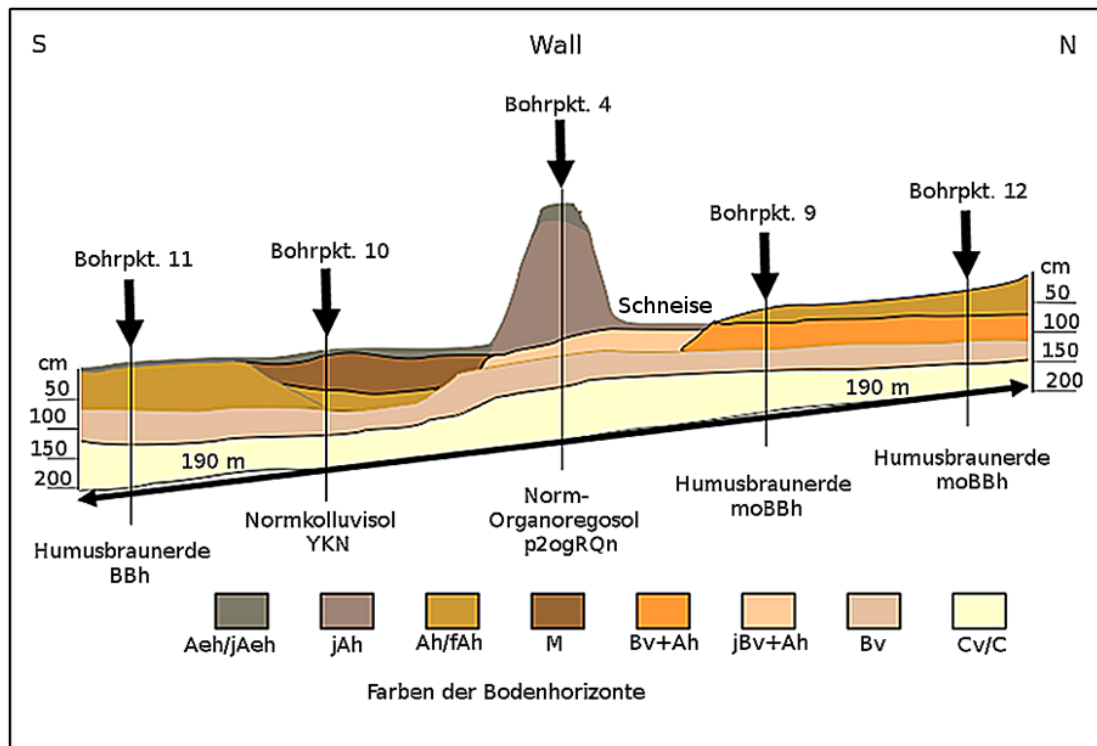
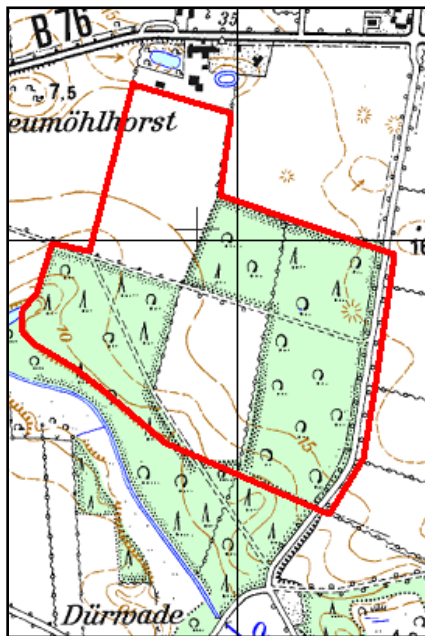


Abb. 85: Vereinfachte schematische Darstellung der 190 m langen Catena b (Bezug zu Abb. 79 und 81) mit farbiger Kennzeichnung der Bodenhorizonte, gebildet aus den Bohrpunkten 12 und 9 nördlich des Osterwalls, dem Bohrpunkt 4 auf dem Wall, sowie aus den Bohrpunkten 10 und 11 südlich des Osterwalls. Die Bodenhorizontdaten der Bohrpkte 12 und 9 entsprechen den mittleren Horizontdaten der Bohrstockeinschläge 6–39 (Abb. 81). Zwischen Bohrpunkt 9 und der Schneise liegt unter dem Ah-Horizont ein Bv+Ah-Mischhorizont, unter dem jAh-Horizont der Schneise und dem Bohrpunkt 4 ein jBv+Ah-Horizont. Durchgehend von Bohrpunkt 12 bis Bohrpunkt 11 ein Bv-Horizont. Unter den Bohrpunktprofilen: Bezeichnung des Bodentyps. Unter Bohrpunkt 4: Bodentyp nach HEIBACH (2013) Norm-Organoregosol (p2ogRQn), nach Verf. Braunerde-Regosol (BB-RQ) (Quelle: Bodenprofilaten der Bohrpunkte 12, 9, 4 aus HEIBACH 2013: Anh. XXV, XXVI und XXVIII). Die Bodenprofilaten 10 und 11 wurden im Rahmen einer bodenkundlichen Kartierung unter Leitung von H. FLEIGE bestimmt.

Bei Bohrpunkt 10, rund 20 m südlich des Bohrpunktes 4 (Walltrasse), hat der Mineralbodenhorizont (M) noch eine Mächtigkeit von 80 cm mit der Horizontfolge Aeh-M-fAh-Bv-Cv. Im Bohrpunkt 11, rund 80 m südlich Bohrpunkt 4, ist der Mineralbodenhorizont nicht mehr vorhanden. Hier findet sich unter einem schmalen Streifen eines Aeh-Horizontes ein 50 cm mächtiger Ah-R-Horizont, entstanden durch bodenmischende Meliorationsmaßnahmen. Bei allen Bohrpunkten südlich des Walls liegt eine Humusbraunerde (BBh) vor.

Die im Bodenprofil der Bohrpunkte 7 (Catena a/Abb. 84), und Bohrpunkt 9 (Catena b/Abb. 85) unter dem Ah-Horizont vorhandenen Bv+Ah-Horizontstreifen stellen keine Besonderheit dar. Eine überschlägige Überprüfung der gesamten von HEIBACH (2013) kartierten Fläche nördlich des Osterwalls (Abb. 86, rot umrahmter Flächenausschnitt) ergibt von den insgesamt 141 Bohrstockeinschlägen 90 Bodenprofile mit einem Bv+Ah-Horizont unter dem Ah/Ap-Horizont. Die Bv+Ah-Horizonte werden auf keine anthropogenen Einflüsse wie Tiefpflügen zurückgeführt, sondern auf Erosion aus dem Ah-Horizont. Die Mächtigkeit des Bv-Horizontes von 55 cm im Profil des Bohrpunktes 14 (Catena a/Abb. 84) stellt ebenfalls keine Besonderheit dar.

Von den 141 Bohreinschlägen, weisen 15 Bohreinschläge, weitab von der Walltrasse und der Geländeschwelle am Südrand der Schneise, einen Bv-Horizont von 50 und mehr cm auf. Deren Mächtigkeit wird auf Hangwasserzufluss in dem von leichten Senken und vom kuppigen Relief durchzogenen Gelände zurückgeführt.



Die Fläche südlich des Osterwalls mit den Bohrpunkten 1/12 und 1/13 (Catena a/Abb.84) sowie 10 und 11 (Catena b/Abb. 85) wurde bis zum großen Windbruch 1933/34 über viele Jahrzehnte, wahrscheinlich sogar Jahrhunderte, als Acker genutzt. Erst danach wurde die Fläche aufgeforstet. Die hier gemessenen mächtigen Mineralboden-Horizontwerte werden auf Abgrabung am Wallfuß, auf Abspülung und Erosion infolge von Nutzung der Ackerfläche bis hart an den Rand der Wallanlage (durch Abpflügen bis zum Knickrand, wie es bis zum Verbot üblich war) zurückgeführt. Insgesamt liegt auch hier Braunerde vor, in der Nähe des Walls geprägt von Kolluvien (Mineralboden-Horizonte).

Abb. 86: Ausschnitt aus der TK 25 mit der von Heibach (2013) kartierten Fläche des Schnaaper Sanders (rot eingerahmte Fläche: von

HEIBACH (2013) untersuchte Fläche, Abb. 4.1, S.9) (Maßstab 1:16.900).

Der Wallbau hat zu Veränderungen im Bodenprofil geführt. Die Veränderungen erstrecken sich im Wald von Dürwade auf einen Geländestreifen von etwa 10 m Breite und rund 200 m Länge, sowie auf die Fläche südlich des Wallverlaufs. Auf den Normbraunerde-Boden des nach Süden leicht abfallenden Reliefs wurde humoser Boden zu einer ebenen Fläche aufgetragen. Auf dieser ebenen Fläche wurde der Wall aufgeschüttet. Da nur der Oberboden, nicht jedoch der Unterboden mit dem Bv- und C-Horizont verändert wurde, liegt hier ein Bodenprofil mit der Horizontfolge jAh-fAh-Bv-C vor, der von HEIBACH (2013) als Norm-Organoregosol (p2ogRQn) bezeichnet wird, vom Verfasser wegen des Bv-Horizontes als ein Braunerde-Regosol (BB-RQ).

Die Abbildung des folgenden Grabungsschnitts vom westlichen Ende des Osterwalls von ANDERSEN und MADSEN (1972), (in ANDERSEN 1998, Planche 21/, 1 hier Abb. 87. u. 88) lassen ein Bauschema erkennen, das mit dem Wallaufbau im Wald von Dürwade identisch ist. Folgende Bauphasen werden aus der Abbildung des Grabungsschnitts abgeleitet:

- 1. Bauphase: Graben eines Pfostenlochs von 1,30–2 m Tiefe, angesetzt an der ursprünglichen GOK, des Horizontes 2 auf der Abb. 87.
- 2. Bauphase: Einsetzen eines Pfostens, dessen Länge nach der Abb. 88 vermutlich bis zur GOK des Horizontes 3 reicht. Der Pfosten hat somit eine Länge von $\approx 2,75$ m. Pfostensetzungsspuren über die GOK des Horizontes 3 hinaus bis zur GOK des späteren Oberbodens wurden nicht festgestellt. Da die Pfosten nicht im Abstand einiger weniger cm gesetzt wurden und keine Wand bildeten, sondern im Abstand von 180–200 cm gesetzt wurden, ist eine Funktion als Palisade, als zusätzliche Schutz- und Verstärkungsmaßnahme der Wallanlage auszuschließen. Daher wird als Zweck der Pfostensetzung die Stabilisierung und Sicherung des aufgeschütteten humosen Bodens aus Sand gegen Abrutschungen und Erosion angenommen. Ob Faschinen zur weiteren Abstützung des aufgeschütteten Bodens zwischen den einzelnen Pfostensetzungen eingebaut wurden, ist weder dem Grabungsschnitt noch den dazugehörigen Erläuterungen zu entnehmen, aber nicht auszuschließen.

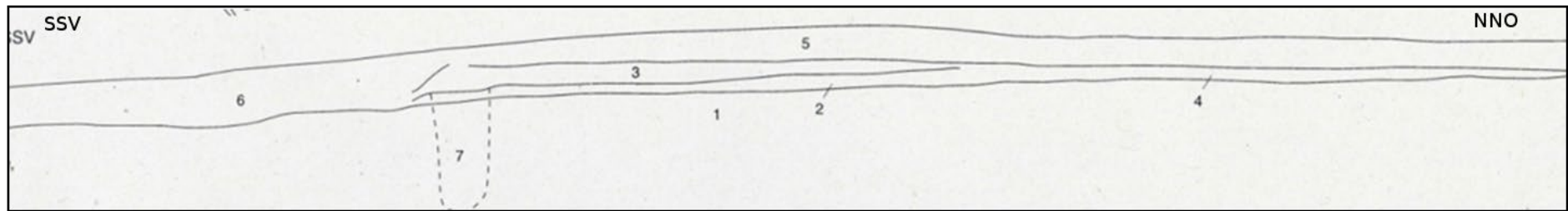


Abb. 87: Bodenprofil der Grabung am Osterwall, Dürwade, Profil A, mit der Bodenhorizontbeschreibung von ANDERSEN 1998, Planche 21,1:
 1 Gelber Sand, gewachsener Boden. 2 Schwarzbrauner Sand mit schwarzer Vegetationsschicht zuoberst, ursprüngliche Oberfläche. 3 Dunkler, braungrauer, gelbfleckiger Sand, Wallschichten. 4 Brauner Sand mit gelbbraunen Flecken. 5 Wechselnde Schichten aus Flugsand und Mutterboden, unterste Mutterbodenschicht mit Ziegel. 6 Schleifungsschichten, wie 3, jedoch dunkler und strukturloser. 7 Pfostenloch, Projektion.

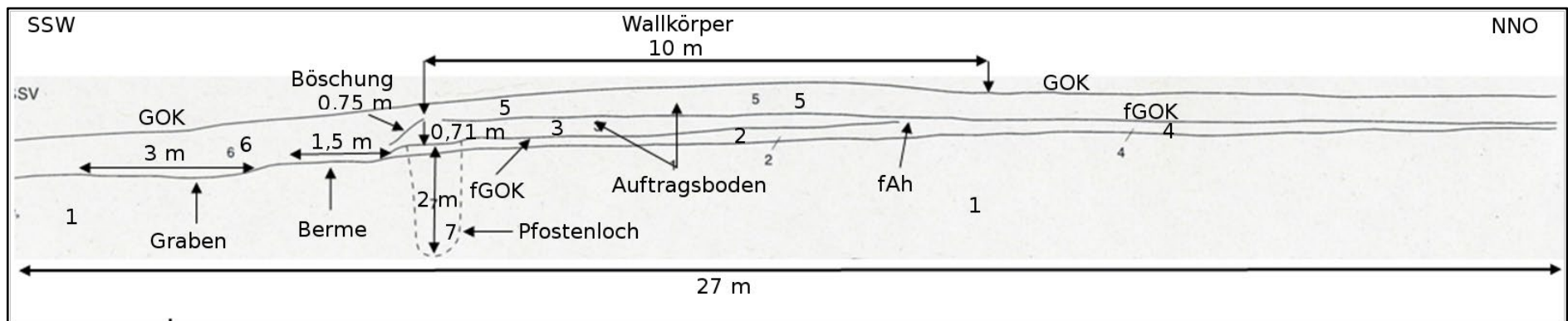


Abb. 88: Erweiterter Grabungsprofilschnitt (Querschnitt des Osterwalls, Profil A, Dürwade der Abb. 86 mit Maßangaben und Beschreibung der Bodenhorizonte. Horizont 1: Bv- und C-Horizont. Horizont 2: fossiler Ah-Horizont. Horizont 3: Bodenauftrag bis zu einer Mächtigkeit von 0,71 m zur Schaffung einer ebenen Fläche zum Ausgleich des Geländegefälles von 10 m Breite. Horizont 4: Ah+Bv. Horizont 5: verschliffener Wallauftragsboden aus Flugsand und Mutterboden. Umfang und genaue Lage des Ziegelschutts im Wallbereich sind nicht bekannt. Horizont 6: anthropogen umgelagertes Wallmaterial, M-Horizont. Horizont 7: Pfostenloch von 2 m Tiefe am südlichen Rand der späteren Wallaufschüttung. Das Pfostenloch ist vor der Aufschüttung angelegt worden.

- 3. Bauphase: Bodenauftrag auf einer Fläche von etwa 10 m Breite vermutlich bis zur Oberkante der Pfostensetzung zur Schaffung einer ebenen Fläche auf dem etwas abschüssigen Gelände, verbunden mit der Anschüttung einer Böschung vermutlich zur Abdeckung der Pfostensetzung (Abb. 88).
- 4. Bauphase: Aufschüttung des eigentlichen Walls. Nach den Maßen des Osterwalls der Grabung in Kochendorf (ANDERSEN 1998, Planche 21,4) hatte die Wallsohle eine Breite von ≈ 3 m. Die Höhe des Walls betrug $\approx 1,80$ m. Spuren von Pfostensetzungen einer Palisade auf der Wallkrone fehlen.

Wegen fehlender Untersuchungen der Wallstruktur ostwärts des Möhlhorster Weges kann nur vermutet werden, dass das auf den letzten 330 m des Osterwalls festgestellte Bauschema auch auf die gesamte westliche Hälfte des Osterwalls zwischen Kochendorf und dem Möhlhorster Weg übertragen werden kann.

4.3.3.2 Das östliche Ende des Osterwalls am Windebyer Noor

Die Bodenverhältnisse in der östlichen Hälfte des Osterwalls zwischen Kochendorf und dem Windebyer Noor unterscheiden sich von denen der westlichen Hälfte. Während in der westlichen Hälfte Braunerde der bestimmende Bodentyp ist, findet sich am östlichen Ende Pseudogley-Parabraunerde (SS-LL) und Parabraunerde (LL) aus Geschiebedecksand (Abb. 79).

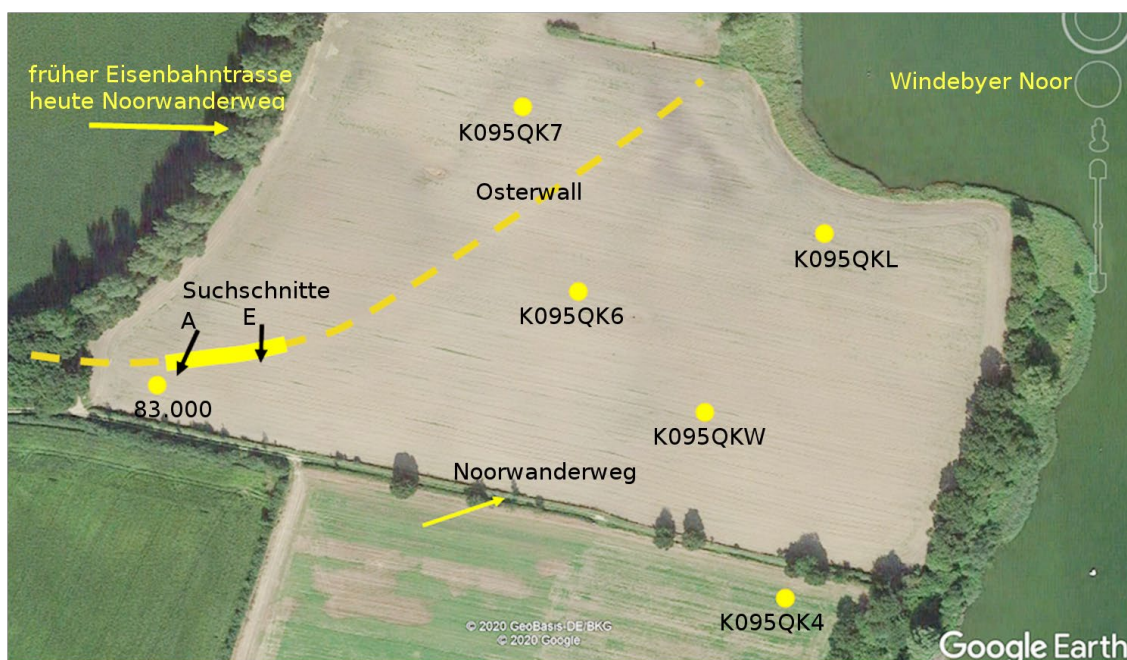


Abb. 89: Ausschnitt aus Google Earth Luftbildfoto mit dem Ostende des Osterwalls am Windebyer Noor. Luftbild erweitert: die fett gelb gestrichelte Linie entspricht der Walltrasse, hellgelb die Grabungsfläche mit den zwei Suchschnitten A und E von Andersen und Madsen von 1972). Für die Bestimmung der Bodenverhältnisse der Walltrasse wurden die Profilbeschreibungen der drei Bohrpunkte 83.000, K095QK6 und K095QK7 der digitalen Bodenschätzung des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) als ausreichend angesehen, obwohl die Bohrpunkte nicht in der Walltrasse liegen (Maßstab des Luftbildausschnitts $\approx 1: 3.400$).

Die Fläche mit dem Ostende des Osterwalls ist heute eine von Knicks befreite Fläche. Durch Flächenzusammenlegung und jahrzehntelange intensive landwirtschaftliche Nutzung wurden Wallrelikte und Knicks beseitigt und eingeebnet. Der frühere Wallverlauf ist auf Luftbildern immer noch als heller, allerdings stark verschliffener Streifen sichtbar. Auf der Abb. 89 wurde

der Wallverlauf als gelb gestrichelte Linie auf den hellen Wallstreifen aufgetragen. Obwohl die Bohrpunkte mit den Bodenprofildaten der digitalen Bodenschätzung nicht in unmittelbarer Nähe der Walltrasse liegen, wurden die Bodenverhältnisse als ungefähr übereinstimmend mit denen der Walltrasse angesehen und für die Beschreibung des Wallprofils übernommen.

Das Gelände fällt nach Nordosten in Richtung des Bohrpunktes K095QKL ab. Der Bohrpunkt 1 (83.000) der Catena (Abb. 90) liegt 15 m über NN, Bohrpunkt 2 (K095QK6) 7 m über NN und Bohrpunkt 3 (K095QK6) nur noch 3,5 m über NN. Der Endpunkt des Osterwalls am Noor liegt 1 m über NN. Die Grabungsstelle liegt noch auf dem höheren, ebenen Geländeteil.

Die Fläche mit dem östlichen Wallende am Windebyer Noor ist nach dem Kartenbild (Abb. 79, Flächenfarbe 41) vom Bodentyp her eine Normparabraunerde aus Geschiebedecksand bis Geschiebedecklehm über Geschiebelehm (LLn). Von der Umgehungsstraße östlich Kochendorf erstreckt sich beiderseits der früheren Eisenbahntrasse bis hinein in den Westteil der Untersuchungsfläche nach der Abb. 79, Flächenfarbe 42, ein Streifen Pseudogley-Parabraunerde-Boden (SS-LL).

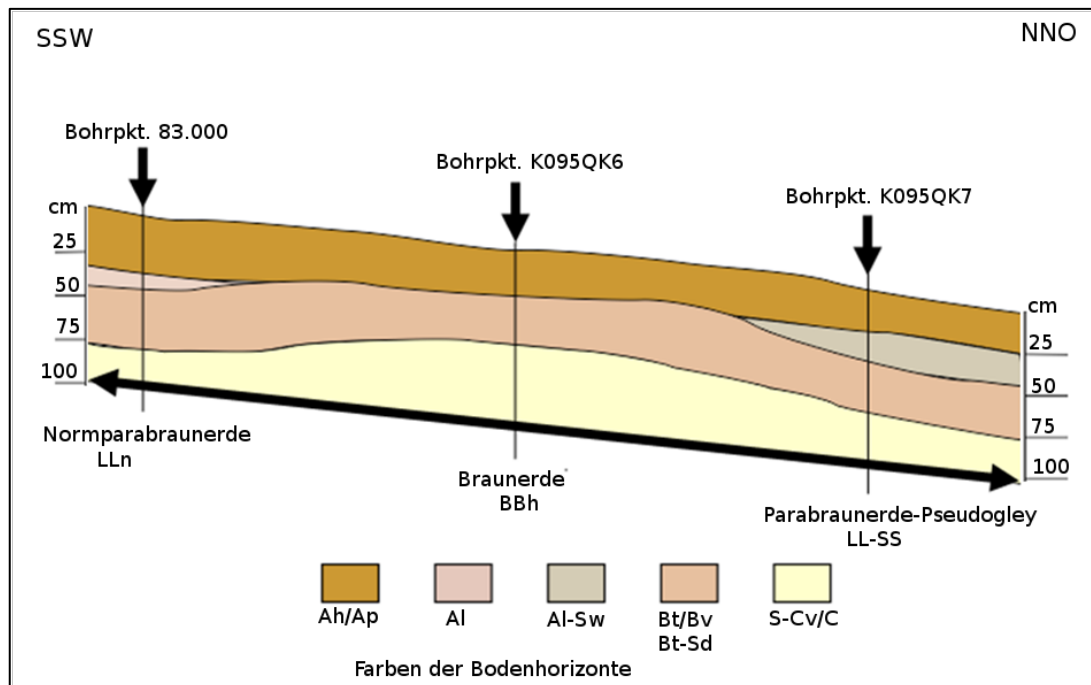


Abb. 90: Vereinfachte schematische Darstellung der 240 m langen Catena der Fläche mit dem Osterwallende am Windebyer Noor mit farbiger Kennzeichnung der Bodenhorizonte. Die Bodenhorizonte sind den Bodenprofildaten der digitalen Bodenschätzung des Landesamtes für Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR 2011) entnommen, gebildet aus den Bohrpunkten 83.000, K095QK6 und K095QK7, wobei die Bohrpunkte nur in der Nähe der Walltrasse liegen. Die Mächtigkeiten der Horizontprofile ist angedeutet. Bei Bohrpunkt K095QK7/Parabraunerde-Pseudogley ist die Horizontfolge Ah/Al-Sw/Bt-Sd/C.

Der Bohrpunkt 83.000 in der Zufahrt zu dieser Fläche (Abb. 90) weist bereits die typische Normparabraunerde-Horizontfolge mit den Horizonten Al und Bt unter dem Ah-Horizont (LLn) auf. In der Mitte der Fläche im Bereich des mittleren Bohrpunktes (Abb. 90, Bohrpunkt K095QK6) ist der Bodentyp eine Braunerde (BBn). Vermutlich wurden hier die nicht so bindungsstarken sandigen Bodenpartikel aufgrund der abfallenden Hanglage aus dem lehmig sandigen (Sl4) Oberboden der höheren Geländefläche durch Erosion auf die niedrigere Fläche verlagert. Der Boden am Wallende nahe dem Ufer des Windebyer Noors ist ein Parabraunerde-Pseudogley (LL-SS/Bohrpunkt K095QK7) mit der Horizontfolge Ap/Al-Sw/Bt (Sw: stauwasserleitender Mineralboden, Bt: durch Ton angereicherter Unterbodenhorizont).

Die Bodenverhältnisse am Windebyer Noor mit den Lehmsanden und Sandlehmen unterscheiden sich somit wesentlich von den Sandersanden westlich Kochendorf.

Die von ANDERSEN und MADSEN (1972) am Ostende des Osterwalls angelegte Grabungsfläche mit den Suchschnitten liegt ca. 300 m vom Windebyer Noor entfernt (Abb. 91). ANDERSEN (1998) beschreibt in seinem Kapitel 7. „Der Osterwall“ nur zwei von vier Grabungsschnitten (Abb. 91 und 92). Im Textteil zur Profilzeichnung des Profils A, Tafel 21,2 heißt es dort u. a: "der Knick 3 überlagert das Ganze" (ANDERSEN 1998, S. 264). Das "Ganze" bezieht sich auf das gesamte Profil A und bedeutet, dass der Suchschnitt A nicht nur im Schnittpunkt des Wallrelikts mit dem früheren Knick zwischen den früheren Koppeln 2 und 3 liegt (Kap. 2, Abb. 14), sondern Suchschnitt und Knick in ihrer Richtung identisch sind und sich überlagern.

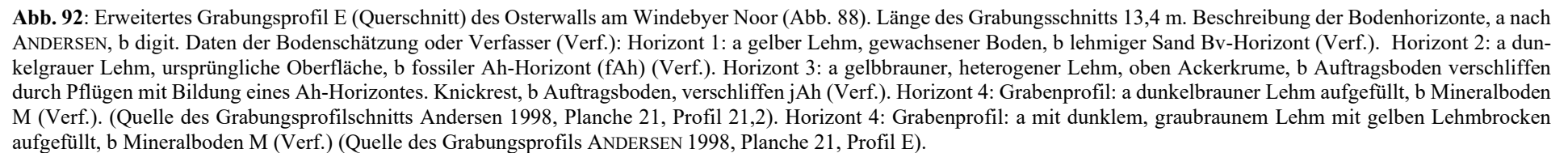
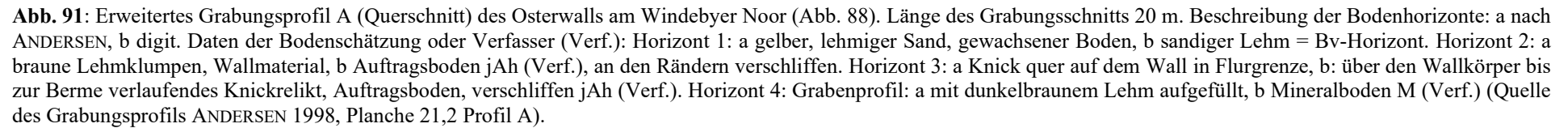
Beschreibung des Grabungsprofils des Schnittes A (Abb. 91/Planche 21,2) nach ANDERSEN (1998): Horizont 1 ist gewachsener Boden aus festem, gelbem, lehmigem Sand und entspricht dem Bv-Horizont. Der Horizont 2 besteht aus braunen Lehmklumpen, bezeichnet als Wallmaterial. Aufgrund des braunen Lehms liegt hier ein humoser Auftragsboden (jAh) vor. Der Horizont 3 ist beschrieben als „Knick quer auf dem Wall in Flurgrenze“, ohne die Bodenart anzugeben, wahrscheinlich ein Auftragsboden (jAh). Es wird vermutet, dass mit „Flurgrenze“ der Knick zwischen den Koppeln gemeint ist. Der früher parallel zum Wall verlaufende Weg wird als Flurgrenze ausgeschlossen. Die Grabenfüllung (Horizont 4) besteht aus dunklem, graubraunem Lehm. Ob die Grabenfüllung durch Erosion oder Einebnung entstand, ist unbekannt.

Zum Profil E (Abb. 92/Planche 21,3) schreibt ANDERSEN (1998, S. 264): „...Der Wall lag auf ursprünglicher Oberfläche 2 auf, und links schloss ein Knick das Profil ab“. Da in der Erläuterung zum Profil in Planche 21,3 E der Hinweis steht „Spiegelverkehrt“, wird angenommen, dass der die Koppeln 1 und 2 trennende Knick zwischen Wallkörper und Graben das Wallprofil schneidet (Kap. 2, Abb. 14). Dass der Knick das Grabenprofil 4 abschließt (Abb. 92), wird weniger für möglich gehalten.

ANDERSEN (1998) sieht im Wallaufbau des Osterwalls am Windebyer Noor einen anderen Walltyp. Ob seine Feststellung sich auf die Wallstruktur oder auf das Fehlen von Pfostensetzungen bezieht, ist seiner Beschreibung nicht zu entnehmen. Den Wallaufbau beurteilt er als einen einfachen Erdwall mit einem kleinen Graben am Fuß, den Wall in Dürwade bezeichnet er als Palisadenwall. Am Windebyer Noor wurde der Osterwall nach dem gleichen Bauprinzip wie im Raum Dürwade errichtet:

- 1. Bauphase: Schaffen einer ebenen Fläche von etwa 10 m Breite. Der Auftragsboden wurde bei den Profilen A und E auf ebene Flächen, den Horizonten 2 (Abb. 91 u. 92), aufgebracht.
- 2. Bauphase: Aufbau des Wallkörpers. Der Wallkörper hatte nach Jessen (1938) eine Breite zwischen 6,50 m und 7,60 m. Die Höhe des noch erhaltenen Wallstücks (Kap. 2, Abb. 14) betrug 1,50 m (JESSEN 1937, S. 108).

Bei dem Wallaufbau im Raum Dürwade standen die "Pfosten mit ihrer Breitseite zum Wall hin" (ANDERSEN 1998, S. 264). Das stützt die These, dass mit der Pfostensetzung der aufgeschüttete Sandboden stabilisiert werden sollte. Die Bodenverhältnisse am Windebyer Noor mit dem stark lehmigen Boden hingegen machten Pfostensetzungen zur Abstützung überflüssig, da lehmige Böden auch bei Aufschüttungen aufgrund der Dichte des Bodens bei eng aneinander liegenden Primärteilchen eine hohe Strukturstabilität besitzen und ein Auseinanderfallen der Aggregate sowie eine Erosion des Bodens erschweren.



Der Schnaaper Sander im Raum Dürwade ist durch Aufsedimentation von Schmelzwasser-sanden entstanden. Braunerde (BBh) ist hier der bestimmende Bodentyp mit einem humosen Oberboden (Ah-Horizont) und einem von Verbraunung geprägten Unterboden (Bv-Horizont). Bohrstockuntersuchungen ergaben Aeh-Horizonte, die aufzeigen, dass Braunerden im Wald-boden zur Podsolierung neigen.

Die Fläche am Windebyer Noor mit dem Ostende des Osterwalls wurde durch Eis zu einem Moränenwall aufgestaucht. Hier herrschen nährstoffreichere sandige Lehm Böden, Parabraunerden aus Geschiebedecksand vor. Kennzeichnend für Parabraunerden (LLn) ist der durch Tonverlagerung aufgehellte Al-Horizont unter dem Ah-Horizont und der durch Tonanrei-cherung geprägte Bt-Horizont. Die Tonverlagerung entsteht durch Humusabbau durch Humin-säuren im Oberboden.

4.3.4 Die Bodenverhältnisse in Hollingstedt

Die Ortschaft Hollingstedt an der Treene liegt mit großen Teilen auf einer saaleeiszeitlichen Moräne der Hohen Geest. Die Böden sind durch Lessivierung tonverarmt und tiefgründig entkalkt. Es haben sich Parabraunerden entwickelt, die noch etwas lehmig sind. Im Ort bildeten sich auf den hof- und hausnahen Flächen durch die Jahrhunderte währende intensive Boden-bearbeitung und organische Düngung Braunerde-Hortisole mit einem bis 80 cm mächtigen humosen Mischhorizont im Solum.

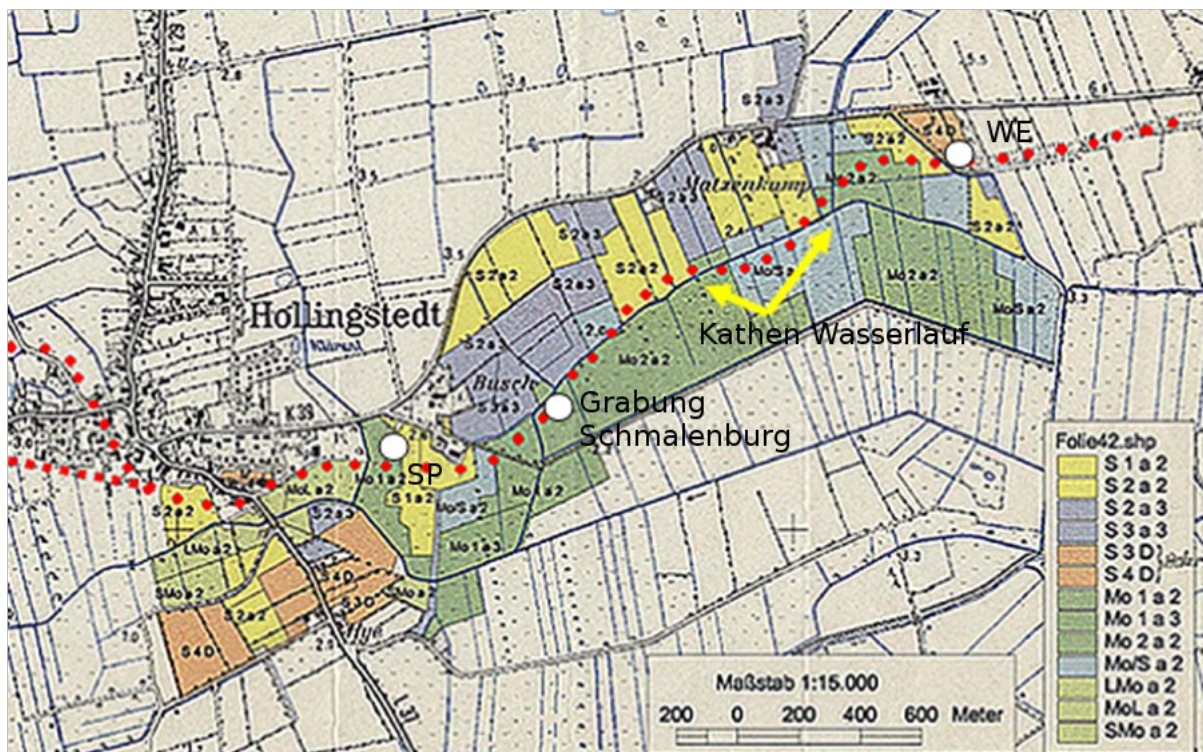
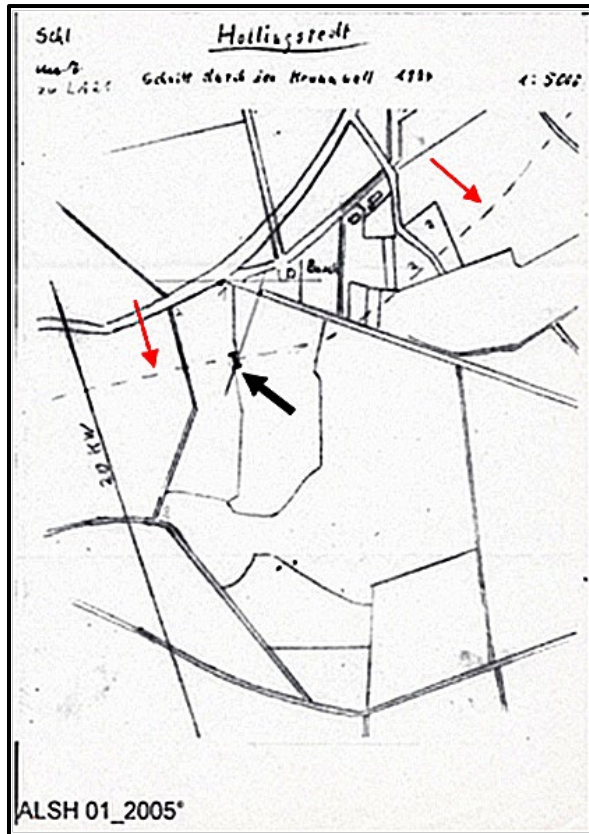


Abb. 93: Erweiterter Ausschnitt aus der Bodenschätzungskarte Hollingstedt mit der Bodenklassifizierung. Der Verlauf des Krummwalls als rot punktierte Linie vom Wallende (WE) über die Grabungsstelle Schmalenburg, über den Schnittpunkt des Krummwalls mit der Trasse der NATO-Pipeline (SP) entlang des östlichen und südlichen Ortsrandes mit der Abzweigung der nördlichen Umwallung. Die gelben Pfeile weisen auf den Kathen Wasserlauf (Maßstab $\approx 1: 24.400$).

Ausgehend vom heutigen Wallende (weißer Punkt WE) bei Achterwall/Matzenkamp verläuft der Wall (Abb. 93, rot punktierte Linie) nördlich des Kathen Wasserlaufs fast durchgehend auf

den sandigen Böden der Niederen Geest (S2a2/gelbe und blaue Flächen), südlich des Kathen Wasserlaufs auf Böden vererdeter Niedermoorflächen (Mo2a2/grüne Flächen), am Ortsrand bis zur Straße L 37 (Hollingstedt-Dörpstedt) auf leicht lehmigen, sandigen Böden der saaleeiszeitlichen Hohen Geest (MoLa2/hellgrüne Fläche).

Nach dem Luftbild der Abb. 61 verläuft der Krummwall von der Grabungsstelle Schmalenburg in südwestlicher Richtung bis zum Gemeindeweg Kollemoorsdamm, dreht dort nach Westen,



durchquert ein Hofgelände und läuft in nord-nordwestlicher Richtung auf den Sportplatz zu. Einen weiteren Hinweis auf den Verlauf in Richtung Sportplatz liefert eine Skizze vom Schnittpunkt der NATO-Pipeline mit dem Krummwall (522590 E 6034302 N). Das zugehörige Profil ist verschollen, der Schnittpunkt markiert (Abb. 94, schwarzer Pfeil). LOEWE (1998, S. 141) berichtet, dass beim Bau der NATO-Pipeline 1974 „der Unterbau des Walls auf 17 m Breite beobachtet werden konnte“. Eine hölzerne Wallunterkonstruktion, die sowohl im Hauptwall wie auch im Krummwall bis zur Grabungsfläche Schmalenburg nachgewiesen werden konnte, wird von ihr nicht erwähnt. Ihre den Wallverlauf wiedergebende gestrichelte Linie (Abb. 94, rote Pfeile) ist vermutlich nur eine skizzenhafte Darstellung, die dem von JANKUHN (1937) vermuteten Wallverlauf folgt. Der Boden der Fläche mit dem Schnittpunkt Krummwall-NATO-Pipeline ist ein Gley (GG).

Abb. 94: Skizze von LOEWE (1974) mit dem Schnittpunkt der NATO-Pipeline mit dem Krummwall (schwarzer Pfeil). Krummwalltrasse (rote Pfeile), gestrichelte schwarze Linie (Skizze genordet, Maßstab $\approx 1: 8.700$).

Für die Bestimmung der Bodenverhältnisse am östlichen Ortsrand liegen mit Ausnahme der Beschreibung der in Nord-Süd-Richtung angelegten Grabung unmittelbar nordöstlich des früheren Mühlenstandortes am „Mühlenweg“ nur spärliche Angaben über das Bodenprofil vor. JANKUHN (1937, S. 125, Abb. 58) hatte hier aufgrund von Hinweisen aus der Bevölkerung mit einem Profilschnitt ein aus zwei Bauphasen bestehendes Grabenprofil freigelegt, das auf einen in Ost-West-Richtung verlaufenden Wallzug schließen lässt. Sein Bericht gibt das Grabenprofil wieder. Eine bodensystematische Beschreibung der Horizontfolgen des Bodentyps fehlt, ebenso Daten der staatlichen Bodenschätzung.

Sowohl mit dem Bohrstock ermittelte Bodenhorizontdaten als auch Bodenprofildaten der digitalen Bodenschätzung lagen somit für diese Fläche nicht vor. Der Boden der Grabungsstelle von JANKUHN (1937) ist nach der Bodenschätzungskarte von Hollingstedt (Abb. 93) ein Braunerde-Hortisol (BB-YO) mit einem ausgeprägten humosen Oberbodenhorizont über dem ursprünglichen Bodentyp Braunerde (BB). Die Fläche dieses Bodentyps erstreckt sich als schmaler Streifen entlang dem Mühlenweg bis an die Straße Schlott. Der Nordrand der Grabungsstelle grenzt an eine Senke aus moorig-lehmigem Sedimentboden (Mola2).



Abb. 95: Trasse des Krummwalls zwischen der Grabungsfläche Schmalenburg und dem Kreuzungspunkt der Straße Schlott (L 27) in Hollingstedt mit dem Krummwall. Die fett hellgelb gestrichelte Linie entspricht der Walltrasse nach der Laserscan-Karte (Abb. 62). Für die Bestimmung der Bodenverhältnisse entlang der Walltrasse wurde die Profilbeschreibung des in der Nähe des Schnittpunktes mit der NATO-Pipeline liegenden Bohrpunktes F12CT7K (507941) der digitalen Bodenschätzung des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) herangezogen (Grundlage: Google Earth GeoBasis-DE BKG. Maßstab des Luftbildausschnitts $\approx 1: 5.200$).

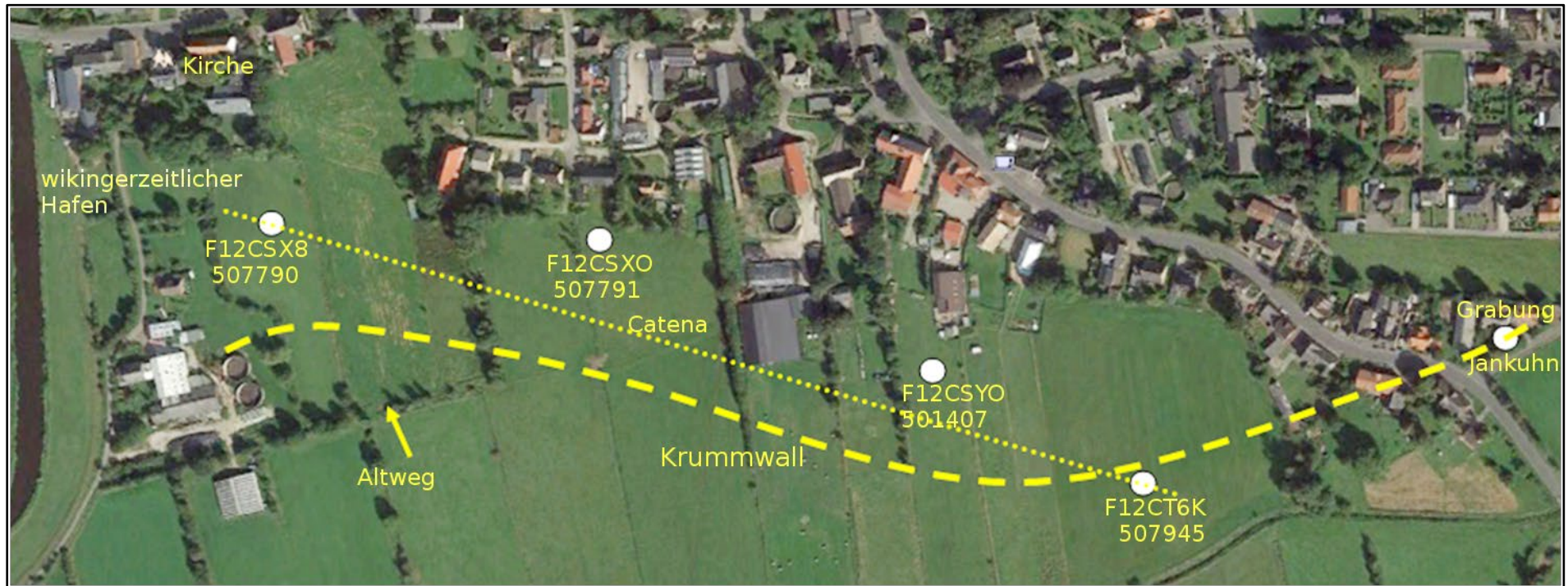


Abb. 96: Trasse des Krummwalls am Südrand von Hollingstedt zwischen dem Schnittpunkt der Straße Schlott (L 27) mit dem Krummwall und dem Endpunkt am Hof Hagge-Nissen. Die fett hellgelb gestrichelte Linie entspricht der Walltrasse nach der Laserscan-Karte (Abb. 62). Die Pfeile weisen auf einen Altweg, den Jankuhn (1937) und Loewe (1998) als Wallrelikt angesehen haben. Für die Bestimmung der Bodenverhältnisse im Bereich der Walltrasse wurden die Profilbeschreibungen der an und auf der Walltrasse liegenden Bohrpunkte der digitalen Bodenschätzung des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) herangezogen. Die Böden südlich der Wall-Linie sind durchgängig Gley (GG) einschließlich des Bohrpunkts F12CT6K und F12CSXB nördlich Hof Hagge-Nissen. Ungefähr in Höhe des Bohrpunkts F12CSXO, ein Regosol RQn, beginnt die Abzweigung der Nordumwallung, im Ort heute nicht mehr nachweisbar (Grundlage: Google Earth GeoBasis-DE BKG, Maßstab des Luftbildausschnitts $\approx 1: 4.100$).

Im Grabungsschnitt wurde nach der Beschreibung von JANKUHN (1937) als untere Schicht eine Reisigauflage festgestellt, vermutlich zur Stabilisierung des sandigen Wallauftrags (Abb. 22).

Die Straße Mühlenweg, zugleich auch Fortsetzung des Krummwalls, grenzt mit dem ostwärtigen Rand an ein aus sandig-lehmigen Sedimenten bestehendes vererdetes Niedermoor. Südlich der Straße Schlott verläuft der Krummwall auf einem Gley aus feinsandigem Mittelsand (GG/mSfs).

Das Gelände am Südrand von Hollingstedt ist von Entwässerungsgräben durchschnitten, die zum Schlippen Wasserlauf hin entwässern. Die Flächen werden als Wiesen und Viehweiden genutzt. Südlich der Hofanlage Hagge-Nissen endet am Treene-Deich ein in westsüdwestlicher Richtung verlaufender Altweg, der sich dammartig im Gelände abzeichnet (Abb. 96, gelber Pfeil). LOEWE glaubte, der Annahme JANKUHNS (1937) folgend, in dem Weg die südliche Umwallung Hollingstedts zu sehen (LOEWE 1998, S. 140). Dieser Weg weicht von dem auf der Laserscan-Karte sichtbaren Wallverlauf ab.

Wann die Entwässerungsgräben angelegt wurden, steht nicht fest. Erstmals kartographisch erfasst wurden sie auf der Karte der preußischen Landesaufnahme von 1877, Blatt 15/Kreis Schleswig. Die Flächen mit den Gräben sind auf dieser Karte als Moore gekennzeichnet. Die etwas ältere GEERZ-Karte von 1850 enthält die bodenkundlich genauere Darstellung mit der graphischen Kennzeichnung „nasse Wiesen“.²⁴

Für die bodenkundliche Beschreibung der Fläche am Südrand von Hollingstedt wurden vier Bohrpunkte der digitalen Bodenschätzung des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) herangezogen. Drei Bohrpunkte zeigen von Ost nach West, vom Schlippen Wasserlauf bis zur Hofanlage Hagge-Nissen als Bodentyp einen Gley, wobei der westliche Bohrpunkt F12CSXB zwischen der Hofanlage Hagge-Nissen und der Kirche ein vererdetes Niedermoor (nHv) im Oberboden über Gley ist (Abb. 97).

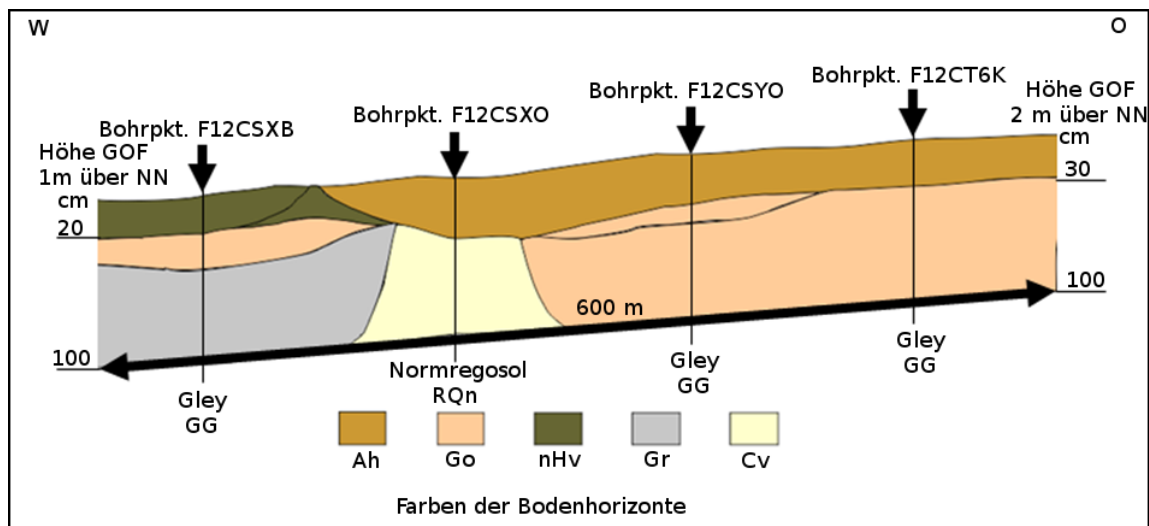


Abb. 97: Vereinfachte schematische Darstellung der ca. 600 m langen Catena auf der Fläche mit der Walltrasse am Südrand von Hollingstedt mit farbiger Kennzeichnung der Bodenhorizonte. Die Bohrpunkte sind den Bodenprofildaten der digitalen Bodenschätzung des Landesamtes für Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR 2011) entnommen, wobei die Bohrpunkte mit Ausnahme des von der Walltrasse geschnittenen Bohrpunktes F12CT6K nur in der Nähe der Walltrasse liegen.

²⁴ GEERZ-Karte vom Kriegsschauplatz in Schleswig. Section X. Schleswig-Idstedt-Messunde (Rendsburg, 1850/Nachdruck hrsgg. vom LVermA S-H zum 1. Schleswig-Holstein-Tag in Idstedt 1972).

Einen abweichenden Bodentyp zeigt der Bohrpunkt F12CSXO. Dieser liegt etwa 10 m nördlich der Walltrasse. Der Bodentyp hier ist ein Normregosol (RQn). Die Horizontfolge lässt auf einen Wallauftrag schließen. Der Auftragsboden aus Schluffsand (Su4) hat eine Mächtigkeit von 40 cm über dem Cv-Horizont. Da die Walltrasse auf der Laserscan-Karte (Abb. 62) eine leicht verschliffene Silhouette liefert, kann nicht sicher bestimmt werden, ob der Bohrpunkt noch auf der südlichen Walltrasse liegt oder auf der nach Norden führenden Abzweigung in Richtung der Straße Klues.

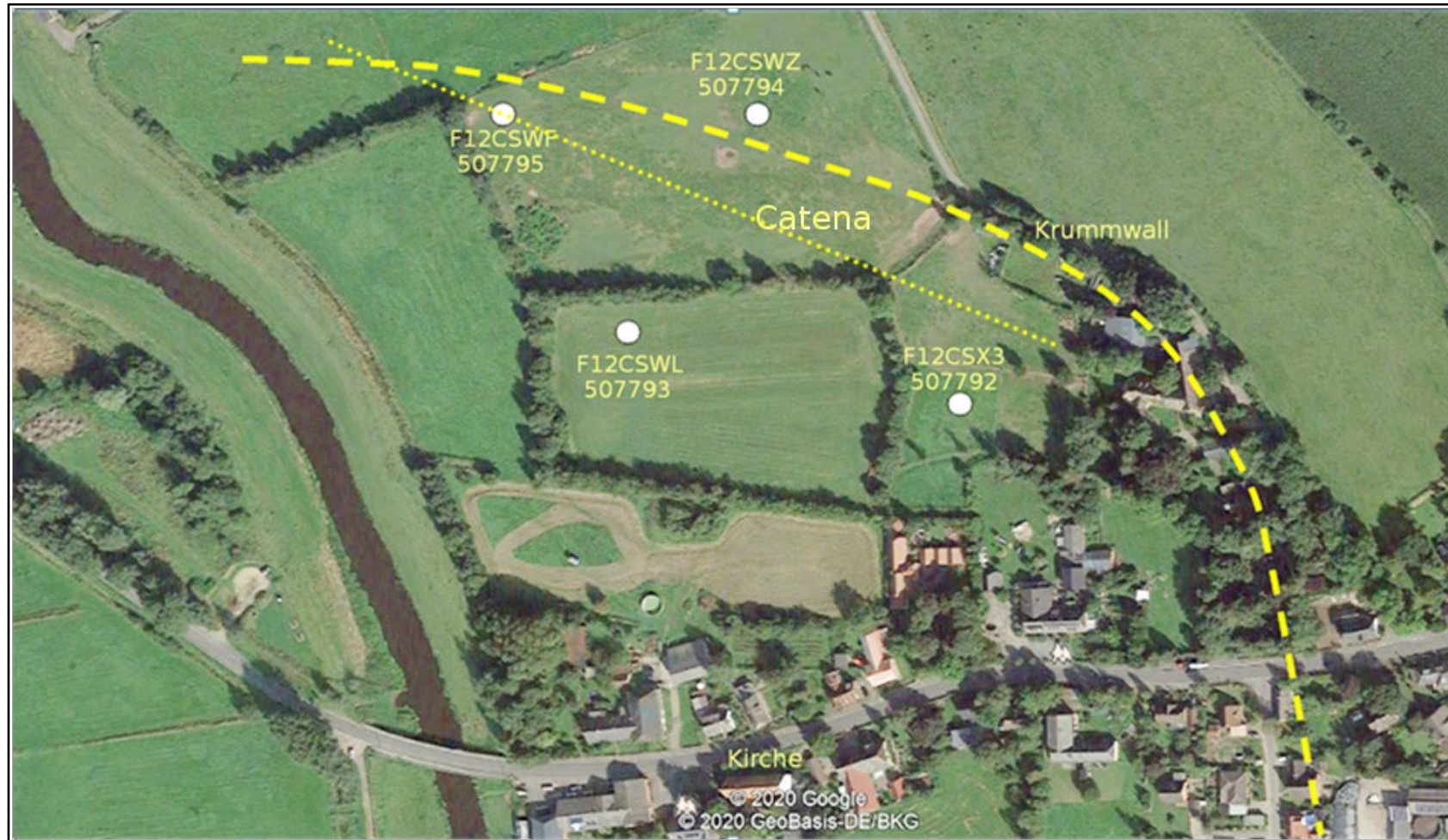
Bereits im 17. Jahrhundert wurde nach einem Bericht von DANCKWERTH (1652, S. 113) der Krummwall bei Hollingstedt zur Melioration nasser Wiesen abgetragen. Zwischen dem Wallende bei Matzenkamp und der Grabungsstelle Schmalenburg sind zwar noch vereinzelt schwache Wallrelikte im Gelände sichtbar, aber ab Schmalenburg bis in den Ort Hollingstedt sind heute keine auf einen Wall hinweisende Geländemerkmale mehr zu erkennen.

Der 1841 vom dänischen König für die Geländeaufnahme des Danewerks vom Zolldienst freigestellte Oberleutnant VON TIMM berichtet, dass "der Krummwall von der Wiese Schmalenburg bis zur Treenburg noch deutlich erscheine. Im Dorf selbst lägen mehrere Häuser noch sichtbar auf dem nach Norden führenden, abgeflachten Wall. Er ende auf den Wiesen nördlich des Ortes am Wiesenweg" (aus UNVERHAU 1988, S. 197).

Nach der Beschreibung von JANKUHN (1937) zweigt etwa in Höhe der Ortsmitte ein Wall von der Südumwallung am Südrand des Ortes nach Norden ab, verläuft entlang der Straße Klues, quert die Ost-West-Straße Nedderend (die Straße führt zur Treene-Brücke), folgt etwa 200 m dem Norderwiesenweg nach Nordwesten, um in den Wiesen nördlich von Hollingstedt in Richtung der Pumpstation auszulaufen (Abb. 98). JANKUHN glaubte, den Wallverlauf anhand von Setzrissen der auf dem Wall errichteten Häuser noch erkennen zu können. Heute sind infolge des Straßenausbaus sowie des Ausbaus und der Restaurierung der Häuser weder Reste eines abgeflachten Walls noch Setzrisse zu sehen, wie Ortsbegehungen ergeben haben.

Auf zwei Flächen nördlich der Ortschaft war vor 15 Jahren noch eine etwa 20 cm hohe und 60–100 cm breite Erhöhung im Gelände sichtbar, die im Bogen auf die Pumpstation zulief. Sie ist mittlerweile eingeebnet. Die grobe, kiesige Körnung des Substrats des Oberbodens dieser Erhöhung wie auch die regelhafte Linienführung ließen auf einen früheren Wall schließen. Die verbliebene geringe Höhe wird auf Bodenabtrag zurückgeführt. Ein früherer Weg zum Pumpwerk wird ausgeschlossen, da das Pumpwerk erst vor ca. 50 Jahren gebaut wurde. Auf der Laserscan-Karte ist der Verlauf der nördlichen Umwallung nicht zu erkennen. Lage und Verlauf der nördlichen Walltrasse sind daher auf der Abb. 98 nur angedeutet. Das Gelände fällt vom Norderwiesenweg bis kurz vor dem Pumpwerk von 2 m über NN auf 1 m über NN ab.

Zur Bestimmung der Bodenverhältnisse am Nordrand von Hollingstedt (Abb. 99) liegen drei Bohrpunkte der digitalen Bodenschätzung (LLUR) vor. Die Bohrpunkte befinden sich in der Nähe der Walltrasse. Deren Bodentypen wurden der Catena in Abb. 99 zugrunde gelegt. Die Unterboden-Horizonte der drei Bohrpunkte (Abb. 99) sind durchgängig von Grundwasser-einflüssen geprägt. Der östliche (F12CSWP) ist ein Podsol-Gley (PP-GG), der westliche Bohrpunkt (F12CSX3) nach der Horizontfolge ein Gley (GG). Der Bodentyp des mittleren Bohrpunkts (F12CSWZ) ist ein Gley-Regosol (GG-RQ) mit der Horizontfolge Ah-Ae-Cv-Go. Dieser Bohrpunkt liegt nach der Laserscan-Karte (Abb. 62) am Rand eines in nordwestlicher Richtung verlaufenden hellen und verschliffenen Streifens, dem wahrscheinlich nördlichen Ende des Krummwalls in Hollingstedt.



//////////

Abb. 98: Trasse des Krummwalls am Nordrand von Hollingstedt zwischen dem Schnittpunkt der Straße Nedderend (L 27) mit dem Krummwall. Der Verlauf des Krummwalls ist als fett hellgelb gestrichelte Linie dargestellt und entspricht der Walltrasse nach der Laserscan-Karte (Abb. 64). Für die Bestimmung der Bodenverhältnisse im Bereich der Walltrasse wurden die Profilbeschreibungen der in der Nähe der Walltrasse liegenden Bohrpunkte der digitalen Bodenschätzung des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) herangezogen, gelb punktierte Linie. Die Böden sind durchgängig vergleitet, Bohrpunkt F12CSWF (507795 Gley (GG)), Bohrpunkt F12CSWZ Gley-Regosol (GG-RQ), Bohrpunkt F12CSX3 Podsol-Gley (PP-GG) (Grundlage: Google Earth GeoBasis-DE BKG, Maßstab des Luftbildausschnitts $\approx 1: 3.000$).

Die saaleiszeitliche Altmoräne mit dem bebauten Ortskern zwischen der Kirche im Westen und dem Mühlenweg im Osten erhebt sich 3–5 m über NN aus den nördlich und südlich umgebenden glazialen Schmelzwassersanden aus feinsandigem Mittelsand. Die Geländeoberfläche der Schmelzwassersande fällt von 2 m über NN am Ostrand von Hollingstedt auf 1 m über NN am Treeneufer ab. Die Schmelzwassersande mit dem sauerstoffarmen Grundwasser sind das Ausgangsmaterial des hier vorherrschenden Bodentyps Gley. Im ufernahen Bereich der Treene auf der nördlichen Fläche besteht der Oberboden des Bohrpunktes F12CSWF einschließlich des folgenden Go-Horizontes aus Schluffton (Tu 4) und deutet auf Ablagerung von Schlamm aufgrund früherer Überschwemmungen hin. Am Südrand von Hollingstedt, im Bohrpunkt F12CSXB, ist der Oberboden ein vererdetes Niedermoor (nHv), der folgende Go-Horizont ebenfalls ein Schluffton (Tu 4).

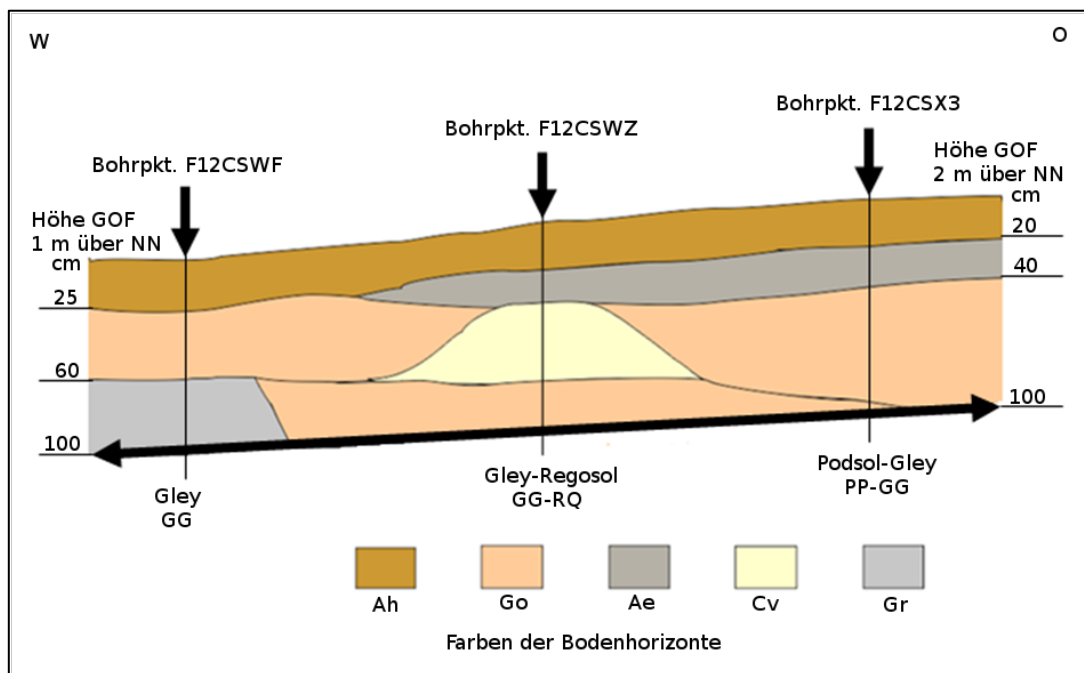


Abb. 99: Vereinfachte schematische Darstellung der ca. 400 m langen Catena der Fläche mit der Walltrasse am Nordrand von Hollingstedt mit farbiger Kennzeichnung der Bodenhorizonte von drei Bohrpunkten. Sie liegen in der Nähe der Catena. Die Bodenprofilaten wurden auf die Catena übertragen (Quelle: Bodenprofilaten der digitalen Bodenschätzung des Landesamtes für Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR 2011).

Auf der Laserscan-Karte (Abb. 62) ist ein Halbkreiswalls um Hollingstedt zu erkennen. Archäologische Untersuchungen sowie gezielte bodenkundliche Prospektionen zum Nachweis des Halbkreiswalls um Hollingstedt hat es bisher nicht gegeben. Es liegen auch keine eindeutigen auf Wallrelikte hinweisende Geländemerkmale vor. Zum möglichen Nachweis von Wallmerkmalen im Unterboden konnten nur Bodenprofilaten der digitalen Bodenschätzung des Landesamtes für Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR 2011) herangezogen werden. Auf bzw. an der Walltrasse am Nordrand und am Südrand von Hollingstedt gibt es jeweils eine Fläche des Bodentyps Regosol. Der Vergleich mit den Bodenverhältnissen der benachbarten Bohrpunktflächen lässt auf einen Wallauftrag schließen (Abb. 97, Bohrpunkt F12CSXO, Abb. 99, Bohrpunkt F12CSWZ). Die Wallerde setzt sich, wie die Grabung Schmalenburg ergab, aus Lagen von Torf, Torfmudde, Grassoden und Sand zusammen.

Die Erbauer des Krummwalls kannten aus Erfahrung die Wirkung der Klebe- und Haftfähigkeit humoser Bodenbestandteile, ebenso von Torf, Torfmudde und Grassoden auf die Verbesserung der Bindigkeit und Stabilisierung sandiger Bodenaufträge. Nach dem Wandel Hollingstedts

vom Hafenort zur Landgemeinde wurde zur Anhebung der landwirtschaftlichen Erträge die humusreichere Wallerde abgegraben, um die Wallgräben aufzufüllen. Durch Bodenauftrag wollte man sowohl die sandigen Geestböden mit der humusreicheren Wallerde verbessern als auch die niedermoorigen Flächen in begehbare Wiesen umwandeln.

Untersuchungen zum Wallaufbau im Ortsbereich von Hollingstedt waren nicht möglich. Fundamente aus Baumstammlagen zur Stabilisierung des Wallauftrags wurden zwar bei Grabungen am Hauptwall sowie am Krummwall nur bis zur Grabungsstelle Schmalenburg festgestellt. Für die Wälle in und um Hollingstedt werden sie ausgeschlossen. Weder LOEWE (1998, S. 141) noch JANKUHN (1937, S. 125) berichten von Holzfunden im Untergrund der von ihnen



untersuchten Walltrassen. Als Grund für das Fehlen hölzerner Substruktionen wird vermutet, dass die Dichtigkeit der unter dem humosen Oberboden befindlichen sandigen Go- und Gr-Horizonte der Gleyböden (mSfs/Einzelkorngefüge) auch im nassen Zustand höhere Auflasten zulässt, sodass aufwendigere Maßnahmen zur Herstellung der Tragfähigkeit des Untergrundes offensichtlich nicht notwendig waren.

Abb. 100: Blick auf die Holzsubstruktion zur Stabilisierung des Wallfundaments auf der Grabungsfläche Schmalenburg. Bildausschnitt aus Bordemann 2008, Abb. 59, S. 72 (Foto Steinhagen).

Als Grundraaster der Wallmaße der Halbkreiswälle in und um Hollingstedt wird von den von ANDERSEN bei seinen Ausgrabungen am Krummwall an der Schanze XIX festgestellten Wallkörpermaßen ausgegangen (Abb. 101/ANDERSEN 1998, S. 37). Ob es weitere Bauphasen gab, wie aus der Grabung Schmalenburg abgeleitet wurde (BORDEMANN 2008, S. 84), könnte nur durch gezielte Suchschnitte auf den Walltrassen der nördlichen und südlichen Halbkreiswallarme in Hollingstedt ermittelt werden. Auszuschließen sind die von JANKUHN (1937, S. 121 ff.) an der Mühle festgestellten Profilmaße. Diese ähneln denen des Kurzen Kograbens (Abb. 8) und zeigen ein nach Norden ausgerichtetes Wallprofil.

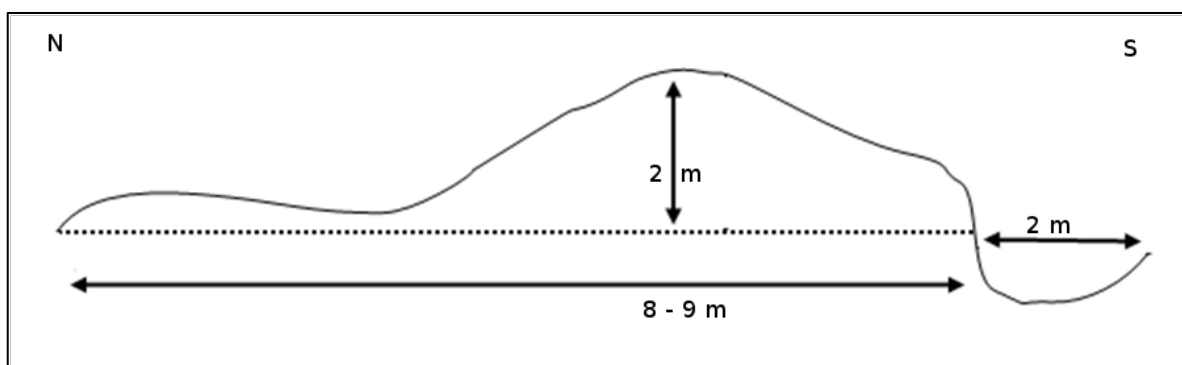


Abb. 101: Das Profil des Wallschnitts von Andersen (1992) am Krummwall, Schanze XIX (ANDERSEN 1998, S. 37). Diese Wallmaße geben einen Anhalt für die mögliche frühere Höhe und Breite des Halbkreiswalls in und um Hollingstedt.

4.4 Ergebnis der geophysikalischen Prospektion mit dem Georadar, dem Bodenscanner EM 38 und dem Penetrologger

Ein Schwerpunkt der archäologischen Untersuchungen zu den Ost- und Westenden des Danewerks lag auf der Prospektion mit dem Georadar. Auf den untersuchten Flächen mit den Danewerk-Wällen Kograben, Kurzer Kograben sowie Osterwall wurden mit der 400-MHz-Antenne insgesamt 125 Radartransekte aufgenommen, von diesen werden im Folgenden 27 Radargramme, die am aussagekräftigsten erscheinen, interpretiert (Tab. 14). Die Radargramme bilden bodenphysikalische Eigenschaften wie Stein- und Wassergehalte sowie Verdichtungszone ab. Mit dem Begriff „Radarfazies“ werden Reflexionsmuster beschrieben, die in Form und Neigung der Echos eine übereinstimmende Kontinuität aufweisen (SALAT 2010, S. 132 ff. unter Bezug auf NEAL 2004).

Tab. 14: Anzahl der aufgenommenen Radargramme auf den einzelnen Untersuchungsflächen, differenziert nach Radargrammen mit interpretierbaren Aussagen zur Bodenstruktur und zu möglichen Wallrelikten.

Fläche	Anzahl der Radargramme	Davon	
		aussagekräftig	interpretiert
Kograben	70	21	7
Kurzer Kograben	10	10	6
Osterwall West	21	10	6
Osterwall Ost	6	6	6
Hollingstedt/Ort	8	2	2
Gesamt	115	49	27

Aufeinander folgende Radarfazies werden unter dem Begriff „Radarstratigraphie“ zusammengefasst. Diskontinuitäten bzw. Störungen in der Radarstratigraphie können auf mögliche Wallrelikte unter der Geländeoberfläche hinweisen. Bei der Auswertung wurden die Schnittpunkte der Radartransekte mit den bekannten oder vermuteten Walltrassen auf Diskontinuitäten in den Radarfazies untersucht. Da die Start- und Richtungspunkte der Radartransekte nicht eingemessen werden konnten, wurden die Startpunkte und Richtungen aus den Koordinaten von markanten Geländepunkten auf Luftbildern berechnet.²⁵

4.4.1 Interpretation der Prospektionen auf den Flächen am Kograben

Der Kograben bildet von seinem Anfangspunkt am Ufer des Selker Noors bis zum heutigen Endpunkt am Heideweg in Kurburg eine gerade Linie. Daher war nicht auszuschließen, dass diese Linie sich möglicherweise bis zu dem vom Kartographen MEJER auf seinen Karten dargestellten Endpunkt, dem Auftreffpunkt am Hauptwall, fortsetzt.

Da im Gelände vom Heideweg bis zum Auftreffpunkt am Hauptwall keine Wallrelikte in Form eines Grabens oder einer wallähnlichen Erhebung zu sehen sind, blieben nur Untersuchungen mit dem Radargerät, mit einem Penetrologger und dem Bodenscanner EM 38, um unter der Geländeoberfläche etwaige Wallrelikte zu erkennen. Dazu wurden 21 Radartransekte aufgenommen, die die mögliche Fortsetzung der Walltrasse zwischen dem Heideweg und dem Hauptwall schneiden (Abb. 102).

²⁵ Die Koordinatenangaben von Geländepunkten auf Luftbildern des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG) und somit auch von Google Earth haben eine Genauigkeit von ≈ 40 cm.

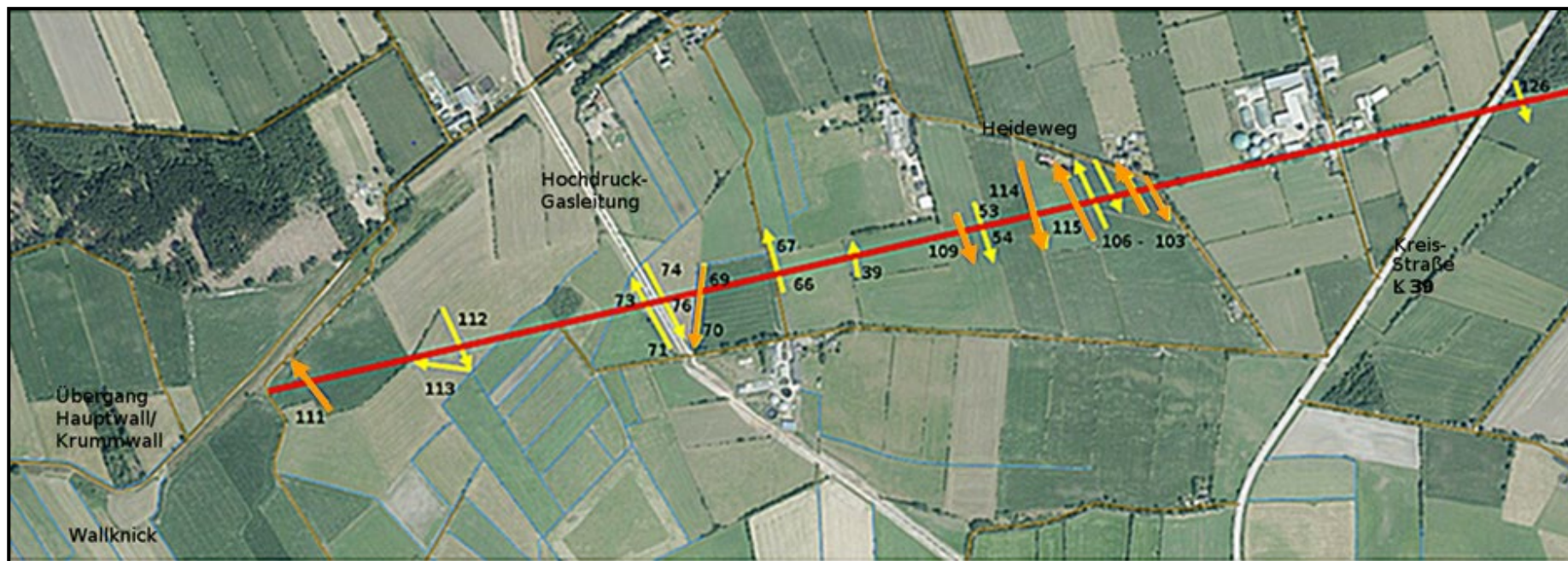


Abb. 102: Ausschnitt aus einem digitalen Luftbildfoto mit dem Kograb-Gelände zwischen der Kreisstraße K 30 und dem Wallknick, dem Übergang des Hauptwalls zum Krummwall. Die rote Linie ist die gedachte Verlängerung des Kograbs vom Ende des Kograbs an der Kreisstraße K 30 bis zum Auftreffpunkt am Hauptwall kurz vor dem Wallknick. Eingetragen mit gelben und orange-braun-farbigem Pfeilen nach Lage, Richtung und Schnittpunkt mit der Kograbentrasse die aufgenommenen Radartransekte. Die unregelmäßige Nummerierung der Radartransekte beruht auf unterschiedlichen Aufnahmezeiten, weil Flächen nicht begehbar waren, oder das Radargerät nicht verfügbar war. Ausgewertet und interpretiert wurden nur die orange-braun-farbigem Transekte (Quelle Digitales Orthophoto Dannewerk - Heideweg DP 37168/2016 Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein, Maßstab $\approx 1: 12.400$).

Tab. 15: Schnittpunkte ausgewählter Radartransekte mit der Walltrasse des Kograbens zwischen dem Heideweg in Kurburg und dem Auftreffpunkt am Hauptwall (s. Abb. 102). Die Koordinaten der Walltrasse aus der TK 25, die Koordinaten der Start- und Endpunkte der Radartransekte aus dem Luftbild des LA für Verm u. GeoInfo DP 37168/2016. Die Längenwerte der Radartransekte wurden sowohl berechnet als auch mit den Radargramm- Längenwerten des Reflexw-2D-dataanalysis-Modus verglichen.

Radar- transekt Nr.	Koordinaten der Startpunkte		Koordinaten der Richtungspunkte		Länge der Radartransekte	Schnittpunkt mit dem Wall		Distanz vom Startpunkt
	der Radartransekt-Strecken					Nordwert	Ostwert	
	Nordwert	Ostwert	Nordwert	Ostwert				
103	6035130	530885	6035050	530945	61,86 m	6035122	530892	9,5 m
104	6035064	530895	6035143	530852	72,18 m	6035118	530865	61,7 m
105	6035158	530812	6035076	530841	75,85 m	6035110	530829	50,9 m
106	6035069	530792	6035145	530766	94,57 m	6035100	530778	10,02 m
115	6035019	530790	6035143	530751	117,45 m	6035097	530766	82,19 m
114	6035128	530662	6035047	530682	42,12 m	6035077	530678	25,50 m
53-54	6035091	530578	6034979	530610	76,80 m	6035057	530588	35,44 m
109	6035061	530517	6034984	530539	51,18 m	6035041	530522	20,07 m
39-40	6034992	530334	6035022	530318	56,96 m	6034993	530331	39,66 m
66-67	6034855	530204	6035011	530167	158,64 m	6034963	530179	110,85 m
69-70	6034970	530049	6034824	530033	164,70 m	6034932	530044	33,26 m
71-73	6034812	530003	6034960	529914	183,41 m	6034909	529944	113,53 m
74-76	6034976	530049	6034820	530020	184,49 m	6034931	530040	45,50 m
113	6034771	529601	6034803	529490	65,57 m	6034804	529486	119,50 m
111	6034730	529320	6034787	529266	78,50 m	6034750	529301	27,60 m
Wall- trasse	6035289	531578	6034737	529234	-	-	-	-

Mit einem Penetrologger der Firma Eijkelkamp wurde parallel zu den Radartransekten auf drei Flächen der Eindringwiderstand gemessen, auf den Flächen Erichsen/Ketelsen parallel zum Radartransekt 104, auf der Fläche Lausen parallel zum Radartransekt 109 und auf der Fläche Buchholz am Hauptwall parallel zum Radartransekt 111. Das Ziel war, festzustellen, ob im Bereich der Schnittpunkte der Radartransekte mit der Kograbentrasse in der Dichte des Bodens auffällige Abweichungen auftreten.

Der Bodenscanner EM 38 kam nur auf der Fläche Lausen zum Einsatz. Hier wurde vor allem im Bereich der Schnittpunkte der Radartransekte mit der Kograbentrasse der Boden auf Abweichungen in der Leitfähigkeit untersucht. Bei dem dort vorherrschenden sandigen und tonarmen Boden (Gley-Podsol) war einerseits mit niedrigen EC-Werten zu rechnen andererseits gab es einige kleine Flächen mit einem vererdeten Niedermoor mit torfhaltigen Horizonten im Unterboden. Hier konnten höhere EC-Werte vorliegen.

4.4.1.1 Fläche Erichsen/Ketelsen am Heideweg in Kurburg

Der Kograb ist im Gelände von der Kreisstraße K 30 bis zum Wallende am Ostrand des Heidewegs auch heute noch als erhöhter Knick sichtbar. Vom Heideweg in Fortsetzung der Kograbentrasse auf der Fläche Erichsen/Ketelsen sind auf der Geländeoberfläche keine Wallrelikte mehr zu erkennen. Wenn es einen Wall gab, waren nur noch Grabenrelikte unter der Geländeoberfläche zu erwarten.

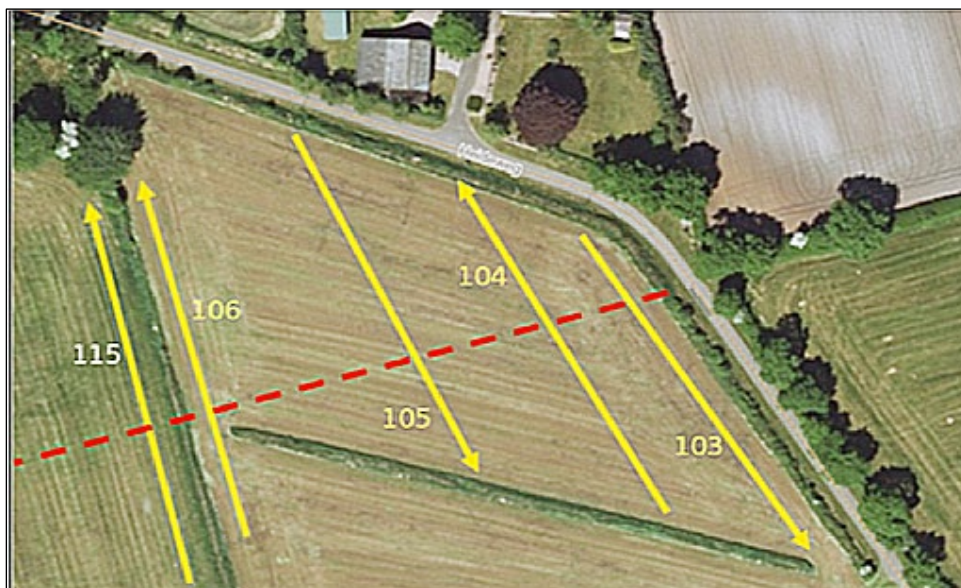


Abb. 103: Radartransekte (103–106) auf der Fläche Erichsen/Ketelsen und auf der Fläche Lausen (115). Interpretiert wurden die Radargramme 103, 104 und 115. Die rote Linie entspricht dem Verlauf des Kograbens. (Quelle: Ausschnitt aus Luftbild des LA für Verm u. GeoInfo DP 37168/2016) (Maßstab $\approx 1:1.800$).

Die Untersuchungsfläche am Heideweg (Abb. 103) wird seit der Ansiedlung von Bauernstellen in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts als Acker genutzt. In den Radargrammen sind daher direkt unter der Geländeoberfläche bis zur Tiefe von 25 cm deutlich kontinuierlich planar-horizontale²⁶ verlaufende Reflexionshorizonte zu erwarten, wobei die untere Ebene Reflexionslinie in der Tiefe von 20 und 25 cm in der Regel als Pflugsohle angesprochen werden kann.

²⁶ Die eine „Fazies“ beschreibende Reflexions-Definition aus TILLMANN et al., (2013, S. 103).

Die Pflugsohle stellt eine Bodenverdichtung mit einer reduzierten hydraulischen Leitfähigkeit dar. Bodenverdichtungen vor allem in Verbindung mit Stauwasser erhöhen signifikant die dielektrischen Eigenschaften im Bereich der Pflugsohle, so dass diese als gut sichtbare ebene Reflektionslinie im Radargramm erscheint (Abb. 104 und 105).

Unterhalb der Pflugsohle sind frühere Grabungsschnitte und Grabenrelikte an Diskordanzen, Störungen durch Unterbrechung von kontinuierlich verlaufenden Reflexionslinien zusammen mit einer Anhäufung irregulärer Reflexionen zu erkennen.

Bei den Tiefenangaben war zu berücksichtigen, dass die wahre Geländeoberfläche nicht ganz mit der durch „time shifting“ definierten Geländeoberfläche übereinstimmt. Der Nullpunkt des Luftechos wird durch „time shifting“ (Zeitversetzung) und „static correction“ auf den ersten Reflektor verschoben. Der Fehler beträgt ganz allgemein bei der verwendeten Antennenfrequenz von 400 MHz zwischen 0,75 und 1 ns. Das entspricht bei trockenem Sand +3,7 bis +5 cm bei $v = 0,134 \text{ m ns}^{-1}$ (GERBER 2008, S. 10).

Interpretiert wurden auf der Fläche Erichsen/Ketelsen nur die Radartransekte 103, 104 und auf der Fläche Lausen der Radartransekt 115. Die Transekte 105 und 106 zeigten keine Abweichungen zu dem Transekt 104.

Der Radartransekt 103 wurde so angesetzt, dass er den Suchschnitt von KNORR (1921 in JANKUHN 1937, Abb. 27, S. 98) schneidet, mit dem dieser das Wallende des Kograbens am Heideweg untersucht hatte. Der Schnitt hatte eine Länge von etwa 10 m und eine Tiefe von 1,4 m. Der Radartransekt schneidet das Grabenprofil des Kograbens in $\approx 9,5$ m Entfernung vom Startpunkt (Abb. 104, A).

Die Fazies (Abb. 104) zeigt „parallel-horizontal-planar“ verlaufende Reflexionen von der Geländeoberfläche bis zur Tiefe von etwa 50 cm. Die Gleichförmigkeit dieser horizontal parallel verlaufenden Reflexionen unterhalb der Pflugsohle von rund 20 cm Mächtigkeit (Abb. 104, B) unter der Geländeoberfläche lässt die Schichtung der Schmelzwassersande erahnen. Im Bereich des Grabungsschnitts von KNORR (1921) wird die Gleichförmigkeit von „wellenförmig diskontinuierlichen“ Diffraktionshyperbeln unterbrochen.

Die rot herausgehobene Reflektorlinie im Radargramm 103 A (Abb. 104) wurde mit dem Reflexw-Analyse-Programm „Pick“ des Untermenüs „phase follower“ generiert. Sie folgt einer Substratgrenze mit gleicher elektrischer Leitfähigkeit und gleicher Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen. Bei der auffälligen Steigung der roten Reflektorlinie im Bereich der Störung durch den Suchschnitt von KNORR (1921) im Schnittpunkt mit dem Grabenprofil ist zu berücksichtigen, dass die Überhöhung den Neigungswinkel der Reflexionslinie vergrößert.

Aus der Tiefenangabe d von 140 cm des Suchschnitts von KNORR (1921) wurde die Laufzeit t des Radarimpulses berechnet und mit der Laufzeitangabe im Reflexw-2D-dataanalysis-Modus des Radargramms für die Tiefe von 140 cm verglichen. Das Ziel war, die Differenz zwischen der wahren Geländeoberfläche und der durch „time shifting“ und „static correction“ definierten Geländeoberfläche zu berechnen.

Da der Wassergehalt in den Schichten des Bodenprofils nicht gemessen werden konnte, die Geschwindigkeit v des Radarimpulses aber vom Wert der relativen Dielektrizitätskonstanten ϵ_r abhängig ist, die vor allem von unterschiedlichen Wassergehalten in den Schichten des Bodenprofils bestimmt wird, wurde zur Berechnung der Geschwindigkeit die relative Dielektrizitätskonstante bei trockenem Sand zugrunde gelegt: Der Wert der relativen Dielektrizitätskonstan-

ten ϵ_r beträgt bei trockenem Sand 3–5 (BLINDOW et al. 2005, S. 374). In der Luft breiten sich elektromagnetische Wellen mit Lichtgeschwindigkeit aus, und der Wert der relativen Dielektrizitätskonstante beträgt in der Luft $\epsilon_r = 1$.

$$v = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon_r}} [\text{m ns}^{-1}]; \quad v = \frac{300.000.000 \text{ m}}{1000.000.000 \text{ ns}} = 0,3 \text{ m ns}^{-1} \quad (4-7)$$

Die Geschwindigkeit eines Radarimpulses beträgt in der Luft $0,3 \text{ m ns}^{-1}$.

Bei der Aufnahme des Radartransekts wird aufgrund der Bodenverhältnisse (vergleyter Podsol) von einem Permittivitätswert von $\epsilon_r = 5$ ausgegangen.

$$v = \frac{300.000.000}{\sqrt{5}} \text{ m ns}^{-1} = 0,13416 \text{ m ns}^{-1} \quad (4-8)$$

Die Geschwindigkeit des Radarimpulses des Transekts 103 beträgt im Boden $0,13416 \text{ m ns}^{-1}$.

Die Berechnung der Laufzeit t des Radarimpulses von der Geländeoberfläche bis zur Tiefe d von 1,4 m des Suchschnitts von KNORR (1921) erfolgt nach der Formel

$$v = \frac{2d}{t} \text{ m ns}^{-1} \quad (4-9)$$

Die errechnete Durchlaufzeit t des Radarimpulses vom Sender bis zur Tiefe von 1,40 m = d und zurück zum Empfänger ergibt sich aus dem Quotienten der Tiefe $2d$ und der Geschwindigkeit v .

$$t = \frac{2d}{v} \text{ m ns}^{-1} = \frac{2,8}{0,13416} = 20,870 \text{ ns} \quad (4-10)$$

Die Durchlaufzeit t des Radarimpulses, im Radargramm 103 dem Reflexw-2D-dataanalysis-Modus entnommen, beträgt für die Tiefe von 1,40 m 21,567 ns. Die Differenz von + 0,697 ns zur errechneten Durchlaufzeit von 20,870 ns beträgt umgerechnet + 4,7 cm. Durch „statische Korrektur“ wird die Luftwelle daher auf den Nulldurchgang der Bodenwelle verschoben und als Geländeoberfläche festgelegt.

Im Radargramm 103 beginnt die Störung etwa 2 m vor dem Schnittpunkt mit dem Kograben (Abb. 104). Die Störung hat eine Breite von $\approx 4 \text{ m}$, beginnt bei einer Tiefe von $\approx 0,8 \text{ m}$ und endet bei $\approx 1,6 \text{ m}$ unter der Geländeoberfläche (GOF). Nach der Profilzeichnung von KNORR (1921) hat der Graben eine Breite von 2,30 m und eine Sohlentiefe in der Grabenmitte von $\approx 0,85 \text{ m}$. Die horizontalen und vertikalen Längenwerte der Störung lassen eine Übereinstimmung mit den Werten des Grabungsschnitts von KNORR (1921, Abb. 4) erkennen. Die in Abb. 104 C markierte Störung entspricht somit dem Grabenprofil des von KNORR 1921 angelegten Suchschnitts (KNORR 1921, in JANKUHN 1937, Abb. 27, S. 98).

Nach dem von KNORR (1921) angegebenen Maßstab von 1: 100 beginnt das Profil des Grabens bei $\approx 0,8 \text{ m}$ unter der Geländeoberfläche (GOF) und endet in einer Tiefe von $\approx 1,7 \text{ m}$. Nach JANKUHN (1937, S. 98) liegt die Sohle des Grabens „aber nur 1,40 m unter der jetzigen Oberfläche des Bodens“. Von dieser Tiefe wird hier ausgegangen. Die Anhäufung von Diffraktionshyperbeln in dem markierten Ausschnitt (Abb. 104 C) mit ihren „diskontinuierlich chaotischen“ Reflexionen ist vermutlich auf Auffüllung des Grabens und Einebnung der Fläche im Laufe der landwirtschaftlichen Nutzung zurückzuführen.

NNW

Radargramm 103

SSO

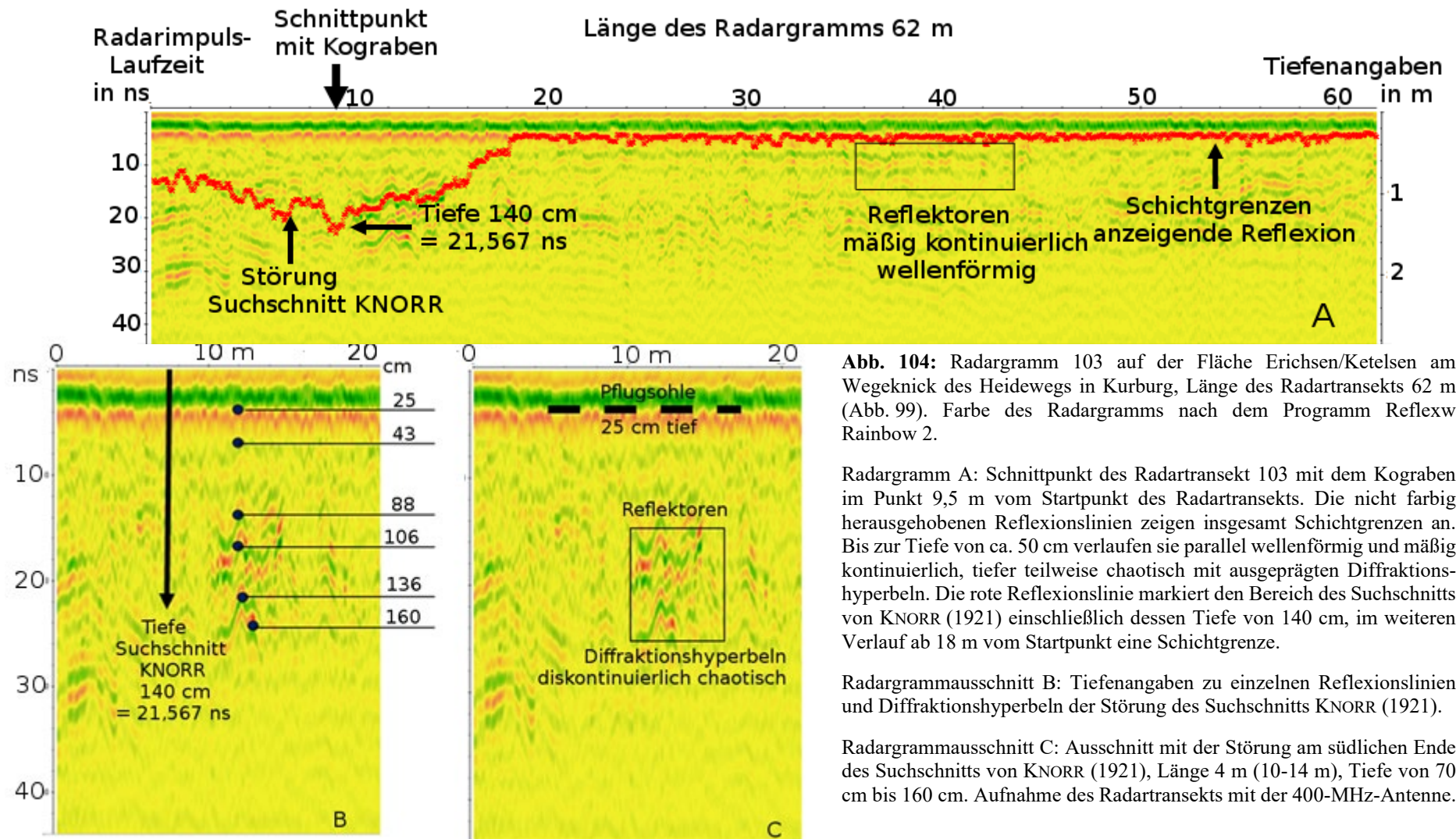


Abb. 104: Radargramm 103 auf der Fläche Erichsen/Ketelsen am Wegeknicke des Heidewegs in Kurburg, Länge des Radartrasekts 62 m (Abb. 99). Farbe des Radargramms nach dem Programm Reflexw Rainbow 2.

Radargramm A: Schnittpunkt des Radartrasekts 103 mit dem Kograben im Punkt 9,5 m vom Startpunkt des Radartrasekts. Die nicht farblich herausgehobenen Reflexionslinien zeigen insgesamt Schichtgrenzen an. Bis zur Tiefe von ca. 50 cm verlaufen sie parallel wellenförmig und mäßig kontinuierlich, tiefer teilweise chaotisch mit ausgeprägten Diffraktionshyperbeln. Die rote Reflexionslinie markiert den Bereich des Suchschnitts von KNORR (1921) einschließlich dessen Tiefe von 140 cm, im weiteren Verlauf ab 18 m vom Startpunkt eine Schichtgrenze.

Radargrammausschnitt B: Tiefenangaben zu einzelnen Reflexionslinien und Diffraktionshyperbeln der Störung des Suchschnitts KNORR (1921).

Radargrammausschnitt C: Ausschnitt mit der Störung am südlichen Ende des Suchschnitts von KNORR (1921), Länge 4 m (10-14 m), Tiefe von 70 cm bis 160 cm. Aufnahme des Radartrasekts mit der 400-MHz-Antenne.

Der Radartransekt 104 (Abb. 105) wurde etwa 20 m westlich vom Transekt 103 von SSO nach NNW angelegt. Die Radarfazies zeigt bis zur Tiefe von etwa 35 cm markante „parallel-horizontal-planar“ verlaufende Reflektorlinien ohne auffällige Amplituden. Unterhalb dieser ebenen Reflektorlinien treten mehrfach Störungen mit Diffraktionshyperbeln auf. Mit Ausnahme einer Störung im Bereich des Schnittpunkts mit dem Kograbens stehen die anderen Störungen in keinem Zusammenhang mit dem weiteren Verlauf des Kograbens oder anderer archäologisch relevanter Relikte.

Zwischen 40 und 60 m Entfernung vom Startpunkt des Transekts verläuft ≈ 50 cm unter der Geländeoberfläche (GOF) eine schwach grüne geradlinig horizontale Reflektionslinie (Abb. 105), die ab 61 m bis zum Ende in ihrem geradlinigen Verlauf unterbrochen wird. Die Unterbrechung oder Störung beginnt am Schnittpunkt mit dem Kograbens. Die Reflektorlinie fällt hier bis 73 cm unter GOF ab.

Die Störung wird aufgrund der nahezu identischen Lage mit dem Schnittpunkt als Grabenprofil und Fortsetzung des Kograbens interpretiert. Die schwarz gepunktete Linie verdeutlicht den Verlauf der schwach grünen Reflektorlinie. Diese beginnt in 45 cm Tiefe, fällt auf 58 cm ab und steigt nach über drei Metern wieder auf 46,7 cm unter GOF an. Die Tiefe von 58 cm entspricht dem unteren Rand der Reflektorlinie. Am oberen Rand beträgt sie 50 cm.

Die Tiefenwerte und die Durchlaufzeit des Radarimpulses für die Reflektortiefe von 50 cm wurden dem Reflexw-2D-dataanalysis-Modus entnommen, Die Durchlaufzeit beträgt 7,5 ns. Die errechnete Durchlaufzeit t für 50 cm Tiefe ergibt sich aus dem Quotienten der Tiefenentfernung $2d$ und der Geschwindigkeit v .

$$t = \frac{2d}{v} \text{ m ns}^{-1} = \frac{1,0}{0,13416} = 7,453 \text{ ns} \quad (4-11)$$

Die Differenz von 7,5 ns zu 7,453 ns = 0,047 ns oder ≈ 1 cm

Zwischen der Feststellung der Tiefenangabe zur Zeit der Grabung von ANDERSEN und MADSEN (1974) und der Aufnahme des Radartransekts liegen über 40 Jahre. Eine Veränderung in der Geländeoberflächenhöhe ist nicht auszuschließen. Die schwarz punktierte Profillinie entspricht in örtlicher Lage, Tiefe und Ausdehnung annähernd der von ANDERSEN und MADSEN (1974) auf dieser Fläche festgestellten Bodenlinie, „der auslaufenden Sohle eines Grabens“ des Suchschnitts 2 (ANDERSEN 1998, Planche 23).

Ungefähr 10 m westlich vom Transekt 106, auf der westlich angrenzenden Fläche Lausen, wurde der Radartransekt 115 vom Südrand der Wiese entlang des Knicks nach Norden angelegt (Abb. 106). Er hat eine Länge von 118 m und schneidet die errechnete Verlängerung der Kograbentrasse im Punkt 82,17 m des Transekts, ausgehend von dessen Startpunkt.

Die Radarfazies des Radargramms 115 (Abb. 106) zeigt „parallel-horizontal-planar“ verlaufende Reflektorlinien von der Geländeoberfläche bis zur Tiefe von etwa 30 cm. Die folgende blass-grüne Reflektorlinie zwischen 40 und 49 cm unter GOF zeigt bis zum Schnittpunkt mit dem Kograbens einen „mäßig kontinuierlichen“, aber „wellenförmigen“ Verlauf ohne Diffraktionshyperbeln.

Im Bereich des Schnittpunkts tritt eine Störung mit diskontinuierlich chaotisch strukturierten Diffraktionshyperbeln auf, die nach dem Verlauf der Reflektorlinie auf ein früheres Grabenprofil schließen lassen. Mit der Breite von 7,2 m werden jedoch sowohl die Maße des Grabenprofils 7 (Abb. 5) von 2,80 m als auch die des Profils der Abb. 105 B von 2,50 m des Grabungschnitts von ANDERSEN und MADSEN (1974) erheblich überschritten. Die Störung wird daher auf den Suchschnitt 4 von JANKUHN (1937, S. 100 und Abb. 5, Schnitt 4) zurückgeführt.

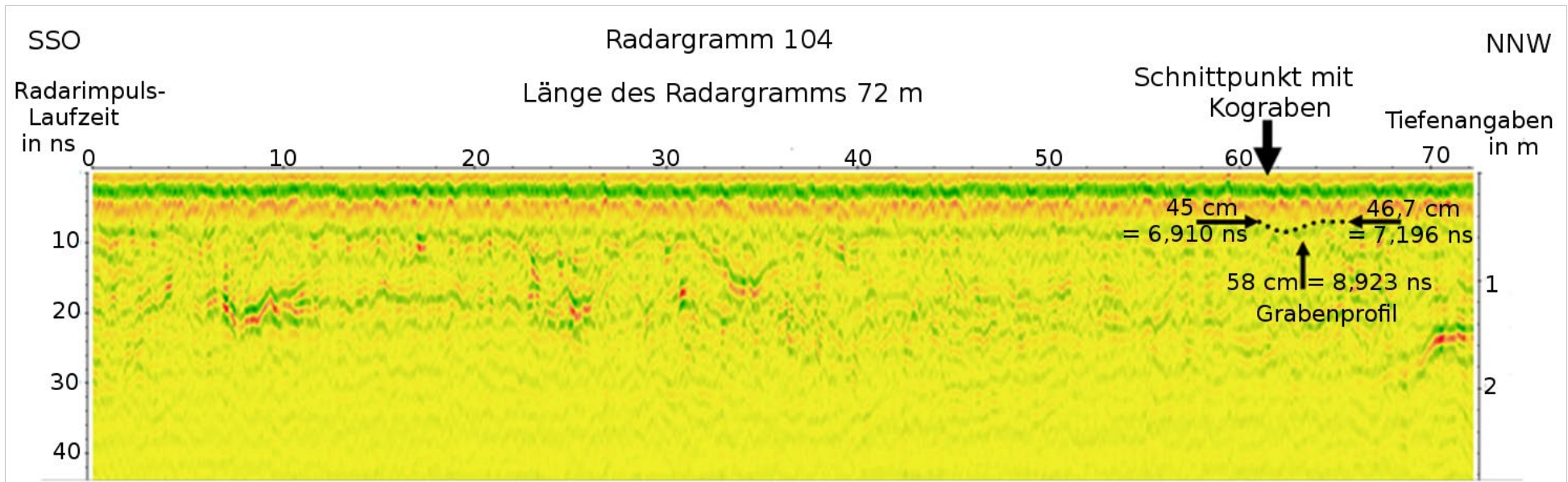
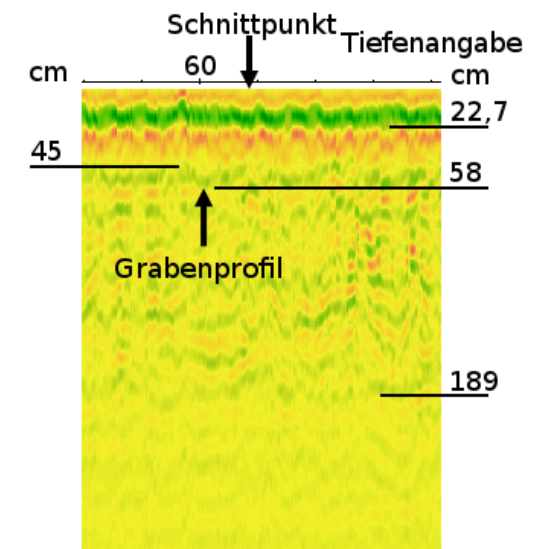


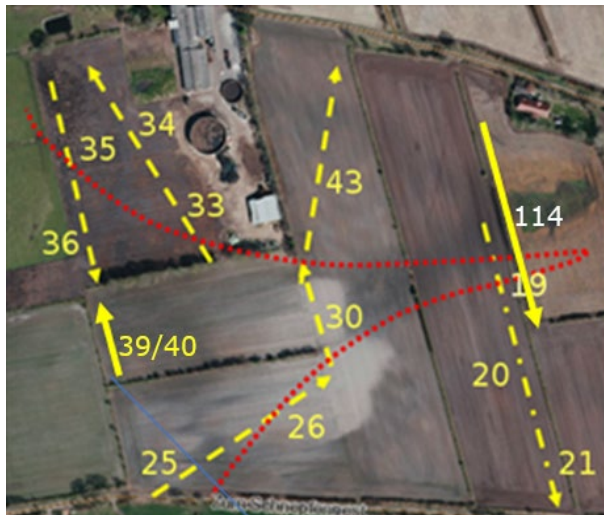
Abb. 105: Radargramm 104 auf der Fläche Erichsen/Ketelsen am Wegeknicke des Heidewegs in Kurburg. Länge des Radartransekts 72 m. Farbe des Radargramms nach dem Programm Reflexw Rainbow 2. Schnittpunkt mit dem Kograben bei 61,7 m, berechnet vom Startpunkt. Hier Beginn einer schwachen Störung mit Andeutung eines Grabenprofils von über 3 m Länge, dessen Sohle bei 45 cm unter GOF beginnt, mit tiefstem Punkt bei 58 cm, und bei 46,7 cm Tiefe unter GOF ausläuft. Der Radargrammausschnitt verdeutlicht die Tiefenangaben der einzelnen Reflektorlinien mit der Lage, der Tiefe und dem Verlauf des Grabenprofils des Suchschnitts 2 von ANDERSEN und MADSEN (1974); Aufnahme des Radartransekts mit der 400-MHz-Antenne.



Das Luftbild (Abb. 55) und die Laserscankarte (Abb. 56) bestätigen den Verlauf eines Grabens in Verlängerung des Kograbens bis zum Knick und Graben am Westrand dieser Fläche. Die Geländebegehung hingegen ergab keine Hinweise auf einen Grabenverlauf weder auf dieser noch auf der sich westlich anschließenden Fläche. Eine Verlängerung des Kograbenverlaufs über den die Fläche Erichsen/Ketelsen nach Westen begrenzenden Graben und Knick hinaus (Abb. 103) hat es somit nicht gegeben. Hier endet auch der vom Archäologischen Landesamt festgelegte Bereich des unter Denkmalschutz stehenden Kograben-Geländes.

4.4.1.2 Fläche Lausen am Heideweg in Kurburg

Die untersuchte Fläche Lausen umfasst den Bereich zwischen den Radartransekten 114 im Osten und 39/40 im Westen südlich des Heidewegs (Abb. 107). Der Transekt 114 grenzt im Osten an eine moorige Senke, einen Anmoorgley (Gm). Die Senke erstreckt sich etwa 10 m westlich vom Transekt 115 mit einer Breite von etwa 50 m und einer Länge von rund 150 m nach Südwesten bis zum Transekt 53/54 (Abb. 102). Die auf einer Annahme beruhende Verlängerung der Kograbentrasse schneidet diese Fläche (Abb. 107).



Auf diesen Flächen wurden Radarmessungen in mehreren Richtungen mit dem Ziel durchgeführt, mögliche Richtungsänderungen des Kograbens über das Wallende am Heideweg zu erfassen, (Abb. 107, rot punktierte Linien) entweder am Geestrand entlang des Heidewegs nach Nordwesten zur früheren Schäferei Kurburg am Hauptwall (Transekte 33-36, und 43/ JAN-KUHN (1937) folgend), oder nach Südwesten zum Weg Am Schnepfennest (Transekte 25, 26, 30). Die Transekte 19-21 dienten der Untersuchung der Geländebegebarkeit.

Abb. 107: Ausschnitt von der Fläche Lausen mit Radartransekten (gelbe Linien) und möglichem Kograbenverlauf (rot punktierte Linie). Ausschnitt aus Google Earth (Maßstab $\approx 1:9.600$).

Die Auswertung der Radargramme der Abb. 107 ergab keine auf eine Wall- oder Grabentrasse hinweisende Störungen. Eine Fortsetzung des Kograbens vom Wallende in Richtung Nordwesten zur früheren Schäferei Kurburg oder nach Südwesten zum Weg Am Schnepfennest wird daher ausgeschlossen. Somit erstreckte sich die Untersuchung auf die Schnittstellen der Radartransekte mit der in gerader Richtung auf den Wallknick hinführenden Trassenführung, wie bereits JOH. MEJER den Kograben auf der „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ von 1651 dargestellt hat. Von den Transekten 114, 53/54, 109 und 39/40 (Abb. 108) wurde die Interpretation der Radargramme 114 und 109 als ausreichend angesehen.

Der 42 m lange Radartransekt 114 (Abb. 109), angesetzt hart westlich eines verlandeten Teiches, schneidet die angenommene Verlängerung des Kograbens im Punkt 25,5 m, berechnet vom Startpunkt des Transekts. Die Radarfazies zeigt auffällig „parallel-horizontale“ verlaufende, durchgehende Reflexionen von der Geländeoberfläche bis zur Tiefe von mehr als 200 cm.

Von der Geländeoberfläche bis zur Tiefe von etwa 100 cm unter GOF sind die Reflexionen schwächer ausgeprägt. Starke Kontraste treten in den Reflexionen ab 100 cm unter GOF auf.

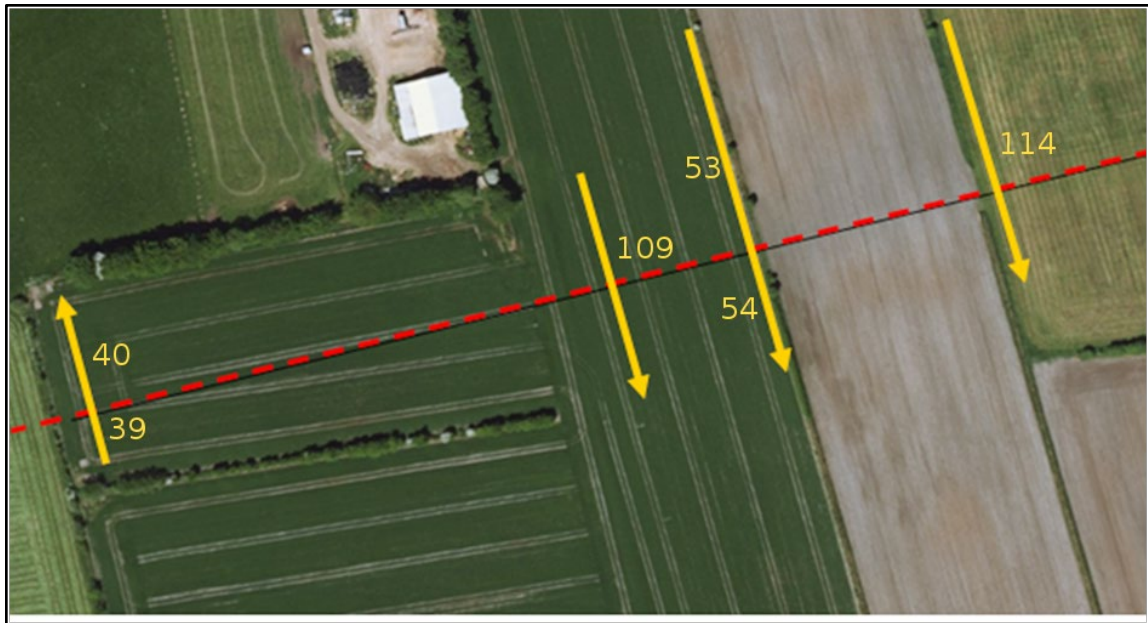


Abb. 108: Fläche Lausen: Abgebildet Lage und Richtung der Radartransekte 114, 53/54, 109 und 39/40. Interpretiert wurden nur die Radargramme 114 und 109. Die rot gestrichelte Linie entspricht dem angenommenen weiteren Verlauf des Kograben (Quelle: Ausschnitt aus Luftbild des LA für Verm u. GeoInfo DP 37168/2016). (Maßstab $\approx 1: 4.600$).

Da Kontraste an den Grenzflächen zweier Schichten mit unterschiedlichen Dielektrizitätszahlen auftreten, deuten die schwächer ausgeprägten Reflexionen oberhalb der 100 cm Tiefenlinie auf Bodenhorizonte mit geringerem Wassergehalt und niedrigeren Werten der Dielektrizitätskonstanten. Die stark ausgeprägten Reflexionen zwischen 100 und 200 cm unter GOF weisen auf einen Wechsel zu wassergesättigten Horizonten mit hohen Werten der Dielektrizitätskonstanten hin. So zeigt die erste grüne horizontale durchgehende Reflektorlinie in 115 cm Tiefe unter GOF einen starken Kontrast an. Vermutlich entspricht diese Linie der Höhe des Grundwasserspiegels.

Die Radarfazies des Radartransekts 114 enthält insgesamt keine auffälligen Störungen, insbesondere nicht in dem zu erwartenden Bereich des angenommenen Kograbverlaufs zwischen 30 und 60 cm unter GOF. Eine Erweiterung des Kograben in Richtung Westen über das Wallende auf der Fläche Erichsen/Ketelsen hinaus ist auch hier nicht zu erkennen.

In der Fazies des Radargramms 109 (Abb. 110) spiegelt sich die seit vielen Jahrzehnten intensiv betriebene landwirtschaftliche Nutzung der Fläche wieder. Die Reflektorlinien im Oberboden heben sich durch ihre „planar-kontinuierlich“ verlaufende Struktur deutlich von denen im Unterboden ab. Diese stark kontrastierenden Reflexionen werden der Ackerkrume einschließlich der Pflugsohle bis zur Tiefe von etwa 25 cm unter GOF zugeordnet. Die untere Reflektorlinie ist „schwach diskontinuierlich“ und enthält Diffraktionshyperbeln.

Die Fazies enthält insgesamt keine auffälligen Störungen. Eine Anhäufung von Diffraktionshyperbeln, die auf einen Wall oder einen Graben schließen lassen, somit auf einen Weiterbau des Kograben in Richtung des Wallknicks, sind nicht zu erkennen.

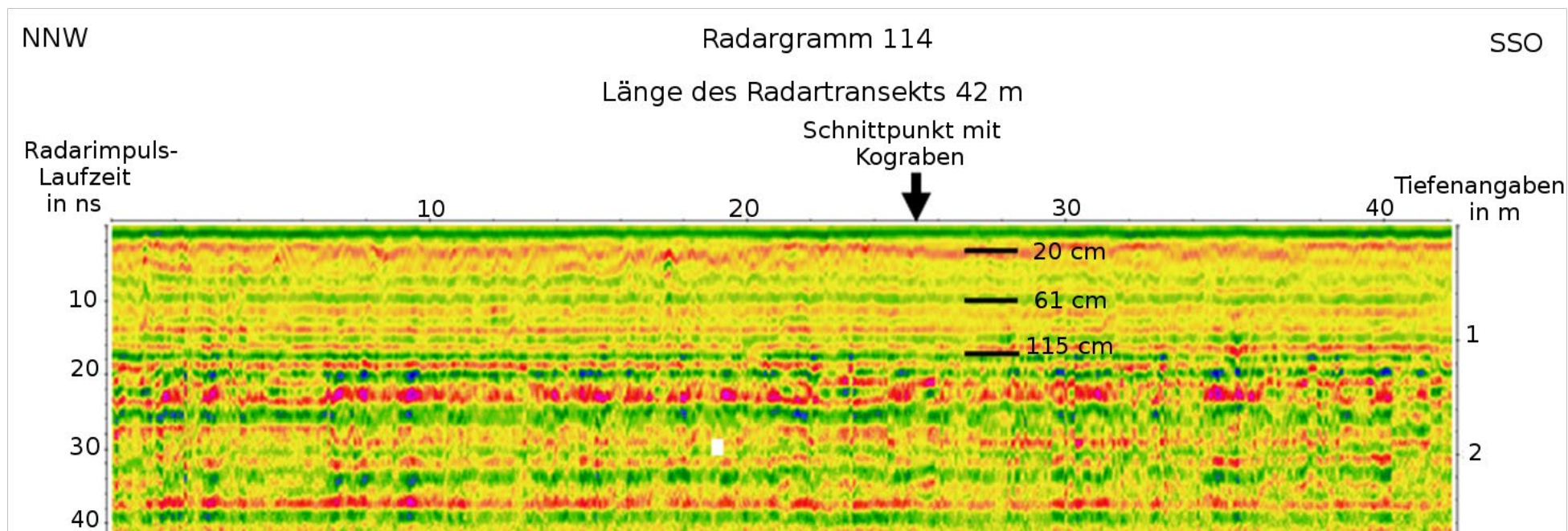


Abb. 109: Radargramm 114 auf der Fläche Lausen nahe einem verlandeten Teich. Länge des Radartranseks 42 m. Schnittpunkt mit dem angenommenen Kograbenverlauf bei 25,57 m, berechnet vom Startpunkt des Transeks. Farbe des Radargramms nach dem Programm Reflexw Rainbow 2.

Die Radarfazies enthält insgesamt keine Störungen in dem Bereich des angenommenen Kograbenverlaufs. Die mit zunehmender Tiefe stärker werdenden Kontraste der auffällig „parallel-horizontale“ verlaufenden Reflektorlinien sind auf unterschiedliche Werte der Dielektrizitätszahlen an den Grenzflächen von Bodenhorizonten mit vermutlich unterschiedlichem Wassergehalt zurückzuführen. Aufnahme des Radartranseks mit der 400-MHz-Antenne.

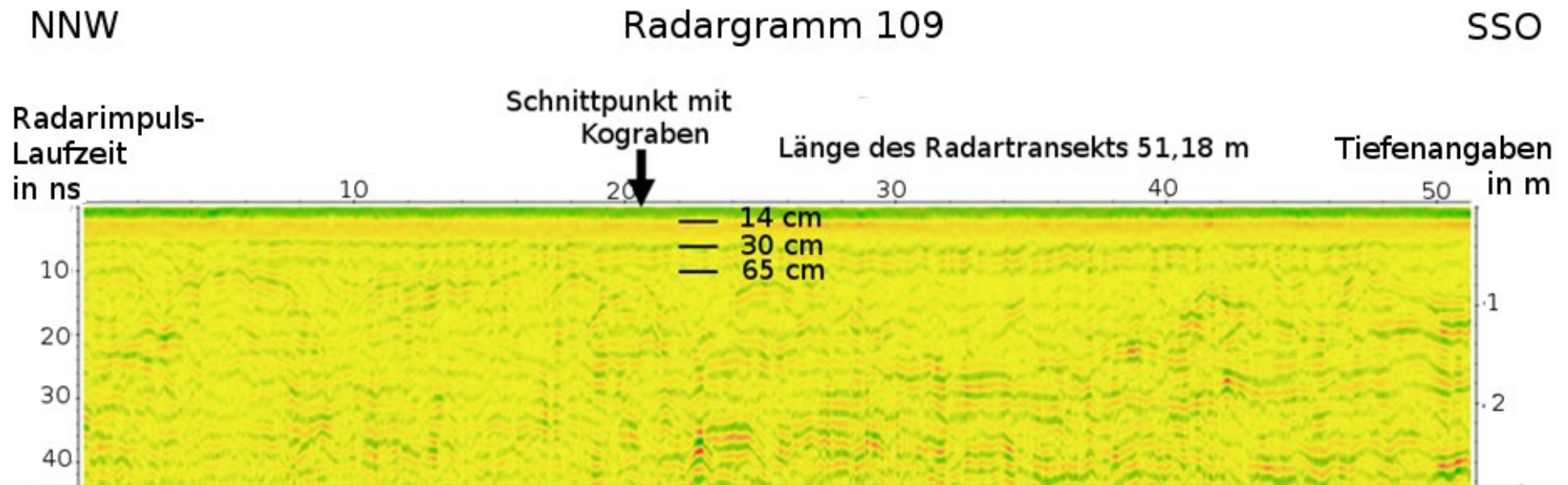


Abb. 110: Radargramm 109 auf der Fläche Lausen wurde parallel zu den Fahrspuren und der Pflugrichtung aufgenommen. Länge des Radartransekts 51,18 m, Schnittpunkt mit dem angenommenen Kograbenverlauf bei 20,07 m, berechnet vom Startpunkt des Transekts. Farbe des Radargramms nach dem Programm Reflexw: Rainbow 2.

In der Fazies des Radargramms hebt sich die auffällig „planar-kontinuierlich“ verlaufende Struktur der Reflektorlinien, die der Pflugzone zugeordnet werden, durch ihre starken Kontraste deutlich von denen im Unterboden ab. Diese sind „schwach diskontinuierlich“ und enthalten Diffraktionshyperbeln. Die Fazies enthält keine auffälligen Störungen, die auf einen Wall oder Graben schließen lassen. Aufnahme des Radartransekts mit der 400-MHz-Antenne.

4.4.1.3 Fläche Erichsen bis zur Fläche Buchholz am Hauptwall

Auf den sich westlich Lausen anschließenden Flächen wurden in Richtung der Kograbentrasse weitere Radartransekte angesetzt (Abb. 111/Tab. 15). Interpretiert werden im Folgenden nur die Transekte 69 am Weg Zum Schnepfennest sowie der Transekt 111 am angenommenen Auftreffpunkt der Kograbentrasse am Hauptwall. Die Auswertung der zwischen den Transekten 69 und 11 liegenden Transekte 71–76 sowie des Grabenprofils der Hochdruckgasleitung ergaben keine Hinweise auf einen Weiterbau des Kograbens.



Abb. 111: Radartransekte auf den Flächen Erichsen (Trasse der Hochdruckgasleitung Abb. 102) bis zur Fläche Buchholz, dem Endpunkt der vermuteten Kograbentrasse am Hauptwall. Untersucht wurden die Radartransekte 69 und 111. Rot gestrichelte Linie: mögliche Verlängerung der Kograbentrasse (Quelle: Ausschnitt aus Luftbild des LA für Verm u. GeoInfo DP 37168/2016) (Maßstab $\approx 1: 7.100$).

Der Radartransekt 69 wurde entlang des Westrands der Ackerfläche am Weg Zum Schnepfennest von Nord nach Süd angesetzt (Abb. 111). Die Fazies des Radargramms (Abb. 112) enthält mehrere schwächere Störungen mit einer Anhäufung von Diffraktionshyperbeln in der Zone unterhalb 100 cm unter GOF. Die im Radargramm dem Oberboden zuzuordnende obere grüne Reflektorlinie von etwa 20 cm Mächtigkeit, zwischen 6 cm und 25 cm unter GOF, zeigt in sehr regelmäßigen Abständen stärker gezackte Echos. Diese entstehen auf Flächen, bei denen Radartransekte quer zur Pflugfurchenrichtung angesetzt werden. Die Abstände der gezackten Echos entsprechen ungefähr dem Abstand der einzelnen Pflugfurchen. Ursache sind die beim Pflügen entstehenden unregelmäßigen Gefügefragmente, die sich beim Schneiden der Furche und Wenden des Bodens bilden.

Die im Radargramm schwarz herausgehobene Reflektorlinie (Abb. 112) zeigt im Schnittpunkt mit dem angenommenen Kograbenvverlauf 50 cm unter GOF ein Grabenprofil von 6,50 m Breite und etwa 50 cm Sohlentiefe. Die in etwa 100 m Entfernung angesetzten Radartransekte 66 und 67 östlich des Radartransekts 69 sowie die Transekte 73 und 74, westlich des Transekts 69 enthalten in den Fazies keine Störungen, die mit einem Grabenprofil in Verbindung zu bringen sind. Daher wird ein Weiterbau im Zuge der angenommenen Kograbentrasse ausgeschlossen. Möglicherweise handelt es sich hier nicht um ein Grabenprofil, sondern um ein Teichrelikt, das bei der Anlage der früher hier vorhandenen Bauernstelle entstand.

Das Gelände beiderseits des Weges Zum Schnepfennest ist ein trockener und schmaler Geestreifen. Darauf deutet bereits die Ansiedlung von insgesamt drei Bauernstellen beiderseits dieses Weges im 19. Jahrhundert hin. Das moorige Gelände nördlich und südlich dieser Höfe wurde durch Gräben und Torfabbau entwässert. Wäre der Kograb als geradlinig verlaufende Wallgrabenanlage ausgebaut worden, wie von MEJER (1651) dargestellt, würde die Trasse die Fläche Buchholz schneiden und den Kograb unmittelbar am südlichen Fuß des Hauptwalls etwa 300 m vor dem Wallknick enden lassen (Abb. 102).

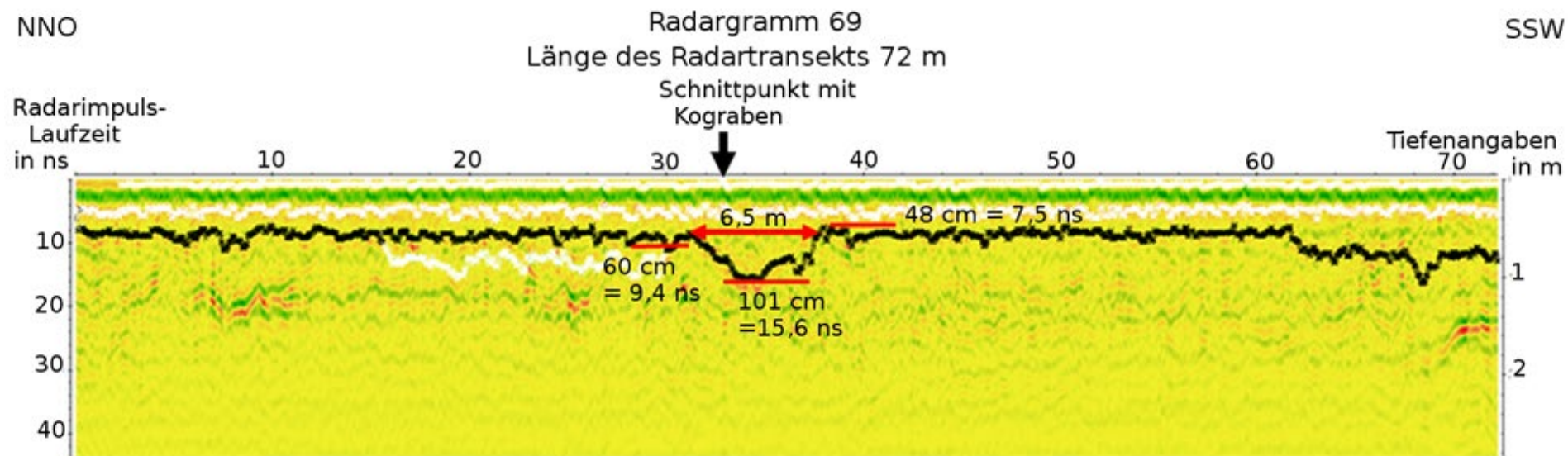


Abb. 112: Radargramm 69, angesetzt von Nord nach Süd im Bereich des Vorgewendes entlang des Zauns am Westrand der Ackerfläche Erichsen am Weg Zum Schnepfennest, hat eine Länge von 72 m. Der Schnittpunkt mit dem angenommenen Kograbenverlauf liegt bei 33,26 m, berechnet vom Startpunkt des Transekts. Farbe des Radargramms nach dem Programm Reflexw Rainbow 2.

Die obere grüne Reflektorlinie von etwa 20 cm Mächtigkeit und geradliniger, schwach wellenförmiger, gezackter Struktur entspricht der Pflugzone. Die weißen Reflexionen werden ebenfalls dem Oberboden zugeordnet. Die Fazies des Radargramms enthält mehrere schwächere Störungen mit Diffraktionshyperbeln nur in der Zone unterhalb 100 cm unter GOF. Die schwarz herausgehobene Reflektorlinie, generiert mit dem Reflexw-Analyse-Programm „Pick“ des Untermenüs „phase follower“, zeigt im Schnittpunkt mit dem angenommenen Kograbenverlauf 50 cm unter GOF ein Grabenprofil. Ob dessen Entstehung natürlichen oder anthropogenen Ursprungs ist, konnte nicht untersucht werden. Aufnahme des Radartransekts mit der 400-MHz-Antenne.

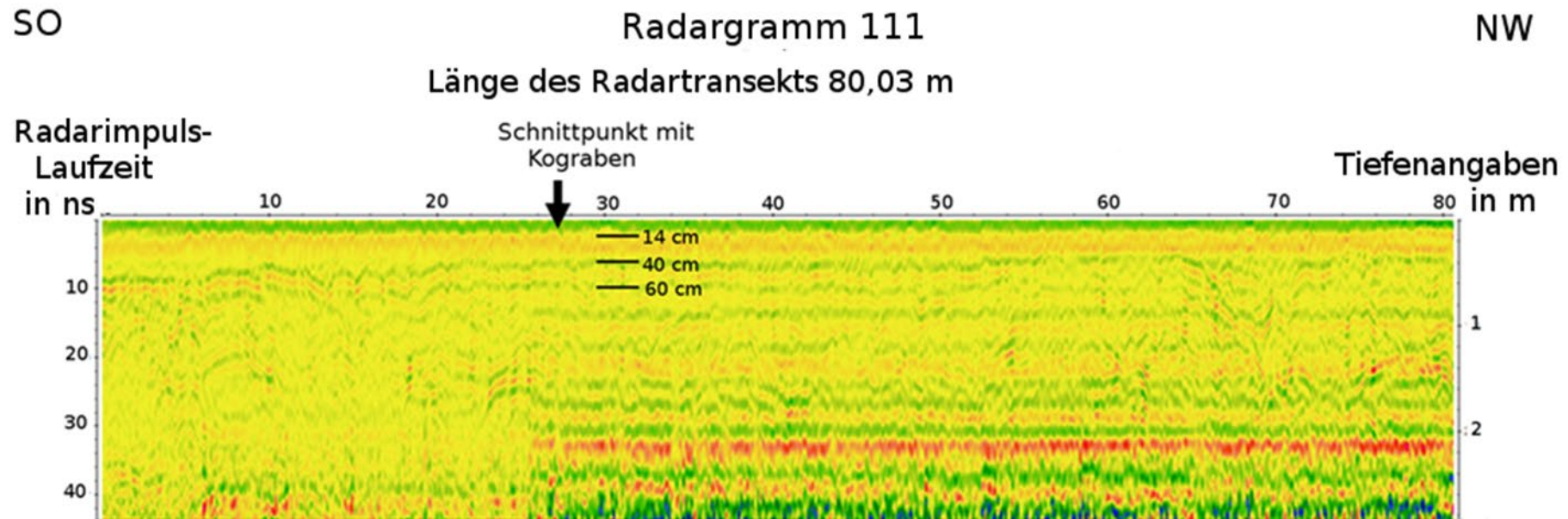


Abb. 113: Radargramm 111 am Ende der angenommenen Kograbentrasse auf der Fläche Buchholz am Hauptwall, 300 m vom Wallknick entfernt. Der Radartransekt schneidet die Kograbentrasse im Punkt 27,60 m, berechnet vom Startpunkt des Transeks. Farbe des Radargramms nach dem Programm Reflexw Rainbow 2.

Auffällig im südlichen Teil der Radarfazies des Radargramms sind die zwei unterschiedlichen Reflexionsmuster, vom Startpunkt des Transeks bis etwa 25 m zeigt unterhalb der Pflugzone nur „schwach diskontinuierliche“ wellenförmige Reflexionen, die Strecke bis zum heute noch vorhandenen, dem Hauptwall vorgelagerten Graben weist ab etwa 30 cm unter GOF bis zur Tiefe von mehr als 200 cm immer stärker werdende „parallel-horizontale“ verlaufende, durchgehende Reflexionen auf. Die Kontraste lassen einen Wechsel zu wasserreicheren Horizonten mit steigenden Werten der Dielektrizitätskonstanten erkennen. Die Fazies des Radargramms enthält keine Störungen, die auf eine Wall- oder Grabenanlage hinweisen. Aufnahme des Radartranseks mit der 400-MHz-Antenne.

Mit dem Radartransekt 111 wurde auf der Fläche Buchholz der Untergrund auf mögliche Wallrelikte untersucht. Der Transekt wurde von Südosten nach Nordwesten angelegt. Er ist 80,03 m lang und schneidet im Punkt 27,60 m die angenommene Kograbentrasse, berechnet vom Startpunkt (Abb. 113).

Die Radarfazies des Radargramms besteht aus zwei unterschiedlichen Reflexionsmustern. Die Fläche vom Startpunkt des Transekts bis etwa 25 m zeigt unterhalb der Pflugzone nur „schwach diskontinuierliche“ wellenförmige Reflexionen mit Diffraktionshyperbeln. Die hier schwächer ausgeprägten Reflexionen deuten auf Bodenhorizonte mit geringem Wassergehalt und niedrigeren Werten der Dielektrizitätskonstante hin. Die Strecke bis zu dem heute noch vorhandenen, dem Hauptwall vorgelagerten Graben weist ab etwa 30 cm unter GOF bis zur Tiefe von mehr als 200 cm immer stärker werdende „parallel-horizontal“ verlaufende durchgehende Reflexionen auf. Die Kontraste lassen einen Wechsel zu wasserreicheren Horizonten mit steigenden Werten der Dielektrizitätskonstanten erkennen.

Die Fläche Buchholz wird seit Jahrzehnten landwirtschaftlich genutzt. Die Reflektorlinien im Oberboden, im Pflughorizont zwischen 0 und 30 cm unter GOF entsprechen in ihrer Struktur, Linienführung und Kontraststärke den Reflektorlinien gepflügter Strecken der bisher ausgewerteten Radartransekte. Sie heben sich über die gesamte Transektstrecke durch einen auffälligen Kontrast von den Reflexionen im Unterboden ab.

Die Fazies des Radargramms enthält keine auffälligen Störungen, auch nicht im Bereich des Schnittpunkts mit der angenommenen Kograbentrasse. Auf der Fläche Buchholz sind weder Relikte einer Wall- oder Grabenanlage noch Ansätze einer Baumaßnahme zu erkennen.

Der Kograbens beginnt als Knick auf einem Privatgrundstück am Ufer des Selker Noors. Hier konnten weder bodenkundliche noch geophysikalische Untersuchungen durchgeführt werden. Vom Ostende des Kograbens bis zum Flugplatzgelände am Ochsenweg ist der Wall durch Straßenausbau und Landwirtschaft, durch Einebnungen und Abtragung nur noch auf einigen Flächen als Knick erhalten geblieben, auf dem Teilstück zwischen dem Ochsenweg und der Kreisstraße K 30 in seiner nahezu ursprünglichen Struktur.

Das letzte noch als Wallrelikt erkennbare Teilstück des Kograbens ab der Kreisstraße K 30 endet als Knick am Heideweg in Kurburg. Es folgt der Ansatz eines Weiterbaus ab dem Wegeknicke am Heideweg in Form einer flachen Grabenanlage von etwa 120 m Länge auf der Fläche Erichsen/Ketelsen in Verlängerung der bisherigen Trassenführung nach Westen. Ob der Grabenaushub zu einer Wallaufschüttung geführt hat, ist nicht mehr nachweisbar, aber anzunehmen. Die Länge des Kograbens vom Ufer des Selker Noors bis zum Wallende auf der Grenze zwischen den Flächen Erichsen/Ketelsen und Lausen beträgt 6442 m.

4.4.2 Ergebnis der geophysikalischen Prospektion mit dem Bodenscanner EM 38

Der Bodenscanner EM-38 der Firma Geonics kam nur auf der Fläche Lausen zum Einsatz. Befahren wurde die an den Hof angrenzenden Flächen zwischen dem Heideweg am Nordrand und dem Weg Zum Schnepfennest am Südrand. Zur Auswertung standen eine CD mit der kartierten Fläche (Abb. 114) mit den im Horizontal-Modus aufgenommenen EC-Werten (Electrical Conductivity) der befahrenen Fläche sowie Literatur mit Beschreibung von EM 38-

Einsätzen zur Verfügung (RECKLEBEN und LAMP 2006, S. 3 ff.).²⁷ Die von dem Bodenscanner EM 38 im Sekundentakt gemessene, scheinbare elektrische Bodenleitfähigkeit (EC-Werte) wurde mit der Uhrzeit, den Koordinaten der Messpunkte (GPS) und zugleich mit den Höhenangaben der Geländeoberfläche erfasst (Anlage 3). Die EC-Werte wurden auf einer Bodenleitfähigkeitskarte (Abb. 114) nach Substratklassen farblich flächendifferenziert abgebildet. Auf den Fahrtrassen erscheinen die Messpunkte als Punktreihen (Abb. 115, vergrößerter Ausschnitt aus Abb. 114).

Da die Geländeoberfläche zum Zeitpunkt der Prospektion gefroren war, konnten weder der Einfluss der Bodentemperatur und der Bodenfeuchte auf den EC-Wert gemessen, noch Bodenproben zur Bestimmung des Humusgehalts, der Ionenkonzentration und des Porenvolumens gezogen werden. Zum Kalibrieren der Bodenverhältnisse wurden daher drei Grablochdaten der digitalen Bodenschätzung herangezogen (Abb. 114 und Tab. 16). Hier war das Ziel, festzustellen, inwieweit die Grablochdaten mit den gemessenen EC-Werten der Abb. 114 übereinstimmen und ob im Zuge der angenommenen Verlängerung der Kograben trasse auffällige Abweichungen der Leitfähigkeitswerte festzustellen sind.

Da das Gelände nur einmal befahren werden konnte, sind die EC-Werte auf der Fläche Lausen als eine Momentaufnahme anzusehen. Während die Grablochdaten nur eine punktuelle Bodenbeschreibung mit einem Abstand von ca. 50 m liefern, beschreibt der Bodenscanner EM 38 kleinräumig und differenziert die Bodenleitfähigkeit einer beliebig großen zusammenhängenden Fläche.

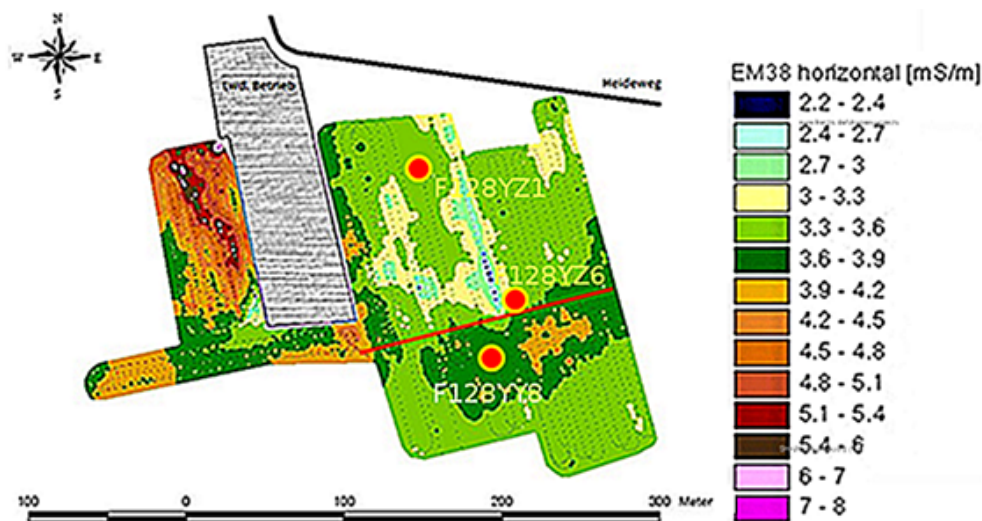


Abb. 114: EM 38-Kartierung beiderseits der Hofffläche Lausen zwischen dem Heideweg im Norden und dem Weg Zum Schnepfennest im Süden. Rote Linie: angenommener Verlauf des Kograbens. Rote Punkte: Lage der Grablochpunkte der amtlichen Bodenschätzung (Maßstab $\approx 1: 5.100$).

Wenn der Kograben über die Fläche Erichsen/Ketelsen hinaus weiter nach Westen ausgebaut war, würden im Zuge der angenommenen Kograben trasse vermutlich farblich abweichende linienhafte Strukturen sichtbar werden. Auch wären im Schnittpunkt mit den Fahrtrassen Abweichungen in den Bodenleitfähigkeitswerten zu erwarten. Zur Untersuchung der Fläche mit dem möglichen Kograbenverlauf wurde ein vergrößerter Ausschnitt aus der EM 38- Kartierung

²⁷ Die Karte (Abb. 114) sowie die EC-Daten (EM 38) mit den GPS-Koordinaten von der Fläche Lausen. wurden von Dipl. Ing. agr. v. KOSSELT/ Institut Landwirtschaftstechnik der CAU bereitgestellt.

(Abb. 115) mit sechs Fahrtrassenabschnitten beiderseits der Schnittpunkte des angenommenen Kograbensverlaufs ausgewählt. Die Fahrtrassen wurden mit Ausnahme der Fahrtrasse 4 in Süd-Nord-Richtung (genauer SSO-NNW) befahren.

Die EC-Wertbereiche der verschiedenen Farben der Abb. 115 entsprechen nach der Farbtabelle der Abb. 114 folgenden Bodenarten:

- niedrige EC-Werte zwischen 1 und 8 mS/m (Millisiemens/Meter) vom Oberboden bis zur mittleren Unterbodentiefe werden der Bodenart „Sand“ der Kornfraktion „Feinsand“ (fS) bis „Grobsand“ (gS) zugeordnet,
- EC-Wertbereiche von 8–30 mS/m weisen auf sandige Lehmböden hin,
- EC-Werte über 30 mS/m entsprechen Feinbodenarten mit Tonanteilen (Daten aus RECKLEBEN und LAMP 2006, Tab. 2-2, S. 7).

Allerdings erlauben die technischen Möglichkeiten des Bodenscanners keine Aussagen über die Bodenhorizontfolge.

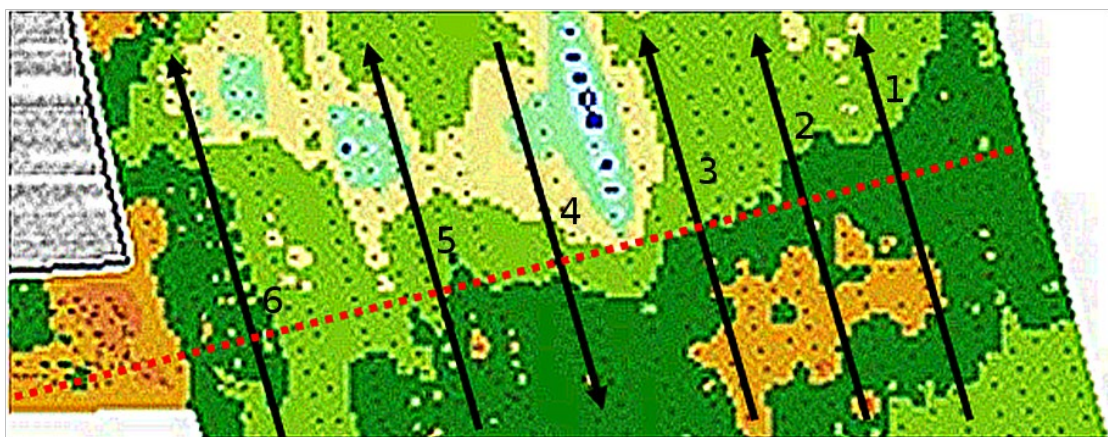


Abb. 115: Vergrößerter Ausschnitt aus Abb. 113 mit den Punktreihen der Fahrtrassen und der Aufnahme- richtung der Kartierung. Die Farben geben die EC-Werte und Bodenverhältnisse an. Die schwarzen Pfeile entsprechen den ausgewählten und ausgewerteten Fahrtrassenabschnitten. Die rot punktierte Linie bildet den angenommenen weiteren Verlauf des Kograbens ab (Karte genordet und erweitert, Maßstab $\approx 1: 1.600$).





Tab. 16: Bestimmung der Lage der ausgewählten Fahrtrassenabschnitte aus den Koordinaten (GeoRef Dezimalgrad) des EM 38 Bodenscanners (Anlage 3). Nach Umwandlung der GeoRef Koordinaten der Anfangs- und Endpunkte der Fahrtrassenabschnitte in UTM-Koordinaten wurden die Schnittpunkte der Fahrtrassen mit dem angenommenen Verlauf des Kograbens berechnet.

EM 38 Trassen	Anfangspunkt EM 38 Trasse		Endpunkt EM 38 Trasse		Schnittpunkte der Fahrtrassen- abschnitte mit der angenommenen. Kograbentrasse	
	Nordwert	Ostwert	Nordwert	Ostwert	Nordwert	Ostwert
Trasse 1	54,461826	9,470339	54,462654	9,472644	54,462245	9,472835
Trasse 2	54,461722	9,472825	54,462673	9,472447	54,462222	9,472659
Trasse 3	54,461807	9,472345	54,462467	9,472033	54,462162	9,472174
Trasse 4	54,462532	9,471492	54,461796	9,471826	54,462090	9,471689
Trasse 5	54,461483	9,471451	54,462349	9,471066	54,462027	9,471209
Trasse 6	54,461647	9,471115	54,462368	9,470781	54,461993	9,470959

Ausgehend von der Annahme, dass eine Weiterführung des Kograbens vermutlich zu Veränderungen im Oberboden geführt haben könnte, wurden die von der Kograbentrasse geschnittenen bzw. nur am Rande berührten Farbflächen der Abb. 115 auf mögliche Wallrelikte beurteilt und interpretiert (Tab. 17). Eine Untersuchung erstreckte sich daher auch auf die

Auswirkungen einer von schwachen Senken geprägten Geländeoberfläche auf die EC-Werte. Zu diesem Zweck wurden die Höhenwerte der Geländeoberfläche am Beispiel der Fahrtrasse 4 mit den EC-Werten verglichen.

Tab. 17: Beschreibung der vom angenommenen Kograbenverlauf geschnittenen bzw. am Rande berührten Farbflächen der Abb. 115.

Farben der Bodenleitfähigkeiten	EC-Wertbereich EM 38 nach Abb. 112	Bohrpunkte mit Bodenprofilaten der amtlichen Bodenschätzung auf der Fläche Lausen	Flächeninterpretation der elektrischen Leitfähigkeit
	3,3 - 3,6 mS/m	F128YZ1 Podsol PPn 0-20 Ap 20-40 Bhs 40-100 Bhs fSms mSgs fSms h3	Geringe Leitfähigkeitswerte, podsolierter Sandboden, Sandersand; Oberboden mittelhumos, Feuchtigkeit gering
	3,6 - 3,9 mS/m	F128YY8 Podsol PPn 0-20 Ah 20-30 Ae 30-100 Bhs mSfs gS mSfs h3 h2	Etwas höhere Leitfähigkeitswerte, podsolierter Sandboden, Sandersand; Oberboden mittelhumos, darunter schwach humos, Gelände leicht abfallend, daher feuchter
	2,7 - 3 mS/m	Keine Grablochdaten verfügbar	Niedrigere Leitfähigkeitswerte, podsoliger Sandboden; auf dieser Fläche Verlauf eines Knicks, geringe Bodenfeuchtigkeit
	3 - 3,3 mS/m	F128YZ6 Podsol-Gley PP-GG 0-30 Ah 30-65 Ae 65-100 Go mSfs mSfs h4 Auf den Bodenkarten Abb. 75 und 76 wird diese Fläche als Gley-Podsol (GG-PP) geführt	Geringe Leitfähigkeitswerte, podsoliger Sandboden; Übergang des B-Horizonts in Go-Horizont, Oberboden stark humos

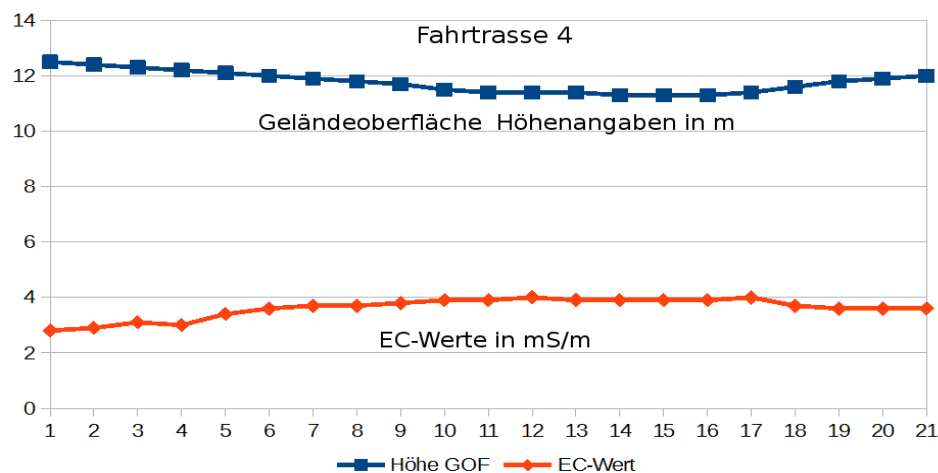


Abb. 116: Vergleich des Geländeoberflächenprofils auf dem Fahrtrassenabschnitt 4 mit den entsprechenden EC-Werten. Bei abfallendem Geländeprofil steigen die EC-Werte aufgrund der Zunahme der Feuchtigkeit im Boden an, bei ansteigendem Geländeprofil sinken die EC-Werte aufgrund niedrigerer Feuchtigkeit.

Das Diagramm (Abb. 116) verdeutlicht, dass im horizontalen Aufnahmemodus auf sandigen Flächen bei abfallendem und feuchterem Gelände die EC-Werte steigen, bei ansteigendem und trockenerem Gelände die EC-Werte fallen. Die etwas höheren Leitfähigkeitswerte auf der dunkelgrünen Fläche (Abb. 115) werden auf einen bis an die untere Grenze des Oberbodens reichenden Humusgehalt (Tab. 17) in Verbindung mit geringfügig höherer Feuchtigkeit bei leicht abfallendem Geländeprofil zurückgeführt.

NNW

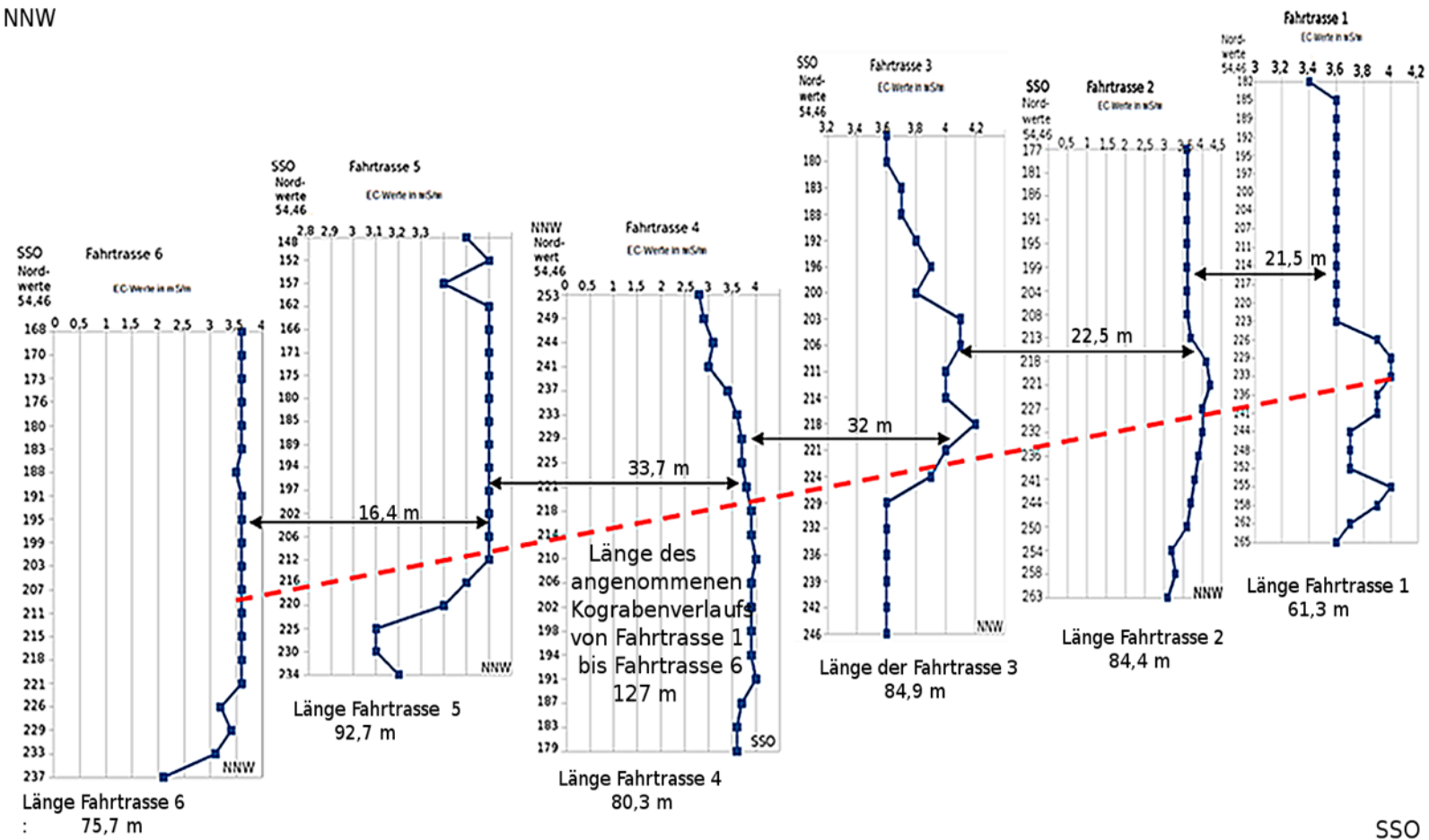


Abb. 117: Graphische Darstellung der EC-Werte, aufgenommen in Fahrtrichtung der Trassenabschnitte von SSO nach NNW, Fahrtrassenabschnitt 4 von NNW nach SSO (Abb. 115). Jeder Punkt aus der Punktreihe der jeweiligen Fahrtrasse entspricht einem EC-Wert, dessen Lage hier nur durch den Nordwert bestimmt ist (Ostwerte s. Anlage 3). Rot gestrichelte Linie: angenommener Verlauf des Kograben mit den Entfernungsangaben von Schnittpunkt zu Schnittpunkt mit den Fahrtrassen. Die höheren EC-Werte in und beiderseits der Schnittpunkte mit dem angenommenen Kograbenverlauf der Fahrtrassen 1–4, werden auf höhere Feuchtigkeitswerte im Boden aufgrund eines schmalen Streifens eines Podsol-Gleys (Abb. 75) zurückgeführt. Auffällige Abweichungen in den EC-Reihen, die auf mögliche Kograben-Relikte schließen lassen könnten, sind nicht zu erkennen. Die Koordinaten der Schnittpunkte des Kograben mit den Fahrtrassen sind der Tk 25 entnommen.

Auf den sechs ausgewählten Fahrtrassenabschnitten sind die im Sekundentakt gemessenen EC-Werte als Punktreihen in Fahrtrichtung abgebildet (Abb. 117). Die Lagebeschreibung der EC-Messpunkte nur durch die Nordwerte wurde als ausreichend angesehen.

Die EC-Werte beiderseits der Schnittpunkte der Fahrtrassenabschnitte mit dem Kograbens wurden auf auffälligere Abweichungen untersucht. Die dort im der Fahrtrassen 1–4 auftretenden leicht angestiegenen EC-Werte werden auf höhere Feuchtigkeitswerte im Boden zurückgeführt. Hier ist eine in Ost-West-Richtung verlaufende schmale Senke des Bodentyps Gley-Podsol zu erkennen (Abb. 75).

Die Abweichungen der EC-Werte sind insgesamt unauffällig und lassen weder Relikte eines natürlich entstandenen Grabens noch eines Grabenaushubs erkennen. Auch der vergrößerte Ausschnitt aus der Bodenleitfähigkeitskarte (Abb. 115) enthält in der möglichen Fortsetzung der Kograbentrasse keine sich linienhaft oder streifenförmig von der Umgebung abhebende Abweichung, die auf eine Fortsetzung des Ausbaus des Kograbens über das bisher bekannte Ende auf der Fläche Erichsen/Ketelsen schließen lassen könnte.

Die elektrische Leitfähigkeit (EC) hängt ganz wesentlich von der Bodenart ab. Die auf der Fläche Lausen vorherrschenden niedrigen EC-Werte zwischen 2,7–3,9 mS/m entsprechen der Bodenart und Kornfraktion „reiner Sand“ (RECKLEBEN und LAMP 2006, Tab. 2-2, S. 7). Nicht nur die EC-Werte, sondern auch die drei Grabloch-Bodenprofilaten (Abb. 114) bestätigen auf dieser Fläche die Bodenart „reiner Sand“, bestehend aus den Kornfraktionen „mittelsandiger Feinsand“ (fSms) bis „grobsandiger Mittelsand“ (mSgs) und „Grobsand“ (gS, Tab. 17).

Die Genauigkeit der UTM-Koordinatenangaben der TK 25 weicht von der des integrierten EM 38-GPS ab. Die Größe der Abweichung konnte nicht untersucht werden. Auch die Abstände von Messpunkt zu Messpunkt auf den Fahrtrassen der EM-38-Prospektion sind unterschiedlich groß. Sie sind abhängig von der Fahrgeschwindigkeit im Gelände und der Genauigkeit des GPS. Die Abstände der Messpunkte betragen im Mittel $\approx 4,5$ m.

4.4.3 Ergebnis der Prospektion mit dem Penetrologger der Firma Eijkelkamp

Die Fortsetzung des Kograbens auf der Fläche Erichsen/Ketelsen ist nur noch auf dem Luftbild (Abb. 55) sowie auf dem Ausschnitt aus der Laserscan-Karte (Abb. 56) auf einer Länge von ≈ 110 m als dunkler Streifen vom Wallende am Heideweg bis zum Knick und Graben am westlichen Rand dieser Fläche sichtbar, bei Begehungen im Gelände jedoch nicht mehr. Durch die seit über einem Jahrhundert anhaltende intensive landwirtschaftliche Nutzung wurde die Fläche eingeebnet. ANDERSEN und MADSEN (1974) hatten ca. 15 m vom Wallende entfernt eine Grabensohle in 45 cm Tiefe unter GOF festgestellt und als Verlängerung des Kograbens interpretiert (Abb. 5).

Die Verlängerung des Kograbens über den Heideweg hinaus ist als rot punktierte Linie auf der Abb. 118 dargestellt. Der dunkle Streifen auf der Abb. 55 wird auf eine Absenkung der Geländeoberfläche infolge der Verfüllung des Grabens mit lockerer Erde zurückgeführt, verbunden mit der Zunahme eines höheren Feuchtigkeitsgehaltes zum Zeitpunkt der Aufnahme aufgrund der Bodenverhältnisse des hier vorliegenden Normpodsols (PPn/Abb. 75). Dieser geht auf der westlichen Hälfte der Fläche in einen Gley-Podsol (GG-PP) über. Absenkungen entstehen bei Verfüllungen von Gräben, indem durch Witterungseinflüsse, z. B. durch Trocknung die Mineralpartikel des aufgeschütteten lockeren Bodensubstrats aneinanderrücken. Die Folge ist eine

Schrumpfung mit Senkung des Bodenvolumens bei gleichzeitiger Verdichtung des Bodengefüges. Das führt zur Erhöhung des Eindringwiderstandes und damit auch des Scherwiderstandes im Boden.

Auch Wasser kann die Komprimierung eines nicht bindigen Bodensubstrats (Sand) zur Folge haben. Durch den Strömungsdruck des Wassers werden Bodenpartikeln durch ihr Eigengewicht nach unten verlagert und das Bodengefüge verdichtet. Dieser Vorgang, hervorgerufen durch wechselnde Go-Horizonte unter GOF, führt durch Verkleinerung des Porenvolumens ebenfalls zur Absenkung des Bodens und durch Vergrößerung der Lagerungsdichte der Bodenpartikel zur Anhebung des Eindringwiderstandes. Liegt jedoch ein wassergesättigter Boden vor, sinkt die Stabilität des Bodens. Die Bodenpartikel werden z. B. beim Eintreiben der Sondierstange des Penetrologgers seitlich weggedrückt, ohne das Bodengefüge zu verdichten. Der Eindringwiderstand hat dann den Wert 0.

Da bodenkundliche Prospektionen mit Profilaufgrabungen nicht möglich waren, wurden zusätzlich zur Prospektion mit dem Georadar drei Messreihen mit einem Penetrologger der Firma Eijkelkamp angelegt (Abb. 118), mit dem Ziel, durch Messung des Eindringwiderstandes im Schnittpunkt der Messreihen mit dem Kograben Inhomogenitäten in der Bodendichte als mögliche Relikte des Kograbens nachzuweisen zu können.

Anzunehmen ist, dass durch das Verfüllen der heute eingeebneten Grabentrasse hier niedrigere Eindringwiderstandswerte bis zur Tiefe der früheren Grabensohle gemessen werden könnten.



Abb. 118: Fläche Erichsen/Ketelsen am Heideweg mit den mit dem Penetrologger der Firma Eijkelkamp angelegten Messreihen (gelbe Pfeile). Die rot punktierte Linie entspricht der Verlängerung des Kograbens über das Wallende am Wegeknicke hinaus (Quelle: Ausschnitt aus Google Earth; Maßstab $\approx 1:1.800$).

Eine Messung der Bodenfeuchte war ebenfalls nicht möglich (s.o.), obwohl sie ganz wesentlich den Eindringwiderstand beeinflusst: Je feuchter der Boden, umso geringer ist der Eindringwiderstand. Dies trifft vor allem auf die hier vorliegenden Böden aus Sand mit ihrem hohen Grobporenanteil zu, im Gegensatz zu lehm- und tonhaltigen Böden mit höherem Feinkornanteil. Da die Bodenart entlang der Messreihen relativ einheitlich ist, waren Unterschiede nur als Folge von Verdichtungen oder zunehmender Bodenfeuchte zu erwarten.

Die Penetrologger-Messreihen wurden im Bereich der Schnittpunkte mit der Kograben-trasse

auf Relikte des ehemaligen Kograbens untersucht. Dazu wurden die Eindringwiderstandswerte in den Tiefenlinien von 20 cm, 30 cm, 40 cm und 50 cm tabellarisch erfasst (Tab. 18) und als Diagramm abgebildet (Abb. 119), in der Annahme, dass die Bodenstruktur bis zur von Andersen und Madsen (1974) gefundenen Sohllentiefe von 45 cm möglicherweise noch auffällige Abweichungen anzeigen könnte.

Tab. 18: Eindringwiderstandswerte (MPa) in 20, 30, 40 und 50 cm Tiefe unter der Geländeoberfläche der Messreihen 1–3 (Abb. 118 und 119) aus den Penetrologger-Messdaten in numerischer Darstellung der PLOTS 001–006 (Anlage 4). CI-Werte (Cone Index): Durchschnittliche Eindringwiderstandswerte, gemessen in den Tiefen 1 cm, 15 cm, 30 und 45 cm zur Bewertung der Begeh- und Befahrbarkeit eines Geländes (Gebrauchsanweisung Penetrologger-Set, S. 26). Rote Spalte: VCI-Wert (Auflastdruck einer Person +25 kg Traglast). Dieser Wert gilt für alle Messreihen. Gelb markierte Zellen: Schnittpunkte der Messreihen mit dem Kograb. Letzte Zeile: durchschnittliche Eindringwiderstandswerte.

Messreihe 1 (MPa)					Messreihe 2 (MPa)						Messreihe 3 (MPa)				VCI
CI	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	CI	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	CI	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	Pers + 25 kg
1,4	1,47	2,18	3,31	2,59	1,4	0,42	1,91	0	0	1,5	0,52	0,82	3,49	4,06	0,12
1,4	2,08	2	1,49	3,69	1,4	0,35	3,1	1,36	3,42	1,5	0,62	1,35	3,41	0	0,12
1,4	1,58	2,38	2,22	4,31	1,4	0,30	1,93	0	0	1,5	1,53	1,77	2,76	4,63	0,12
1,4	1,7	2	2,54	2,73	1,4	0,28	0,84	1,8	1,54	1,5	0,79	1,5	2,84	4,79	0,12
1,4	0,84	1,84	2,11	0	1,4	0,75	0,53	0,51	0,49	1,5	0,84	2,77	3,27	0	0,12
1,4	1,11	1,42	1,15	1,48	1,4	0,66	1,07	1,4	1,87	1,5	1,04	2,77	3,79	0	0,12
1,4	1,49	2,41	1,61	1,45	1,4	0,90	1,72	2,64	3,48	1,5	1,14	3,19	4,85	0	0,12
1,4	2,72	1,97	0	0	1,4	0,61	2,2	3,63	2,35	1,5	0,69	1,29	2,59	0	0,12
1,4	1,53	1,93	1,83	3,2	1,4	0,42	0,44	2,08	2,08	1,5	0,47	1,45	1,9	0	0,12
1,4	1,14	1,73	2,63	0	1,3	0,83	1,42	1,03	0,91	1,5	1,03	0,95	1,26	2,58	0,12
1,4	0,8	2,29	3,34	0	1,3	0,77	2,98	3,22	0	1,5	1,58	1,67	4,01	2,02	0,12
1,6	0,38	0,71	2,54	2,79	1,3	0,66	1,46	1,3	2,49	1,5	0,65	1,57	1,26	2,71	0,12
1,6	1,12	3,34	0	0	1,3	0,64	0,88	1,26	4,23	1,3	0,73	1,64	1,52	4,06	0,12
1,6	1,41	3	4,54	0	1,3	0,49	1,79	2,4	0	1,3	1,14	0,99	2	0	0,12
1,6	1,11	1,55	2,88	0	1,3	0,67	1,26	3,42	3,24	1,3	0,70	0,65	1,05	1,95	0,12
1,6	2,67	1,24	2,01	0	1,3	0,70	1,05	0,83	0	1,3	0,70	1,78	1,8	0	0,12
1,6	0,4	3,48	0	0	1,3	0,55	1,62	3,51	0	1,3	0,61	1,71	2,19	3,41	0,12
1,6	0,65	3,33	0	0	1,3	0,74	1,66	3,42	0	1,3	0,77	0,82	1,97	3,13	0,12
1,6	1,1	2,21	2,12	0	1,3	0,35	1,73	2,22	2,82	1,3	0,82	1,49	1,74	3,79	0,12
1,6	1,29	3,21	0	0	1,3	0,84	2,46	2,52	2,27	1,3	0,62	1,23	1,6	3,52	0,12
1,6	0,92	1,02	2,31	0	1,3	0,91	1,36	1,54	0,8	1,3	0,71	0,66	0,94	4,17	0,12
1,6	1,36	3,43	4,03	3,3	1,3	0,61	2,15	1,84	0	1,3	0,67	1,67	1,95	4,48	0,12
1,6	0,73	3,46	0	0	1,3	0,48	2,19	1,91	3,29	1,3	1,00	1,4	1,1	3,39	0,12
1,6	1,02	2,42	0	0	1,3	1,05	2,13	1,92	4,14	1,3	0,94	1,25	1,45	3,86	0,12
1,6	1,77	2,91	2,74	1,28	1,3	0,31	1,74	1,7	1,81	1,3	1,63	1,79	2,99	4,54	0,12
1,6	1,06	2,64	0	0	1,3	0,37	1,97	3,47	0	1,3	0,62	1,58	3,01	4,65	0,12
1,6	0,36	2,1	4,27	0	1,3	0,75	2,13	3,20	0	1,3	0,63	1,84	1,43	1,62	0,12
1,6	0,71	0,86	0,51	2,07	1,3	0,29	1,45	1,36	3,07	1,3	0,63	1,82	3	3,85	0,12
1,6	1,05	1,36	2,02	2,24	1,3	0,44	1,31	2,43	0	1,3	0,64	1,63	1,53	1,38	0,12
1,6	0,43	2,52	3,94	2,76	1,5	0,58	1,05	1,79	1,73	1,3	0,72	1,43	3,55	3,5	0,12
1,6	0,97	3,52	0	0	1,5	1,30	1,72	1,83	0	1,3	0,85	1,63	1,47	3,01	0,12
					1,5	0,72	2,3	0	0	1,3	1,68	1,7	2,64	0	0,12
					1,5	0,96	1,87	3,35	0						0,12
					1,5	0,85	3,14	0	0						0,12
					1,5	0,33	2,03	3,19	0						0,12
					1,5	0,91	1,58	3,84	0						0,12
					1,5	1,08	0,7	4,22	0						0,12
	1,19	2,27	1,81	1,09		0,64	1,7	1,98	1,2		0,86	1,81	2,32	2,47	

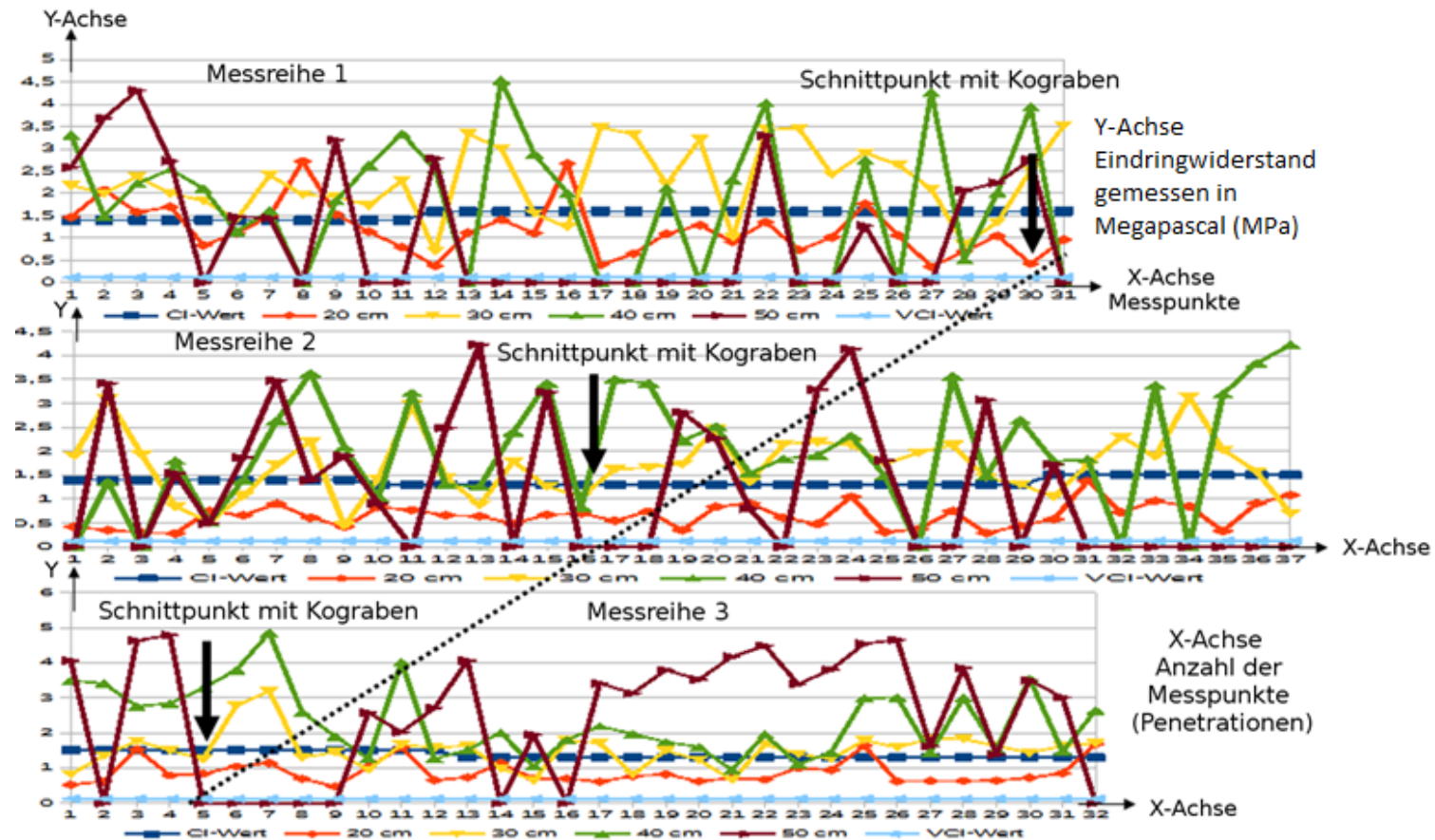


Abb. 119: Diagramm der Tiefenlinien 20 cm rot, 30 cm gelb, 40 cm grün und 50 cm braun unter GOF mit Wiedergabe der Eindringwiderstandswerte der drei Penetrologger-Messreihen auf der Fläche Erichsen/Ketelsen am Heideweg (Abb. 118). Die Eindringwiderstandswerte sind den Penetrologger-Messdaten in numerischer Darstellung der PLOTS-001–006 (Anlage 4) entnommen, ebenso die Cone-Index-Werte. (CI-Werte) = dunkelblaue, waagerechte Linie. Die VCI-Linie (hellblau) entspricht der Trittlast 7Auflastdruck von 0,12 MPa, oder dem Druck, den eine Person (Gewicht 85 kg + 25 kg Traglast) in Bezug auf die Scherkräfte im Boden ausübt. Aus dem Verhältnis der CI-Werte zu den VCI-Werten wird die Begeh- und Befahrbarkeit eines Geländes abgeleitet (Gebrauchsanweisung Penetrologger-Set, S. 26). Die schwarz gepunktete Linie entspricht dem Kograbverlauf. Zur Berechnung der Schnittpunkte der Messreihen mit dem Kograb (schwarze Pfeile) wurden die Koordinaten der Messpunkte aus den Textdateien der „pen-Dateien“ auf den entsprechenden Kartenausschnitt der TK 25 übertragen und die Schnittpunkte berechnet.

Bei den Tiefenlinien waren mögliche Verformungen im Boden durch Fahrspuren zu berücksichtigen, die zu Veränderungen in der Bodendichte des Oberbodens und des oberen Teils des Unterbodens geführt haben. Zum Zeitpunkt der Prospektion war auf der Fläche Mais ausgesät, der bereits gekeimt war (ca. 5 cm). Der Boden war trocken. Nasse oder auch nur feuchte Stellen waren nicht zu sehen. Auch auffälligere Fahrspuren waren auf der Fläche nicht mehr zu erkennen. Die Auswertung des Luftbilds (Abb. 118 und 123) ergab Fahrspuren mit einer Fahrspurbreite von ungefähr 2 m Außenbreite.

Um Aussagen treffen zu können, inwieweit die Bodenverhältnisse den Bau einer Wall-Grabenanlage über das Wallende am Heideweg hinaus zuließen, wurden die Cone-Index-Werte (CI-Werte) der einzelnen Messreihen aus den Eindringwiderstandswerten der Tiefen 1 cm, 15 cm, 30 cm und 45 cm vom Penetrologger automatisch gemittelt und in der Tab. 18 miterfasst (Gebrauchsanweisung Penetrologger-Set S. 26).

Ob ein Weiterbau des Kograbens möglich war, ergibt sich aus dem Vergleich der VCI-Werte (Vehicle Cone Index/Auflastdruck auf die Scherkräfte im Boden von Personen oder Fahrzeugen aus der Tabelle der „Gebrauchsanweisung Penetrologger-Set“ (S. 25 ff.) mit den CI-Werten (Tab. 18 und Abb. 119)²⁸:

- Person 85 kg: VCI = 0,08 MPa,
- Person 85 kg mit 25 kg Tragelast: VCI = 0,12 MPa
- Vergleich des CI-Werts mit dem VCI-Wert von einer Person mit 25 kg Tragelast: Ist der CI-Wert größer als der VCI-Wert, ist das Gelände begehbar und ein Wallbau möglich.
- CI-Wert ist gleich oder kleiner als der VCI-Wert: Das Gelände ist schwierig begehbar.
- CI-Wert kleiner als der VCI-Wert: Das Gelände ist nicht begehbar. Personen sinken bis zu der Tiefe ein, in der der CI-Wert gleich oder größer als der VCI-Wert der Person ist.

Die Geländeoberfläche ist von Fahr- und Pflugspuren in der Krume geprägt (Abb. 118 und 123). Die Pflugspuren entstehen, indem z. B. bei Maisanbau von der Pflugschar ein Erdbalken von 25–30 cm Arbeitstiefe und 30–55 cm Schnittbreite aus dem Boden herausgeschnitten, gewendet und gelockert wird (THIESING 2016, S. 15 ff.). Zusätzlich wird der gewendete Boden bis zur Tiefe von 10–15 cm durch Eggen weiter gelockert und gemischt. Unterhalb dieser Zone bleibt die Furchenstruktur erhalten, wie an den mäandrierenden Eindringwiderstandswerten der 20-cm-Tiefenlinien (Abb. 119, rote Linien) der drei Messreihen zu erkennen ist. Die 20-cm-Linie ist Teil der Krume, wie die geringe Differenz zur 15-cm-Säule auf der Abb. 119 zeigt, allerdings entspricht sie noch nicht der Pflugsohle. Höhere Eindringwiderstandswerte, die auf die Pflugsohle schließen lassen, ergeben sich erst für die Tiefen zwischen 25 cm und 30 cm unter GOF.

Die Eindringwiderstände der 30-cm-Tiefenlinien der Messreihen zeigen zwar stärker wechselnde Werte, liegen aber immer über den Werten der 20-cm-Tiefenlinien. Daher ist der verdichtete Bereich der 30 cm-Tiefenlinien als unterer Teil der Pflugsohle anzusehen. Die 40 cm- und 50 cm-Tiefenlinien hingegen zeigen in allen Messreihen (Abb. 119) stark wechselnde Eindringwiderstandswerte. Sie variieren von 0 bis über 3 und 4 MPa.²⁹

²⁸ Der Nachweis der Begehrbarkeit oder Nichtbegehrbarkeit des Geländes, abgeleitet aus dem Verhältnis der Eindringwiderstandswerte (CI-Werte) zu den VCI-Werten, gründet auf Erfahrungswerte aus dem Gebrauch des Penetrologgers im Ingenieurbauwesen, in der Bodenkunde und in der Landwirtschaft (Gebrauchsanweisung Penetrologger-Set. S. 3 und S. 25 ff.).

²⁹ Umrechnungswerte: 1 MPa = 10 bar = 10,1971 kg/m² Reaktionskraft des Bodens, bestehend aus dem Scherwiderstand und der Auflage der Bodenpartikel.
1 MPa = 1.000000 Nm/1 N = 0,101971 kg.

Aufgrund der Abstände der Maxima und Minima werden die Maximalwerte auf Verdichtungen durch Fahrspuren zurückgeführt. Die Minima-Werte bei 0 lassen auf einen feuchtnassen Go-Horizont bei 50 cm unter GOF schließen.

Das Diagramm der Messreihe 1 (Abb. 119) zeigt im Schnittpunkt mit dem Kograben, im Messpunkt 30, keine eine mögliche Grabenverfüllung andeutende niedrigeren Werte.³⁰ Vielmehr liegen im letzten Drittel der Messstrecke höhere Werte als im Durchschnitt der Messreihe vor (Anlagen 4/PLOT-001 und PLOT 002, pen 1–11). Als Grund für die höheren Eindringwiderstandswerte im Schnittpunkt mit dem Kograben nahe am Heideweg wird nicht nur die Lage im Vorgewende mit einer größeren Anzahl der Fahrspuren (Abb. 118) angenommen, sondern auch die höhere Lagerungsdichte der hier aus Reinsanden (Ss) bestehenden Bodenart Normpodsol (PPn). Die Fläche der Messreihe 1 war nach den Bodenverhältnissen zur Zeit des Baus des Kograben begeh- und befahrbar. Die Eindringwiderstandswerte lassen jedoch keine Hinweise auf Grabenrelikte erkennen.

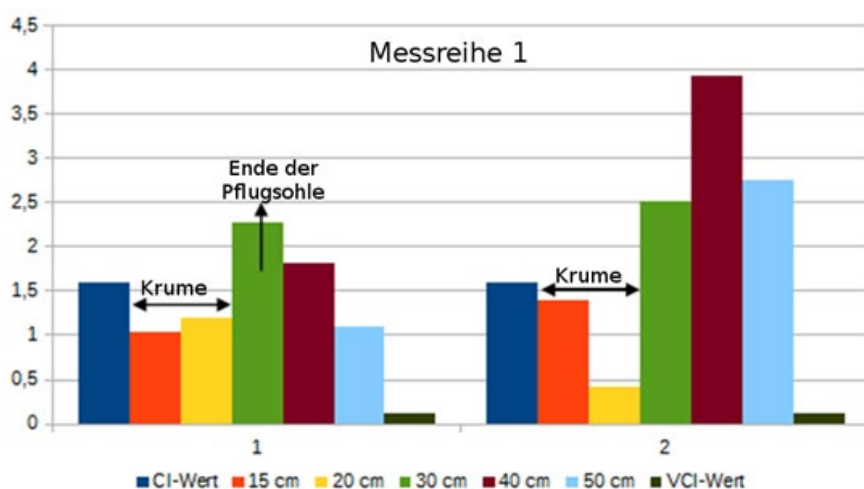


Abb. 120: Vergleich der durchschnittlichen Eindringwiderstandswerte der ausgewählten Tiefenlinien der Messreihe 1 mit den Eindringwiderstandswerten im Schnittpunkt mit dem Kograben. Diagramm links: Durchschnittswerte in MPa in folgenden Tiefenlinien: 15 cm=1,03/20 cm =1,19// 30 cm=2,27//40 cm=1,8//50 cm=1,09 MPa. Diagramm rechts: Eindringwiderstandswerte im Schnittpunkt mit dem Kograben: 15 cm=1,39//20 cm=0,43//30 cm=2,52//40 cm=3,04//50 cm=2,76 MPa. Der CI-Wert von 1,6 MPa ist größer als der VCI-Wert von 0,12 MPa.

Auch bei den 37 Penetrationen der Messreihe 2 zeichnen sich über die gesamte Messstrecke wechselnde Eindringwiderstandswerte in den vier ausgewählten Tiefenlinien ab (Abb. 119 und 121). Im Schnittpunkt mit dem Kograben, im Messpunkt 16 (Tab. 18 und Abb. 119), liegen die Eindringwiderstandswerte unter den durchschnittlichen Werten (1,3) der Messreihe, aber auch unter den entsprechenden Werten der Messstrecke 1. Ob hier ein Teil des früheren Grabenverlaufs des von ANDERSEN und MADSEN (1974) festgestellten Grabenprofils vorliegt, kann nur vermutet werden. Jedoch wird ein einziger Messpunkt bei einer festgestellten Grabenbreite von über 3 m nicht als ausreichender Beweis angesehen, zumal mehrere Punkte dieser Messreihe weit abseits vom Schnittpunkt mit dem Kograben ähnlich niedrige Werte aufweisen. Die Werte lassen vielmehr eine höhere Feuchtigkeit im Unterboden vermuten.

Im Schnittpunkt mit dem Kograben weisen die 30- und 40 cm-Tiefenlinien im Vergleich mit

³⁰ Plot-Daten der Messreihe 2: 37 Penetrationen mit 2960 Messwerten zwischen 0 und 80 cm unter GOF. Koordinaten des Schnittpunkts mit dem Kograben 530848 O 6035120 N (Tab. 19, Abb. 116 und Anlage 4, Username KET, PLOT-002 pen/plot 12 bis 20, PLOT-003 pen/plot 1 bis 20, PLOT-004 pen/plot 1 bis 8).

den durchschnittlichen Eindringwiderstandswerten der Messreihe ebenfalls niedrigere Werte auf. Allerdings sind die unmittelbar südlichen und nördlichen Eindringwiderstandswerte der 30 und 40 cm Tiefenlinien höher. Sie werden auf Verdichtungen durch Fahrspuren oder auf eine tiefere Pflugsohle für den Maisanbau zurückgeführt. Die 50 cm-Tiefenlinie zeigt den Wert 0 MPa an. Der Bodentyp dieses Teils der Untersuchungsfläche ist vermutlich bereits ein Gley-Podsol (GG-PP, Abb. 75) mit einem zeitweise höheren Feuchtigkeitsgehalt im Unterboden.

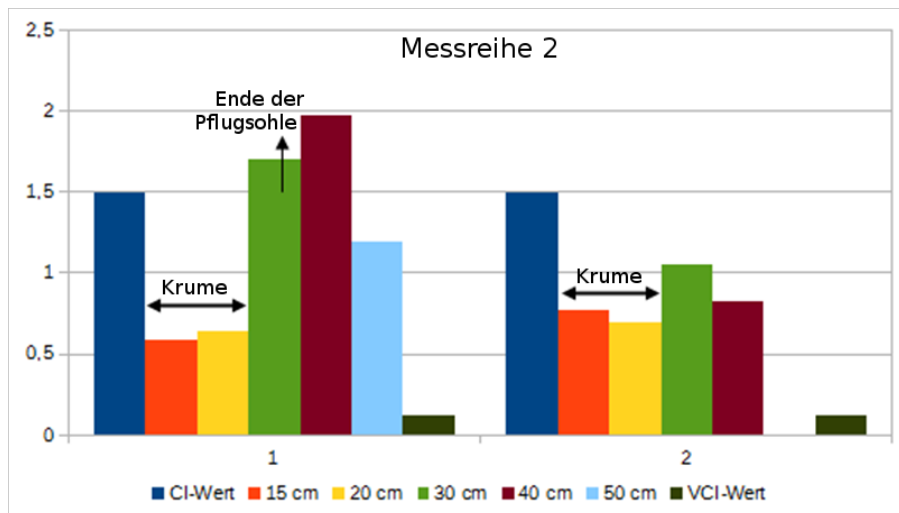


Abb. 121: Vergleich der durchschnittlichen Eindringwiderstandswerte der ausgewählten Tiefenlinien der Messreihe 2 mit den Eindringwiderstandswerten im Schnittpunkt mit dem Kograb. Diagramm links: Durchschnittswerte in MPa in folgenden Tiefenlinien: 15 cm=0,59//20 cm =0,64//30 cm=1,7//40 cm=1,98//50 cm=1,2 MPa. Diagramm rechts: Eindringwiderstandswerte im Schnittpunkt mit dem Kograb: 15 cm=0,77//20 cm=0,77//30 cm=1,05//40 cm=0,83//50 cm=0 MPa.

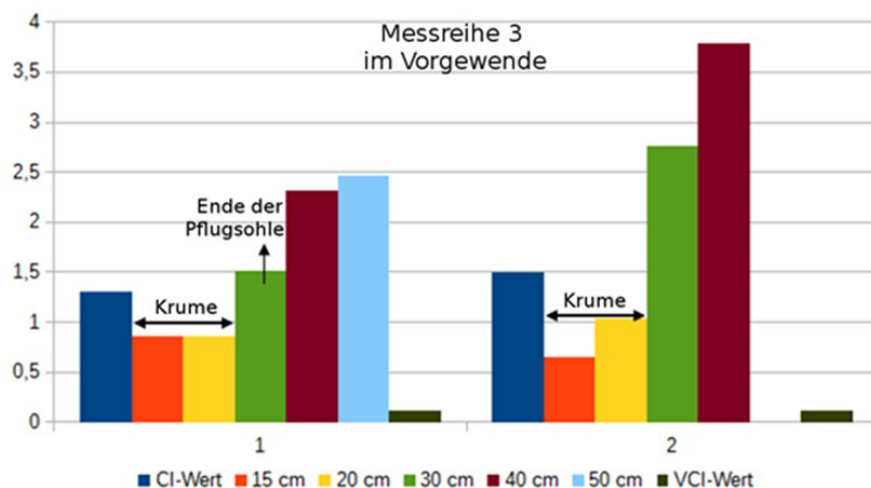


Abb. 122: Vergleich der durchschnittlichen Eindringwiderstandswerte der ausgewählten Tiefenlinien der Messreihe 3 mit den Werten im Schnittpunkt mit dem Kograb. Diagramm links: Durchschnittswerte in MPa in den Tiefenlinien: 15 cm=0,86//20 cm=0,86//30 cm=1,81//40 cm=2,32//50 cm=2,47 MPa. Diagramm rechts: Eindringwiderstandswerte im Schnittpunkt mit dem Kograb: 15 cm=0,65//20 cm=0,84//30 cm=2,77//40 cm=3,27//50 cm=0 MPa. Die Eindringwiderstandswerte im Schnittpunkt mit dem Kograb unterscheiden sich weder wesentlich von den Durchschnittswerten der Messreihe 2, noch von den Eindringwiderstandswerten der einzelnen Penetrationen (Tab. 18). Die höheren Eindringwiderstandswerte werden auf die Lage der Messreihe im Vorgewende zurückgeführt.

Die insgesamt niedrigeren Eindringwiderstandswerte im Schnittpunkt im Vergleich mit den übrigen Werten der Messreihe (Tab. 19) lassen auf das von Andersen und Madsen (1974) festgestellte Grabenprofil schließen.

Die Eindringwiderstandswerte der ausgewählten Tiefenlinien im Schnittpunkt mit dem Kograben der Messreihe 3 einschließlich der Eindringwiderstandswerte der beiden folgenden nördlichen Penetrationspunkte in 30 und 40 cm Tiefe unterscheiden sich durch ihre höheren Werte (Tab. 18). Diese werden auf die Lage der Messreihe im Vorgewende zurückgeführt, die auch zugleich die Zufahrt zur angrenzenden südlichen Ackerfläche darstellt. Die 50-cm-Tiefenlinie zeigt wieder den Wert 0 MPa an.

Eine Beschreibung der Bodenverhältnisse vor Beginn der landwirtschaftlichen Nutzung der heutigen Fläche Erichsen/Ketelsen liegt nicht vor. Die exakt gerade Linienführung der Verlängerung des Kograbens über den Heideweg hinaus schließt eine natürliche Entstehung aus (Abb. 56 und Abb. 118, gelbe Pfeile). Daher ist davon auszugehen, dass die Fläche zur Zeit des Baus des Kograbens im letzten Drittel des 10. Jahrhunderts noch teilweise begehbar war und dort Erdarbeiten durchgeführt werden konnten. Die heutigen Bodenverhältnisse erlauben aufgrund der CI-Werte zwischen 1,3 und 1,6 MPa (Tab. 17) ein problemloses Begehen des Geländes bei dem VCI-Wert von 0,12 MPa Auflast einer Person von 85 kg Gewicht und 25 kg Tragelast, ebenso auch ein Befahren.

Nach der kartographischen Geländeaufnahme durch Geertz (1849/50) ist die Fläche beiderseits des Heideweges als nicht moorig gekennzeichnet, nach der Karte von Neynaber und Hensen von 1761 (Abb. 42) südlich des Heideweges jedoch als Moor ausgewiesen. Der Boden dieser Fläche ist nach der aktuellen digitalen Bodenkarte des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und ländliche Räume (LLUR, Abb. 75) im Nord- und Ostteil ein podsoliger Heideboden (PPn), der zur Flächenmitte hin nach Süden und Westen mit einem ansteigenden Go-Horizont ab 40 cm unter GOF in einen Gley-Podsol übergeht. Die dunkle Fläche auf der Abb. 123 zeigt Bodenfeuchtigkeit an.

Auf der sich westlich anschließenden Fläche weist die Bodenkarte (Abb. 75) in der Verlängerung der Grabensilhouette einen schmalen (blauen) Streifen eines Anmoorgleys auf, der sich wahrscheinlich auch nach Osten bis auf die Fläche Erichsen/Ketelsen erstreckte, bevor der die beiden Flächen trennende Entwässerungsgraben angelegt wurde. Möglicherweise ist der Gley-Podsol (GG-PP) durch die Entwässerungsmaßnahmen im Zuge der landwirtschaftlichen



Nutzung dieser Fläche aus einem Anmoorgley hervorgegangen. Die in der Bildmitte grünliche Fläche der Abb. 123 ließ noch einen anmoorigen Boden mit Sauergrasbewuchs (Verf.) erkennen. (u. a. *Scirpus lacustris*)

Abb. 123: Ausschnitt aus Orthofoto (Google Earth 2020) mit den Flächen Erichsen/Ketelsen (rechts) und Lausen (links). Deutlich sichtbar die Fahrspuren im Vorgewende. Die gelben Pfeile markieren die Silhouette des Kograbens. Die grünliche Fläche in der Bildmitte ist eine Senke mit einem Anmoorgley. (Maßstab 1: 2.100).

Die Untersuchung, ob allein mit einer Penetrologger-Prospektion, ohne bodenkundliche Untersuchungen, die Lage und Struktur eines flachen Grabenrelikts auf einer Fläche, die seit über

100 Jahren landwirtschaftlich genutzt wird, noch nachweisbar sind, brachte kein Ergebnis. An den Eindringwiderstandswerten waren keine eindeutigen Anzeichen eines Grabenverlaufs zu erkennen. Jedoch kann aus den Eindringwiderstandswerten geschlossen werden, warum der Graben eine Tiefe von nur 45 cm hatte, und die zwischen der Straße K 30 und dem Heideweg vorhandene Wallstruktur mit Wall, Berme und Graben (Abb. 5) nicht weiter ausgeführt wurde.

Über die Höhe der Eindringwiderstandswerte im Oberboden vor Beginn der landwirtschaftlichen Nutzung der Fläche sind keine verlässlichen Aussagen möglich. Der CI-Wert im Oberboden lag wahrscheinlich im Bereich zwischen 0,5 MPa und 1 MPa, wie einige sehr niedrige Eindringwiderstandswerte in den Messreihen vermuten lassen. Die Flächen konnten aufgrund des CI-Wertes von Personen mit dem VCI-Wert von 0,12 MPa noch ohne Schwierigkeiten begangen und Erdarbeiten in Angriff genommen werden.

Allerdings hätten die Eindringwiderstandswerte ab der Tiefenlinie 40 cm unter GOF ohne Verdichtung durch Fahrspuren auch heute noch nahezu durchgängig den Wert 0 MPa. Darauf lässt die Zahl der Messpunkte mit 0-Werten neben den Messpunkten mit auf Fahrspurverdichtungen zurückzuführenden hohen Eindringwiderstandswerten vor allem in den Messreihen 1 und 2 schließen. Die 0-MPa-Werte deuten auf wassergesättigte G-Horizonte.

Bereits nach dem Abgraben des Oberbodens der Grabentrasse und der folgenden mit Kapillarswasser gefüllten Bodenschicht machte sehr wahrscheinlich eindringendes Wasser die weitere Vertiefung des Kograbens nicht mehr möglich. Mit dem Wegfall des Oberbodens fiel in der Grabentrasse ab der Tiefe von ca. 40 cm unter GOF mit den Eindringwiderstandswerten auch der CI-Wert auf den Wert in Richtung 0 MPa. Da der CI-Wert kleiner als der VCI-Wert von 0,12 MPa ist, war die Grabensohle nicht mehr begehbar (Gebrauchsanweisung Penetrologger-Set S. 25 ff.).

Der Versuch, den Kograbens über den Heideweg hinweg weiter nach Westen als Wall mit Berme und Graben (Abb. 5) fortzuführen, wurde am Westrand der Fläche Erichsen/Ketelsen offensichtlich abgebrochen mit dem Ergebnis, dass der Kograbens hier als flacher Graben nach ca. 110 m in einem Anmoorgley endete (Abb. 75). Ein weiterer Ausbau der Wallanlage in die Tiefe ohne Verfestigung des Untergrundes war nicht mehr durchführbar.

Eine weitere Frage stellte sich, ob durch den seit vielen Jahren durchgeführten Maisanbau das Grabenprofil zerstört wurde. Mais bildet ein dichtes Wurzelsystem von 30–40 cm unter GOF. Weitere Wurzeln erreichen Tiefen bis über 100 cm unter GOF (BODNER/HIMMEL-BAUER 2012, S. 174 ff.). Für Maisanbau beträgt die Pflugfurchentiefe 25–30 cm. Es ist nicht auszuschließen, dass durch die größere Pflugsohlentiefe und die Durchwurzelung durch den Maisanbau die Grabensohle zerstört worden ist.

Weitere Penetrologger-Messungen wurden in der möglichen Verlängerung der Kograbentrasse in Richtung des Wallknicks, des Übergangs vom Hauptwall zum Krummwall, durchgeführt, auf der Fläche Lausen beiderseits des Radargramms 109 (Abb. 110) sowie auf der Fläche Buchholz auf der Transektlinie des Radargramms 111 (Abb. 113), am Ende der angenommenen Verlängerung des Kograbens. Die Messungen ergaben auf beiden Flächen keine auf einen Grabenverlauf hinweisende Merkmale.

Auch im Raum Dürwade am westlichen Ende des Osterwalls fanden Penetrologger-Messungen statt (Abb. 130), ebenso am Windebyer Noor, dem östlichen Ende des Osterwalls. Auch diese Messungen ergaben keine Hinweise auf Wallrelikte. Daher wurde auf die Einfügung dieser Penetrologger-Daten in die Anlage 4 verzichtet.

4.4.4 Prospektion mit dem Georadar auf dem NATO-Flugplatz Jagel

Auf dem Gelände des NATO-Flugplatzes Jagel konnten nur Prospektionen mit dem Georadar durchgeführt werden. Die Untersuchungen erstreckten sich auf den Geländeteil mit dem früheren Kurzen Kograben. Dieser Bereich wird im Westen begrenzt vom Ochsenweg, im Norden von der Schleppstraße, im Süden und Osten von der von Südwesten nach Nordosten verlaufenden Start-/Landebahn. Die untersuchte Fläche war im 19. Jahrhundert militärisches Übungsgelände, ausgenommen die Fläche beiderseits des Ochsenweges wegen der auf der Karte der preußischen Landes-Aufnahme von 1877/Blatt Kropp vorhandenen Knicks. Hier ist eine landwirtschaftliche Nutzung anzunehmen.

Da bei dem Bau des Flugplatzes 1935 der Wallkörper abgetragen und der Graben eingeebnet wurde, könnten nur Grabenrelikte unterhalb der früheren Geländeoberfläche erhalten geblieben und nachweisbar sein. Hinweise auf die Art der Erdarbeiten bei dem Flugplatzbau liegen nicht vor. Gesichert sind die Abgrabung des Walls und die Auffüllung des Grabens. Die Darstellung des Kurzen Kograbens aus JANKUHN (1937, Abb. 42, S. 111) wurde mittels Georeferenzierung auf eine Karte mit UTM-Koordinatengitter übertragen, die Länge des Kurzen Kograbens berechnet und die UTM-Koordinaten des Anfangs- und Endpunktes bestimmt (Abb. 124).

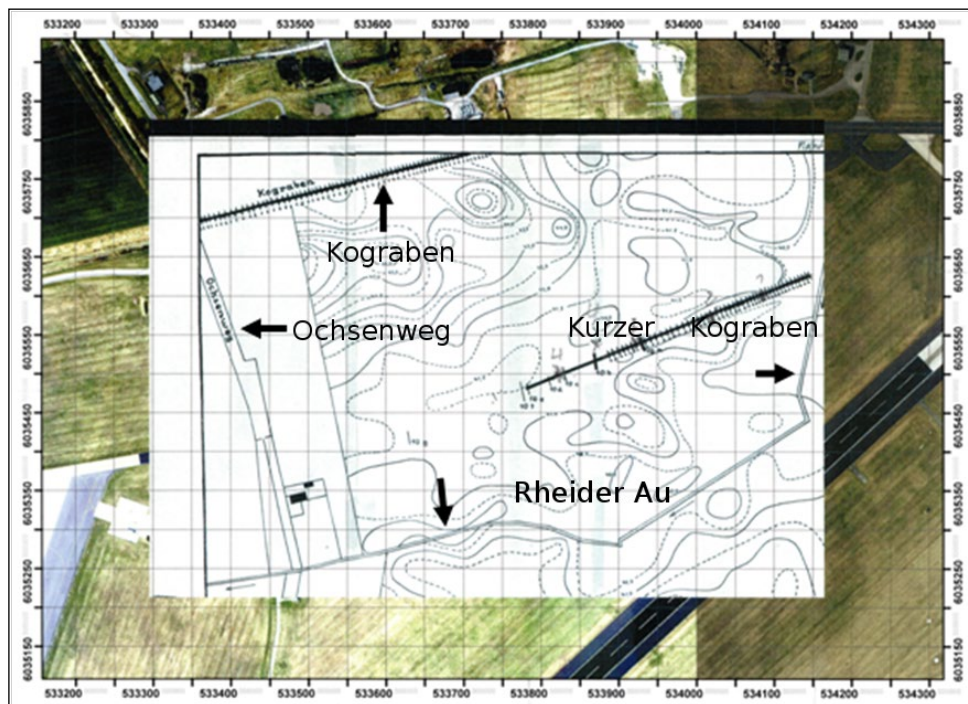


Abb. 124: Luftbildkartenausschnitt mit UTM-Koordinatengitter von der Fläche des früheren Kurzen Kograbens auf dem NATO-Flugplatz Jagel. Eingefügt ist die georeferenzierte Abb. 42 aus Jankuhn (1937, S. 111) mit dem Kurzen Kograben, der Rheider Au, dem Ochsenweg und dem Kograben (Die Karte wurde georeferenziert von Dipl. Geogr. Tim Hartmann, Geogr. Inst. CAU, Maßstab $\approx 1: 8.000$).

Bohrpunktdaten der digitalen Bodenschätzung liegen von der untersuchten Fläche nicht vor. Der Boden des Untersuchungsgeländes ist ein aus Schmelzwassersanden entstandener Gley-Podsol (GG-PP, Abb. 77). In den Radargrammen sind daher im Oberboden in Tiefen zwischen 20 und 25 cm keine als frühere Pflugsohle zu interpretierende kontinuierlich planar-horizontale Reflektionslinien zu erwarten.

Auf der Untersuchungsfläche wurden mehrmals Versorgungs- und Stromleitungen verlegt, deren Lage unbekannt ist. Die stromführenden Leitungen sind auf den Radarbildern vermutlich

nur an einer Anhäufung starker Radarechos zu erkennen. Genau bekannt hingegen sind Lage und Verlauf der bei dem Bau des Flugplatzes 1935 in Rohren in die Erde verlegten Rheider Au, im Folgenden als „Rheider Au alt“ bezeichnet (Abb. 69, linker Bildausschnitt). Deren Rohre liegen in Höhe des Startbahnendes in ungefähr 70 cm Tiefe und in 100 cm Tiefe im Schnittpunkt mit dem Ochsenweg. Ob die Rohre der „Rheider Au alt“ bei der Verlegung der Rheider Au nach Westen aus dem Boden genommen wurden, ist nicht bekannt. Jedoch sind Diskordanzen in der Bodenstruktur der früheren „Rheider Au alt“-Trasse zu erwarten.

Im Zuge weiterer Umbauten wurde die Rheider Au um ungefähr 170 m nach Westen und zugleich tiefer verlegt (Abb. 127, hellblau gepunktete Linie). Im Schnittpunkt mit der Schleppstraße der nördlichen Begrenzung der Untersuchungsfläche, liegen die Rohre in 310 cm Tiefe, im Schnittpunkt mit dem Ochsenweg in 320 cm Tiefe. Der Durchmesser der Rohre beträgt 90 cm. Die Trasse der „Rheider Au neu“ wird nur vom Transekt 80 geschnitten (Abb. 128 und Tab. 20). Insgesamt wurden zehn Radartransekte gemessen (Abb. 127) und auf einem Luftbild (LA Verm. S-H DP 37168/2016) mittels der vom Georadargerät angezeigten Transektlängen die Koordinaten der Start- und Endpunkte bestimmt.



Dass die gesamte Fläche mit dem Kurzen Kograben bei dem Bau des Flugplatzes vollständig eingeebnet wurde, wird ausgeschlossen, da eine verschliffene Geländekante von etwa 30–40 cm Höhe in Nord-Süd-Richtung erhalten geblieben ist. Ihre Lage ist identisch mit der 20-m-Höhenschichtlinie auf dem Geländeausschnitt östlich des Höhenpunktes 25,0 m (UTM 533692 Ost, 6035680 Nord) (Abb. 126).

Abb. 125: Kartenausschnitt mit der Fläche des früheren Kurzen Kograben auf dem NATO-Flugplatz Jagel. Der Pfeil weist auf die auch heute noch sichtbare Geländekante der 20 m Höhenlinie hin.

Nach dem Geländeschnitt der TK 25 fällt das Gelände von der Schleppstraße bis zum Startbahnende (Abb. 126, schwarze Linie) auf der Distanz von 570 m um 5 m von 23 m Höhenmetern auf 18 m von West nach Ost ab, nach Google Earth nur um 2 m, von 21 Höhenmetern

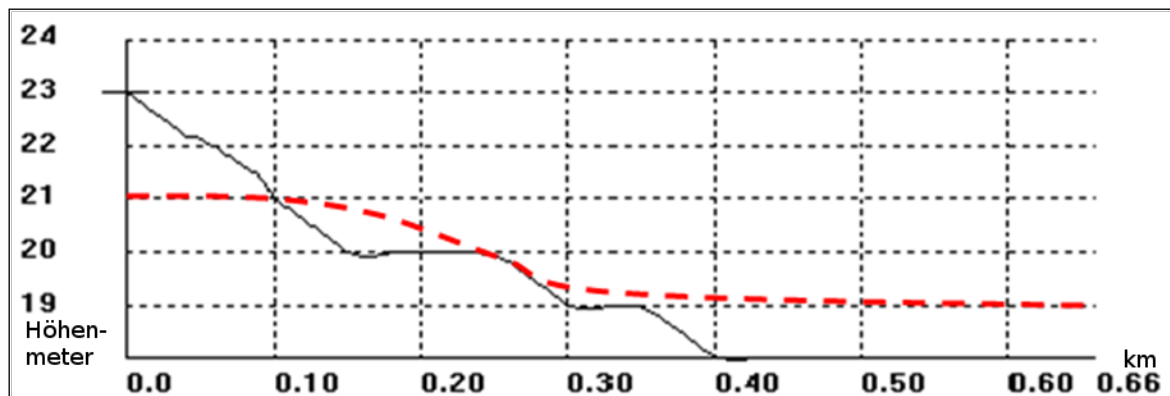


Abb. 126: Darstellung des Geländeprofiles der Untersuchungsfläche auf dem Flugplatz Jagel (Abb. 127, schwarz gestrichelte Linie). Die schwarze Höhenprofillinie ist dem Höhendatenprogramm „Geländeschnitt“ der TK 25 entnommen, die rot gestrichelte Linie den Höhendatenangaben aus Google Earth. Geländeschwelle bei 0,25 km. Die Überhöhung der Ordinate beträgt $\approx 1:36$.

Bei den Transekten auf dieser Fläche wurde durch „statische Korrektur“ (time shifting) die wahre Geländeoberfläche auf den ersten Reflektor verschoben und aufgrund der Bodenverhältnisse (vergleyter Podsol) von einem Permittivitätswert von $\epsilon_r = 5$ ausgegangen.

$$v = \frac{300.000.000}{\sqrt{5}} \text{ m ns}^{-1} = 0,13416 \text{ m ns}^{-1} \quad (4-6)$$

Die Geschwindigkeit des Radarimpulses beträgt im Boden 0,13416 m/ns.

Die Berechnung der Laufzeit t des Radarimpulses von der Geländeoberfläche bis zu einer Tiefe d und zurück erfolgt, ausgehend von der Geschwindigkeit des Radarimpulses im Boden, nach der Formel

$$v = \frac{2d}{t} \text{ m ns}^{-1} \quad t = \frac{2d}{v} \text{ m ns}^{-1} \quad (4-7)$$

Die Durchlaufzeit t des Radarimpulses wurde bei allen Radargrammen dem Reflexw-2D-dataanalysis-Modus entnommen, da für eine Kalibrierung exakte Tiefenangaben von Bodenhorizonten oder Objekten nicht vorlagen. Die Tiefenberechnung nach den Formeln (6) und (7) ergab im Vergleich mit den Tiefenangaben aus dem Reflexw-2D-dataanalysis-Modus einen um 6,4 cm niedrigeren Tiefenwert.

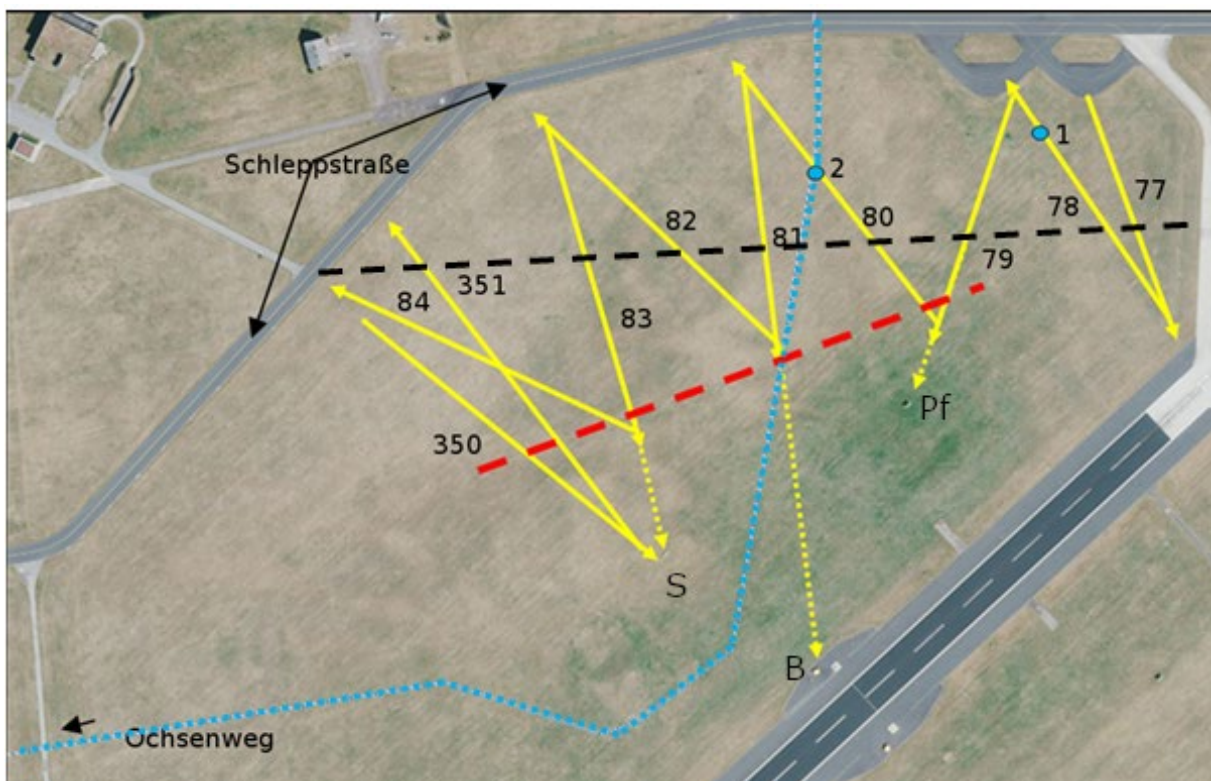


Abb. 127: Ausschnitt des Flugplatzgeländes aus Orthofoto mit dem Kurzen Kograben (rot gestrichelte Linie), dem Ochsenweg (schwarzer Pfeil, der „Schleppstraße“ = nördliche Begrenzung der Untersuchungsfläche und mit den Radartransekten 77–84, sowie 350 und 351 (gelb). Die gelb gepunkteten Linien entsprechen der Aufnahme- richtung auf markante Geländepunkte (Pf: Pfahl, B: Behälter, gelb und S: Schranke). Die Länge der Transekt- Pfeile ist der gemessenen Transektlänge angenähert. Blaue Punkte: 1=Schnittpunkt des Radartransekts 78 mit „Rheider Au alt“, 2=Schnittpunkt des Radartransekts 80 mit „Rheider Au neu“ (schwach hellblau gepunktete Linie zwischen den Transekten 80 und 81). Schwarz gestrichelte Linie: Geländeschnitt (Abb. 125), Gefälle 5 m entlang der Strecke von 570 m von West nach Ost (Bildquelle: LAVerm u. GeoInfo S-H, DP 37168/2016, Maßstab \approx 1: 6.300).

Von den zehn auf der Untersuchungsfläche gemessenen Radartransekten (Abb. 127) wurde die Auswertung von sechs Transekten als ausreichend angesehen. Sie decken die gesamte Untersuchungsfläche ab.

Tab. 19: Auflistung der Schnittpunkte der Radartransekte mit dem Kurzen Kograben und den Trassen der „Rheider Au alt“ und der „Rheider Au neu“ (s. Abb. 127). Die Koordinaten der Start- und Endpunkte der Radartransekte sowie der Trassen der „Rheider Au alt“ und der „Rheider Au neu“ wurden dem Luftbild des LA für Verm u. GeoInfo entnommen (Quelle DP LA Verm u. GeoInfo S-H, DP 37168/2016), die Längenwerte der Radartransekte sowohl berechnet als auch mit den der Radargramm- Längenwerten des Reflexw-2D-dataanalysis-Modus verglichen. Die Spalte „Länge File in m“ enthält die Werte aus dem Reflexw-2D-dataanalysis-Modus. Die Koordinaten der Anfangs- und Endpunkte des Kurzen Kograbens wurden nach der Abbildung des Kurzen Kograbens aus Jankuhn (1937, Abb. 42, S. 111) bestimmt und daraus die Länge berechnet.

File Nr.	Anfangspunkt		Richtungsendpunkt		Länge File in m	Schnittpunkt mit Kurzem Kograben		Entfernung vom Startpkt. in m	Schnittpunkt mit Rheider Au neu		Schnittpunkt mit Rheider Au alt	
	Nordwert	Ostwert	Nordwert	Ostwert		Nordwert	Ostwert		Nordwert	Ostwert	Nordwert	Ostwert
77	6035750	534245	6035602	534300	155,7	kein Schnittpunkt		außerhalb	kein Schnittpunkt		kein Schnittpunkt	
78	6035602	534300	6035758	534177	194,4	kein Schnittpunkt		außerhalb	kein Schnittpunkt		6035736,9	534193,6
Abstand des Schnittpunkts des Radartransekts 78 mit der Rheider Au alt vom Startpunkt:											171,8 m	
79	6035758	534177	6035589	534122	173,4	6035561,9	534132	nicht bearb.	kein Schnittpunkt		kein Schnittpunkt	
80	6035589	534122	6035791	533961	257,3	6035609,6	534105,6	26,3	6035701,5	534032,2	kein Schnittpunkt	
Abstand des Schnittpunkts des Radartransekts 80 mit der Rheider Au neu vom Startpunkt:									163,9 m		kein Schnittpunkt	
81	6035791	533961	6035600	533996	193,7	6035568,8	534001,7	außerhalb	kein Schnittpunkt		kein Schnittpunkt	
82	6035600	533996	6035749	533832	220,7	6035576,6	534021,6	außerhalb	kein Schnittpunkt		kein Schnittpunkt	
83	6035749	533832	6035520	533898	237,3	6035527,4	533895,8	230,6	kein Schnittpunkt		kein Schnittpunkt	
84	6035520	533898	6035634	533650	271,8	6035504,8	533838,3	61,6	kein Schnittpunkt		kein Schnittpunkt	
350	6035590	533698	6035415	533915	278,5	6035495,7	533814,9	150,2	kein Schnittpunkt		kein Schnittpunkt	
351	6035415	533915	6035720	533785	330,8	6035517,7	533871,2	111,6	kein Schnittpunkt		kein Schnittpunkt	
KK oGr	6035484	533782	6035627	534152	396	Koordinaten des Kurzen Kograbens (KKoGr) und dessen Länge						

In der Tabelle 19 sind die Schnittpunkte der Radartransekte mit dem Kurzen Kograben und den Trassen der „Rheider Au alt“ und „Rheider Au neu“ mit Koordinaten und dem Abstand von den Startpunkten der Transekte aufgelistet. Obwohl vorrangig die Schnittpunkte der Radartransekte mit dem Kurzen Kograben zu untersuchen waren, wurden die Fazies auch auf mögliche Ortstein-Horizonte als Reflektoren zur Unterscheidung von Strom führenden Leitungen im Unterboden überprüft. Ortstein-Horizonte (Bms) wurden nach einem Grabungsbefund unter dem Eluvialhorizont festgestellt (Abb. 8, heller Streifen unter dem Ah-Horizont) (JANKUHN 1937, Abb. 38, S. 106).

Von den zehn Georadartransekten wurde bei fünf rechnerisch ein Schnittpunkt mit dem Kurzen Kograben ermittelt: bei den Transekten 80, 83 und 84, sowie bei den Transekten 350 und 351. Bei zwei Transekten wurde je ein Schnittpunkt mit der „Rheider Au alt“ (Abb. 127, Transekt 78, Pkt. 1) und mit der „Rheider Au neu“ (Abb. 127, Transekt 80, Pkt. 2) errechnet.

Der Radartransekt 77 (Abb. 128) beginnt an der Schleppstraße im früheren östlichen Uferbereich der „Rheider Au alt“ und verläuft von dort nach Südsüdost bis zum östlichen Ende der nördlichen Start-/Landebahn. Der Transekt schneidet somit weder den Kurzen Kograben noch die in die Erde verlegten Rohre der „Rheider Au alt“.

Die Radarfazies besteht aus zwei unterschiedlichen Reflexionsmustern, bis zur Tiefe von 35,5 cm unter GOF aus drei kontinuierlich parallel-horizontal-planar verlaufenden Reflektorlinien ohne auffällige Amplituden, entstanden durch Bodenauftrag und nach unten begrenzt von markanten diskontinuierlich strukturierten Diffraktionshyperbeln. Sie markieren eine Schichtgrenze, die durch eine mit dem Reflexw-Analyse-Programm „Pick“ des Menüs „phase follower“ generierte schwarze Reflektorlinie herausgehoben wird. Vermutlich entspricht sie in geglätteter Form der Geländeoberfläche vor dem Bau des Flugplatzes. Die weißen Reflektorlinien markieren unbestimmte Schichtgrenzen im Unterboden.

Das Fehlen von auffälligen Reflektoren lässt darauf schließen, dass der nasse Boden beiderseits des Gewässerlaufs im Zuge der Verrohrung der „Rheider Au alt“ abgetragen, die Senke mit Sand aufgefüllt und eingeebnet wurde.

Die Fazies des Radargramms 77 lässt im „theoretischen“ Schnittpunkt mit dem Kurzen Kograben bei Punkt 80,3 m, gemessen vom Startpunkt des Radargramms, keine auffälligen Störungen von der Geländeoberkante bis zur Tiefe von einem Meter erkennen. Eine mögliche Wallfortsetzung über die „Rheider Au alt“ nach Osten hinaus ist auf dem Flugplatzgelände nicht nachweisbar. Die Anhäufung blauer und roter Diffraktionshyperbeln ab $\approx 1,40$ m unter GOF wird auf Reflexionen wahrscheinlich eines Magnetfeldes eines ungefähr parallel zum Radartransekt verlaufenden Starkstrom-Erdkabels zurückgeführt.

Der Radartransekt 78 (Abb. 129), Länge 194,4 m, schneidet die „Rheider Au alt“ im Punkt 171,8 m, ausgehend vom Startpunkt des Transekts, dem Endpunkt des Radartransekts 77 (Abb. 127). Auffällige Störungen der Fazies im „theoretischen“ Schnittpunkt mit dem Kurzen Kograben im Punkt 76,2 m sind nicht zu erkennen. Auch hier ist eine mögliche Wallfortsetzung über die „Rheider Au alt“ nach Osten auszuschließen.

Die Radarfazies zeigt insgesamt ähnliche Reflexionsmuster wie die Fazies des Radargramms 77 (Abb. 128). Die schwach grüne diskontinuierliche Reflektorlinie unterhalb der bis 0,34 m unter GOF verlaufenden drei kontinuierlich parallel-horizontal-planaren gelben, grünen und roten Reflektorlinien wurde mit einer schwarzen „phase follower“-Reflektorlinie herausgehoben.

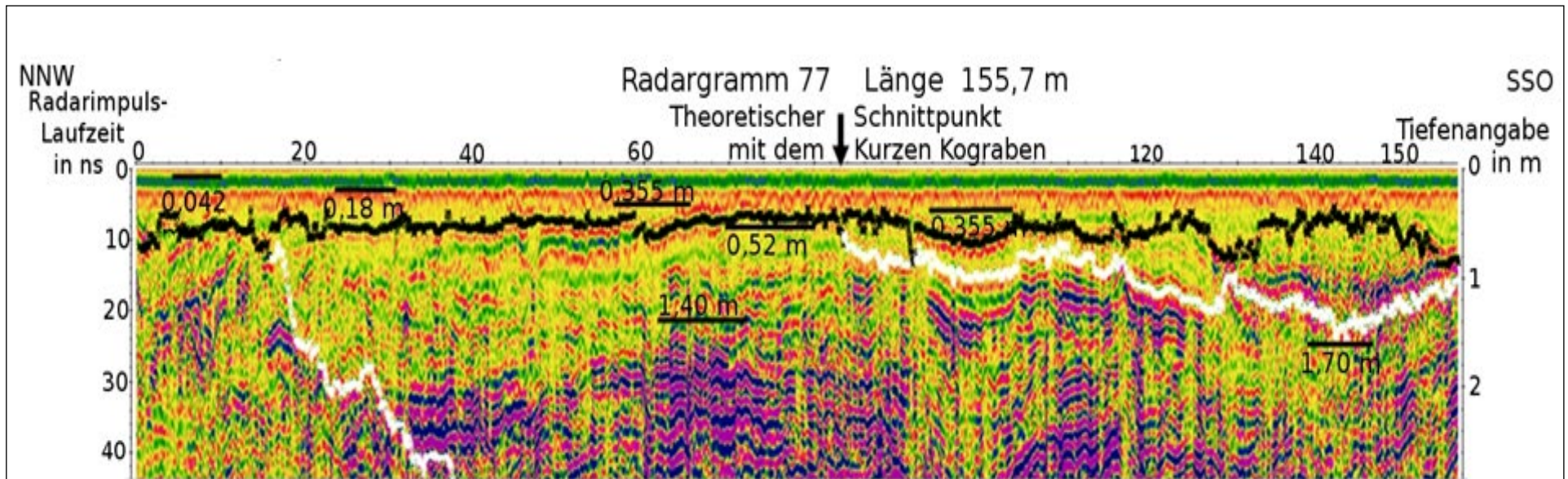


Abb. 128: Radargramm 77 in der Farbe Rainbow 2 nach den Programm Reflexw-2D-dataanalysis-Modus. Die Kontraste der Reflexe sind verstärkt. Die Länge des Transekts beträgt 155,7 m. Der errechnete Schnittpunkt des Radartransekts mit dem Kurzen Kograben liegt östlich vom Endpunkt des Radartransekts. Störungen im „theoretischen“ Schnittpunkt mit dem Kurzen Kograben im Punkt 81,7 m sind nicht zu erkennen.

Die schwach diskontinuierlich verlaufende Reflektorlinie unterhalb der drei kontinuierlich parallel-horizontal-planar verlaufenden Schichtgrenzen wurde mit dem Reflexw-Analyse-Programm „Pick-phase follower“ schwarz markiert. Die Linie in „geglätteter“ Form entspricht vermutlich der Geländeoberfläche vor dem Bau des Flugplatzes. Die Reflexionsschichten über der schwarzen Reflektorlinie sind Bodenauftragsschichten zur Einebnung der Fläche. Die weißen Reflektorlinien markieren unbestimmte Schichtgrenzen im Unterboden.

Zur Verdeutlichung der Mächtigkeit einzelner Reflexionsschichten und der Tiefe von Störungen wurden die Distanzen in Metern unter GOF angegeben.

Die blauen und roten Diffractionshyperbeln ab $\approx 1,40$ m unter GOF sind wahrscheinlich Reflexionen des Magnetfeldes eines ungefähr parallel zum Radartransekt verlaufenden Starkstrom-Erdkabels (Aufnahme des Radartransekts mit einer 400-MHz-Antenne).

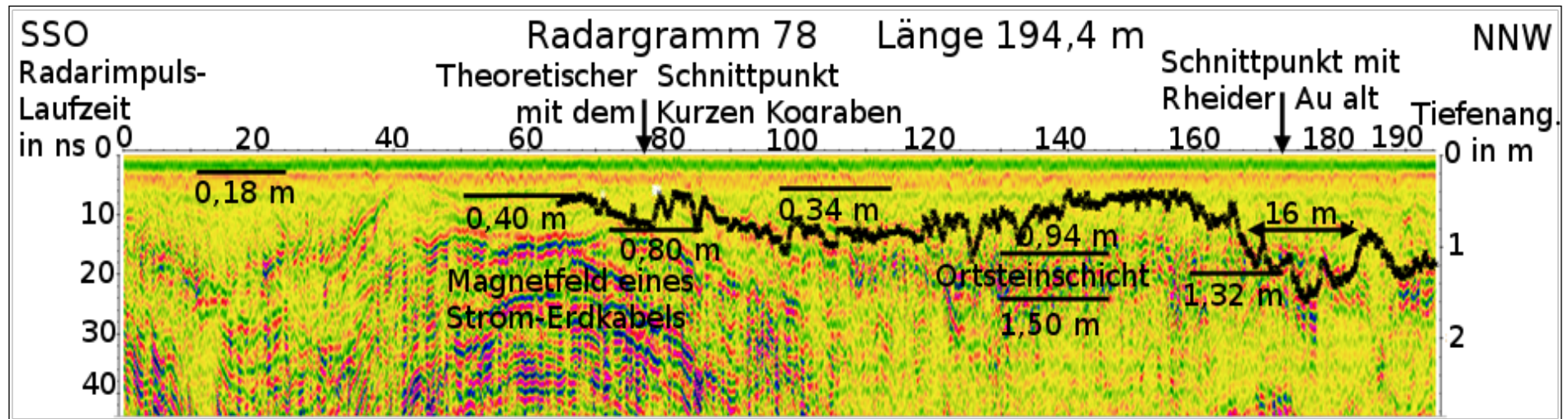


Abb. 129: Radargramm 78, Länge des Transekts 194,4 m, Verlauf von SSO, dem Endpunkt des Transekts 77 nach NNW. Farbe: Rainbow 2 (Programm Reflexw-2D-dataanalysis-Modus) zwischen 40 m und 80 m, gemessen vom Startpunkt, schneidet der Transekt diagonal ein Starkstrom-Erdkabel mit ringförmig verlaufenden Diffraktionshyperbeln des Magnetfeldes.

Die Diffraktionshyperbeln in 1 m Tiefe zwischen 120 m und 180 m Transektlänge werden als Reflexion einer verfestigten Ortsteinschicht aus akkumulierten Huminstoffen und Eisenoxiden gedeutet.

Herausgehoben ist ab 166 m Transektlänge mit der schwarzen „phase follower“-Reflektorlinie der Bereich mit dem Schnittpunkt der „Rheider Au alt“. Die Reflektorlinie bildet hinsichtlich der Breite und Tiefe vermutlich das Bett der „Rheider Au alt“ vor dem Bau des Flugplatzes ab (Aufnahme des Radartransekts mit einer 400-MHz-Antenne).

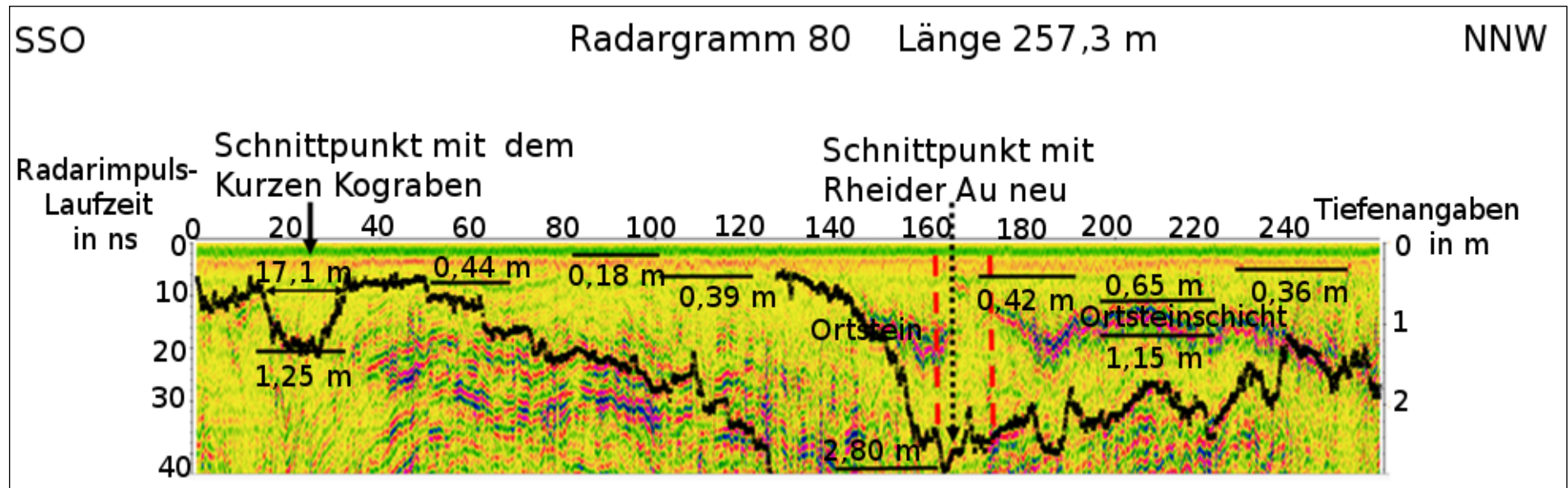


Abb. 130: Radargramm 80: Gemessen vom Endpunkt des Transekts 79 nach Nordnordwesten bis zur Schleppstraße, Länge des Transekts 257,3 m. Nach der Radarfazies zeigen die oberen drei Reflektorlinien die gleiche Struktur und Mächtigkeitsmaße wie die der Transekte 77 und 78. Die Diffraktionshyperbeln der unteren dritten Reflektorlinie repräsentieren eine Schichtmächtigkeit von bis zu 0,20 m.

Mit dem Pick-Menü „phase follower“ wurde die folgende grüne, diskontinuierlich strukturierte Reflektorlinie schwarz herausgehoben und in zwei Sektionen geteilt. Sie wird ungefähr 0,40 m unter GOF von zwei Störungen unterbrochen. Die erste Störung ist identisch mit der Lage des Schnittpunkts mit dem Kurzen Kograb im Punkt 26,3 m, berechnet vom Startpunkt des Transekts. Die Störung hat eine Ausdehnung von 17,1 m zwischen Punkt 14,6 und 31,7 m und erreicht eine Tiefe von 1,15 m. Die Störungsstruktur entspricht den Wallmaßen des Grabungsschnitts 10 a am Kurzen Kograb (Jankuhn 1937, Abb. 38, S. 106).

Die zweite Störung liegt im Bereich des Schnittpunkts des Radartransekts mit der „Rheider Au neu“, markiert durch den schwarz gepunkteten Pfeil im Punkt 163,9 m. Sie fällt ab bis auf über 2,80 m unter GOF. Ein eindeutiges Grabenprofil der Rohrtrasse ist in der Radarfazies nicht zu erkennen. Die Unterbrechung der vermuteten Ortsteinschicht zwischen Punkt 163 m und Punkt 171 m, hervorgehoben durch die rot gestrichelten Linien beiderseits des Schnittpunkts, weist auf die Lage des Grabenprofils hin (Aufnahme des Radartransekts mit einer 400-MHz-Antenne).

Sie bildet im Bereich des Schnittpunktes mit der „Rheider Au alt“ eine Senke ab von etwa 16 m Breite und einer Tiefe von 1,30–1,50 m unter GOF. Sie entspricht vermutlich dem Bett der „Rheider Au alt“ vor dem Bau des Flugplatzes.

In der Radarfazies zwischen 40 m und 80 m, gemessen vom Startpunkt, fällt unterhalb von 0,80 m unter GOF eine Anhäufung bogenförmig verlaufender markanter Diffraktionshyperbeln auf. Der Radartransekt schneidet hier vermutlich diagonal das Magnetfeld eines Starkstrom-Erdkabels.

Die Diffraktionshyperbeln zwischen 80 m und 180 m und in der Tiefe zwischen 0,40 m und 1,0 m unter GOF werden als Reflexion einer Ortsteinschicht beurteilt. Hier haben die in einem Illuvialhorizont angereicherten Huminstoffe und Eisenoxide eine verfestigte Schicht gebildet.

Der Radartransekt 80 (Abb. 130) verläuft vom Endpunkt des Transekts 78 nach Nordnordwesten bis zur Schleppestraße (Abb. 127). Seine Länge beträgt 257,3 m. Nach der Radarfazies zeigen auch in diesem Teil des Geländes die oberen drei Reflektorlinien die gleichen Strukturen und Mächtigkeitsmaße wie die der Transekte 77 und 78. Die Diffraktionshyperbeln der unteren dritten Reflektorlinie haben eine Schichtmächtigkeit von bis zu 0,20 m.

Die folgende auffälligere Schichtgrenze, eine grüne, diskontinuierlich strukturierte Reflektorlinie in ungefähr 0,40 m unter GOF, wurde mit dem Pick-Menü „phase follower“ schwarz herausgehoben. Diese Reflektorlinie wird von zwei auffälligen Abweichungen unterbrochen. Die erste Abweichung ist identisch mit der Lage des Schnittpunkts mit dem Kurzen Kograben im Punkt 26,3 m, berechnet vom Startpunkt des Transekts. Die Reflektorlinie fällt im Punkt 14,6 m vom Startpunkt von 0,45 m auf 1,25 m unter GOF ab, verläuft 8 m in dieser Tiefe und steigt im Punkt 31,7 m auf 0,44 m unter GOF an. Die Distanz von 17,1 m zwischen Punkt 14,6 und 31,7 m entspricht den Wallmaßen des Grabungsschnitts 10 a am Kurzen Kograben (JANKUHN 1937, Abb. 38, S. 106).

Die schwarze Reflektorlinie markiert als zweite auffällige Abweichung den Bereich des Schnittpunkts des Radartransekts mit der „Rheider Au neu“ im Punkt 163,9 m, gekennzeichnet durch den schwarz gepunkteten Pfeil (Abb. 127, blauer Punkt 2). Nach der Reflektorlinie reicht die Rohrtrasse der „Rheider Au neu“ bis über 2,80 m unter GOF. Ein eindeutiges Grabenprofil der Rohrverlegung ist in der Radarfazies nicht zu erkennen. Jedoch könnte die Lücke der vermuteten Ortsteinschicht (JANKUHN 1937, S. 107 mit Abb. 38) zwischen Punkt 163 m und 171 m, markiert durch die rot gestrichelten Linien beiderseits des Pfeils die Lage des Grabenprofils andeuten. Ortstein steht für gewachsenen Boden.

Der rechnerisch ermittelte Schnittpunkt des Radartransekts 83 (Abb. 131) mit dem Kurzen Kograben liegt im Punkt 230,6 m, vom Endpunkt des 237,3 m langen Transekts 6,7 m entfernt. Möglicherweise wurde hier das unter der Geländeoberfläche erhaltene Grabenprofil angeschnitten. Die Störung in diesem Bereich ist nicht nur durch die abfallende schwarze „phase follower“-Reflektorlinie angedeutet, sondern auch an den auffällig geneigten grünen Diffraktionshyperbeln zu sehen. Deren Form weicht auf dem rechten Bildausschnitt von der Form der Diffraktionshyperbeln links vom Pfeil ab.

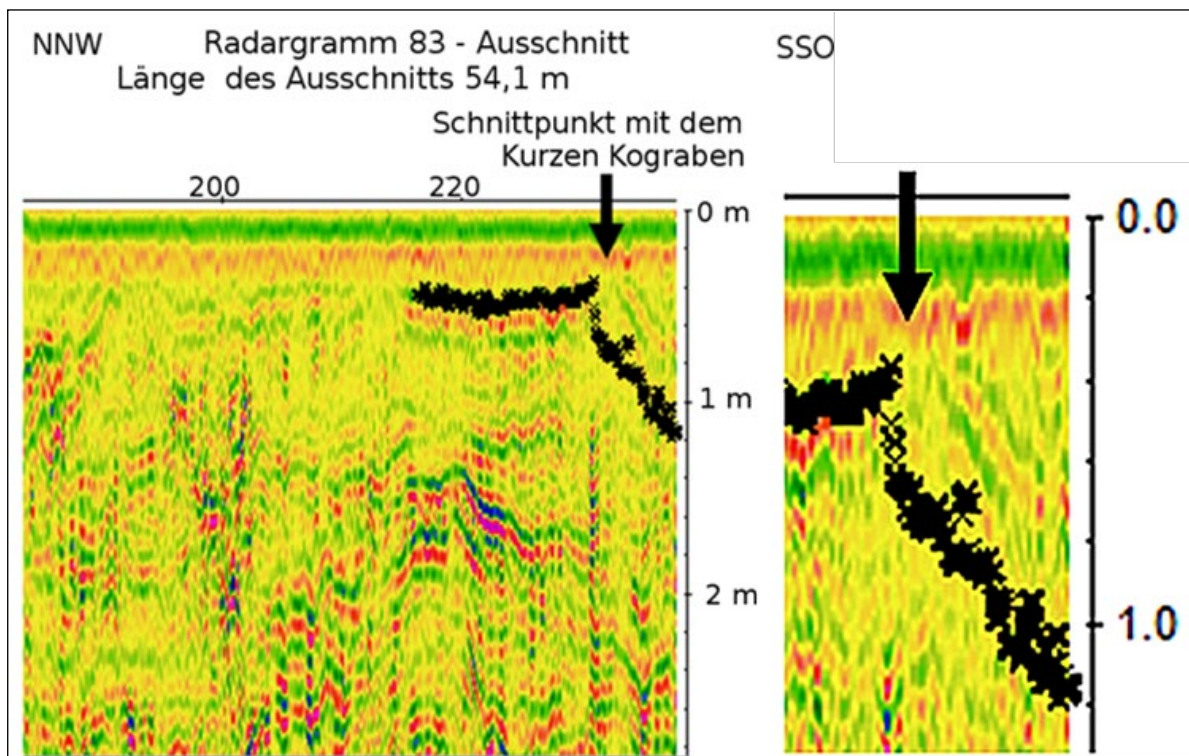


Abb. 131: Links Ausschnitt aus dem 237,3 m langen Radargramm 83, Länge des Ausschnitts 54,1 m. Der Pfeil zeigt auf den Schnittpunkt mit dem Kurzen Kograben, rechts vergrößerter Ausschnitt des Schnittpunkts. mit den auffällig geneigten grünen Diffractionshyperbeln. Sie deuten das angeschnittene Grabenprofil unter GOF an.

Der Radartransekt 84 (Abb. 132) verläuft vom Endpunkt des Transekts 83 nach Nordwesten bis zur Einmündung der von Nordwesten auf die Schleppestraße stoßenden Zubringerstraße (Abb. 127). Der linke Ausschnitt des insgesamt 271,8 m langen Transekts hat eine Länge von 86,6 m. Nach der Radarfazies zeigen auch in diesem Teil des Geländes die oberen drei Reflektorlinien gleiche Strukturen und Mächtigkeitsmaße wie die der Transekte 77–83. Die folgende grüne, diskontinuierlich wellenförmig strukturierte Reflektorlinie zwischen 0,40 m und 0,50 m unter GOF entspricht vermutlich der Geländeoberfläche vor dem Bau des Flugplatzes.

Nach den Koordinatenangaben der TK 25 liegt der errechnete Schnittpunkt des Radartransekts mit dem Kurzen Kograben am Ostrand des früher landwirtschaftlich genutzten Geländes (Abb. 6). Der Radartransekt schneidet den Kurzen Kograben im Punkt 61,8, gemessen vom Startpunkt. Im Bereich des Schnittpunkts zwischen 60 m und 68 m fallen als Störung zwei weitgefächerte Diffractionshyperbeln auf (Abb. 132, vergrößerter Ausschnitt rechts). Die Distanz der Spitzen dieser Diffractionshyperbeln beträgt 8 m. Sie entspricht dem Grabenprofil des Schnitts 10 d der Grabung JANKUHNS (JANKUHN 1937, Abb. 41, S. 108) und wird als Relikt des Kurzen Kograbens gedeutet.

Die mit dem Pick-Menü „phase follower“ in ungefähr 0,55 m unter GOF angesetzte schwarze herausgehobene Reflektorlinie folgt keiner parallel zur Geländeoberfläche verlaufenden Schichtgrenze, sondern den Reflektoren gleicher elektrischer Leitfähigkeit. Im Bereich des Schnittpunkts mit dem Kurzen Kograben bildet die schwarze Reflektorlinie aufgrund der Tiefenangaben in etwa das Grabenprofil ab.

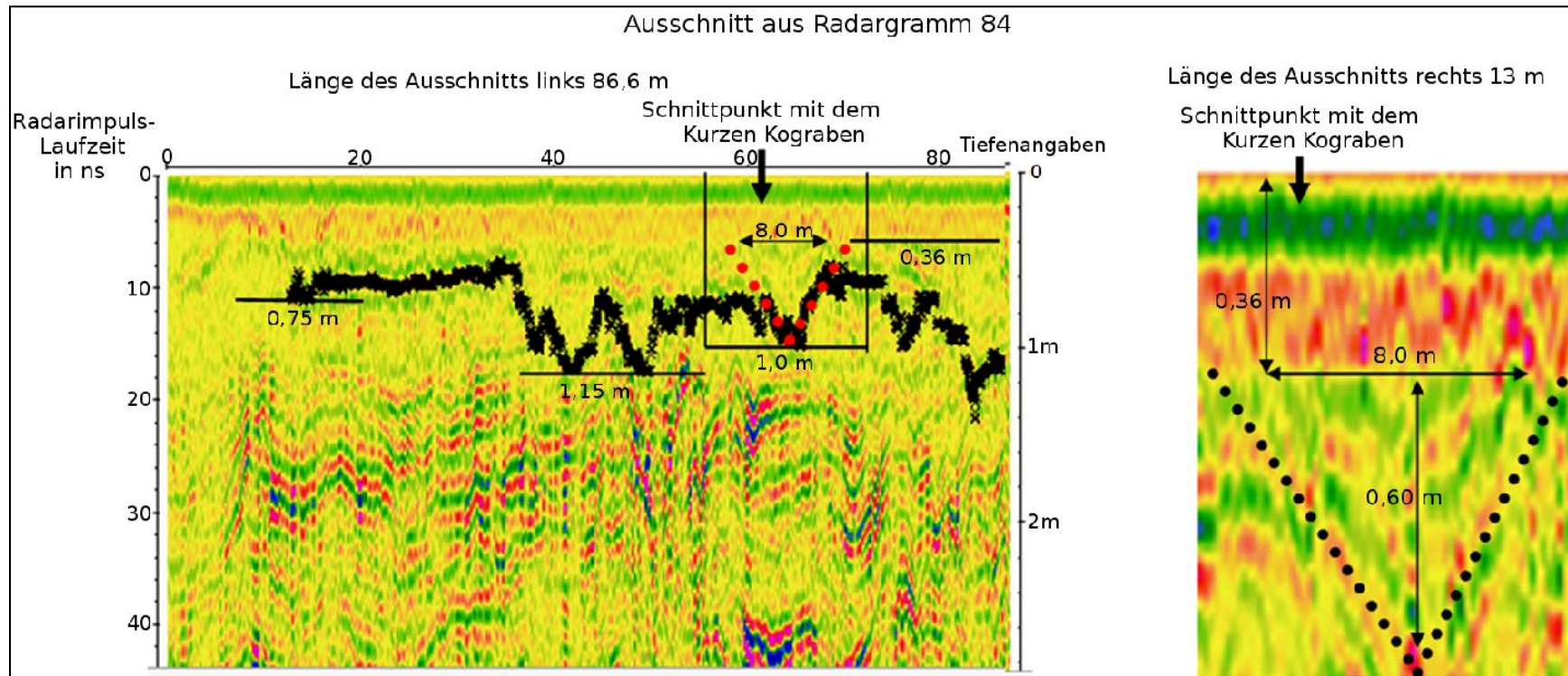


Abb. 132: Ausschnitte aus dem Radargramm 84 des 271,8 m langen und in nordwestlicher Richtung am Ostrand des früher landwirtschaftlich genutzten Geländes verlaufenden Transekts mit dem Schnittpunkt des Kurzen Kograbens im Punkt 61,8 m, gemessen vom Startpunkt, dem Endpunkt des Transekts 83 (Abb. 127 und Abb. 6). Nach der Radarfazies zeigen die oberen drei Reflektorlinien die gleichen Strukturen und Mächtigkeitsmaße wie die der Transekte 77–83. Die zwischen 0,40 m und 0,50 m unter GOF verlaufende grüne, diskontinuierlich wellenförmig strukturierte Reflektorlinie entspricht vermutlich der Geländeoberfläche vor dem Bau des Flugplatzes.

Die mit dem Pick-Menü „phase follower“ schwarz herausgehobene Reflektorlinie verläuft unregelmäßig wellenförmig, den Reflektoren mit der gleichen elektrischen Leitfähigkeit folgend. Im Bereich des Schnittpunkts mit dem Kurzen Kograbens bildet die Reflektorlinie ungefähr das Grabenprofil ab. Im Bereich des Schnittpunkts mit dem Kurzen Kograbens zwischen 60 m und 68 m fallen zwei weitgefächerte Diffractionshyperbeln auf (Abb. 133 rechts, vergrößerter Ausschnitt bis zur Tiefe von 0,96 m unter GOF). Die Distanz der Spitzen dieser Diffractionshyperbeln entspricht dem 8 m breiten Grabenprofil des Schnitts 10 d der Grabung JANKUHNS (JANKUHN 1937, Abb. 41, S. 108) (Aufnahme des Radartransekts mit einer 400-MHz-Antenne).

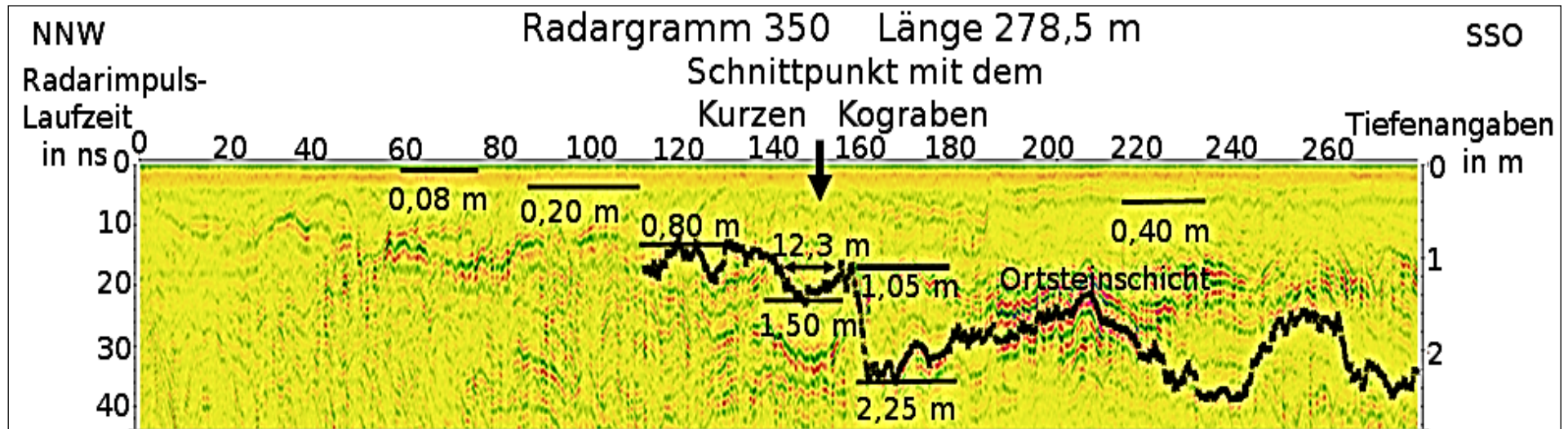


Abb. 133: Radargramm 350, gemessen von der Schleppstraße nach Südosten. Länge des Transekts 278,5 m. Nach der Radarfazies besteht der Oberboden aus zwei kontinuierlich parallel-horizontal-planar verlaufenden Reflektorlinien von einer Gesamtmächtigkeit von 0,20 m. Die Diffraktionshyperbeln der unteren zweiten Reflektorlinie repräsentieren eine

Die folgende grüne, diskontinuierlich wellenförmig strukturierte Reflektorlinie zwischen 0,30 m und 0,40 m unter GOF entspricht vermutlich der Geländeoberfläche vor dem Bau des Flugplatzes. Die darunter folgenden Diffraktionshyperbeln sind durchgängig diskontinuierlich chaotisch strukturiert, ausgenommen im Schnittpunkt mit dem Kurzen Kograb

Schichtmächtigkeit von bis zu 0,12 m.

Die folgende grüne, diskontinuierlich wellenförmig strukturierte Reflektorlinie zwischen 0,30 m und 0,40 m unter GOF. entspricht vermutlich der Geländeoberfläche vor dem Bau des Flugplatzes. Die darunter folgenden Diffraktionshyperbeln sind durchgängig diskontinuierlich chaotisch strukturiert, ausgenommen im Schnittpunkt mit dem Kurzen Kograb im Punkt 150,2 m. Hier verlaufen sie auf eine Länge von 12–14 m in einer Tiefe von 1,05 m unter GOF konkav und mäßig kontinuierlich. Die mit dem Pick-Menü „-phase follower“ schwarz herausgehobene stark spitz-wellenförmig strukturierte Reflektorlinie folgt den Reflektoren mit gleicher elektrischer Leitfähigkeit. Im Bereich des Schnittpunkts mit dem Kurzen Kograb bildet sie eine konkav ausgebildete Diffraktionshyperbel ab. (Aufnahme des Radartransekts mit einer 400-MHz-Antenne).

Der Radartransekt 350 (Abb. 133) wurde von der Schleppstraße nach Südosten angesetzt. Seine Länge beträgt 278,5 m. Nach der Radarfazies besteht der Oberboden nur noch aus zwei kontinuierlich parallel-horizontal-planar verlaufenden Reflektorlinien ohne auffällige Amplituden. Deren Mächtigkeit beträgt insgesamt nur 0,20 m. Die folgende grüne diskontinuierlich wellenförmig strukturierte Reflektorlinie zwischen 0,30 m und 0,40 m unter GOF entspricht vermutlich der Geländeoberfläche vor dem Bau des Flugplatzes. Darunter sind nach der Radarfazies die Diffraktionshyperbeln durchgängig diskontinuierlich chaotisch strukturiert. Im Schnittpunkt des Radartransekts mit dem Kurzen Kograbens, im errechneten Punkt 150,2 m, sind die Diffraktionshyperbeln auf einer Breite von 12–14 m Breite ab 1,05 m unter GOF dagegen konkav und mäßig kontinuierlich geformt. Nur im Bereich des Schnittpunkts mit dem Kurzen Kograbens bildet die mit dem Pick-Menü „phase follower“ schwarz herausgehobene Reflektorlinie eine konkav ausgebildete Diffraktionshyperbel ab.

Die Breite der Diffraktionshyperbeln im Schnittpunkt mit dem Kurzen Kograbens sowie deren Tiefe unter GOF ergeben keine sicheren Spuren eines Grabenprofils, obwohl nach dem Ostwert des Schnittpunktes der Transekt 350 die Trasse des Kurzen Kograbens rund 30 m östlich von dessen Anfangspunkt schneidet. Vermutlich sind im Zuge von Erdarbeiten Grabenspuren zerstört worden.

Trotz der vollständigen Abgrabung der Wallanlage im Zuge des Flugplatzbaus 1935 mit der vollständigen Einebnung der Fläche durch Bodenauftrag und weiterer Eingriffe in die Bodenstruktur im Zusammenhang mit Infrastrukturmaßnahmen in den letzten Jahrzehnten sind Grabenrelikte unterhalb des Auftragsbodens erhalten geblieben. Sie zeichnen sich in den berechneten Schnittpunkten der Radartransekte 80, 83, 84 und 350 (Abb. 130–133) mit der Trasse des Kurzen Kograbens unterhalb der drei kontinuierlich parallel-horizontal-planar verlaufenden, den Bodenauftrag kennzeichnenden Reflektorlinien als auffällig abweichende Störungen der Reflektorlinien und Diffraktionshyperbeln ab. Die Störungen, ausgenommen die in der Fazies des Radargramms 83, entsprechen in etwa den von Jankuhn (1937) festgestellten Maßen des Grabens. Bei dem Radargramm 83 ist vermutlich nur der nördliche Grabenrand angeschnitten worden.

Die östlich der „Rheider Au alt“ gemessenen Transekte 77 und 78 enthalten im Bereich der theoretischen Schnittpunkte mit dem Kurzen Kograbens in der Fazies keine ein Grabenrelikt anzeigende Störungen. Eine Wallfortsetzung über die „Rheider Au alt“ nach Osten, wie sie Philippsen aufgrund des Knickverlaufs vermutet hatte (JANKUHN 1937, S. 106), konnte auch durch die Grabungen von VOSS 1969 und 1970 sowie von ANDERSEN und MADSEN (1974) im Zusammenhang mit dem Bau der Bundesautobahn nicht bestätigt werden. Die Auswertung der Radargramme bestätigt die Darstellung des Kurzen Kograbens auf der Danewerk-Karte des von Timm (Abb. 47). Ein weiterer Ausbau des Kurzen Kograbens nach Osten wird daher ausgeschlossen.

4.4.5 Prospektion mit dem Georadar am Osterwall

4.5.1 Prospektion am westlichen Ende des Osterwalls im Raum Dürwade

Für die Untersuchung mit dem Georadar am westlichen Ende des Osterwalls im Wald von Dürwade wurden insgesamt zehn Transekte gescannt und auf der Luftbildkarte sichtbar gemacht (Abb. 134). Die gelb punktierte Linie deutet die Walltrasse zwischen der Straße Möhl-

horster Weg – Bundesstraße 76 und dem Endpunkt des Walls am Beginn des Steilufers der Osterbek an. Die Radartransekte wurden so gelegt, dass mögliche Wallstrukturen noch erfasst werden konnten.

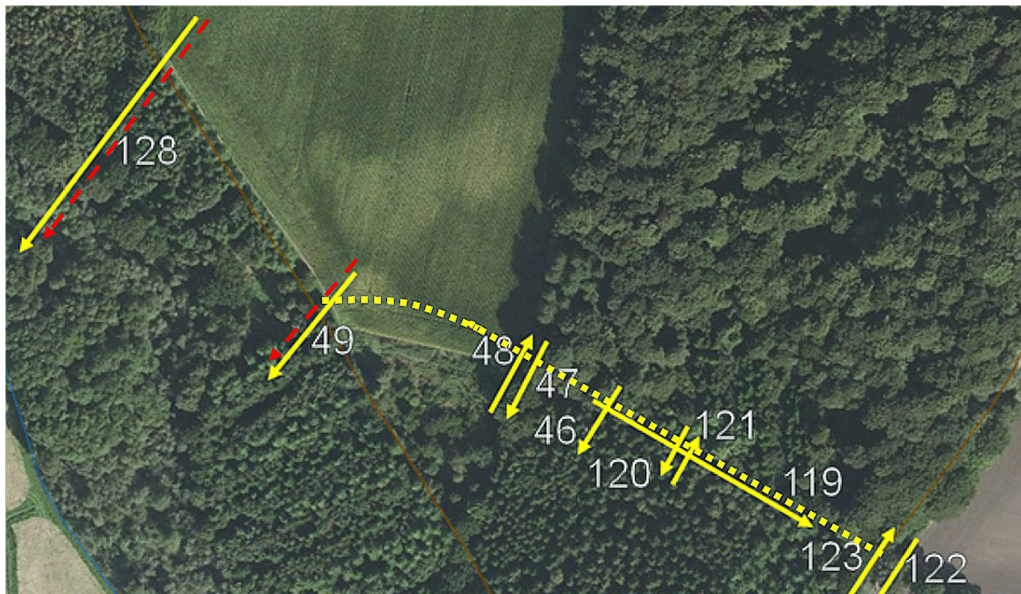


Abb 134: Ausschnitt aus einem Orthofoto mit dem Westende des Osterwalls im Raum Dürwade und den dort gemessenen Radartransekten (gelbe Pfeile). Die gelb gepunktete Linie entspricht der Walltrasse. Die rot gestrichelten Pfeile sind Penetrologger-Messreihen (Bildquelle: Landesamt f. Verm. u. Geoinfo S-H 4 DOP 20) (Maßstab $\approx 1: 3.100$).

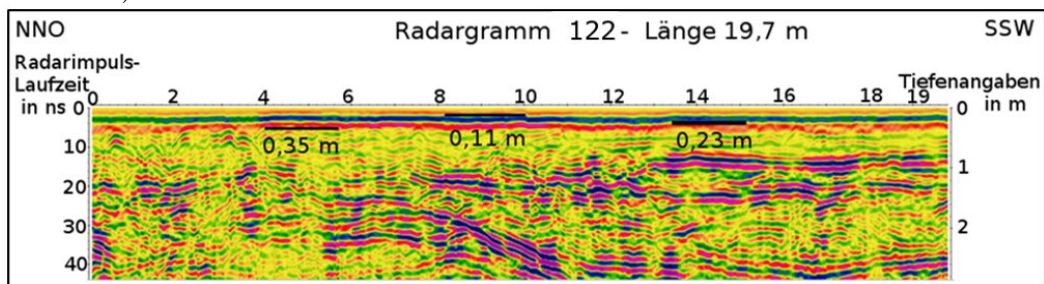


Abb. 135: Radargramm 122, gemessen am Ostrand (Bankett) der Straße Möhlhorst – B 76, Verlauf von Nordnordost nach Südsüdwest. Länge des Transekts 19,7 m. Der Schnittpunkt mit dem Osterwall liegt zwischen 6 und 8 m, gemessen vom Startpunkt. Nach der Radarfazies sind Störungen mit möglichem Hinweis auf Wallrelikte nicht zu erkennen. Farbe des Radargramms Rainbow 2.

Der Radartransekt 122 wurde auf dem östlichen Bankett der Straße Möhlhorster Weg so ange-
 setzt, dass er die Walltrasse schneidet. Die Straße ist im Gelände eingetieft, wie auf der Abb.
 57 zu erkennen ist. und weist die Struktur eines sogenannten Altweges auf. Möglicherweise
 war hier bereits beim Bau des Osterwalls eine Lücke für ein Tor vorgesehen. Wenn es hier eine
 Toranlage als Durchlass des Altweges von der Burganlage Gut Möhlhorst nach Angeln gab,
 wurden mögliche Wallrelikte infolge des Ausbaus des Möhlhorster Weges zur Straße
 wahrscheinlich zerstört.

Der Transekt hat eine Länge von 19,7 m Länge. Der Wall ist östlich der Straße nur als ein sehr
 schmal gehaltener Knick direkt oberhalb einer höher liegen-den Bruchkante erhalten geblieben.

Im Bereich von 6 bis 8 m vom Startpunkt des Radargramms sind keine Störungen zu erkennen.
 Die auffälligen rot-blauen Echos ab 1 m unter GOF im Radargramm sind nach PRANGE (1989,
 S. 72 ff.) Schmelzwasserablagerungen parallelgeschichteter Sande, die in Richtung der Oster-
 bek-Niederung einfallen.

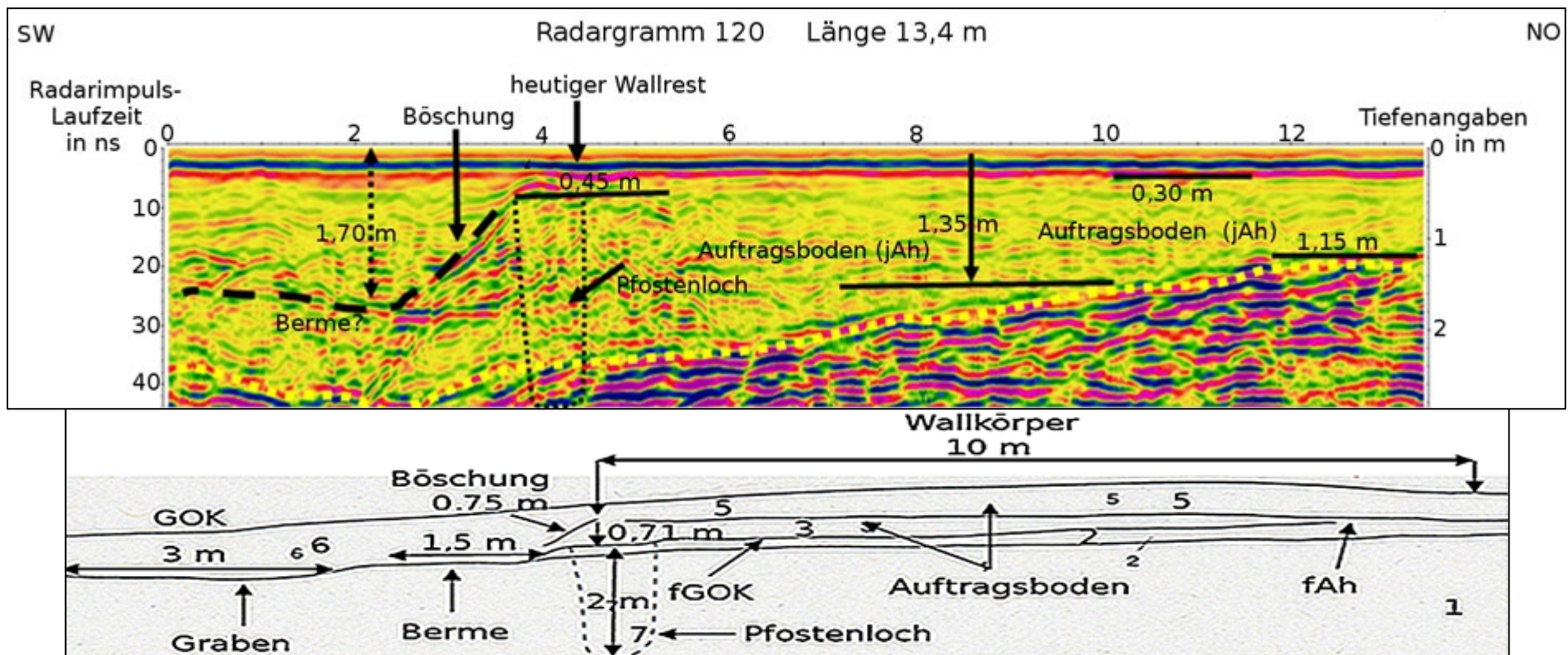


Abb. 136: Das Radargramm 120, Länge 13,4 m. schneidet rechtwinklig die Trasse des Osterwalls im Wald bei Dürwade. Der Wall ist abgegraben. Der Oberboden ist bis zur Tiefe von 30 cm unter GOF ein jAeh-Horizont. Darunter bis 1,40 m unter GOF deuten schwach diskontinuierlich, parallel verlaufende wellenförmige Reflexionen einen jAh-Auftragsboden an. Die auffällig rot-blauen Echo-Streifen ab 1,15 m unter GOF am Transektende sind aufeinander folgende Schmelzwassersand-Ablagerungsschichten, die im Winkel von 10° zur Osterbek-Senke abfallen. Sie bestehen am Endpunkt des Transekts aus einem 0,80 m mächtigen Bv-Horizont, dem bis mehr als 3 m unter GOF ein C-Horizont folgt. Die zwischen 2 m und 6 m vom Startpunkt einem Wallprofil ähnelnde Anhäufung von diskontinuierlich geneigten Diffraktionshyperbeln heben sich von der Bodenstruktur des Auftragsbodens ab. Es ist eine Aufschüttung zur Stabilisierung einer Pfostensetzung. Die "Böschung" entspricht der heutigen Abbruchkante am Südende der Schneise. Zum Vergleich wurde der erweiterte Grabungsprofilschnitt angefügt (Querschnitt des Osterwalls, Profil A, Dürwade der Abb. 87 u. 88 mit Beschreibung der Bodenhorizonte von ANDERSEN und MADSEN (1972)). Er zeigt Übereinstimmungen mit der Fazies des Radargramms 120. Farbe des Radargramms Rainbow 2.

Der Radartransekt 120 (Abb. 136) wurde im Wald von Dürwade zwischen den Bohrpunkten 2 und 3 (Abb. 80) der Rasterkartierung aus der Masterarbeit HEIBACHS (2013, Anh. XXV) angesetzt. Er schneidet von Nordost nach Südwest im rechten Winkel die Trasse des Osterwalls ungefähr in der Mitte der Schneise. Die Länge des Transekts beträgt 13,4 m.

Zur Auswertung der Radarfazies wurden die Bodenhorizontdaten der unmittelbar am heutigen Nordrand der Schneise angesetzten Bohrpunkte 2 und 3 herangezogen. Nach den Profilbeschreibungen liegen die Bohrpunkte noch im Bereich der Wallsohle.

Die Radarfazies zeigt drei unterschiedliche Reflexionsmuster. Der Oberboden besteht aus drei markanten kontinuierlich parallel-horizontal-planar verlaufenden Reflektorlinien ohne auffällige Amplituden. Dessen Mächtigkeit beträgt insgesamt etwas über 0,30 m unter GOF. Der Boden ist ein schwach podsoliger Regosol aus Bodenauftrag.

Auf einer Länge von 8 m, ausgehend vom Startpunkt, besteht die Fazies aus schwach diskontinuierlich, parallel verlaufenden wellenförmigen Reflexionslinien. Ihre Tiefenausdehnung erstreckt sich bis 1,40 m unter GOF. Die horizontalen Reflexionslinien deuten auf einen schichtweise zu einer ebenen Fläche aufgeschütteten Auftragsboden.

Unterhalb des Auftragsbodens fallen auffällig markante, schräg nach Südwesten zur Osterbek-Senke hinabfallende wellenförmige, parallel verlaufende Reflexionslinien aus bänderartigen Diffraktionshyperbeln auf. Hierbei handelt es sich um schräggeschichtete Schmelzwassersande. Im Bereich zwischen 12 und 13 m weisen diese Sande einen Bv-Horizont von etwa 0,8 m Mächtigkeit auf, dem ein Cv-Horizont bis zu einer Tiefe von mehr als 3 m unter GOF folgt (Heibach 2013, Anh. XXV, Bohrpunkt 2 und 3).

Der Versuch, die Horizontgrenze zwischen dem Bv- und dem Cv-Horizont mit einer Reflektorlinie aufgrund gleicher dielektrischer Eigenschaften des Pick-Menüs "phase follower" darzustellen, brachte durch den gleitenden Übergang kein Ergebnis. Die Schichtgrenze zwischen dem Auftragsboden und dem Bv-Horizont wurde von Hand mit dem Pick-Menü "continuous pick" als gelb punktierte Reflektorlinie nachgezeichnet. Sie entspricht in etwa der Geländeoberfläche vor dem Bau des Osterwalls.

Gemessen von Nord nach Süd ist der Transekt 120 im Bereich zwischen 2 und 6 m vom Startpunkt noch als schwach erhöhter, schmaler Reststreifen sichtbar. In der Fazies zeichnet sich hier eine Anhäufung von Diffraktionshyperbeln mit den Konturen eines niedrigen Walls ab. In dieser Wallkontur ist die Silhouette einer Pfostensetzung zu erkennen. Die Böschung in der Abb. 136 entspricht wahrscheinlich der heutigen Abbruchkante am Südrand der Schneise.

Von den im Raum Dürwade gemessenen zehn Radartransekten lassen sich der Wallaufbau sowie die Struktur des Solums nur aus den Fazies der Radargramme 120 und 121 ableiten. Das Material für den Wallaufbau wurde üblicherweise der südlich angrenzenden Fläche entnommen, wodurch gleichzeitig ein Graben geschaffen wurde. Das Grabungsprofil von ANDERSEN und MADSEN (1972) zeigt auf der Fläche etwa 100 m westlich (Abb. 136, Grabungsprofil-schnitt) das Profil eines Grabens. Die Fläche südlich der Schneise ist in Wallnähe wellig. Das lässt den Schluss zu, dass die Berme abgegraben und geschliffen wurde, um den früheren Graben zur landwirtschaftlichen Nutzung der Fläche so weit wie möglich einzuebnen. Eine Vermessung der Breite und Höhe der Schneise war nicht möglich. Vermutlich entspricht die heutige Geländeoberfläche in Höhe des Transekts 120 der früheren Höhe der Wallsohle.

Nach dem Grabungsbericht von ANDERSEN und MADSEN von 1972 (Beretning om undersøgelse af Østervolden II, Bl. 1751) hatte der Wall eine Sohlenbreite von etwa 9 m. Dieses Maß entspricht der Wallbreite nach den Reflexionsmustern des Radargramms.

Die südliche Wallfront beginnt nach dem Grabungsprofil auf der Abb. 136 mit einer Pfostenlochsetzung. Im Radar-gramm 120 ist zwischen 3,60 m und 4,40 m, gemessen vom Startpunkt des Transekts, ein etwa 80 cm breiter senkrechter Streifen mit einer Anhäufung geschichteter diskontinuierlich geneigter Diffraktionshyperbeln zu erkennen, der von der Lage, Länge und Form her mit dem Pfostenloch nach ANDERSEN (1998, Planche 21,1) übereinstimmt. Die Pfosten hatten nach dem Grabungsbericht von ANDERSEN und MADSEN (1972) eine Stärke von ungefähr 35×20 bis 25 cm ("tømmerdimensioner").

Nach ANDERSEN (1998) wurden die Pfostenlöcher vor der Wallaufschüttung angelegt. Die Aufschüttung von Erde zur Verbesserung der Standfestigkeit des Pfostens wird an der Anhäufung divergent geneigter Diffraktionshyperbeln um den heute humifizierten Pfosten herum deutlich. Erst danach erfolgte die Aufschüttung des eigentlichen Walls bis zur Kronenhöhe von etwa 2 m. ANDERSEN und MADSEN (1972) ordnen die Pfosten einer Frontpalisade zu, deren Höhe nicht angegeben wird.

Lage und Ausdehnung eines Grabens sind im Radargramm nicht zu erkennen. Die Lage der Berme kann als Fortsetzung der Böschung angenommen werden. Deutlich sichtbar sind die Pfostensetzung sowie der schichtweise Bodenauftrag zur Schaffung einer ebenen Fläche. Der Wall auf der Höhe der Transekte 120/121 (Abb. 134) ist gänzlich abgetragen und auf dem Radargramm nicht mehr nachzuweisen.

Unmittelbar neben dem Ostrand des noch erhaltenen Wallrestes wurde der Transekt 46 von Nordost nach Südwest im rechten Winkel zur Schneise angesetzt (Abb. 137). Die Bodenverhältnisse sind identisch mit denen im Bereich des Transekts 120.

Die Fazies enthält in Höhe des Wallrestes zwischen 8 m und 11 m die Silhouette einer Pfostensetzung. Das Loch für den Pfosten hat nach der Fazies einen Durchmesser zwischen ungefähr 1,25 m bis 1,60 m, der Pfosten einen von etwa 0,50 m. Der Pfosten wird eingerahmt von zwei ca. 0,40 m breiten Segmenten einer Anhäufung geschichteter diskontinuierlich geneigter Diffraktionshyperbeln.

Der Pfostenfuß ragt rund 0,80 m in die nach Südwesten zur Osterbek-Senke hinabfallenden schräggeschichteten Schmelzwassersandschichten hinein. Die Erdaufschüttung zur Verbesserung der Standfestigkeit des Pfostens mit der Anhäufung divergent geneigter Diffraktionshyperbeln wird durch die gepunktete Linie verdeutlicht (Abb. 137). Weitere Wallrelikte, wie Berme und Graben sind nicht zu erkennen.

Das westliche Ende des Wallrestes wird von einem Knick mit Graben begrenzt. Die Diagramme der hier im Graben angesetzten Transekte 47 und 48 (Abb. 131) enthalten keine Wallrelikte (Diagramme nicht abgebildet).

Der Radartransekt 119 (Abb. 138) wurde auf dem südlichen Schneisenrand vom östlichen Ende des noch vorhandenen Wallrestes nach Westen mit dem Ziel angesetzt, eventuelle Wallreste wie z. B. Pfostensetzungen zu dokumentieren. Die Fazies des Radargramms zeigt fast durchgehend im Abstand von ungefähr 2 m Störungen in Form senkrechter Streifen mit geschichteten Diffraktionshyperbeln. Vermutlich handelt es sich um Pfostensetzungen. Eine Bestätigung wäre nur durch Grabungsschnitte zu erhalten. Andere Wallrelikte sind nicht zu erkennen.

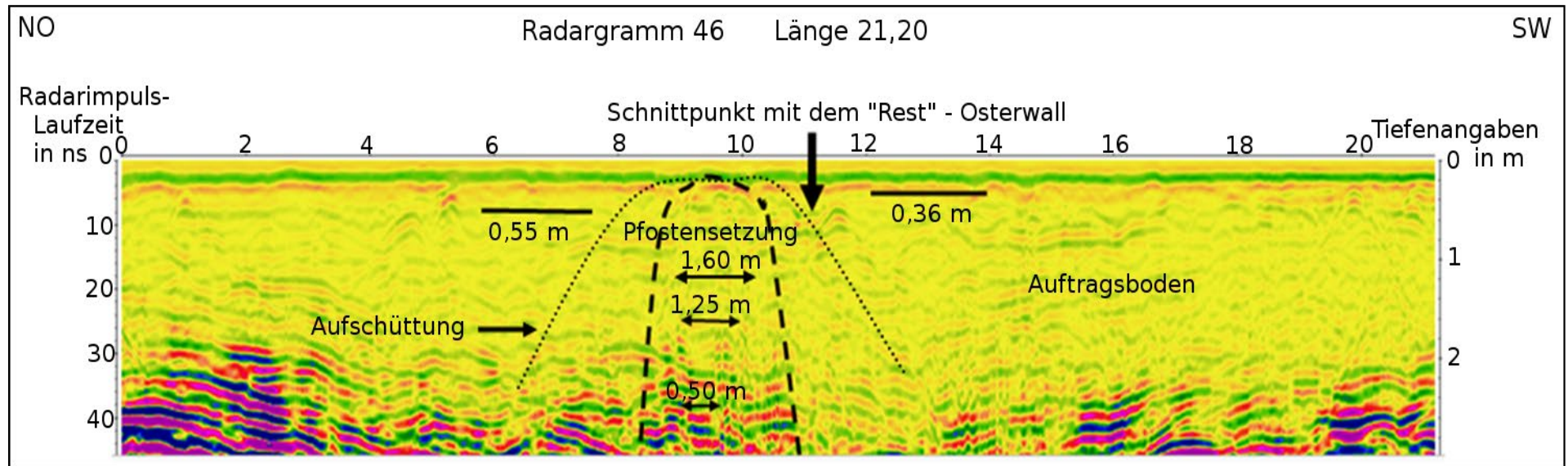


Abb. 137: Radargramm 46: Der Radartransekt 46 wurde unmittelbar neben dem Ostrand des noch erhaltenen Wallrestes im rechten Winkel zur Schneise angesetzt. Die Bodenverhältnisse sind identisch mit denen im Bereich des Transekts 120. Die Fazies enthält in Höhe des Wallrestes zwischen 8 m und 11 m, markiert durch die gestrichelte Linie, die Silhouette einer Pfostensetzung von 0,50 m Breite, eingerahmt von zwei ca. 0,40 m breiten Segmenten einer Anhäufung geschichteter, diskontinuierlich geneigter Diffraktionshyperbeln. Das Pfostenloch zur Aufnahme des Pfostens hat einen Durchmesser zwischen 1,25 m und 1,60 m. Der Pfostenfuß ragt rund 0,80 m in die Schmelzwassersandschichten hinein. Um die Pfostensetzung herum bilden divergent geneigte Diffraktionshyperbeln eine Erdaufschüttung ab, angedeutet durch die gepunktete Linie. Weitere Wallrelikte, wie Berme und Graben sind nicht zu erkennen. Farbe des Radargramms Rainbow 2.

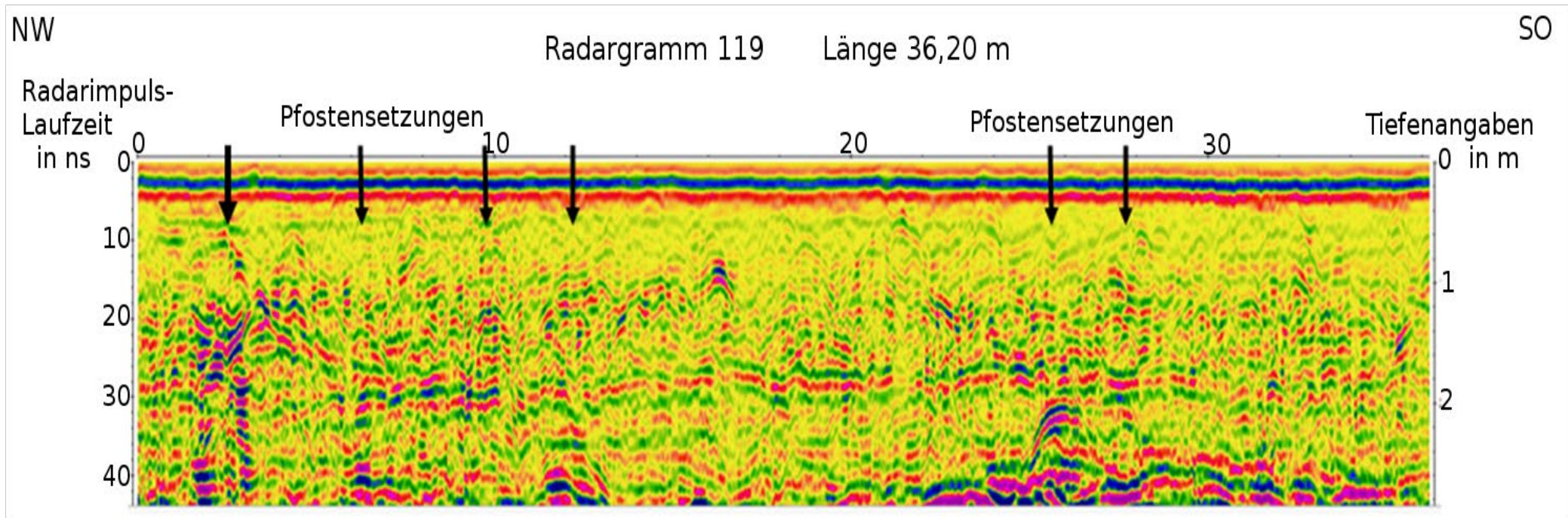


Abb. 138: Radargramm 119, entlang des südlichen Schneisenrandes, angesetzt mit dem Ziel, mögliche Wallreste zu identifizieren. Die Pfeile weisen auf senkrechte Streifen mit einer Anhäufung von diskontinuierlich geschichteten Diffraktionshyperbeln hin. Vermutlich sind es Pfostensetzungen. Die Abstände der vermuteten Pfostensetzungen von annähernd 2 m entsprechen den Angaben von Andersen (1998). Farbe des Radargramms Rainbow 2.

Am Ende des Walls, am Übergang des Ufers der Osterbek zum Steilufer wurde der Transekt 49 (Abb. 139) von der Ackerfläche über den Weg hinweg bis an das Steilufer gemessen. Die Fazies enthält keine Störungen, die auf Wallrelikte schließen lassen.

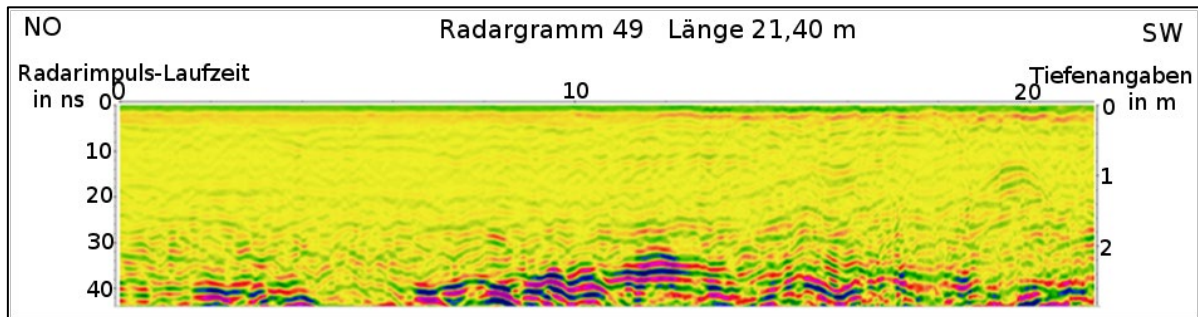


Abb. 139: Radargramm 49, angesetzt am Ende des Osterwalls. Der Transekt beginnt auf der Ackerfläche, quert nach einigen Metern einen Weg und endet am Beginn des Steilufers der Osterbek. Farbe des Radargramms Rainbow 2

Um den Nachweis zu erhalten, dass der Osterwall nicht über Dürwade hinaus bis zur Mühle Holm ausgebaut war, wie von MEJER (1651) dargestellt (Abb.10), wurde entlang des Westrandes der Ackerfläche über den Weg hinweg bis fast zum Steilufer der Transekt 128 angesetzt (Abb. 140). Die Fazies zeigt über die gesamte Strecke keine Störungen über die gesamte Eindringtiefe, nur eine nahezu gleichförmige Struktur der Radarechos. Eine Fortsetzung des Osterwalls in Richtung Holm ist somit auszuschließen.

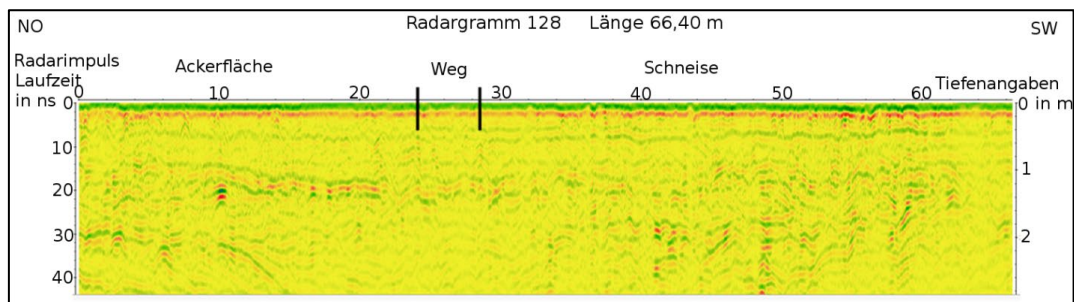


Abb. 140: Radargramm 128, angesetzt am westlichen Rand der Ackerfläche, verläuft von Nordost- in Südwest-Richtung bis kurz vor das Steilufer der Osterbek. Markiert ist die Lage des Weges. Die Fazies zeigt weder auf Wallrelikte hinweisende Störungen noch auffällige Anhäufungen von Diffraktionshyperbeln bzw. Reflexionen. Farbe des Radargramms Rainbow 2.

Da der Osterwall am westlichen Ende im Raum Dürwade nahezu vollständig abgegraben ist, wurden die am Rand des früheren Walls erhobenen bodenkundlichen Daten aus einer "Kartierungsübung"³¹ sowie aus der "Bodenkundlichen Untersuchung" der Masterarbeit HEIBACHS (2013) mit den Fazies der Radartransekte auf Wallrelikte und Bodenstrukturen verglichen.

Als eindeutige Wallrelikte konnten nur Pfostensetzungen in den Transekten 120 und 46 durch Vergleich mit dem Grabungsprofil A des Osterwalls im Raum Dürwade bestimmt werden (ANDERSEN 1998, Planche 21,1 und Abb. 87). Anhand der stumpf-kegelförmigen Anhäufung von Diffraktionshyperbeln, die im Radargramm um die Pfostensetzung herum auftreten, wird die Feststellung der Ausgräber (1972) bestätigt, dass vor der Aufschüttung des Wallkörpers die Pfosten der Frontpalisade gesetzt und durch Erdanhäufung ihre Standfestigkeit hergestellt wurde.

³¹ Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Abteilung Bodenkunde der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel: Bodenkundliche Kartierung Modul 438, WS 2011/12, Leitung Dr. H. Fleige.

Die im Radargramm 119 sichtbaren senkrechten Streifen geschichteter Diffraktionshyperbeln werden vor allem aufgrund ihrer Abstände mit Pfostensetzungen in Verbindung gebracht. Die unterschiedlichen Breiten dieser Streifen lassen nur Vermutungen zu.

Ein am Nordrand des Osterwalls angelegtes Bodenprofil aus der Masterarbeit HEIBACHS (2013, Leitprofil 6.2.4., S. 28/Abb. 83) ermöglicht, die Profilbeschreibung mit der Fazies des Radargramms 120 (Abb. 136) zu vergleichen. Auf die schräg nach Süden abfallenden Schmelzwassersande wurde, nachdem Pfosten als eine Art Frontpalisade gegen ein Abrutschen des Bodenauftrags gesetzt waren, Erde so weit aufgebracht, bis eine ebene Fläche erreicht war. Auf dieser Fläche wurde der Wall errichtet. Die Angaben der Mächtigkeit der Bodenhorizonte des Leitprofils erlauben die Übertragung auf die Fazies des Radargramms (Abb. 136) und die Rekonstruktion der Wallstruktur.

4.4.5.2 Prospektion mit dem Georadar am östlichen Ende des Osterwalls am Windebyer Noor

Die Untersuchung des Wallverlaufs mit dem Georadar am östlichen Ende Osterwalls am Windebyer Noor umfasste insgesamt sechs Transekte, die auf der Luftbildkarte (Abb. 141) mit weißen Pfeilen dargestellt sind. Die gelb gepunktete Linie markiert einen noch schwach sichtbaren hellen Streifen, der als identisch mit dem östlichen Ende des früheren Osterwallverlaufs bis zum Ufer des Windebyer Noors angesehen wird.

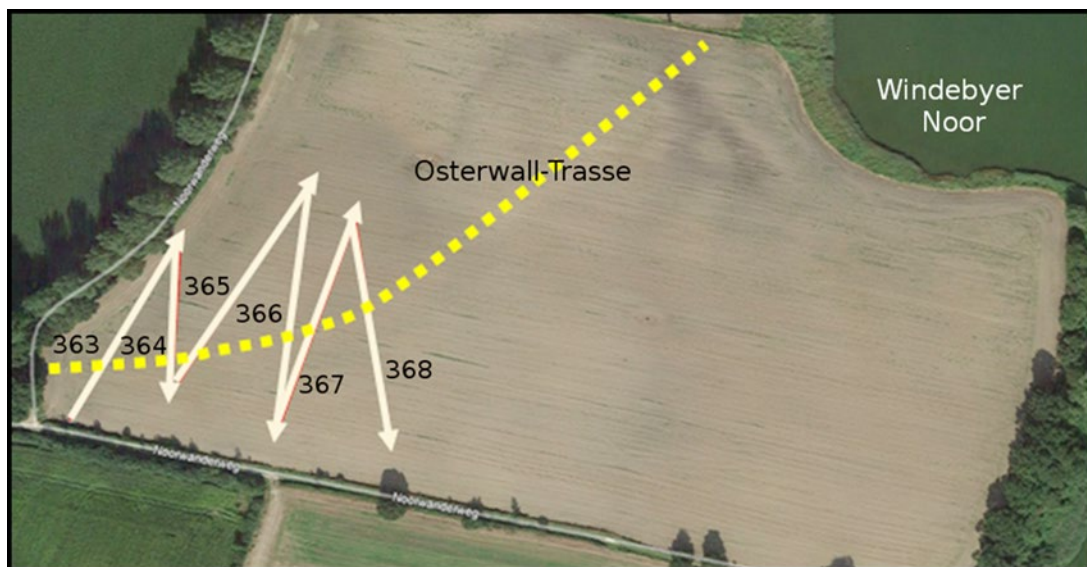


Abb. 141: Luftbildfoto mit dem Ostende des Osterwalls am Windebyer Noor. Die weißen Pfeile markieren die Georadar-Transekte 363–368, die gelb punktierte Linie den Osterwall (Quelle Luftbild DP LAVerm u. GeoInfo S-H, DP 37168/2016, Maßstab $\approx 1: 3.000$).

Die Breite dieses Streifens ist sehr unregelmäßig. Gleichmäßig geformte Konturen sind nicht zu erkennen. Ein historisch genauer Wallverlauf ist somit nicht zu rekonstruieren. Wahrscheinlich wurde bei dem Abgraben des Wallkörpers nicht nur der Graben verfüllt, sondern die Fläche auch durch drei Knicks geteilt, wie auf der von JESSEN (1937) benutzten Katasterkarte mit dem Ostende des Osterwalls (Abb. 15) von Anfang 1900 zu sehen ist. Dass die Knicks auch mit der Erde des Wallkörpers angelegt wurden, ist anzunehmen.

Die Knicks sind vor mehr als 60 Jahren beseitigt und die Teilflächen zusammengelegt worden

War zu JESSENS Zeit noch eine leichte Erhebung als Wallrest zu erkennen, ist heute bei Begehungen nichts mehr zu sehen, nur noch ein heller Streifen auf Luftbildern.

Als Start- und Richtungspunkte der Radartransekte wurden markante Büsche und Bäume am Noor-Rundwanderweg festgelegt, deren Lage auf dem Luftbild (Abb. 141) mit Koordinaten bestimmt werden konnte

Tab. 21: Auflistung der Schnittpunkte der Radartransekte 363–368 mit dem Ostende des Osterwalls am Windebyer Noor. Die Koordinaten der Start- und Endpunkte der Radartransekte wurden dem Luftbild des LA für Verm u. GeoInfo entnommen (Quelle DP LA Verm u. GeoInfo S-H, DP 37168/2016). Die Schnittpunkte der Radartransekte mit dem Osterwall wurden mit den Radargramm-Längenwerten des Reflexw-2D-dataanalysis-Modus berechnet. Die Spalte "Länge File in m" enthält die Werte aus dem Reflexw-2D-dataanalysis-Modus. In der Spalte Entfernung vom Startpunkt wird angegeben, ob vom Radartransekt zuerst der frühere Wall-körper oder das Grabenprofil angeschnitten wurde.

File Nr.	Anfangspunkt		Richtungsendpunkt		Länge File in m	Schnittpunkt mit dem Osterwall		Entfernung vom Startpunkt in m
	Nordwert	Ostwert	Nordwert	Ostwert		Nordwert	Ostwert	
363	6036821	550781	6036908	550817	93,0	6036841	550796	25/Graben
364	6036908	550817	6036842	550821	66,0	6036846	550817	62/Wall
365	6036842	550821	6036935	550877	108,4	6036848	550819	10/Graben
366	6036935	550877	6036829	550856	107,9	6036859	550855	79/Wall
367	6036829	550855	6036922	550897	102,4	6036868	550873	43/Graben
368	6036922	550897	6036822	550907	100,5	6036884	550900	38/Wall

Am Westrand der Untersuchungsfläche wurde von SSO nach NNW der Radartransekt 363 angesetzt (Abb. 141). Er hat eine Länge von 93 m. Die Fazies (Abb. 142) zeigt bis zur Tiefe von 0,25 m unter GOF die für eine Pflugzone typischen planar-parallel-horizontal verlaufenden Reflektorlinien. Die Echos in der folgenden, bis zur Tiefe von 0,60 m reichenden Zone unter GOF sind unauffällig chaotisch bis diskontinuierlich strukturiert, ohne auffällige Störungen.

Im Bereich zwischen 25 m und 33 m, gemessen vom Startpunkt, fällt eine Reflektorlinie von 0,60 m unter GOF auf 1,15 m ab, unter Bildung eines Grabenprofils von etwa 5,50 m Breite. Das Profil wird als Graben des Osterwalls interpretiert. Eine Störung im errechneten Schnittpunkt mit dem Osterwall unmittelbar nördlich des Grabens, die auf einen früheren Wallkörper schließen lassen könnte, ist nicht zu erkennen.

Die Tiefe des Grabenprofils von 1,15 m entspricht weder den von ANDERSEN und MADSEN (1972) festgestellten Maßen der Sohllentiefe von 2,35 m noch der Grabenbreite von 4,00 m (Abb. 91 und 92/Grabungsprofil). Die im Transekt ermittelte größere Grabenbreite von 5,50 m bedeutet, dass der Transekt den Osterwall nach NNO in einem Winkel von $\approx 60^\circ$ schneidet. Die zwischen 1,15 m und 2,80 m unter GOF auffällig parallel verlaufenden Horizontschichten werden als Schmelzwasserablagerungen parallelgeschichteter lehmiger Sande angesprochen (Bodenprofilbeschreibung Abb. 91 u. 92).

Eine weitere Störung in der Tiefe zwischen 1,15 m und 1,70 m unter GOF zwischen 62 m und 68 m, gemessen vom Startpunkt, zeigt die Struktur eines Grabens. Die Störung wird der auf dieser Fläche vorhandenen Drainage zugeordnet. Deren genauer Verlauf ist nicht bekannt. Die Breite der Störung lässt vermuten, dass sie von dem Transekt im spitzen Winkel geschnitten wurde. Die Tiefenwerte, wie auch die der folgenden Radargramme wurden dem Reflexw-2D-dataanalysis-Modus entnommen.

Der Transekt 364 wurde vom Endpunkt des Radartransekts 363 in Richtung Süden angelegt (Abb. 141). Er ist 66 m lang (Abb. 143). Im Bereich des errechneten Schnittpunkts mit dem

früheren Wallprofil im Punkt 62 m, gemessen vom Startpunkt, fällt eine über 4 m breite, bis 2,40 m unter GOF reichende verdichtete Schichtung spitz konvex geformter Diffraktionshyperbeln auf. Sie wird als fortbestehende Bodenverdichtung durch die Auflast des früheren Wallkörpers gedeutet.

Die Fazies im Radardiagramm zeigt unmittelbar südlich des errechneten Schnittpunkts zwischen 63 m und 66 m die Störung eines beginnenden Grabenprofils an, ab 0,90 m unter GOF mit einer vermutlichen Sohlentiefe von 1,90 m unter GOF und einer noch sichtbaren Grabenbreite von 4 m. Die Breite von 4 m einschließlich der angenommenen Sohlentiefe entspricht dem von ANDERSEN und MADSEN (1972) annähernd festgestellten Grabenprofilmaß. Der Transekt schneidet hier rechtwinklig den früheren Wall und Graben.

Die Fazies dieses Transekts wie auch auf die der folgenden Transekte zeigen die Horizontfolge einer Parabraunerde mit drei auffällig parallel verlaufenden Reflektorlinien bis zur Tiefe von 70 cm unter GOF. Die obere Bodenprofilschicht wird nach der Abb. 90 bis zur Furchentiefe von 25–30 cm der Krume, dem Ap-Horizont zugeordnet, die folgende Bodenprofilschicht bis zur Tiefe von 40 cm unter GOF dem A1-Oberbodenhorizont. Die untere der drei Reflektorlinien entspricht dem mit Ton angereicherten Bt-Horizont. Ob auf der Prospektionsfläche dem Bt-Horizont noch ein Bv-Horizont folgt, oder bereits der Cv-Horizont, konnte nicht untersucht werden.

Der Radartransekt 365 verläuft vom Endpunkt des Transekts 364 nach NNO (Abb. 143). Seine Länge beträgt 108,40 m. Bereits vom Startpunkt des Transekts bis 20 m sind Störungen bis zur Tiefe von 1,20 m unter GOF zu erkennen. Der errechnete Schnittpunkt mit dem Osterwall liegt bei 10 m, gemessen vom Startpunkt. Die Fazies zeigt im Bereich des Schnittpunkts weder ein Grabenprofil noch auf einen früheren Wallkörper hinweisende Störungen. ANDERSEN und MADSEN (1972) haben hier vier Suchschnitte angelegt (Abb. 16, 91 u. 92), wobei wahrscheinlich durch die Grabungsschnitte die Wall- und Grabenrelikte zerstört wurden.

Der Radartransekt 366 (Abb. 144) verläuft vom Endpunkt des Radartransekts 365 nach SSO in Richtung Noor Wanderweg. Seine Länge beträgt 107,90 m. Die Fazies enthält im Bereich des errechneten Schnittpunkts mit dem Osterwall im Punkt 79 m, gemessen vom Startpunkt, einen ca. 4 m breiten, bis 2,30 m unter GOF reichenden Schichtungsstreifen verdichteter, spitz konvex geformter Diffraktionshyperbeln. Die Schichtung wird auch hier als Bodenverdichtung interpretiert, verursacht durch die Auflast des früheren Wallkörpers. Unmittelbar anschließend zwischen 80 und 90 m fallen zwei Reflektorlinien bis zur Tiefe von 1,85 m unter GOF ab. Sie bilden ein Grabenprofil von 7,30 m bis 10 m Breite ab. Die größeren Grabenbreiten werden darauf zurückgeführt, dass der Transekt den Graben diagonal schneidet.

Der Transekt 367, angesetzt nach NNO vom Endpunkt des Radartransekts 366, hat eine Länge von 102,40 m (Abb. 144). Er schneidet den Osterwall im Punkt 43 m, gemessen vom Startpunkt. Das Wallrelikt besteht aus einem 4,90 m breiten und bis 1,66 m unter GOF reichenden mächtigen Schichtungsstreifen verdichteter, leicht spitz konvex geformter Diffraktionshyperbeln, auch hier beurteilt als eine durch die Auflast des früheren Wallkörpers verursachte Bodenverdichtung. Unmittelbar vor dem Schnittpunkt mit dem Osterwall, zwischen 30 und 40 m vom Startpunkt, bildet eine sehr schwach diskontinuierlich bis chaotisch strukturierte Reflexionslinie ein Grabenprofil von über 10 m Breite. Es beginnt in einer Tiefe von etwa 0,77 m und fällt bis zur Sohlentiefe von 1,66 m unter GOF ab. Die größere Grabenbreite wird auf den diagonalen Schnittwinkel des Transekts mit dem Grabenprofil zurückgeführt.

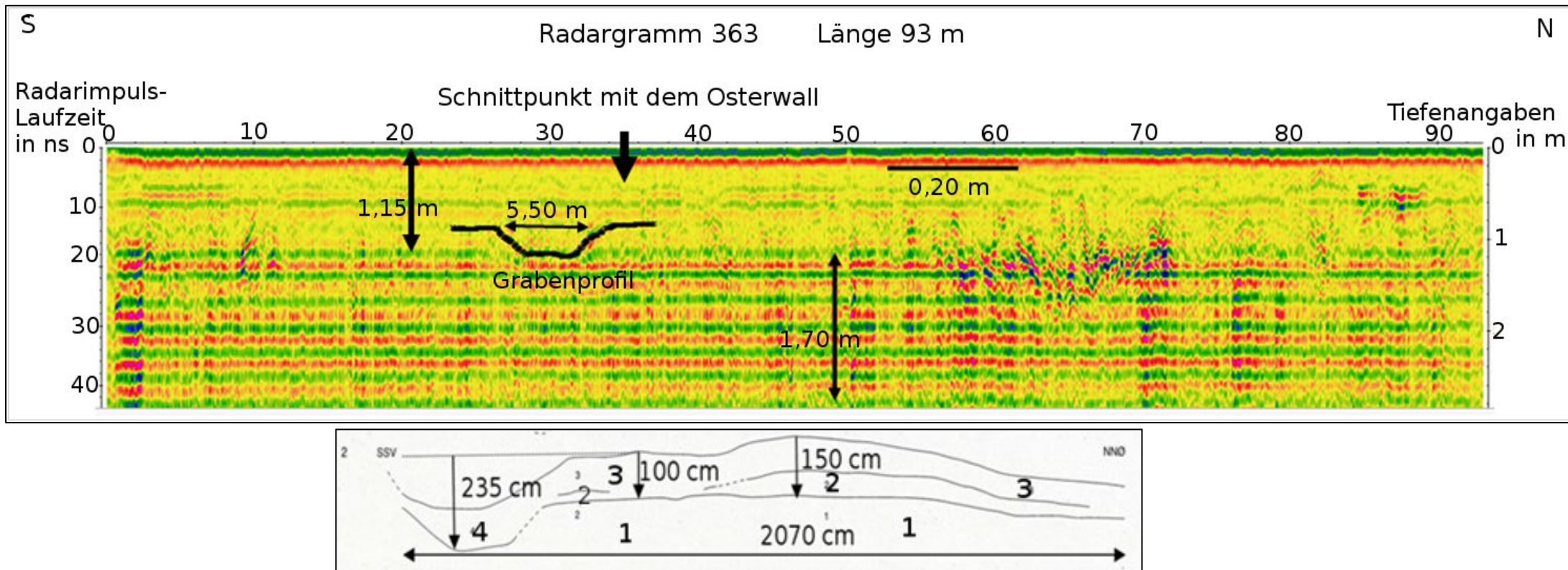


Abb. 142: Radargramm 363, angelegt unmittelbar neben dem Ostrand der Untersuchungsfläche. Seine Länge beträgt 93 m. Die Fazies zeigt bis zur Tiefe von 0,25 m unter GOF die für eine Pflugzone typischen planar-parallel-horizontal verlaufender Reflektorlinien. Die Echos in der folgenden, bis zur Tiefe von 0,60 m reichenden Zone unter GOF sind unauffällig chaotisch bis diskontinuierlich strukturiert, ohne auffällige Störungen, ausgenommen der Bereich zwischen 60 und 70 m, gemessen vom Startpunkt. Deren Ursache ist unbekannt. Im Bereich zwischen 27 und 33 m, gemessen vom Startpunkt, fällt eine Reflektorlinie von 0,60 m auf 1,15 m unter GOF ab, unter Bildung eines Grabenprofils von etwa 5,50 m Breite, interpretiert als Grabenprofil des Osterwalls. Eine Störung nördlich des Grabens im errechneten Schnittpunkt mit dem Osterwall, die auf einen früheren Wallkörper schließen lassen könnte, ist nicht zu erkennen. Die Tiefe und Breite des Grabenprofils überschreiten das von ANDERSEN und MADSEN (1972) festgestellte Profilmaß um ungefähr 1 m, verursacht durch den Schnittwinkel von $\approx 60^\circ$. Die Tiefenwerte, wie auch die Werte der folgenden Radargramme wurden dem Reflexw-2D-dataanalysis-Modus entnommen. Farbe des Radargramms Rainbow 2.

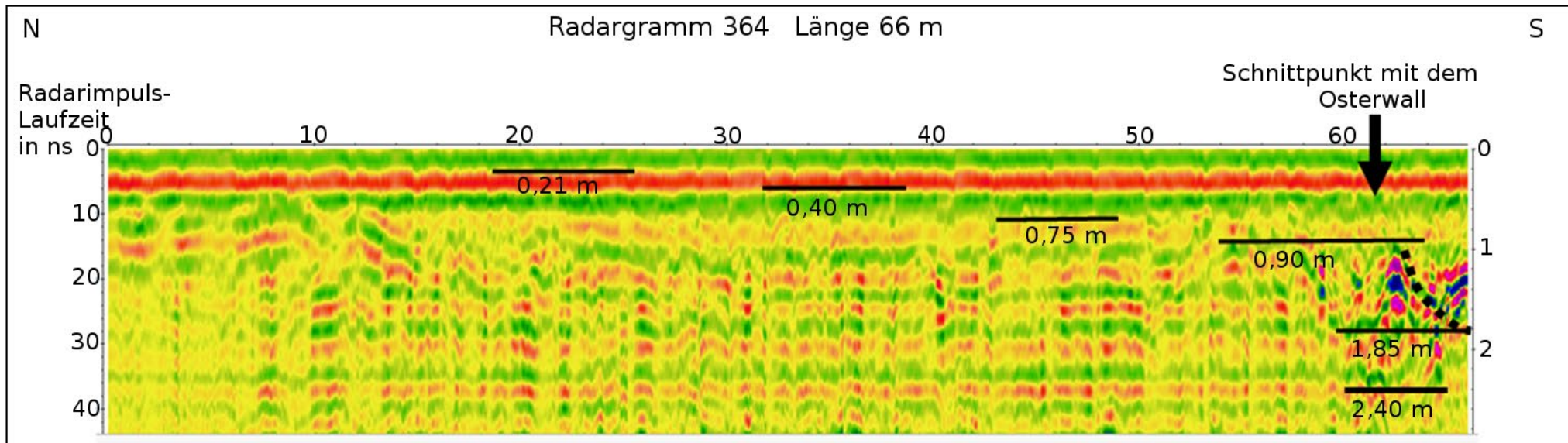


Abb. 143: Radargramm 364, angelegt vom Endpunkt des Radartransekts 363 in Richtung Süden. Er ist 66 m lang. Im Bereich des errechneten Schnittpunkts mit dem Osterwall im Punkt 62 m, gemessen vom Startpunkt, fällt eine über 4 m breite, bis 2,40 unter GOF reichende verdichtete Schichtung spitz konvex geformter Diffractionshyperbeln auf. Sie wird als fortbestehende Bodenverdichtung durch die Auflast des früheren Wallkörpers gedeutet. Die Fazies im Radardiagramm zeigt unmittelbar südlich des errechneten Schnittpunkts mit dem Osterwall zwischen 63 m und 66 m die Störung eines beginnenden Grabenprofils ab 0,90 m unter GOF mit einer vermutlichen Sohlentiefe von 1,90 m und einer noch sichtbaren Grabenbreite von 4 m. Farbe des Radargramms Rainbow 2.

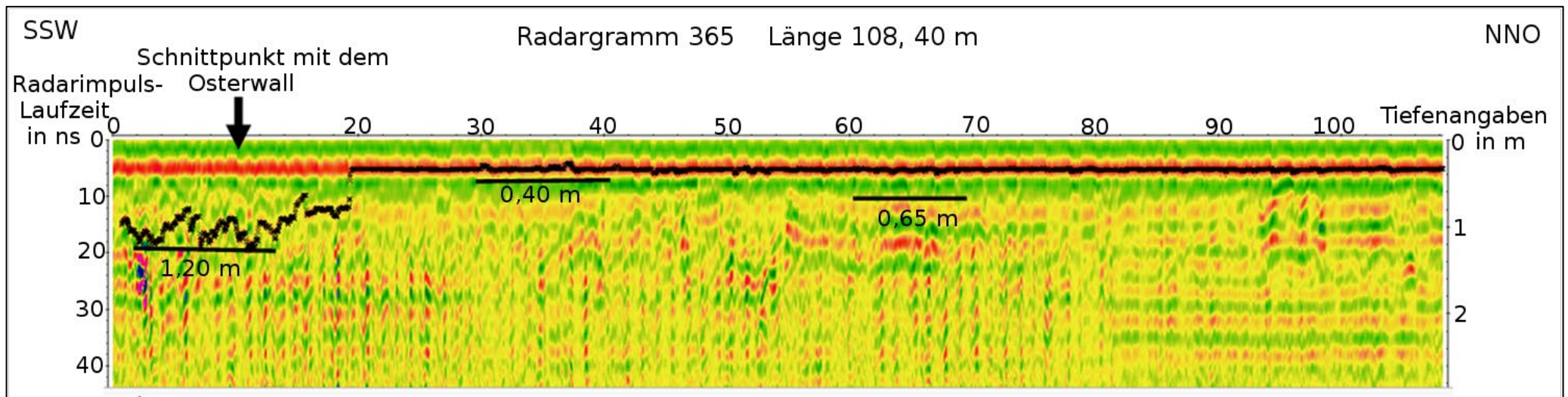


Abb. 144: Der Radartransekt 365, angelegt vom Endpunkt des Transekts 364 nach NNO, Länge 108,40 m. Bereits vom Startpunkt des Transekts bis 20 m Störungen bis zur Tiefe von 1,20 m unter GOF. Der errechnete Schnittpunkt mit dem Osterwall liegt bei 10 m, gemessen vom Startpunkt. Die Fazies zeigt weder ein klares Grabenprofil, noch auf einen früheren Wallkörper hinweisende Störungen im Bereich des Schnittpunkts. Möglicherweise ist die Störung eine Folge eines Grabungsschnitts von ANDERSEN und MADSEN (1972), durch den Grabenprofilrelikte zerstört wurden. Farbe des Radargramms Rainbow 2.

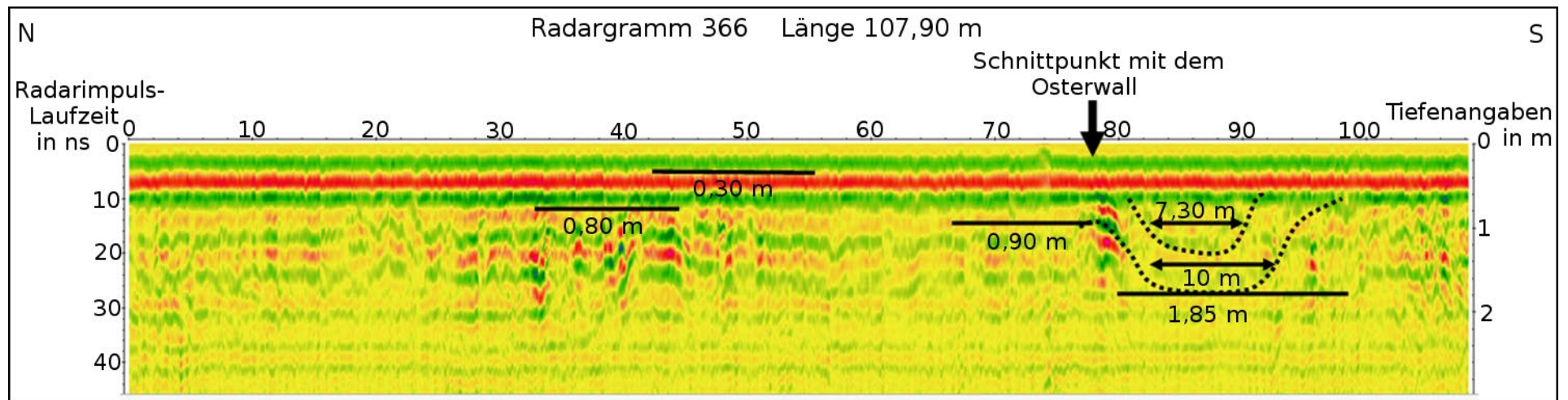


Abb. 145: Der Radartransekt 366, angelegt vom Endpunkt des Radartransekts 365 nach SSO, Länge 107,90 m. Der errechnete Schnittpunkt mit dem Osterwall liegt im Punkt 79 m, gemessen vom Startpunkt. Ein über 4 m breiter und bis 2,30 unter GOF reichender Schichtungsstreifen verdichteter, schwach spitz konvex geformter Diffractionshyperbeln, wird interpretiert als eine durch den früheren Wallkörper verursachte Bodenverdichtung. Unmittelbar anschließend zwischen 80 und 90 m zwei Reflektorlinien, abfallend bis zur Tiefe von 1,85 unter GOF. Sie bilden ein Grabenprofil von 7,30 m bis 10 m Breite ab. Die größeren Grabenbreiten sind darauf zurückzuführen, dass der Transekt den Graben diagonal schneidet und der Osterwall die Richtung um 17° nach ONO ändert. Farbe des Radargramms Rainbow 2.

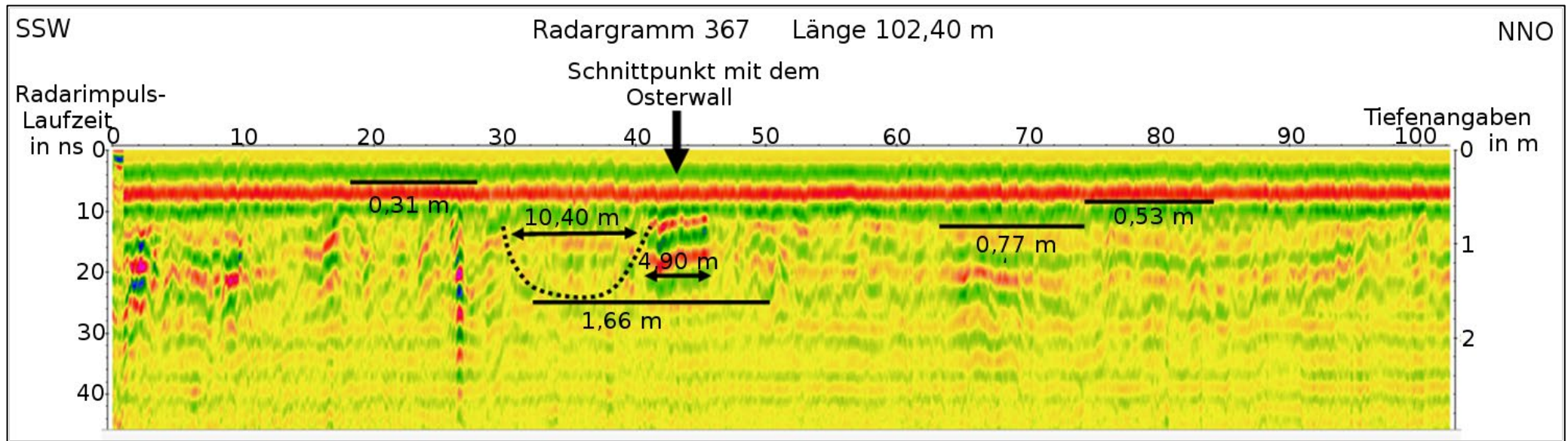


Abb. 146: Radartransekt 367, angelegt vom Endpunkt des Radartransekts 366 nach NNO, Länge 102,40 m. Der errechnete Schnittpunkt mit dem Osterwall liegt im Punkt 43 m, gemessen vom Startpunkt, einem 4,90 m breiten, bis 1,66 m unter GOF reichenden Schichtungsstreifen verdichteter, leicht spitz konvex geformter Diffractionshyperbeln, interpretiert als eine durch den früheren Wallkörper verursachte Bodenverdichtung. Unmittelbar davor zwischen 30 und 40 m eine sehr schwach diskontinuierlich bis chaotisch strukturierte Reflektorlinie, abfallend bis zur Tiefe von 1,66 m unter GOF. Sie bildet ein nur sehr schwach ausgeprägtes Grabenprofil von über 10 m Breite (punktierter Linie). Die größere Grabenbreite ist auf den diagonalen Schnittwinkel mit dem Grabenprofil zurückzuführen. Farbe des Radargramms Rainbow 2.

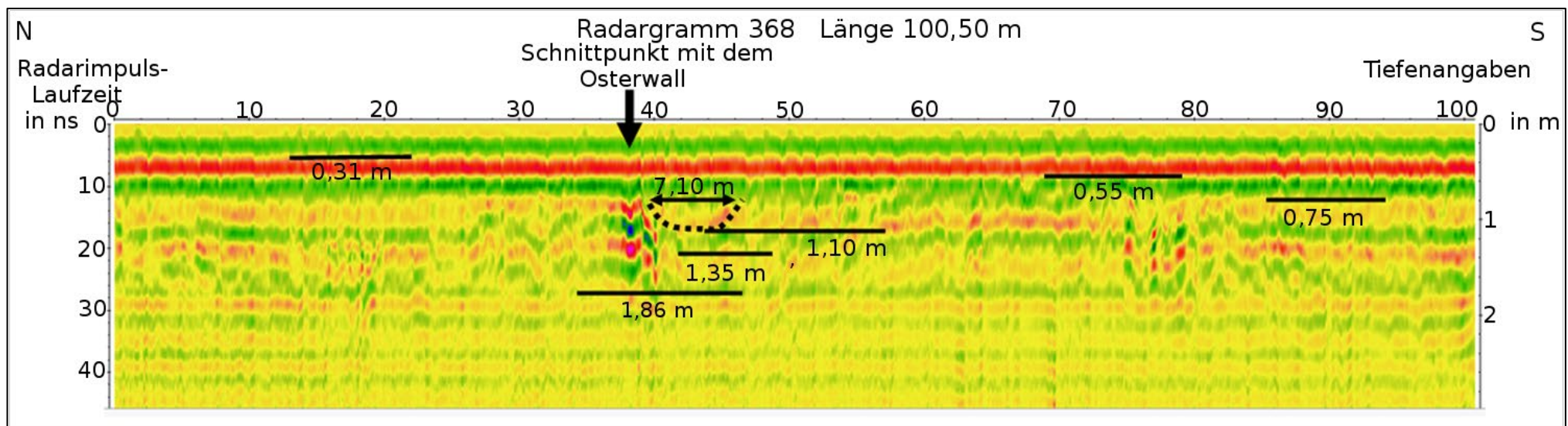


Abb. 147: Der Radartransekt 368 verläuft vom Endpunkt des Radartransekts 367 nach Süden, Länge 100,50 m. Der Schnittpunkt mit dem Osterwall liegt im errechneten Punkt 38 m, gemessen vom Startpunkt, einem 4,70 m breiten, bis 1,86 m unter GOF reichenden Schichtungsstreifen verdichteter, leicht spitz konvex geformter Diffraktionshyperbeln, interpretiert als eine durch den früheren Wallkörper verursachte Bodenverdichtung. Unmittelbar südlich anschließend ein schwach ausgeprägtes Grabenprofil, deren Sohlentiefe bei 1,10 m liegt, bei einer Grabenprofilbreite von 7,10 m. Das Grabenprofil beginnt bei 0,75 m unter GOF, fällt ab auf die Grabensohlentiefe von 1,10 m und steigt auf 0,75 m unter GOF wieder an. Farbe des Radargramms Rainbow 2.

Der Radartransekt 368 verläuft vom Endpunkt des Radartransekts 367 nach Süden (Abb. 145). Die Länge des Transekts beträgt 100,50 m. Der Schnittpunkt mit dem Osterwall liegt im errechneten Punkt 38 m, gemessen vom Startpunkt, einem 4,70 m breiten und bis 1,86 m unter GOF reichenden Schichtungsstreifen aus dichten, leicht spitz konvex geformten Diffraktionshyperbeln. Der Schichtungsstreifen wird ebenfalls als eine durch die Auflast des früheren Wallkörpers verursachte Bodenverdichtung interpretiert. Unmittelbar südlich des Schnittpunkts mit dem Osterwall zeigt die Fazies ein schwach ausgeprägtes, 7,10 m breites Grabenprofil. Es beginnt bei 0,75 m unter GOF, fällt ab auf eine Sohlentiefe von 1,10 m und steigt auf 0,75 m unter GOF wieder an. Auch hier wird die größere Breite des Grabenprofils auf den diagonalen Schnittwinkel des Radartransekts zurückgeführt.

Der verschliffene, helle Streifen auf den Abb. 59 und 141 zeigt den früheren Wallverlauf. Seine Breite von $\approx 13,8$ m entspricht den Maßen des Grabungsschnitts E von Andersen (Abb. 92). Das ermöglichte, die Lage der Schnittpunkte der Radartransekte mit dem Osterwall sowie dessen östlichen Wallverlauf koordinatenmäßig zu bestimmen.

Auf den Radargrammen der Abb. 142–147 beginnen die mit Wallrelikten in Verbindung gebrachten Störungen erst ungefähr 0,70 m unter GOF. Darüber befinden sich drei auffällig planar-parallel-horizontal verlaufende Reflektorlinien. Die den Reflektorlinien zuzuordnenden Bodenschichten sind der Ap-Horizont von 0 bis 30 cm, der Al-Horizont von 30 bis 40 cm, sowie der Bt-Horizont von 40 bis 60 und 70 cm unter GOF. Die Horizontfolgen entsprechen dem Bodentyp Parabraunerde. Die ungestörten Bodenhorizonte erstrecken sich nur auf die gesamte von den Georadartransekten erfasste Untersuchungsfläche am Windebyer Noor und betreffen nur die südliche Hälfte der Ackerfläche.

Die Bodenhorizonte bis ca. 70 cm unter GOF werden als Auftragsböden ausgeschlossen, ebenso deren unmittelbare Entstehung aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm. Vermutet wird, dass bei der Flächenzusammenlegung 1969 die gesamte Fläche mit den Knicks und den noch vorhandenen oberirdischen Wallrelikten durch Rigolen eingeebnet wurde, mit dem Ziel, die Bodenqualität zu verbessern und zugleich den Nässestau im Bt-Horizont zu reduzieren. Zeitgleich wurden Drainagerohre in den Boden verlegt.

1855. Diskussion der Ergebnisse

Mit der Wiederaufnahme der Grabungen an den Danewerk-Wällen durch die dänischen Archäologen ANDERSEN und MADSEN ab den 70er-Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde auch das Interesse an der Darstellung des Danewerks auf historischen Karten wieder geweckt. Als erster Kartograph hatte bereits Mitte des 17. Jahrhunderts JOHANNES MEJER aus Husum auf seinen großmaßstäblichen Karten vom Amt Gottorf und auf der Karte von Angeln und Schwansen des Herzogtums Schleswig das Danewerk als einen Komplex zusammenhängender, lückenloser Wälle abgebildet, einschließlich der abgegrabenen und nicht mehr sichtbaren Wallteile, wie das westliche Ende des Krummwalls mit dem Hollingstedt umgebenden Halbkreiswall. Aber auch nie errichtete Wälle hat er in seine Karten als Wallanlage aufgenommen: den Kograb en zwischen dem Ende am Heideweg in Kurburg und dem Wallknick, dem Übergang vom Hauptwall zum Krummwall, sowie das westliche Teilstück des Osterwalls zwischen Dürwade und der Mühle Götheby-Holm an der Großen Breite der Schlei.

Die Feststellung, dass auf den Karten der Kartographen des 18. und 19. Jahrhunderts (Tab. 19) keine Übereinstimmungen in der Darstellung der Danewerk-Wälle mit der Abbildung auf der „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ des JOHANNES MEJER zu finden sind, führte zu den Fragen, warum MEJER den Kograb en vom Selker Noor bis zum Wallknick, dem Übergang vom Hauptwall zum Krummwall, als durchgehenden Wall darstellt, und das westliche Ende des Osterwalls nicht im Wald bei Dürwade, sondern an der Mühle Götheby-Holm an der Großen Breite der Schlei enden lässt. Lagen geringe Geländekenntnisse vor, oder hat MEJER der historischen Phantasie zusehr freien Lauf gelassen, wie UNVERHAU dem Kartographen MEJER unterstellt (UNVERHAU 1987, S. 97)?

Zur Klärung dieser Frage wurde die „Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ einer Genauigkeitsanalyse unterzogen. Das Ergebnis zeigt, dass MEJER in Anbetracht der wenigen ihm zur Verfügung stehenden Vermessungsmittel und des damals noch nicht hoch entwickelten Wissenschaftsstandes über Landesaufnahmen gute und für die damalige Zeit außerordentlich fortschrittliche Karten geschaffen hat. Seine Regionalkarten von den Herzogtümern übertrafen alle bisher erschienen Karten an Genauigkeit, guter Lesbarkeit, an Informationsbreite und Aussagekraft durch Verwendung einheitlicher Symbole für Städte, Kirchen, adlige Güter, Dörfer, Wälder und Moore. Vor allem schuf er durch die Randgraduierung mit Breiten- und Längengradwerten ein Festpunktnetz, in das er die Ortslagen und wichtige Geländepunkte lagegerecht einpassen konnte, erweitert durch eine Maßstabsleiste (Abb. 38) mit dem Längenmaß einer „deutsch meilln“ von 1200 Ruten = 4 Minuten.

Nach der Genauigkeitsanalyse weichen die Entfernungen zwischen den ausgewählten Orten der Danewerklandschaft (hier die Altkarten-Segmente AB und CD (Tab. 4–7, Abb. 32–35) von den realen Entfernungen im Mittel um 15 % ab. Bei den Richtungen beträgt die Abweichung rund 12 %. Die konsequente Ausrichtung der Karten nach Norden, angezeigt mit einer Kompassrose, hat durch die Generalisierung der Kartensymbole die Lesbarkeit der Karten erheblich verbessert.

Als anerkannter Kenner der Kartographie Schleswig-Holsteins lobt GEERZ (1859) das Schaffen MEJERS: "...so muß man doch nicht nur gestehen, daß Meyer in einer kurzen Zeit verhältnismäßig Großes geleistet hat, sondern auch anerkennen, daß seine Karten während eines Zeitraums von etwa 150 Jahren fast als die einzige Basis aller späteren Karten gedient haben. Alle Karten nämlich, welche nach 1652 bis zum Jahre 1807 erschienen sind, gründen sich auf

Meyerschen Karten". Es folgen die Namen, darunter Homann, Pontoppidan und Homanns Erben (GEERZ 1859).

Was MEJER bewog, den Kograbens als vom Selker Noor bis zum Wallknick durchgehenden Wall dazustellen, waren vermutlich "Mutmaßungen" (DREYER-EIMBCKE 2007, S. 208). Anzunehmen ist, dass er auf der Fläche Erichsen/Ketelsen am heutigen Heideweg über das Wallende hinausgehende Relikte des Kograbens sah und daraus auf den weiteren Ausbau bis zum Wallknick schloss. Möglich ist auch, dass MEJER die Nichtbegehbarkeit und Sperrwirkung des moorigen Geländes südlich des Hauptwalls symbolisch mit der Wallfortsetzung bis zum Wallknick darstellen wollte. Das vom Wallknick nach Südosten ins Moor gehende Wallstück hat er nicht als im Zusammenhang stehend mit dem Kograbens angesehen, wie der Darstellung auf der Karte zu sehen ist.

Das westliche Ende Osterwalls liegt, wie GEERZ (1850, Abb. 50) und VON DREYER (1860, Abb. 54) auf ihren Karten zeigen, im Wald von Dürwade am Beginn des Steilufer der Osterbek, wie auch die Grabungsergebnisse von ANDERSEN und MADSEN (1972) zeigen. MEJER hat das Steilufer bis zur Mühle Götheby-Holm als Wall dargestellt. Für MEJERS „Mutmaßung“ bzw. seinen Vergleich mit einem Wall spricht die Höhe des Steilufer bis 5 m mit einer Hangneigung von fast 45 Grad. Das Bett der Osterbek ist mit seiner Breite von etwa 3 -5 m durchaus einem dem Wall vorgelagerten Graben gleichzusetzen. Der flache westliche Uferbereich von teilweise fast 100 m Breite war früher vermoort. Damit war dem Steilufer mit der Osterbek eine wallähnliche Sperrwirkung zuzuerkennen.

Möglicherweise hat MEJER angenommen, ausgehend von der Information des DANCKWERTH (1652, S. 113), dass „auch Schwantzen...durch einen Wall verwahret oder befestigt gewesen“..., „ist auch an jedweder Seiten mit einer Vestung verwahret gewesen...“, dass es von Dürwade bis zur Großen Breite der Schlei eine Wallfortsetzung gegeben habe, die bereits zur Zeit DANCKWERTHS und MEJERS in Teilen abgegraben und vernichtet war. Nur beiderseits Kochendorf war der Wall noch erhalten. Bei den von DANCKWERTH genannten Festungen handelt es sich vermutlich um Befestigungen bei Gut Schnaap und bei der heutigen Mühle Götheby-Holm.

MEJER hat auch historische Informationen als real existierend in seinen Karten abgebildet. So beruht die Darstellung des Krummwalls vom Wallende bei Matzenkamp bis zum Ortsrand von Hollingstedt, ebenso wie die des Halbkreiswalls um Hollingstedt auf mündlichen Überlieferungen der örtlichen Bevölkerung. Auf der Laserscan-Karte ist die frühere Umwallung noch zu erkennen.

Hier wird deutlich, dass Hollingstedt im Mittelalter vermutlich aus zwei Ortsteilen bestanden hat. Für den umwallten älteren Teil war die Kirche mit der Hafenanlage an der Treene der Mittelpunkt. Der andere Teil gruppierte sich um den Kreuzungsbereich der heutigen Ortsmitte. Dort befanden sich im Keller des Hauses der Familie Grimm Mauerreste einer zum St. Johannis-Kloster in Schleswig gehörenden Kapelle mit einem kleinen Friedhof auf dem Grundstück, wie die Grabung LÖWE ergeben hat (ohne Jahresangabe, mündl. Information des Hausbesitzers Grimm).

Auf den Karten MEJERS fehlen der Nordwall wie auch der Kurze Kograbens auf dem heutigen NATO-Flugplatz Jagel. Vermutlich sah er sie nicht als Teil des Danewerk-Komplexes an.

Eine Frage war, inwieweit die Bodenverhältnisse den Bau des Kograbens über das heutige Wallende am Heideweg zugelassen haben. Da das Ausheben von Suchschnitten nicht vorzusehen war, beschränkten sich die bodenkundlichen Prospektionen auf die Auswertung von aktuellen Bodenkarten und digitalen Daten der Bodenschätzung des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR).

Der Kograbens endet als deutlich sichtbarer Wall am Heideweg in Kurburg. Bereits der Name des Weges beschreibt die Bodenverhältnisse als eine Heidelandschaft. Der Kograbens verläuft zwischen dem Ochsenweg und dem Heideweg auf der niederen Geest. Deren Boden ist hier ein sandiger Norm-Podsol (PPn), der begeh- und befahrbar ist (Abb. 72, Fläche 1).

Ein weiterer Ausbau auf der Fläche Erichsen/Ketelsen über den Heideweg hinweg wurde zwar, wie die Grabung von ANDERSEN und MADSEN (1974, Abb. 5) und die Abbildungen zeigen, bereits begonnen, aber schon nach etwa 30 m änderte sich der Boden in einen Gley-Podsol (GG-PP) mit einem Go-Horizont bis 40 cm unter GOF, der nach weiteren 50 m im Schnittpunkt mit dem Kograbens in einen Anmoorgley (GM) übergeht. Dieser entstand aus einem Niedermoor. Der hier früher vorherrschende oberflächennahe Grundwasserstand schloss einen weiteren Ausbau des Kograbens aus.

Bestätigt wird diese Annahme durch die mit dem Penetrologger ermittelten durchschnittlichen Eindringwiderstandswerte (Cone-Index-Werte/CI-Werte) des Bodens. Sie ergeben sich aus dem Scherwiderstand und der Auflagekraft der Bodenpartikel, gemessen in den Tiefen 1, 15, 30 und 45 cm. Im Schnittpunkt der Messreihe 3 (Tab. 19) mit dem Kograbens beträgt in 50 cm Tiefe der CI-Wert 0 MPa. Dieser Wert deutet auf einen Grundwasser-Horizont hin.

Bei der Überprüfung, ob ein Gelände begehbar ist, wird von dem Druck ausgegangen, den das Gewicht einer Person auf den Boden ausübt, bezeichnet als VCI-Wert (Vehicle Cone Index). So hat eine Person von 85 kg Gewicht den VCI-Wert von 0,08 MPa. Trägt die Person eine Traglast von 25 kg, erhöht sich der VCI-Wert auf 1,2 MPa.

Es ist davon auszugehen, dass bei dem Bau des Kograbens ab der Mitte der Fläche Erichsen/Ketelsen nach dem Abtragen des Oberbodens bereits eindringendes Wasser den weiteren Ausbau erschwerte. War bei dem Grabenaushub eine Tiefe mit dem CI-Wert von 0 MPa erreicht, war es einer Person mit höherem VCI-Wert nicht mehr möglich, die Arbeit fortzusetzen, da ein Einsinken bis zu der Tiefe drohte, in der der CI-Wert gleich oder größer als der VCI-Wert der Person ist (Gebrauchsanweisung Penetrologger-Set, S. 25 ff.). Damit war ein Weiterbau des Kograbens nach Westen nicht mehr möglich. Der Kograbens endete am Westrand der Fläche Erichsen/Ketelsen am Heideweg.

Der Schwerpunkt der archäologischen Untersuchungen lag auf der Prospektion mit dem Georadar, da das Georadar ein Bild des nicht direkt zugänglichen und nicht sichtbaren Untergrundes liefert, so eine sehr verallgemeinernde Beschreibung der Fazies eines Radargramms. Tatsächlich werden in einem Radargramm nur die Reflexionen der elektromagnetischen Wellen an Grenzflächen z. B. von Bodenhorizonten als Diffraktionshyperbeln abgebildet. Sie liefern ein Profil des Untergrundes und ermöglichen eine Interpretation des Untergrundes durch Vergleich mit vorliegenden Bodenprofilen. Auffälligere Abweichungen der Diffraktionshyperbeln von horizontalen Reflexionslinien sowie eine Anhäufung von Diffraktionshyperbeln weisen auf Störungen hin. Insgesamt wurden über 150 Georadarmessungen mit der 400 MHz Antenne durchgeführt.

Zwischen dem Heideweg und dem Auftreffpunkt der angenommenen Verlängerung des Kograbens am Hauptwall wurden insgesamt 21 Radartransekte eingescannt, von denen sieben ausgewählt wurden. Die Schnittpunkte mit der Kograben-trasse wurden berechnet und auf mögliche Graben- und Wallstrukturen enthaltende Störungen untersucht. Nur die Fazies der Radargramme 103, 104 und 115 von der Fläche Erichsen/Ketelsen am Heideweg enthielten Störungen von Grabenprofilen, die den Profilen der Suchschnitte von KNORR (1921, Radargramm 103) und von ANDERSEN und MADSEN (1974) entsprachen. Alle weiteren Radargramme bis zur Fläche Buchholz am Hauptwall enthielten keine Störungen. Damit konnte auch mit dem Georadar nachgewiesen werden, dass der Ausbau am Heideweg in Kurburg endete.

Der Bodenscanner EM 38 kam nur einmal auf der Fläche Lausen zwischen dem Heideweg im Norden und dem Weg am Schnepfennest im Süden zum Einsatz (Abb. 114–117). Die Messung der scheinbaren elektrischen Leitfähigkeit (EC/Electrical Conductivity) des Bodens ließ keine Anomalien auf der Trasse des angenommenen weiterführenden Verlaufs des Kograbens als Hinweis auf mögliche Wall- und Grabenstrukturen erkennen. Mit dem Bodenscanner EM 38 wurde nur der Oberboden als podsolierter Sandboden bestimmt (Abb. 114).

Der einmalige Einsatz des Bodenscanners lieferte auf der gefrorenen Fläche nur eine Momentaufnahme und ließ noch kein sicheres Urteil über die Eignung eines Bodenscanners für eine archäologische Prospektion zu. Dennoch wird ein Einsatz zur Erkundung des Untergrundes von Verdachtsflächen für zweckmäßig gehalten. Auch wenn Bodenschichten vom System nicht differenziert erfasst werden, können auf der Geländeoberfläche linien- oder streifenförmige farbliche Abweichungen von der Umgebung Hinweise auf weiterführende Prospektionen geben. Vorstellbar sind z. B. Prospektionen auf den Flächen des Krummwalls in und um Hollingstedt.

Bisher liegen Veröffentlichungen von archäologischen Prospektionen mit dem Bodenscanner EM 38 in Deutschland nicht vor, nur von Einsätzen auf landwirtschaftlichen Flächen für die Verbesserung des Pflanzenanbaus.

Für die bodenkundlichen Prospektionen auf dem Gelände mit dem westlichen Ende des Osterwalls im Raum Dürwade war anfangs nur eine Bodenkarte verfügbar, digitale Daten der Bodenschätzung des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) lagen nicht vor. Obwohl der Osterwall am westlichen Ende nahezu vollständig abgegraben war, konnten aus den Bodenhorizontbeschreibungen einer Kartierung³² und des „Leitbodenprofils 4“ aus der Masterarbeit HEIBACHS (2013) sowie aus dem Grabungsprofil von ANDERSEN (1998; Abb. 87 u. 88) die Phasen des Wallaufbaus wie auch das Bodenprofil abgeleitet werden (Abb. 81 u. 82). Der aus Schmelzwassersandserien errichtete Wall wurde durch eine Berme und eine Palisade stabilisiert, da er auf einer Geländeschwelle errichtet war, die aus parallel-geschichteten, in Richtung der Osterbek-Niederung einfallenden Sanden besteht (PRANGE 1989, S. 72 ff.).

Die Georadartransekte wurden dort angesetzt, wo im Wald von Dürwade noch Relikte des Walls vorhanden sind und ein weiterer Wallverlauf in Richtung Götheby-Holm zu erwarten war, falls es einen Weiterbau gegeben hatte (Abb. 134). Die Fazies der zehn Radargramme wurden nicht nur auf Störungen mit möglichen Hinweisen auf Wallrelikte untersucht, sondern

³² Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Abteilung Bodenkunde der CAU zu Kiel: Bodenkundliche Kartierung Modul 438, WS 2011/12.

auch dahingehend überprüft, ob die einzelnen Schichten der Bodenprofile auch Reflexionslinien zugeordnet werden können (GERBER et al. 2008).

Am Beispiel der Fazies des Radargramms 120 (Abb. 136) lassen sich aus der Bodenprofilbeschreibung der Grabung von ANDERSEN und MADSEN in Dürwade (1974; Abb. 88) in Verbindung mit der Abbildung des „Leitbodenprofils 4“ von HEIBACH (2013) die Bodenhorizonte auf die Reflexionslinien und Diffraktionshyperbeln des Radargramms übertragen. So zeichnen sich in der Fazies zwischen 2 und 6 m die Konturen eines niedrigen Walls ab. Die Böschung (Abb. 136) ist an abfallenden Reflexionslinien und Diffraktionshyperbeln erkennbar. Sie entspricht der heutigen Abbruchkante am Südhang der Schneise. Aus der Fazies des Radargramms lassen sich somit ansatzweise sowohl die Struktur des Solums als auch der Wallaufbau ableiten. Damit wird deutlich, dass auf der Grundlage einiger weniger Bohrstockdaten auch die Prospektion mit einem Georadar ein zutreffendes Bodenprofilbild liefern kann.

Die Reflexionslinien der im möglichen weiteren Wallverlauf angesetzten Radartransekte 49 und 128 (Abb. 139–140) zeigen weder auf Wallrelikte hinweisende Störungen noch Auffälligkeiten in der Bodenstruktur. Damit konnte auch mit dem Georadar der Nachweis erbracht werden, dass der Osterwall am Beginn des Steilufers der Osterbek endete.

Am östlichen Ende des Osterwalls am Windebyer Noor wurden die früher durch Knicks unterteilten Flächen 1969 zusammengelegt und eingeebnet. Nur noch auf Luftbildern sind die Konturen des früheren Wallverlaufs zu erkennen. Der Boden besteht hier aus Geschiebedecksand bis Geschiebelehm, der aufgrund der Dichte der Bodenpartikel vermutlich nur eine Berme, aber keine Palisade zur Stabilisierung des Wallaufbaus erforderte.

Die sechs hier angesetzten Transekte weisen im Schnittpunkt mit der Wallsilhouette Störungen auf, die auf Wallrelikte hinweisen. Ihre Struktur lässt auf ein Grabenprofil schließen, mit unmittelbar vor oder hinter dem Grabenprofil auftretenden streifenförmigen Verdichtungen von Diffraktionshyperbeln (Abb. 146 u. 147). Diese zeigen eine Bodenverdichtung durch die Auflast des früheren Wallkörpers an. Auffällig ist, dass auf der gesamten Fläche die den Wallrelikten zuzuordnenden Störungen erst ungefähr 70 cm unter GOF auftreten.

Die Entstehung der sehr regelmäßig planar-parallel verlaufenden Reflexionslinien oberhalb der Störungen ist vermutlich auf Tiefpflügen nach der Flächenzusammenlegung zurückzuführen. Wahrscheinlich enthielt der durch Tonanreicherung aus dem Oberboden entstandene Bt-Horizont vor dem Tiefpflügen so viel Stauwasser, dass die Durchwurzelung der Einsaaten eingeschränkt war. Durch das Tiefpflügen wurde der Tonanreicherungshorizont aufgebrochen, und der Boden tiefgründig aufgelockert, um die Staunässebildung zu verringern. Auf der Fläche ist heute eine Drainage verlegt, um die im Boden vor allem im Hangbereich immer noch auftretende Staunässe abzuleiten.

In den Radargrammen 363–368 (Abb. 142–147) wird die obere grüne Reflektorlinie der planar-parallel verlaufenden Reflexionslinien der aktuellen Pflugsohle zugeordnet. Ihre Tiefe von ca. 30 cm unter GOF entspricht der Pflugsohle bei häufigem Maisanbau. Die folgende rote Reflektorlinie von fast 60 cm Tiefe unter GOF wird als Pflugsohle interpretiert, entstanden bei dem Tiefpflügen. Die untere grüne Linie entspricht dem früheren Bv-Horizont vor dem Tiefpflügen.

6. Zusammenfassung und Ausblick

6.1 Zusammenfassung

Im Mittelpunkt des Themas "Studien zu den Ost- und Westenden des Danewerks" stand die Frage, wo endeten die Wälle des Danewerks. Die Untersuchung erstreckte sich auf die Wälle Kograbens, den Kurzen Kograbens auf dem NATO-Flugplatz Jagel, auf den Osterwall und den Krummwall in und um Hollingstedt. In die Untersuchung wurde auch der Kurze Kograbens auf dem NATO-Flugplatz Jagel mit einbezogen, nicht behandelt wurde der Nordwall.

Nicht nur der Nachweis des Ausbaus des Krummwalls von dem Wallende bei Matzenkamp bis Hollingstedt durch den Verfasser gab den Anstoß, die Lage auch der anderen Wallenden zu untersuchen, sondern auch die Kritik an der Darstellung des Danewerks auf den Karten des Kartographen JOHANNES MEJER aus Husum waren ein Anreiz, dessen Karten auf Genauigkeit zu untersuchen. Die Kritik setzte bereits früh ein. Den Schlusspunkt setzte die Geographin UNVERHAU (1987, S. 97). Sie unterstellte MEJER nicht nur eine geringe Geländekenntnis, sondern auch, der historischen Phantasie zusehr freien Lauf gelassen zu haben.

Daher wurde die MEJER-Karte vom „Südertheil des Amptes Gottorf“ von 1651 mit manuell rechnerisch-graphischen Verfahren einer Genauigkeitsanalyse unterzogen, mit dem Ergebnis, dass die Karte im Vergleich mit zeitgenössischen Karten aufgrund einheitlicher Kartensymbole, der Randgraduierung und der Maßstabsleiste für Entfernungsmessungen einen bedeutenden Fortschritt darstellte. Die Abweichungen der Ortslagen auf der MEJER-Karte von den realen Lagen sind als gering zu bewerten. Die Karte weist unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten MEJERS einen erstaunlich hohen Genauigkeitsgrad auf, der erst Anfang des 19. Jahrhunderts erreicht wurde.

Neben der Genauigkeitsanalyse wurden moderne Karten und Luftbilder ausgewertet, mit dem Ergebnis, der Kograbens endet am Heideweg in Kurburg und nicht am Hauptwall. Das westliche Ende des Osterwalls liegt im Wald bei Dürwade, das östliche Ende am Windebyer Noor läuft in einem Bogen nach Nordosten zum Noorufer aus. Das westliche Ende des Krummwalls bildet einen Halbkreiswall um die westliche Hälfte von Hollingstedt.

Zur weiteren Bestätigung der Ergebnisse wurden die Untersuchungen durch bodenkundliche und geophysikalische Prospektionen am Kograbens, am Osterwall und auf der Fläche des Kurzen Kograbens auf dem NATO-Flugplatz Jagel erweitert, um festzustellen, was von den westlichen und östlichen Wallenden noch nachweisbar ist.

Die bodenkundlichen Prospektionen beschränkten sich auf die Auswertung von aktuellen Bodenkarten und digitalen Daten der Bodenschätzung des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR).

Da im Kograbengelände zwischen dem Heideweg und dem Auftreffpunkt am Hauptwall keine Wallrelikte in Form eines Grabens oder einer wallähnlichen Erhebung zu sehen sind, wurden Prospektionen mit dem Georadar, mit einem Penetrologger und einem Bodenscanner EM 38 durchgeführt, um unter der Geländeoberfläche mögliche Relikte erkennen zu können.

Die Frage, ob die Bodenverhältnisse den Bau des Kograbens über das heutige Wallende am Heideweg zuließen, ergab, dass der Versuch des Weiterbaus am westlichen Ende der Fläche Erichsen/Ketelsen endete. Vor der landwirtschaftlichen Nutzung der Fläche begann hier ein Niedermoor, aus dem sich durch Entwässerungsmaßnahmen ein Anmoorgley (GM) bildete.

Der hohe Grundwasserstand des Niedermoores schloss einen weiteren Ausbau des Kograbens nach Westen in Richtung Hauptwall aus.

Die Prospektion mit einem Penetrologger bestätigte den auch heute noch hohen Grundwasserstand. Mit einem Penetrologger wurden die aus dem Scherwiderstand und der Auflagekraft der Bodenpartikel ermittelten durchschnittlichen Eindringwiderstandswerte (Cone Index-Werte/CI-Werte) des Bodens bestätigt. Im Schnittpunkt der Messreihe 3 (Tab. 19) mit dem Kograbens betrug in 50 cm Tiefe der CI-Wert 0 MPa und zeigte damit Grundwasser an. Bei diesem Wert war ein Weiterbau des Kograbens nach Westen nicht mehr möglich.

Der Versuch, mit dem Bodenscanner EM 38 den weiteren Ausbau des Kograbens auf der Fläche Lausen nachweisen zu können, brachte kein Ergebnis. Der Bodenscanner kam zwischen dem Heideweg im Norden und dem Weg am Schnepfennest im Süden zum Einsatz (Abb. 114). Die gemessene „scheinbare elektrische Bodenleitfähigkeit“ (EC/Electrical Conductivity) des Bodens von sechs Fahrtrassen zeigte in den Schnittpunkten mit dem gedachten Verlauf des Kograbens keine auf eine Kograbentrasse hinweisenden linearen oder von der Umgebung abweichenden Anomalien (Abb. 115). Eine Kograbentrasse war nicht nachzuweisen.

Die Untersuchung auf Wallrelikte mit dem Georadar erstreckte sich auf die Flächen vom Wallende am Heideweg bis zur Fläche Buchholz am Hauptwall (Abb. 102). Von den insgesamt 21 Radargrammen waren Störungen mit eindeutigen Nachweisen von Grabenrelikten nur auf den Fazies von drei Radargrammen auf der Fläche Erichsen/Ketelsen zu erkennen (Abb. 103–113), deren Tiefe unter GOF und Ausdehnung den Grabenprofilen von JANKUHN (1937) und von ANDERSEN und MADSEN (1974) entsprechen. Im Schnittpunkt des Radartransekts 115 mit dem Kograbens (Abb. 103) enden der Kograbens und der Denkmalbereich.

Die Untersuchung von Wallrelikten des Kurzen Kograbens auf dem NATO-Flugplatz Jagel beschränkte sich auf Prospektionen mit dem Georadar. Da bei dem Bau des Flugplatzes 1935 der Wall abgetragen und der Graben aufgefüllt worden war, konnten Grabenrelikte nur unterhalb des aufgetragenen und eingeebneten Oberbodens erhalten geblieben und als Störungen in der Radarfazies nachweisbar sein. Von den zehn auf der Untersuchungsfläche angesetzten Radartransekten zeigten sich bei fünf Transekten Störungen in den berechneten Schnittpunkten mit der Trasse des Kurzen Kograbens. Die Störungen entsprechen den von JANKUHN (1937) festgestellten Maßen des Grabenprofils. Die östlich der "Rheider Au alt" angesetzten Radartransekte enthalten keine ein Grabenrelikt anzeigende Störungen. Sie bestätigen, dass ein Ausbau des Kurzen Kograbens über die "Rheider Au alt" hinaus nach Osten auszuschließen ist.

Das westliche Ende des Osterwalls im Wald bei Dürwade sind trotz Abgrabung eines Großteils der Wallerde Relikte des Walls erhalten geblieben. Das östliche Ende des Osterwalls am Windebyer Noor ist hingegen nur noch auf Orthofotos als hellerer Streifen zu erkennen (Abb. 59, Pfeile). Während die Bodenverhältnisse im Raum Dürwade mit den Lehmsanden und Sandlehmen auf Aufsedimentation von Schmelzwassersanden zurückzuführen sind, wurde die Fläche am Windebyer Noor durch Eis zu einem Moränenwall aufgestaucht, bestehend aus Geschiebedecksand bis Geschiebedecklehm über Geschiebelehm.

Aus den Grabenprofilschnitten der Grabung von ANDERSEN und MADSEN (1974) in Verbindung mit dem „Leitbodenprofil 4“ von HEIBACH (2013) lässt sich der Wallaufbau des westlichen Endes des Osterwalls ableiten. Auf den Normbraunerde-Boden des nach Süden leicht abfallenden Geländerreliefs wurde humoser Boden zu einer ebenen Fläche aufgetragen, auf die der Wall

aufgeschüttet wurde. Der mit Sand aufgeschüttete Wallkörper wurde mit einer Pfostensetzung stabilisiert.

In den Diagrammen der Transekte 120, 46 und 119 (Abb. 136–138) konnten ebenfalls durch Vergleich mit dem Grabungsprofil von ANDERSEN (1998, Planche 21,1) und dem „Leitbodenprofil 4“ von HEIBACH (2013) sowohl die Struktur des Solums als auch der Wallaufbau abgeleitet werden.

Die Fläche mit dem Ostende des Osterwalls ist von Knicks befreit und durch Flächenzusammenlegung und jahrzehntelange intensive landwirtschaftliche Nutzung eingeebnet. Der frühere Wallverlauf ist im Gelände nicht mehr zu sehen. Für die Bodenprofilaten wurden die Bohrpunktaten der digitalen Bodenschätzung übernommen, die nicht in der Trasse des Osterwalls liegen. Sie wurden als ungefähr übereinstimmend mit dem Bodenprofil der Walltrasse angesehen. Vom Bodentyp liegt hier eine Normparabraunerde (LLn) vor.

Der Wallaufbau am Windebyer Noor unterscheidet sich von dem im Raum Dürwade. Pfostensetzungen zur Abstützung waren überflüssig, da der hier vorherrschende lehmig tonige Boden auch bei Aufschüttungen aufgrund der Dichte des Bodens bei eng aneinander liegenden Primärteilchen eine hohe Strukturstabilität besitzt und ein Auseinanderfallen der Aggregate sowie eine Erosion des Bodens erschwert.

Die sechs hier angesetzten Transekte weisen im Schnittpunkt mit der Wallsilhouette Störungen auf, die auf Wallrelikte hinweisen. Auffällig ist, dass auf der gesamten Fläche die den Wallrelikten zuzuordnenden Störungen erst ungefähr 70 cm unter GOF auftreten. Diese ungestörten Horizonte mit den sehr regelmäßig planar-parallel verlaufenden Reflexionslinien oberhalb der Störungen sind vermutlich auf Tiefpflügen nach der Flächenzusammenlegung zurückzuführen. Durch das Tiefpflügen wurde der Boden tiefgründig aufgelockert und die Staunässebildung verringert. Zusätzlich wurde auf der Fläche eine Drainage verlegt, um die im Boden vor allem im Hangbereich immer noch auftretende Staunässe abzuleiten.

In den Radargrammen 363–368 (Abb. 142–147) werden die ungestörten Horizonte durch drei regelmäßig planar-parallel verlaufende Reflexionslinien charakterisiert. Die obere grüne Reflektorlinie wird der aktuellen Pflugsohle zugeordnet. Ihre Tiefe von ca. 30 cm unter GOF entspricht der Pflugsohle bei häufigem Maisanbau. Die folgende rote Reflektorlinie von fast 60 cm Tiefe unter GOF wird als Pflugsohle des Tiefpflügens interpretiert, die untere grüne Linie als früherer Bv-Horizont vor dem Tiefpflügen beurteilt.

Hollingstedt liegt mit großen Teilen auf einer Moräne der Hohen Geest. Die Böden sind durch Lessivierung tonverarmt und tiefgründig entkalkt. Es haben sich lehmige Parabraunerden (LL) entwickelt. Da weder bodenkundliche noch geophysikalische Prospektionen möglich waren, wurden die Bodenverhältnisse auf der Grundlage von Bodenprofilaten der digitalen Bodenschätzung bestimmt. Durch die Grabungsergebnisse des Verfassers konnte der Verlauf des Krummwalls bis Hollingstedt nachgewiesen werden, bestätigt durch Luftbilder. Die Auswertung einer Laserscankarte (Abb. 62) in Verbindung mit den Luftbildern brachte den Nachweis, dass Hollingstedt im Mittelalter von einem Halbkreiswall im Mittelalter umgeben war. Damit wurde die Darstellung des Halbkreiswalls um Hollingstedt auf den Karten des JOHANNES MEJER bestätigt.

Zusammenfassend sind auf der folgenden Abb. 148 mit Bildern die verschiedenen Untersuchungsmethoden auf den einzelnen Geländeflächen dargestellt.

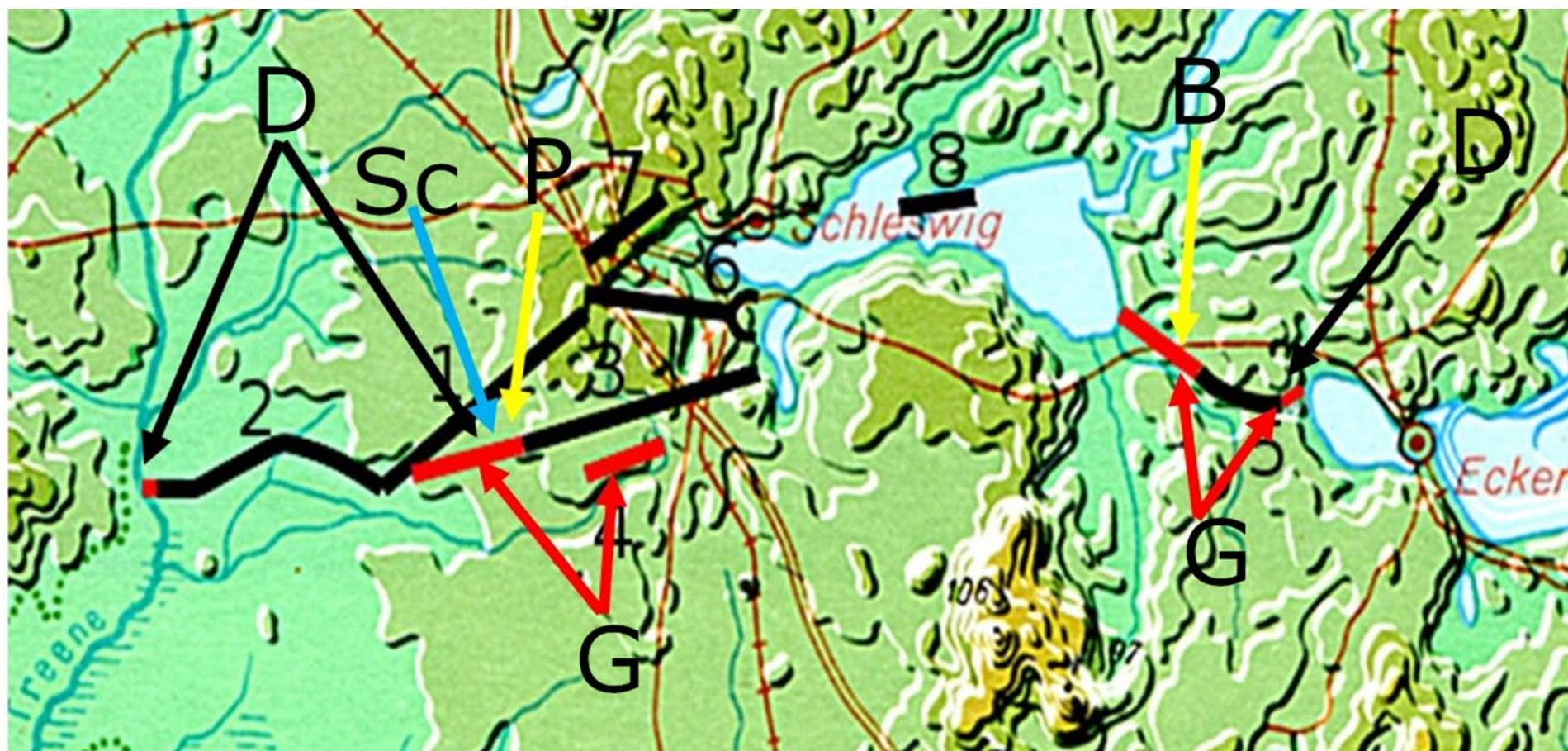


Abb. 148: Erweiterte Abb. 2 (S. 6) mit den Danewerk-Wällen. 1 Hauptwall, 2 Krummwall, 3 Kograbens, 4 Nordwall, 5 Osterwall, 6 Verbindungs- oder Margarethenwall mit dem Halbkreiswall von Haithabu, 7 Kurzer Kograbens, 8 Seesperre von Reesholm. Schwarz: die heute noch sichtbaren Wallteile. Rot: auf Wallrelikte zu untersuchenden Flächen. Bildliche Darstellung der Untersuchungsmethoden: **G**: Untersuchung des Untergrundes mit dem Georadar auf allen Flächen: rote Pfeile (Abb. 102-113, 127-147). **P**: Messung des Eindringwiderstandes des Bodens mit dem Penetrologger am westlichen Ende des Kograbens auf der Fläche Erichsen/Ketelsen: gelber Pfeil (Abb. 118-119). **Sc**: Untersuchung des Untergrundes mit dem Bodenscanner EM38 auf der Fläche Lausen: blauer Pfeil (Abb. 114-117). **B**: Untersuchung des Bodenprofils mit dem Bohrstock (Pürckhauer) am westlichen Ende des Osterwalls im Raum Dürwade: gelber Pfeil (Abb. 80-85). **D**: Auswertung von Bodenkarten und digitalen Daten der Bodenschätzung des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) des Landes Schleswig-Holstein: schwarze Pfeile (Abb. 75-76, 77, 79, 89-90, 95-99).

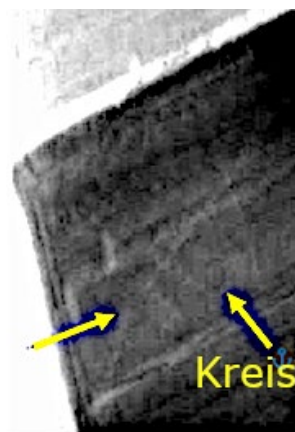
6.2 Ausblick

Unter dem allgemein gehaltenen Thema "Studien zu den Ost- und Westenden des Danewerks" wurde nur die Lage der Endpunkte ausgewählter Wälle des Danewerks untersucht und bestimmt. Das Thema ließ Raum für weitere Forschungsfragen, die aber nicht behandelt werden konnten. Sie bleiben ein Desiderat.

Schon zu seinen Lebzeiten müssen die Karten MEJERS einen hohen Bekanntheitsgrad besessen haben. Das erklärt den Ankauf der Druckplatten durch den zur Zeit MEJERS berühmten Amsterdamer Kartographen und Verleger JOAN BLAEU von der Witwe des DANCKWERTH. BLAEU hat die Karten MEJERS nur koloriert, aber ansonsten unverändert in seinen Atlas Maior aufgenommen.

Während Karten vor der Zeit MEJERS Landesgeschichte beschrieben, bilden die Karten Mejers die Landschaft real ab. Die Karten sind somit eine historische Quelle. Dies trifft in besonderem Maße auf die Schleswiger Landenge mit dem Danewerk als herausragendem archäologischen Denkmal zu. Es ist erstaunlich, dass von diesen Karten noch keine umfassende Genauigkeitsanalyse durchgeführt wurde. Die Aufnahme des Danewerks in die UNESCO-Welterbeliste würde daher eine Genauigkeitsanalyse der Karten des Amtes Gottorf und von Angeln und Schwansen wegen der besonderen kulturellen und historischen Bedeutung mehr als rechtfertigen. Dies ist m. E. ein wichtiges Forschungsdesiderat.

Der Verfasser hat schon in seiner Magisterarbeit auf das Forschungsdesiderat Hollingstedt hingewiesen. Wie der Ausschnitt aus der Laserscan-Karte (Abb. 62) eindeutig erkennen lässt, war der Ort von einem Halbkreiswall umgeben. Unbekannt ist die Wallstruktur. Der im Kap. 4.3.4 beschriebene Vergleich mit dem von ANDERSEN (1998, S. 37) festgestellten Wallprofil am Krummwall bei der Schanze XIX beruht nur auf einer Annahme. Daher wären für den Nachweis des Halbkreiswalls auf jeden Fall Prospektionen mit einem Georadar und Grabungsschnitte erforderlich, durch die zugleich das Wallprofil ermittelt werden könnte.



Nahe der Mündung der Rheider Au in die Treene, auf der Hye südlich Hollingstedt, Fläche Bredenkamp, sind auf einem älteren Luftbild anthropogene Strukturen in Form eines Rechtecks schwach zu erkennen. Das Rechteck (Pfeil links) hat das Flächenmaß $40\text{ m} \times 100\text{ m}$. In dem Rechteck befindet sich eine nur schwach erkennbare kreisförmige Anlage mit einem Durchmesser von 9 m . Möglicherweise handelt es sich um einen kleinen kreisförmigen Wall. Art und Zweck dieser Anlage sind dem Flurnamen nicht zu entnehmen. Ob es eine Befestigung war? Eine Prospektion mit einem Georadar würde vermutlich Hinweise liefern.

Abb. 149: Rechteckstruktur von $40\text{ m} \times 100\text{ m}$ Flächengröße auf der Fläche Bredenkamp. In der Fläche eine Kreisanlage von 9 m Durchmesser (Luftbild im Besitz von H. Zschweigert).

Aus der Richtung des Kograbens ergibt sich deutlich, dass ihm eine Sperre zur Kanalisierung des Nord-Süd-Verkehrs auf den trockenen Geestböden zwischen dem Selker Noor und dem moorigen Gelände in Kurburg zukam. Dennoch steht seit mehr als 100 Jahren hinter dem Bau des Kograbens die Frage im Raum, ob er als „Schiffskanal“ geplant war. Für GOLDMANN (1999) steht dieser Zweck außer Frage. Betrachtet man jedoch das Geländeprofil zwischen dem Wallende am Heideweg in Kurburg und der Mündung der Rheider Au in die Treene (Abb. 74), wäre der Bau einer größeren Zahl von Schleusen erforderlich gewesen. Spuren derartiger

The map shows the Herby area with various geographical features and place names. Key locations include Ellingstede, Rindøgh, Kallingsveng, Oppe, Danneberg, Kerkby, Herby, Kallingsveng, Hvide, Landt, og Ryde, Landt, Kyllby, and Ingel. The word "HERBY" is prominently displayed in the upper right quadrant. A large black arrow originates from the bottom left corner and points towards the central part of the map, specifically towards the area between Kallingsveng and Herby.

Abb. 150: Vom Wallknick nach Südosten verlaufendes Wallstück von etwa 500 m Länge.

Das westliche Ende des Krummwalls in und um Hollingstedt, das Wallknick-Gelände wie auch das Gelände mit dem östlichen Ende des Osterwalls bieten Archäologen somit immer noch ein weites Forschungsfeld.

Ursprünglich schützten Haupt- und Krummwall das Siedlungsgebiet der Angeln gegen das Vordringen der Sachsen und Wenden. Ab dem Mittelalter bildeten die Wälle neben der Flotte den zweiten Schwerpunkt in der dänischen Landesverteidigung. Wenn Dänemark angegriffen zu werden drohte, war der Hauptstoß immer in Richtung der "Schleswiger Landenge" zu erwarten, wie die Kriegsgeschichte seit dem frühen Mittelalter gezeigt hat.

195

7. Literaturverzeichnis

AD-HOC-AG BODEN 2005: Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Aufl., Hannover 2005.

ADRIANSEN 2004: Adriansen, Inge, Erinnerungsorte der deutsch-dänischen Geschichte. In: Lundt, Bea (Hrsg.), Nordlichter. Geschichtsbewusstsein und Geschichtsmysen nördlich der Elbe. (Köln 2004), 391-412.

AMBROSIANI 2002 b: Ambrosiani, B., Osten und Westen im Ostseehandel der Wikingerzeit. In: Brandt, K./Müller-Wille, M./Radtke, C. (Hrsg.), Haithabu und die frühe Stadtentwicklung im nördlichen Europa. In: Schriften des Archäologischen Landesmuseums 8 (Neumünster 2002), 339-348.

Andersen und Madsen 1972: (Beretning om undersøgelse af Østervolden (Grabungsbericht/Loseblattsammlung Arch.LA S-H)

ANDERSEN 1975: Andersen, H. H., Ausgrabungen am Danewerk. In: Ausgrabungen in Deutschland, Bd. 3. (Mainz 1975), 87-97.

ANDERSEN 1975: Andersen, H. H., Fragen zur Danewerkforschung. In: Die Heimat 82, 1975, 113 ff.

ANDERSEN 1975: Andersen, H. H., Neuere Untersuchungen am Nordwall. In: Ausgrabungen in Deutschland 1975, 87-97.

ANDERSEN/MADSEN/VOSS 1976: Andersen, H. H., Madsen, H. J. og Voss, O., Danevirke. Jysk Arkæologisk Selskabs Skrifter XIII, (Kopenhagen 1976), 61 ff.

ANDERSEN 1980: Andersen, H. H., Machtpolitik um Nordalbingien zu Anfang des 9. Jahrhunderts. In: Archäologisches Korrespondenzblatt 10, 1980, 81-84.

ANDERSEN 1983: Andersen, H. H., Das Danewerk als Ausdruck mittelalterlicher Befestigungskunst. In: Chateau Gaillard XI, 1983,

ANDERSEN 1984: Andersen, H. H., Die Haltung Dänemarks im Jahre 983. In: Zeitschrift für Archäologie 18, 1984, 101-106.

ANDERSEN 1984: Andersen, H. H., Das Danewerk. In: Jankuhn/Reichstein/Schietzel. (Hrsg.), Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen an ländlichen und frühstädtischen Siedlungen im deutschen Küstengebiet vom 5. Jahrhundert v. Chr. bis zum 11. Jahrhundert n. Chr. (Weinheim 1984), 191-198.

ANDERSEN 1985: Andersen, H. H., Zum neuen Schnitt am Hauptwall des Danewerkes. In: Archäologisches Korrespondenzblatt 15, 1985,

ANDERSEN 1990: Andersen, H. H., Das Danewerk im Früh- und Hochmittelalter, 1990

ANDERSEN 1992a: Andersen, H. H., Opus Danorum. Befestigungswälle im altdänischen Grenzland. In: Archäologie in Deutschland, 1992, 18-21.

ANDERSEN 1992b: Andersen, H. H., Neue Ausgrabungen am Danewerk. In: Archäologie in Deutschland, 1992, 56.

ANDERSEN 1996: Andersen, H. H., „Zur Wehr des ganzen Reiches“ – Das Danewerk. Geschichte und Kultur Schleswig-Holsteins 2. (Neumünster 1996).

ANDERSEN 1997: Andersen, H. H., Wall und Graben/Vold og Grav. Befestigungen von der Steinzeit bis ins Mittelalter in Schleswig und Holstein. In: Katalog der Museen in Schleswig-Holstein 21 (Schleswig 1997).

ANDERSEN 1998: Andersen, H. H., Danevirke og Kovirke. Arkæologiske undersøgelser 1861-1993. Møsgård Museums skrifter. (Aarhus 1998).

ANDERSEN 2004: Andersen, H. H., Til hele rigets vaern. (Højbjerg 2004).

ANNAN 2009: Annan, A. P., Elektromagnetic Principles of Ground Radar. In: Jol, H. M. (Hrsg.), Ground Penetrating Radar: Theory and Applications (Amsterdam/Oxford 2009), 30-40.

ARBEITSKREIS FÜR BODENSYSTEMATIK DER DGB 1998: Systematik der Böden und der bodenbildenden Substrate Deutschlands. In: Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges., 86, (Oldenburg 1998).

ARCHÄOLOGISCHES LANDESAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN: von Carnap-Bornheim (Hrsg.): Der Danewerk-Atlas (Schleswig 2008).

ARCHÄOLOGISCHES LANDESMUSEUM DER CAU/LANDESVERMESSUNGS-AMT SCHLESWIG-HOLSTEIN:

- Danewerk und Kograbben. Erste archäologische Landesaufnahme (Peter von Timm, 1842). Nachdruck des Originals aus dem Archäologischen Landesmuseum. (Beilage in: Unverhau, Das Danewerk 1842. Beschreibung und Aufmaß) (Neumünster 1988).
- Dannevirke, Kurgraven og Östervolden. Karte von Wilhelm von Dreyer, 1860. Nachdruck des Originals der „Annaler For Nordisk Oldkyndighed Og Historie, 1859“. (Beilage in: Unverhau, Das Danewerk 1842. Beschreibung und Aufmaß) (Neumünster 1988).

BARGUM 1863: Bargum, L., Landmaße in den Herzogtümern Schleswig, Holstein und Lauenburg. In: Jahrbuch der schleswig-holsteinischen Gesellschaft für vaterländische Geschichte. (1863), 257-278.

BEINECKE 2001: Beinecke, Dieter, Verfahren zur Genauigkeitsanalyse für Altkarten. Dissertation an der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen der Universität der Bundeswehr München, Schriftenreihe der Universität der Bundeswehr München, Studiengang Geodäsie und Geoinformation, Heft 71 (München 2001).

BEHRE 1984: Behre, K.-E., Landschaft und Umwelt im Bereich von Haithabu. In: Jankuhn, H./Schietzel, K./Reichstein, H. (Hrsg.), Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen an ländlichen und frühstädtischen Siedlungen im deutschen Küstengebiet vom 5. Jahrhundert bis zum 11. Jahrhundert n. Chr. 2/Handelsplätze des frühen und hohen Mittelalters (Weinheim 1984), 71-78.

BERNSTORFF 1864: Bernstorff, J. H. E., Das Dannewerk und die Stadt Schleswig mit ihren Umgebungen und sonstigen Bedingungen und Verhältnissen. In: Jahrbücher für die Landeskunde der Herzogthümer Schleswig, Holstein und Lauenburg 7, Kiel 1864, 1-164.

BEUMANN 1997: Beumann, H., Die Ottonen, 4. Auflage, (Stuttgart/Berlin/Köln 1997).

BIEREYE 1916: Biereye, W., Untersuchungen zur Geschichte Nordalbingiens im 10. Jahrhundert. In: Zeitschrift für Schleswig-Holsteinische Geschichte 46, 1916, 1-40.

- BIEREYE 1917: Biereye, W., Untersuchungen zur Geschichte der nordelbischen Lande in der ersten Hälfte des 11. Jahrhunderts. In: Zeitschrift für Schleswig-Holsteinische Geschichte 46, 1917, 395-459.
- BLANKENFELDT et al. 2005: Blankenfeldt, R., Feulner, Fr., Halbwidl, E., Huber, F., Tauchprospektion im Windebyer Noor, Kr. Rendsburg-Eckernförde. In: Starigard 6, 2005, 117-123.
- BLINDOW/RICHTER/PETZOLD 1997: Blindow, N., Richter, T., Petzold, H., Bodenradar. In: Knödel, K., Krummel, H., Lange, G. (Hrsg.), Geophysik, Band 3 (Berlin 2005), 369-404.
- BLUME/FELIX-HENNINGSSEN/FISCHER/FREDE/HORN/STAHR 1996 ff.: Blume, H.-P./Felix-Henningsen, P./Fischer, W. R./Frede, H.-G./Horn, R./Stahr, K. (Hrsg.), Handbuch der Bodenkunde. – Loseblattsammlung. (Landsberg/Lech 1996 ff.).
- BLUME/STAHR/LEINWEBER 2011: /Blume, H.-P./Stahr, K, /Leinweber, P., Bodenkundliches Praktikum – Eine Einführung in pedologische Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte und für Geowissenschaftler. 3. Aufl. (Heidelberg 2011).
- BODNER/HIMMELBAUER 2012: Bodner, Himmelbauer, Wurzel- und Wassermanagement bei Mais. PDF-Datei: maisfakten.de/mais_4-2012. Aus Zeitschr. ANBAU, 39. Jg., S. 174 ff.
- BOESLER 1983: Boesler, Politische Geographie. (Stuttgart 1983).
- BÖTTGER/WASCHINSKI 1952: Böttger, Franz/Waschinski, Emil, Alte Schleswig-Holsteinische Maße und Gewichte. (Neumünster 1952).
- BONSEN 1966: Bensen, U., Die Entwicklung des Siedlungsbildes und der Agrarstruktur der Landschaft Schwansen vom Mittelalter bis zur Gegenwart. Schriften des geographischen Instituts der Universität Kiel 22/3. (Kiel 1966).
- BORDEMANN 2008: Bordemann, H. R., Archäologisch-bodenkundliche Untersuchungen des Danewerks zwischen Matzenkamp/Gemeinde Hollingstedt und der Treene in Hollingstedt. (Unveröffentlichte Magisterarbeit). Institut für Ur- und Frühgeschichte der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (Kiel 2008).
- BORGER 1998: Borger, Guus J., Das Newwerck bey Coldenbuttell. Die hydrologischen Folgen der Abdämmung der Treene im Jahre 1570. In: Wesse, A. (Hrsg.), Studien zur Archäologie des Ostseeraumes. Von der Eisenzeit bis zum Mittelalter. Offa-Bücher (Festschrift M. Müller-Wille). (Neumünster 1998), 91-110.
- BOSHOF 1995: Boshof, E., Die Salier. 3., verbesserte und ergänzte Auflage. (Stuttgart/Berlin/Köln 1995).
- BRANDT 2001: Brandt, H., Der fehlende Baustein in der Geschichtsrekonstruktion der dänischen Wikingerzeit oder wie sich Harald Blauzahn ganz Dänemark gewann. In: Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein 12, 2001, 43-85.
- BRANDT 1999: Brandt, K., Neue Ausgrabungen in Hollingstedt, dem Nordseehafen von Haithabu und Schleswig. Ein Vorbericht. In: Offa 54/55. (Neumünster 1999), 289-307.
- BRANDT 2002: Brandt, K., Wikingerzeitliche und mittelalterliche Besiedlung am Ufer der Treene bei Hollingstedt (Kr. Schleswig-Flensburg) – Ein Flusshafen im Küstengebiet der Nordsee. In: Brandt, K., Müller-Wille, M. und Radtke, Chr. (Hrsg.), Haithabu und die frühe Stadt-

entwicklung im nördlichen Europa. Schriften des Archäologischen Landesmuseums Bd. 8. (Neumünster 2002), 367-378.

BRANDT 2007: Brandt, K., Die Schleswiger Landenge in der Wikingerzeit und im Mittelalter. In: Burmeister, St./Derks, H./v. Richthofen, J. (Hrsg.), Festschrift für Michael Gebühr zum 65. Geburtstag (Rhaden 2007), 269-288.

BRANDT/MÜLLER-WILLE/RADKE 2002: Brandt, K., Müller-Wille, M. und Radtke, Chr. (Hrsg.) 2002, Haithabu und die frühe Stadtentwicklung im nördlichen Europa. Schriften des Archäologischen Landesmuseums Bd. 8. (Neumünster 2002).

BRANDT/KÜHN 2004: Brandt, K. und Kühn, H. J. (Hrsg.): Der Prahm aus dem Hafen von Haithabu. Beiträge zu antiken und mittelalterlichen Flachbodenschiffen. Wissenschaftliches Kolloquium des Archäologischen Landesmuseums in der Stiftung Schleswig-Holsteinische Landesmuseen Schloss Gottorf. Schleswig 16.-17. Nov. 2002. Schriften des Archäologischen Landesmuseums. Ergänzungsreihe Bd. 2. Hrsg. v. Archäologischen Landesmuseum in der Stiftung Schleswig-Holsteinische Landesmuseen Schloss Gottorf durch Claus von Carnap-Bornheim. (Neumünster 2002).

BRANDT/MÜLLER-WILLE/RADTKE 2002: Brandt, K./Müller-Wille, M./Radtke, C. (Hrsg.), Haithabu und die frühe Stadtentwicklung im nördlichen Europa. In: Schriften des Archäologischen Landesmuseums 8 (Neumünster 2002).

BUCHNER 1955: Buchner, R. (Hrsg.), Annales regni Francorum. Quellen zur karolingischen Reichsgeschichte I. Ausgewählte Quellen zur deutschen Geschichte des Mittelalters. Freiherr von Stein - Gedächtnisausgabe V. 1955.

BUCHNER 1961: Buchner, R. (Hrsg.), „Vita Anskarii“ und „Adam Bremensis Gesta Hamburgensis ecclesiae pontificum“. Quellen des 9. und 11. Jahrhunderts zur Geschichte der hamburgischen Kirche und des Reiches. Ausgewählte Quellen zur deutschen Geschichte des Mittelalters. Freiherr von Stein-Gedächtnisausgabe XI.

BURBAUM, JANETZKO, FILIPINSKI, CORDSEN 2001: Burbaum, B., Janetzko, P., Filipinski, M., Cordsen, E., Böden vergessen nicht – Böden als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte Schleswig-Holsteins. In: Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Band 95, (2001), 191-194.

BURBAUM, JANETZKO 2004: Burbaum, B., Janetzko, P., Bodenkartierung und Auswertung von Bodenkarten. In: Blume, H.-P. (Hrsg.), Handbuch des Bodenschutzes, 3. Aufl., (Landsberg/Lech, 2004), 605-611.

CAPELLE 2006: Capelle, T., Die Wikinger auf dem westeuropäischen Kontinent. Normannische Aktionen und karolingische Reaktionen – eine historisch-archäologische Spurensuche entlang von Flüssen. In: Deutsches Schifffahrtsarchiv 29, 2006, 7-57.

CARSTENS 1859: Carstens, C. E., Erich Pontoppidan. Erinnerung an sein Leben und Wirken. In Jahrbücher für die Landeskunde der Herzogthümer Schleswig, Holstein und Lauenburg 2, (Kiel 1859), 41-58.

CLAUSEN 1981: Clausen, Otto, Chronik der Heide- und Moorkolonisation. (Husum 1981)

CLAUSEN 1952: Clausen, O., Flurnamen Schleswig-Holsteins. (Rendsburg 1952).

- LA COUR 1951: la Cour, V., Danevirkestudier, (København 1951).
- LA COUR 1968: la Cour, V., Kong Godfreds vallum. In: Sønderjyske Aarbøger, 1968, 97
- CRANE 2005: Crane, Nicholas, Der Weltschreiber. Gelehrter, Ketzer, Kosmograph – Wie die Karten des Gerhard Mercator die Welt veränderten. (München 2005).
- DAHLHAUS, FILIPINSKI 1999: Dahlhaus, M., Filipinski, M., Bodenverbreitung und Bodenzustand – Sachstand und Möglichkeiten der Nutzung von Vorinformationen. In: Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Band 91 I, (1999), 17-20.
- DAHLMANN 1840: Dahlmann, F. Ch., Geschichte von Dänemark. (Hamburg 1840).
- DANCKWERTH 1652: Danckwerth, C., Neue Landesbeschreibung der zwey Herzogthümer Schleswich und Holstein, zusambt vielen dabey gehörigen Newen Landkarten (Bremen 1652).
- DENECKE 1979: Denecke, D., Methoden und Ergebnisse der historisch-geographischen Untersuchung und Rekonstruktion mittelalterlicher Verkehrswege. In: Jankuhn/Wenskus (Hrsg.), Geschichtswissenschaft und Archäologie. Untersuchung zur Siedlungs-, Wirtschafts- und Kirchengeschichte. Vorträge und Forschungen 22. (Sigmaringen 1979), 433-483.
- DOLZ 1996: Dolz, Wolfram, Vermessungsmethoden und Feldmeßinstrumente zur Zeit Gerhard Mercators. In: Scharfe, Wolfgang (Hrsg.), Gerhard Mercator und seine Zeit. Duisburger Forschungen Band 42 (Duisburg 1996), S. 13-38.
- DOMEIERS/HAACK 1963: Domeier, K./Haack, M. (Hrsg.), Die Landkarten von Johannes Mejer, Husum, aus der neuen Landesbeschreibung der zwei Herzogtümer Schleswig und Holstein von Caspar Danckwerth D. 1652/Johannes Mejer. (Mit einer Einleitung von Dr. Christian Degn). (Hamburg-Bergedorf 1963).
- DREIER 1979: Dreier, Franz Adrian, Winkelmessinstrumente. Vom 16. bis zum frühen 19. Jahrhundert. Staatl. Museen Preußischer Kulturbesitz (Berlin 1979).
- DREYER-EIMBCKE 2008: Dreyer-Eimbcke, E., Geschichte der Kartographie am Beispiel von Hamburg und Schleswig-Holstein. (Oldenburg 2008)
- DÜMMLER 1985: Dümmler, E. (Hrsg.), Epistolae karolini aevi, Bd. 2. Monumenta Germaniae Historica, Epistolae 4. (Berlin 1985).
- DÜWEL/JANKUHN/SIEMS/TIMPE 1987: Düwel, K./Jankuhn, H./Siems, H./Timpe, D. (Hrsg.), Untersuchungen zu Handel und Verkehr der vor- und frühgeschichtlichen Zeit in Mittel- und Nordeuropa, Teil IV: Der Handel der Karolinger- und Wikingerzeit. In: Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen, Bericht über die Kolloquien der Kommission für Altertumskunde 1980-1983. (Göttingen 1987).
- EBEL 1987: Ebel, E., Der Fernhandel von der Wikingerzeit bis in das 12. Jahrhundert in Nordeuropa nach altnordischen Quellen. In: Düwel, K./Jankuhn, H./Siems, H./Timpe, D. (Hrsg.), Untersuchungen zu Handel und Verkehr der vor- und frühgeschichtlichen Zeit in Mittel- und Nordeuropa, Teil IV. (Göttingen 1987), 266-312.
- ECKERMAN 1893: Eckermann, H., Die Eindeichungen südlich von Husum, in Eiderstedt und Stapelholm. In: Zeitschrift der Gesellschaft für Schleswig-Holstein-Lauenburgische Geschichte 23. (Kiel 1893), 39-120.

- EGGELSMANN 1990: Eggelsmann, R., Wasserregelung im Moor. In: Göttlich, K. (Hrsg.), Moor- und Torfkunde. 3. Aufl. (Stuttgart 1990), 321-349.
- EGGELSMANN 1990: Eggelsmann, R., Moorerschließung – Bauten im Moor. In: Göttlich, K. (Hrsg.), Moor- und Torfkunde. 3. Aufl. (Stuttgart 1990), 349-357.
- EHRENSVÄRD 1993: Ehrensverd, U., Zum zeitgeschichtlichen Hintergrund der *Carta marina*. Ein Beitrag zum Werk der Brüder Johannes und Olaus Magnus. In: Das Danewerk in der Kartographiegeschichte Nordeuropas. (Neumünster 1993), 11-20.
- EISENSTEIN 1993: Eisenstein, H., Die arabische Kartographie unter besonderer Berücksichtigung von Nordeuropa und Schleswig. In: Das Danewerk in der Kartographiegeschichte Nordeuropas. (Neumünster 1993, 79-94.
- EIJKELKAMP 2007: Eijkelkamp, Gebrauchsanweisung 06.15.SA Penetrologger-Set. (Giesbeek, NL, 2007). (Dabei CD mit Auswertungsprogramm PenetroViewer Version 5.08.)
- ELLMERS 1972: Ellmers, D., Frühmittelalterliche Handelsschiffahrt in Mittel- und Nordeuropa. Offa-Bücher 28. (Neumünster 1972).
- ENGELS 1998: Engels, O., Die Staufer, 7. Auflage. (Stuttgart 1998).
- ERLENKEUSER 1998: Erlenkeuser, Helmut, Neue C14-Datierungen zum Danewerk, Schleswig-Holstein. In: Andersen, H. H., Danevirke og Kovirke. Arkæologiske undersøgelser 1861-1993, Appendix 2, S. 189 ff. Møsgard Museums skrifter. (Aarhus 1998).
- FEILER-KRAMER 2005: Feiler-Kramer, A., Das Danewerk–überregionale und kultur-touristische Potentiale in Denkmalpflege und touristischer Inwertsetzung. (Schleswig 2005).
- FELIX-HENNINGSEN 1979: Felix-Henningsen, P., Bodenbildungen des Eem-Interglazials in saaleeiszeitlichen Geschiebelehm Schleswig-Holsteins. In: Mitt. Deut. Bodenk. Ges. 29, (1979), 911-916.
- FELIX-HENNINGSEN/BLEICH 1996: Felix-Henningsen, P./Bleich, K., Böden und Bodenmerkmale unterschiedlichen Alters. In: Blume, H.-P./Felix-Henningsen, P./Fischer, W. R./Frede, H.-G./Horn, R./Stahr, K. (Hrsg.), Handbuch der Bodenkunde. – Loseblattsammlung, Kap. 4.5.1. (Landsberg/Lech 1996), 1-10.
- FELIX-HENNINGSEN 1996: Felix-Henningsen, P., Böden als landschafts- und kulturgeschichtliche Urkunden. In: Blume, H.-P./Felix-Henningsen, P./Fischer, W. R./Frede, H.-G./Horn, R./Stahr, K. (Hrsg.), Handbuch der Bodenkunde. – Loseblattsammlung, Kap. 4.5. (Landsberg/Lech 1996), 1-2.
- FINSTERWALDER 1997: Finsterwalder, Rüdiger, Genauigkeit und Herkunft der Ortspositionen im mitteleuropäischen Raum zu Beginn des 16. Jahrhunderts. In: Kartographische Nachrichten 47, 1997, S. 96-102.
- FISCHER 1958: Fischer, O., Das Wasserwesen an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste 4, Stapelholm. (Berlin 1958).
- FONTANE 1866: Fontane, Th., Der Schleswig-Holsteinische Krieg im Jahre 1864. (Berlin 1866). Reprint der Ausgabe von 1866. (Bad Langensalza 2005).

FORSTNER 2005: Forstner, Gustav, Längenfehler und Ausgangsmeridiane in alten Landkarten und Positionstabellen. Dissertation, Universität der Bundeswehr München, Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen, Studiengang Geodäsie und Geoinformation (Neubiberg 2005).

FRAHM 1930: Frahm, F., Der Transitverkehr Schleswig-Hollingstedt. In: Zeitschrift der Gesellschaft für Schleswig-Holsteinische Geschichte 60, 1930, 1-23.

FRAHM 1933-34: Frahm, F., Die Bedeutung des Danewerks für die Entstehung des Herzogtums Schleswig. In: Nordelbingen 8, 1933-34, 84 ff.

FRAHM 1933-34: Frahm, F., Beiträge zur Baugeschichte des Danewerkes. In: Nordelbingen 9, 1933-34, 370 ff..

FRAHM 1934a: Frahm, F., Grabungen und Forschungen aus der Wikingerzeit der Schleswiger Landenge. In: Historische Zeitschrift 151, 1 ff.

FRAHM 1944: Frahm, F., Hygelstedt – Hollingstedt. In: Offa 6/7, 1944, 108-117.

GEERZ 1859: Geertz, F., Geschichte der geographischen Vermessungen und Landkarten Nordalbingiens vor Ende des 15. Jahrhunderts bis zum Jahre 1859. (Berlin 1859)

GEOLOGISCHES LANDESAMT SCHLESWIG HOLSTEIN:

- Geologische Übersichtskarte des Kreises Schleswig 1: 100.000 von 1934.
- Geologische Karte von Schleswig-Holstein 1:25.000, Blatt 1523 Kropp. (Kiel 1995).

GERBER 2008: Gerber, Rolf, Erfassung der Mächtigkeit und Verbreitung periglazialer Lagen mit Georadar im Lahn-Dill Bergland (Rheinisches Schiefergebirge). Kumulativ-Dissertation. Justus-Liebig-Universität Gießen. (Giessen 2008).

GLAESSER 1991: Glaesser, H.-G., Verkehrsgeschichtliche Aspekte Schleswig-Holsteins. In: Beiträge zur Landeskunde Schleswig-Holsteins und benachbarter Räume. Kieler Arbeitspapiere zur Landeskunde und Raumordnung 24. (Kiel 1991), 116-129.

GOLDMANN 1983 (1999): Goldmann, Klaus, Zur Funktion des Kograbens bei Haithabu. Sonderdruck aus Festschrift für Günter Smolla. Materialien zur Vor- und Frühgeschichte von Hessen 8. (Wiesbaden 1999, Manuskript 1983 eingereicht).

GÖTTLICH/KUNTZE 1990: Göttlich, K./Kuntze, H., Moorkultivierung für Land- und Forstwirtschaft. In: Göttlich, K. (Hrsg.), Moor- und Torfkunde. 3. Aufl. (Stuttgart 1990), 385-410.

GÖTTLICH 1990: Göttlich, K. (Hrsg.), Moor- und Torfkunde. 3. Aufl. (Stuttgart 1990).

GRIPP 1941: Gripp, Karl, Die Entstehung der Landschaft um Haithabu. In: Offa 5 (Kiel 1941), 37-64. (Kiel 1954), 81-123.

GROSSE-BRAUCKMANN 1990: Grosse-Brauckmann, G., Ablagerungen der Moore. In: Göttlich, K. (Hrsg.), Moor- und Torfkunde. 3. Aufl., Stuttgart 1990, S. 175-236.

GROOTES 2007: Grootes, P. M., Datierungsergebnis einer Holzprobe/KIA 34447 aus Hollingstedt/Kr. Schleswig-Flensburg. Leibniz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel vom 31.10.2007.

- GROSJEAN/KINAUER 1975: Grosjean, G./Kinauer, R., Kartenkunst und Kartentechnik vom Altertum bis zum Barock. (Bern/Stuttgart 1975).
- GUNDLACH 1963: Gundlach, H., Eine einfache Feldmethode zur Ermittlung vorgeschichtlicher Siedlungshorizonte in Bohrungen (besonders in Torf),. In: Die Kunde, N. F. Jg. 14, 1963, 255-257.
- GUTENBRUNNER/JANKUHN/LAUR 1952: Gutenbrunner, S./Jankuhn, H./ Laur, W., Völker und Stämme Südschleswigs im frühen Mittelalter. (Schleswig 1952).
- HAEGSTED 1983: Haegsted, Arne, 300 Jahre dänische Maße und Gewichte.
- HAKE/GRÜNREICH/MENG 2002: Hake, Günter/Grünreich, Dietmar/Meng, Liqiu, Kartographie. Visualisierung raum-zeitlicher Informationen. 8., vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. (Berlin 2002).
- HANDELMANN 1881: Handelsmann, H., Neben dem Dannewerk. In: Zeitschrift für Schleswig-Holstein-Lauenburgische Geschichte 10, 1881 3-16.
- HANDELMANN 1883: Handelsmann, H., Über das Dannewerk. In: Zeitschrift für Schleswig-Holstein-Lauenburgische Geschichte 13, 1883, 1 ff..
- HARCK 1973: Harck, O., Overgangen mellem oldtid og vikingtid i den sydøstlige del af Sydslesvig. Egernfærde by og amt, Jul 1973, 16-18.
- HARCK 1998: Harck, O., Anmerkungen zum Primärwall des Dannewerks. In: Studien zur Archäologie des Ostseeraumes. (Neumünster 1998), 127-135.
- HARCK/LÜBKE 2001: Harck, O./Lübke, Chr., Zwischen Reric und Bornhöved. Die Beziehungen zwischen den Dänen und ihren slawischen Nachbarn vom 9. bis 13. Jahrhundert. Forschungen zur Geschichte und Kultur des östlichen Mitteleuropa 11. (Sigmaringen 2001).
- HARDT 2000: Hardt, N., Die Jüten archäologisch. In: Hoops Reallexikon der Germanischen Altertumskunde (2000).
- HARTKE/HORN 2014: Hartke, K./Horn, R., Einführung in die Bodenphysik. 4. überarb. Aufl. (Stuttgart 2014).
- HARTKE/HORN 2009. Hartke, K., Horn, R., Die physikalische Untersuchung von Böden. 4. Aufl. (Stuttgart 2009).
- HASELOFF 1936a: Haseloff, G., Hollingstedt. In: Die Heimat 46, 1936, 205-210.
- HASELOFF 1936b: Haseloff, G., Die Grabungen am Dannewerk 1936. In: Nachrichtenblatt für deutsche Vorzeit 12, 1936, 254.
- HASELOFF 1937: Haseloff, G., Die Ausgrabungen am Dannewerk und ihre Ergebnisse. In: Offa 2, 1937, 111 ff.
- HAYEN 1990: Hayen, H., Moorarchäologie. In: Göttlich, K. (Hrsg.), Moor- und Torfkunde. 3. neubearb. Aufl. (Stuttgart 1990), 156-174.
- HEIBACH 2013: Heibach, Pia, Bodenkundliche Untersuchungen im Bereich des Schnaaper Binnensanders unter besonderer Berücksichtigung des Osterwalls (Dannewerk). (Unveröffentlichte Masterarbeit im Studiengang Agrarwissenschaften. Institut für Pflanzenernährung und

Bodenkunde der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (Kiel 2013)

HELMOLD 1896: Helmolt, H. F., Die Entwicklung der Grenzlinie aus dem Grenzsäume im alten Deutschland. In: Historisches Jahrbuch 17, 1896, 235-264.

HELMOLD VON BOSAU 1990: Helmold von Bosau, Slawenchronik. Neu überarbeitet und erläutert von H. Stooß (Darmstadt 1990).

HELTEN 2011: Helten, V., Zwischen Kooperation und Konfrontation: Dänemark und das Frankenreich im 9. Jahrhundert. (Köln 2011).

HERZ-CHRISTIANSEN ca. 2004: Herz-Christiansen, A., Verlassen– Geschleift – Vergessen. Die Danewerkstellungen 1850-1864. Selbstverlag des Verfassers (Danewerk 2004).

HILBERG 2007: Hilberg, V., Haithabu im 11. Jahrhundert. Auf der Suche nach dem Niedergang eines dänischen Emporiums der Wikingerzeit. In: Posselt, M./Zickgraf, B./Dobiat, C (Hrsg.), Geophysik und Ausgrabung. Einsatz und Auswertung zerstörungsfreier Prospektion in der Archäologie. Internationale Archäologie-Naturwissenschaft und Technologie 6. (Rahden 2007), 187-203.

HILL 2004: Hill, T., Der Ochsenweg. Zur Konstruktion regionaler historischer Identität. In: Lundt, B., Nordlichter. Geschichtsbewusstsein und Geschichtsmythos nördlich der Elbe. (Köln 2004) 47-65.

HINGST 1975: Hingst, H., Grabungen am Verbindungswall und am Nordwall des Danewerkes. In: Offa 31, 1975, 151 ff.

HINGST/REICHSTEIN 2000: Hingst, H./Reichstein, J., Die Danewerk-Denkschrift von 1949. In: Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein 11, 2000, 138-156.

HINZ 1953: Hinz, H., Die Entwicklung des Wegenetzes in Westschleswig. In: Jahrbuch für die Schleswigsche Geest, 1953, 16-34.

HOFFMANN 1984: Hoffmann, E., Beiträge zur Geschichte der Beziehungen zwischen dem deutschen und dem dänischen Reich für die Zeit von 943 bis 1035. In: Radtke, Chr./Körber, W. (Hrsg.), 850 Jahre St. Petri-Dom zu Schleswig 1134-1984, (Schleswig 1984), 105-132.

HOFFMANN 1977: Hoffmann, E., Die Bedeutung der Schlacht von Bornhöved für die deutsche und skandinavische Geschichte. In: Zeitschrift des Vereins für Lübeckische Geschichte und Altertumskunde, Band 57 (1977), 9-37.

HOFFMANN 1987: Hoffmann, D., Geologische Untersuchungen in Hollingstedt. In: Hollingstedt. Untersuchungen zum Nordseehafen von Haithabu/Schleswig. Bericht Ausgrabungen Haithabu 25. (Neumünster 1987), 129-140.

HOFMEISTER 1960: Hofmeister, A., Der Kampf um die Ostsee vom 9. bis 12. Jahrhundert. (Lübeck 1960, 3. Aufl.).

HORN 1981: Horn, R., Die Bedeutung der Aggregierung von Böden für die mechanische Belastbarkeit in dem für Tritt relevanten Auflastbereich und deren Auswirkungen auf physikalische Bodenkenngrößen. In: Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung der TU Berlin Nr. 10. (Berlin 1981), 1-21., Band 32 (1980), 129-134.

- HORN/KIER/KUNOW/TRIER 1991: Horn, H. G./Kier, H./Kunow, J./Trier, B. (Hrsg.), Archäologie und Recht. Was ist ein Bodendenkmal? (Mainz 1991).
- HUBE 2004: Hube, H.-J., Saxo Grammaticus Gesta Danorum. Mythen und Legenden des berühmten mittelalterlichen Geschichtsschreibers Saxo Grammaticus. Übersetzt und kommentiert von H.-J. Hube. (Wiesbaden 2004).
- HÜBENER 1952: Hübener, W., Die Besiedlung zwischen Eider und Sorge in vorgeschichtlicher Zeit. In: Jahrbuch Rendsburg 1952, 72-77.
- HÜBENER 1963: Hübener, W., Zu frühgeschichtlichen Wehranlagen. In: Prähistorische Zeitschrift 41, 1963, 99 ff.
- HÜBENER 2004: Hübener, C., Uwe Jens Lornsen. Ein Leben für Recht und Freiheit. (Norderstedt 2004).
- IRSIGLER 1986: Irsigler, F., Die Bedeutung von Pilgerwegen für die mittelalterliche Siedlungsentwicklung, Siedlungsforschung. In: Archäologie-Geschichte-Geographie 4, 1986, 81-102.
- JÄGER 1954: Jäger, H., Verlassene Straßen im heutigen Landschaftsbild. In: Kosmos, Jg. 50, 1954, Heft 8, 375-378.
- JÄGER 1954: Jäger, H., Das Luftbild im Dienst der historischen Landeskunde. In: Das Luftbild in seiner landschaftlichen Aussage. In: Schott, C., Landeskundliche Luftbildauswertung im mitteleuropäischen Raum, Heft 3 (Bad Godesberg 1960), 17-23.
- JÄCKEL 1959: Jäckel, Eberhard, Die Schleswig-Frage seit 1945: Dokumente zur Rechtsstellung der Minderheiten beiderseits der deutsch-dänischen Grenze. (Frankfurt 1959).
- JANETZKO 1980: Janetzko, P., Geländebeobachtungen an Podsolböden der Geest in Südwest-Holstein. In: Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein, Band 50 (1980), 81-87.
- JANETZKO 1981: Janetzko, P., Luftbildauswertung für Marsch- und Geestgebiete im Unterelberaum. In: Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins zu Hamburg, Band 24 (1981), 19-35.
- JANKUHN 1932b: Jankuhn, H., Neue Funde zur Frage des Transitverkehrs Haithabu-Hollingstedt. In: Nachrichtenblatt für deutsche Vorzeit 8, 1932b, 188 ff.
- JANKUHN 1936c: Jankuhn, H., Die Besiedlung Schleswig-Holsteins in der Wikingerzeit. In: Nachrichtenblatt für deutsche Vorzeit 12, 1936c, 242 ff.
- JANKUHN 1939: Jankuhn, H., Nordelbingen und die fränkischen Eroberungsversuche aus dem Beginn des 9. Jahrhunderts. In: Germanien 1939, 243-261.
- JANKUHN/SCHEEL 1940: Jankuhn, H., Scheel, O., Die Wikinger. Aufbruch des Nordens. In: Zeitschrift für Schleswig-Holsteinische Geschichte 68, 1940, 365 ff.
- JANKUHN 1952: Jankuhn, H., Die Besiedlungsgeschichte Südostschleswigs im ersten nachchristlichen Jahrtausend. In: Gutenbrunner/Jankuhn/Laur (Hrsg.), Völker und Stämme Südostschleswigs im frühen Mittelalter. In: Gottorfer Schriften 1 (Schleswig 1952), 9-58.

JANKUHN 1952: Jankuhn, H., Wirtschafts- und Kulturgeschichte Angelns in der Wikingerzeit. In: Jahrbuch Angeln 16, 1952, 25-77.

JANKUHN 1953a: Jankuhn, H., Der fränkisch-friesische Handel zur Ostsee im frühen Mittelalter. In: Vierteljahresschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte 40, 1953a, 193 ff.

JANKUHN 1965: Jankuhn, H., Karl der Große und der Norden. In: Braunfels, W. (Hrsg.), Karl der Große, Lebenswerk und Nachleben. In: Beumann, H. (Hrsg.), Persönlichkeit und Geschichte (Düsseldorf 1965), 699-707. Sammlung des Schleswig-Holsteinischen Landesmuseums für Vor- und Frühgeschichte, Heft 2, 13. Auflage. (Neumünster 1982).

JANKUHN 1984c: Jankuhn, H., Die Befestigungen in Haithabu. In: Jankuhn, H./Reichstein, H./Schietzel, K. (Hrsg.), Band 2, 3 ff.

JANKUHN 1986: Jankuhn, H., Haithabu. Ein Handelsplatz der Wikingerzeit. 8. Aufl. (Neumünster 1986).

JENKINS 1955: Jenkins, A., Die Eingliederung „Nordalbingiens“ in das Frankenreich. In: Zeitschrift der Gesellschaft für Schleswig-Holsteinische Geschichte 79, 1955, 81-104.

JENSEN 1958: Jensen, Hans, Dat se blieven tosamende. Eine Geschichte Schleswig-Holsteins. (Lübeck 1958).

JESCHKE/MÜLLER 1999: Jeschke, Uwe U., Müller, Martina, Zur Problematik der Anpassung von historischen Karten an moderne Koordinatensysteme. In: EBELING 1999: Ebeling, Dietrich (Hrsg.), Historisch-thematische Kartographie. Konzepte, Methoden, Anwendungen. (Bielefeld 1999).

JESSEN 1937: Jessen, W., Der Osterwall in seiner heutigen Beschaffenheit. In: Offa 2 (Neumünster 1937), 105-110.

JESUMANN 2009: Jesumann, Nils, Gemeinsames deutsch-dänisches Kulturerbe. 6. Dialog ADS-Grenzfriedensbund. <http://www.ads-flensburg.de> (2009), S. 257-264.

JOL 1995: Jol, H. M., Ground penetrating radar antennae frequencies and transmitter powers compared for penetration depth, resolution and reflection continuity. In: Geophysical Prospection 43, 1995, 693-709.

JOL 2009: Jol, H. M. (Hrsg.), Ground Penetrating Radar: Theory and Applications (Amsterdam/Oxford 2009)

JØRGENSEN 1868: Jørgensen, A. D., de historiske Efterrentninger om Danevirke. In: Aarbøger for Nordisk Oldkyndighed og Historie (1868).

KAHLFUSS 1969: Kahlfuß, H.-J., Landesaufnahme und Flurvermessung in den Herzogtümern Schleswig, Holstein und Lauenburg vor 1864. Beiträge zur Geschichte der Kartographie Nordalbingiens. (Neumünster 1969).

VON KINDT 1859: von Kindt, C., Das Dannewerk und der Osterwall. In: Jahrbücher für die Landeskunde der Herzogthümer Schleswig, Holstein und Lauenburg 2, 1859, 424-427.

VON KINDT 1860: von Kindt, C., Ueber das alte Wegenetz bei Schleswig. In: Jahrbücher für die Landeskunde der Herzogthümer Schleswig, Holstein und Lauenburg 3, 1860, 424-427.

- KLEINN 1981a: Kleinn, Hans, Die Nullmeridiane alter Karten Nordwestdeutschlands. In: Westfälische Geographische Studien, 37, 1981, 1-9.
- KLEINN 1982: Kleinn, Hans, Maßstäbe und Maßstabsberechnungen alter Karten. In: Kartographisches Colloquium. (Bayreuth 1982), 71-77.
- KNAUER 1981: Knauer, E. R., Die Carta Marina des Olaus Magnus von 1539. (Göttingen 1981).
- KNAUER 1993: Knauer, E. R., Die Carta Marina des Olaus Magnus. Zur Geschichte und Einordnung als Kunstwerk. In: Das Danewerk in der Kartographiegeschichte Nordeuropas. (Neumünster 1993), 21-48.
- KOCK 1915: Kock, Chr., Volks- und Landeskunde der Landschaft Schwansen (Heidelberg 1912, Nachdruck Kiel 1975).
- KOCK 1932: Kock, Chr., Dürwade. Zugleich ein Stück heimischer Verkehrsgeschichte. In: Heimatblatt Kreis Eckernförde 28. 5, 1932,
- KOOP 1929: Koop, R., Wo Eider und Treene früher flossen. In: Der Schleswig-Holsteiner 10, 1929, 160-163.
- KRAMER 1984: Kramer, W., Die Datierung der Feldsteinmauer des Danewerks: Vorbericht einer neuen Ausgrabung am Hauptwall. In: Archäologisches Korrespondenzblatt 14, 1984, 343 ff.
- KRAMER 1992: Kramer, W., Ein hölzernes Sperrwerk in der Großen Breite der Schlei als Teil des Danewerk-Baues von 737 n. Chr. In: Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein 3, 1992, 82-96.
- KRAMER 1992: Kramer, W., Das Seesperrwerk bei Reesholm in der Schlei. In: Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein 6, 1995, 42-53.
- KÜHL 1992: Kühl, Jørgen, Danevirke: Myte, symbol, Identitet. Danevirkegårdens museums-pædagogiske tekster. Nummer 2. (Danevirke 1992).
- KÜHL 1995: Kühl, J., Danevirke in det slesvigske pas. Das Danewerk in der Landenge von Schleswig. In: Arnold, V./Kühl, J./ Thygesen, A., Wall und Graben. (Schleswig 1995), 35-42.
- KÜHL/HARDT 1999: Kühl, J./Hardt, N., Dan 2004: Danevirke. Nordens størstefortidsminde. Museet ved Danevirke. (Danvirkegården 1999).
- KÜHL 2004: Kühl, J., Nationale Identität und kulturelles Gedächtnis. In: Lundt, Bea (Hrsg.), Nordlichter. Geschichtsbewußtsein und Geschichtsmymen nördlich der Elbe. (Köln 2004), 321-340.
- KUPCIK 1993: Kupcik, I., Nordeuropa auf Pilgerkarten. In: Das Danewerk in der Kartographiegeschichte Nordeuropas. (Neumünster 1993), 129-145.
- LA COUR 1932: la Cour, V., Danevirke-Slesvig-Hedeby. In: Sønderjyllands Historie i Vikingtiden. (Kopenhagen 1932).
- LA COUR 1941: la Cour, V., Vort Folks Oprindelse og ældste Historie indtil Vikingetiden og Danevældens Slutning. In: Schultz, Danmarks Historie 1. (Kopenhagen 1941), 338-535.

LA COUR 1950: la Cour, V., Danevirkestudier. En arkæologisk-historisk under-søgelse. (Kopenhagen 1950).

LAFRENZ 1996: Lafrenz, Jürgen, Die „Practische Kriegsbaukunst“ von Zacharias Wolff. Ein Kartenwerk zum Festungswesen. In: Scharfe, W. (Hrsg.), Gerhard Mercator und seine Zeit. Duisburger Forschungen Band 42 (Duisburg 1996), S. 167-193.

LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT; UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (LLUR):

- Bodenschätzungskarte der Flurstücke des Dorfes Hollingstedt südlich der Straße L 39
- Bodenkarte von Schleswig-Holstein 1:25.000, Blatt 1523 Kropp. (Flintbek 2009).
- Bodenkarte von Schleswig-Holstein 1:25.000, Blatt 1524 Hütten. (Flintbek 2009).

LANDESARCHIV SCHLESWIG-HOLSTEIN:

- Flurkarte (Verkopplungskarte) vom Dorf Hollingstedt, von 1794, aufgemessen von J. Carstens. Landesarchiv Schleswig-Holstein, Abt. 402 A4, Nr. 391. Schleswig,
- Der Schleiatlas von Johannes Mejer von 1641. Abt. 7 Nr. 3276. Schleswig.

Daraus folgende Karten:

- Ein Spezial Tabell der Dänen Ihre Werck,
- Ein Generall Tabell der Deenen Ihre Wall, so Dannewirck genandt wirt.

LANDESVERMESSUNGSAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN:

- Topographische Karte 1: 25.000 (TOP 25, Version 2) Amtliche topographische Karte Schleswig-Holstein/Hamburg (CD), 2005.
- Topographische Karte 1: 25.000 (TK 25) Blatt 1522 Hollingstedt. 3. Auflage, 2003.
- Topographische Karte 1: 25.000 (TK 25) Blatt 1521 Ostenfeld 3. Auflage, 2001.
- Digitales Geländemodell (DGM) Laserscanning Juli 2008. Bearbeitet von Karin Göbel, Archäologisches Landesmuseum Schleswig und Thomas Poelmann, Archäologisches Landesamt.
- Digitales Orthophoto 1: 5.000: 3524 6036. 12-562.6 – S 560/05. 11. August 2005.
- 4 Digitale Orthophotos 20, Raum Dannewerk/NATO-Flugplatz Jagel. DP 8971/02-2015
- Digitales Orthophoto 1: 5.000: 3520 6034, 3520 6036, 3522 6034, 3522 6036, 12-562.6
- Historische Karten. Landesaufnahme des Herzogtums Schleswig von H. du Plat: „du Plat'sche Karte“, zusammengetragen und gezeichnet in den Jahren 1804 und 1805. Originalmaßstab 1: 57.600, neu aufgelegt im Maßstab 1: 100.000, 1982, Blatt 8 Rendsburg – Eckernförde - Schleswig.
- Karte vom Kriegsschauplatz in Schleswig: Section X. Schleswig – Idstedt – Messunde. (Geerz-Karte von 1850 (Hrsgg. zum 1. Schleswig-Holstein-Tag in Idstedt vom Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein.
- Karte vom Kriegsschauplatz in Schleswig. Section XI. Eckernförde 1: 120.000/Geerz-Karte von 1850 (Hrsgg.: zum Schleswig-Holstein-Tag 1981)
- Historische Karten. Einfarbige Reproduktion der Preußischen Landesaufnahme von 1877, Ausgabe 1878, identisch mit der heutigen Topographischen Karte 1:25.000. Blatt 1522 Hollingstedt, Blatt 1523 Kropp, Blatt 1524 Hütten.

LANGE 1996: Lange, U. (Hrsg.), Geschichte Schleswig-Holsteins. (Neumünster 1996).

LANU 2006: Landesamt für Natur und Umwelt (LANU) des Landes Schleswig-Holsteins. Die Böden Schleswig-Holsteins, Entstehung, Verbreitung, Nutzung, Eigenschaften und Gefährdung (Broschüre) (Kiel 2006).

LARSEN 1930: Larsen, N. P., Danevirke in ny Belysning. (Sorø 1930).

LARSEN 1931: Larsen, N. P., Danevirke in nyt Lys. Militaert Tidskrift 1931, 1 ff.

LAURIDSEN 1903/04: Der Kartograph Johannes Mejer. Übersetzt von Jürgensen. In: Mitteilungen des Nordfriesischen Vereins für Heimatliebe und Heimatkunde 1, 1903/04, 21-27.

LECKEBUSCH 2000: Leckebusch, J., Die Anwendung des Bodenradars in der archäologischen Prospektion. In: Internationale Archäologie: Naturwissenschaft und Technik, Band 3, 2000, 9-19

LEMPFERT 1864: Lempfert, K., Das Dannewerk und die Stadt Schleswig mit ihren Umgebungen und sonstigen Bedingungen und Verhältnissen. In: Jahrbücher für die Landeskunde der Herzogtümer Schleswig, Holstein und Lauenburg 7. (Kiel 1864), 1-164.

VON LILIENCRON 1914: von Liliencron, A.-M., Beziehungen des Deutschen Reiches zu Dänemark im 10. Jahrhundert. In: Zeitschrift der Gesellschaft für Schleswig-Holsteinische Geschichte 44, 1914, 1-48.

LINDNER 2003: Lindner, K., Landesaufnahmen deutscher Territorien. Beispiele der Militärgeographie und ihr historischer Quellenwert. In: Unverhau, D. (Hrsg.), Geschichtsdeutung auf alten Karten. Archäologie und Geschichte. Wolfenbütteler Forschungen, Band 101, Wiesbaden 2003, S. 411-442.

LOEWE 1971: Loewe, G., Hollingstedts Kirche – kein Packhaus. In: Jahrbuch für die Schleswigsche Geest 19, 79-82.

LORENZEN 1859: Lorenzen, C. C., De sydslesvigske Befæstigungsvaerker i og fra Oldtiden og Middelalderen. In: Annaler for Nordisk Oldkyndighed og Historie, 1859, 3-125 und 272-319.

LORENZEN 1863: Lorenzen, C. C., Dannevirke og Omegn. (Haderslev 1863).

LORENZEN-SCHMIDT 1990: Lorenzen-Schmidt, Klaus-Joachim, Kleines Lexikon alter schleswig-holsteinischer Gewichte, Maße und Währungseinheiten. Nach Vorarbeit von Franz Böttger und Emil Waschinski neu bearbeitet und erweitert. (Neumünster 1990):

LORRA 1991: Lorra, Susanne, Landschaftsgenetische Kartierung mit dem Georadarverfahren im Bereich von Hollingstedt: Diplomarbeit am Institut für Geographie der CAU Kiel. (Kiel 1991).

LORRA 1996: Lorra, Susanne, Georadar und weitere geophysikalische Verfahren für die Prospektion und Modellierung archäologischer Fundplätze in Schleswig-Holstein. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. (Kiel 1996).

LUBOWITZ 1995: Lubowitz, F., Der Heer- oder Ochsenweg durch Nordschleswig. In: Stolz, G. (Hrsg.), Nordschleswig. Landschaft, Menschen, Kultur. (Husum 1995), 32-37.

LÜDKE 1987: Lüdke, H., Hollingstedt – Untersuchungen zum Nordseehafen von Haithabu/Schleswig. In: Ausgrabungen in Haithabu 25, 1987.

MAGER 1930: Mager, E., Entwicklungsgeschichte der Kulturlandschaft des Herzogtums Schleswig in historischer Zeit 1. In: Veröffentlichungen der Schleswig-Holsteinischen Universitätsgesellschaft 25/1 (Breslau 1930).

MALUCK 2009: Maluck, Matthias, Danewerk und Haithabu als Welterbestätten der Wikingerzeit – Zum Stand des Projektes. In: Gesellschaft für Schleswig-Holsteinische Geschichte. Mitteilungen 77 (Oktober 2009).

MANICUS 1838/39: Manicus, C., Om Östrevolden Retning og Beskaffenhed. Annaler for Nordisk Oldkyndighed. (København 1838/39), 377-386.

MAHRT 2001: Mahrt, K., Der Ochsenweg von Viborg zur Elbe unter besonderer Berücksichtigung von Rendsburg und Holstein. In: Rendsburger Jahrbuch 2001, 155-183.

MARAN 2007: Maran, Joseph, Mit den Methoden der Gegenwart in die Vergangenheit–Archäologie und Naturwissenschaften. In: WAGNER 2007: Wagner, Günther A. (Hrsg.), Einführung in die Archäometrie. (Berlin/Heidelberg 2007), 341-364.

MARSCHALLEK 1964: Marschallek, K. H., Vor- und Frühgeschichtliche Straßenforschung. Beispiele aus dem Nordseeküstenraum. In: Varia Archaeologica, Wilhelm Unverzagt zum 70. Geburtstag. In: Grimm, Paul (Hrsg.), Dt. Akademie d. Wiss. zu Berlin, Schriften der Sektion f. Vor- u. Frühgeschichte, Bd. 16 (Berlin 1964).

MEJERUS; JOHANNES

- Carte von den Ländern Anglen und Schwansen, Anno 1649.
- Nordertheill des Amptes GOTTORF, Anno 1649.
- Neue Landtcarte von dem Hertzogthumbe
- Landtcarte von dem Südertheil des Hertzogthumbes Schleswig Schleswig, Anno 1650.
- Charte vom Südertheill des Amptes GOTTORF, 1651.

MEISNER 1904: Meisner, Danewerk und Hedeby. In: Zeitschrift für Ethnologie Bd. 36, 1904, 8-16.

MESTORF 1901: Mestorf, J., Danewerk und Haithabu. In: Mitteilungen des anthropologischen Vereins in Schleswig-Holstein, Bd. 14, 1901, 19-37.

MESTORF 1903: Mestorf, J., Danewerk und Haithabu. In: Archiv für Anthropologie und Geologie Schleswig-Holsteins und der benachbarten Gebiete 4, 1903, 19 ff..

MOMMSEN 2004: Mommsen, Wolfgang J., Nation und Freiheit im Widerstreit. Schleswig-Holstein, das Staatsgrundgesetz und die europäischen Revolutionen von 1848/49. In: Lundt, Bea (Hrsg.), Nordlichter. Geschichtsbewusstsein und Geschichtsmymthen nördlich der Elbe. (Köln 2004), 227-242.

MÜLLER 1900: Müller, S., Halvkredsvolden ved Danevirke. In: Aarbøger for nordisk Oldkyndighed og Historie 15, 1900, 256 ff.

MÜLLER/NEERGAARD 1903: Müller, S./Neergaard, C., Danevirke. Archaeologisk undersøgt, beskrevet og tydet. In: Nordiske Fortidsminder 1, 1903, 197 ff.

MÜLLER-WILLE 1988: Müller-Wille, M., Hedeby und sein Umland. Archäologische Zeugnisse des Handels. In: Hard, B. et al. (Hrsg.), Trade and Exchange in Prehistory. Studies in Honour of Berta Stjernquist. In: Acta Archaeologica Lundensia. Series 8°, N° 16. (Lund 1988), 271-278.

MÜLLER-WILLE/WILLROTH 1983: Müller-Wille, M./Willroth, K.-H., Zur eisenzeitlichen und frühmittelalterlichen Besiedlung von Angeln und Schwansen. In: Offa 40, 1983, 275-320.

MÜLLER-WILLE 2002 a: Müller-Wille, M., Schleswig-Holstein. Drehscheibe zwischen Völkern. In: von Freden, U./von Schnurbein, S. (Hrsg.), Spuren der Jahrtausende. Archäologie und Geschichte in Deutschland. (Stuttgart 2002), 368-387.

MÜLLER-WILLE 2002 b: Müller-Wille, M., Frühstädtische Zentren der Wikingerzeit und ihr Hinterland. Die Beispiele Ribe, Hedeby und Reric. In: Akademie der Wissenschaften und Literatur Mainz, Abhandlungen der Geistes- und Sozialwissenschaftlichen Klasse 3. (Stuttgart 2002).

NAWROCKI 1983: Nawrocki, P., Die Ereignisse von 983 und der Busdorfer Runenstein. In: Die Heimat 90, 1983, 337 ff.

NEUMANN 2003: Neumann, Joachim., Deutschlandkarten bis zum Ende des Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation – Geschichtsdeutung aus Karten und humanistischen Landesbeschreibungen sowie aus reichsweiten Synthesen früherer Landesaufnahmen. In: Unverhau, D. (Hrsg.), Geschichtsdeutung auf alten Karten. Archäologie und Geschichte. Wolfenbütteler Forschungen, Band 101, Wiesbaden 2003, S. 397-410.

Neynaber/Hemsen 1761: Plan der Gegend von Hollingstedt, aufgemessen und verzeichnet im Jahr 1761. Staatsbibliothek Stiftung Preußischer Kulturbesitz. Kartensammlung 24977/20. Berlin.

Neynaber/Hemsen 1761 a: Spezial Charte der Gegend um Schleswig, aufgemessen und verzeichnet im Jahr 1761. Landesarchiv Schleswig-Holstein Abt. B II, Nr. 155. Schleswig

NOODT 1753: Noodt, I. F., Sammlung unterschiedener seltener, theils gedruckter, theils ungedruckter, zur Erläuterung der Schleswig-Hollsteinischen Historie gehörigen Schriften. (Hamburg 1753).

NORDENSKJÖLD 1955: Nordenskjöld, F.-F. von, Alte Heerwege und Handelsstraßen in Schleswig-Holstein. In: Heimatkundliches Jahrbuch Kreis Rendsburg 1955, 55-70.

OLDEKOP 1906: Oldekop, H., Topographie des Herzogtums Schleswig. (Kiel 1906).

VON DER OSTEN-WOLDENBURG 2007, von der Osten-Woldenburg, Harald, Grabungsbegleitende Prospektionen am Mont Lassois Burgund/Frankreich. In: POSSELT/ZICK-GRAF/DOBIAT 2007: Posselt, Martin, Zickgraf, Benno, Dobiati, Claus, Geophysik und Ausgrabung. Einsatz und Auswertung zerstörungsfreier Prospektion in der Archäologie (Rhaden/Westfalen 2007), 55-67.

OUTZEN 1826: Outzen, N., Untersuchungen über die denkwürdigsten Alterthümer Schleswigs und des Danewerks. (Altona, 1826).

PANTEN 2005: Panten, A., Studien zum Danewerk. In: Offa 2005 (1), 133-159.

- PÁPAY 2003: Pápay, G., Die Anfänge der Geschichtsgeographie. In: Unverhau, D. (Hrsg.), Geschichtsdeutung auf alten Karten. Archäologie und Geschichte. Wolfenbütteler Forschungen, Band 101, Wiesbaden 2003, S. 165-191.
- PAPRITZ 1961: Papritz, Johannes, Hilfsmittel zur Umrechnung alter Kartenmaßstäbe. In: Der Archivar, Jahrgang 14 (1961), 37-46.
- PETERSEN 1752: Petersen, U., Petersens historische Nachrichten von der berühmten Cimbri-schen Landwehre, dem sogenannten Kohgraben und großen Walle Dannewerk im Herzogthum Schleswig. In: Noodt, J. F. (Hrsg.) Beyträge zur Erläuterung der Civil, Kirchen- und Gelehrten-Historie der Herzogthümer Schleswig und Holstein 2. 1, S. 588-603. (Hamburg 1752).
- PETERSEN 1890: Petersen, A. Th., Beschreibung des Kirchspiels Hollingstedt, nach authentischen Quellen bearbeitet von A. Th. Petersen, Pastor in Hollingstedt. (Schleswig 1890).
- PFEIFFER 1986: Pfeifer, E., Die alten Längen- und Flächenmaße. Ihr Ursprung, geometrische Darstellung und arithmetische Werte. (St. Katharinen 1986).
- PONTOPPIDAN 1766: Pontoppidan, Erik, Dänischer Atlas oder Beschreibung des Königreichs Dännemark, nach seiner politischen und physikalischen Beschaffenheit. Aus dem Dänischen übersetzt, und mit Anmerkungen begleitet von Johann Adolph Scheiben. Band 1. (Kopenhagen/Hamburg 1766).
- PONTOPPIDAN/DE HOFMANN 1781: Pontoppidan, E./de Hofmann, H., Den Danske Atlas 7. (Kopenhagen 1781).
- PONTOPPIDAN 1763-81: Pontoppidan, Erik, Den Danske Atlas, Tomus VII, 1. Bind. Nachdruck der Ausgabe København 1763-81. (København 1968-72).
- POSSELT/ZICKGRAF/DOBIAT 2007: Posselt, Martin, Zickgraf, Benno, Dobiat, Claus, Geophysik und Ausgrabung. Einsatz und Auswertung zerstörungsfreier Prospektion in der Archäologie (Rhaden/Westfalen 2007).
- PRANGE 1986: Prange, W., Die Bedeichungsgeschichte der Marschen in Schleswig-Holstein. In: Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet 16. (Hildesheim 1986), 1-54.
- PRANGE 1989: Prange, Werner, Geologische Untersuchungen zur Entstehung des Schnaaper Binnensanders Schleswig-Holstein. In: Meyniana, 41, (Kiel 1989), 67-83.
- PRANGE 1978: Prange, Werner, Der letzte weichselzeitliche Gletschervorstoß in Schleswig-Holstein – das Gefüge überfahrener Schmelzwassersande und die Entstehung der Morphologie. In: Meyniana 30, (Kiel 1978), 61-75.
- RADDATZ 1940: Raddatz, K., Ein Wallschnitt am Kograben. In Nachrichtenblatt für deutsche Vorzeit 16, 1940, 104 ff.
- RADDATZ 1941/42: Raddatz, K., Die Untersuchung des Kograbens in der Gemarkung Dannewerk. In: Offa 6-7, 1941/42), 118 ff.
- RADDATZ 1944: Raddatz, K., Die Untersuchung des Kograbens in der Gemarkung Dannwerk. In: Das Ahnenerbe, Jahrestagung Kiel 1939, 277.

RANKE 1958: Ranke, L. von, Weltgeschichte. Die Geschichte der abendländischen Welt von den ältesten Völkergruppen bis zu den Zeiten des Übergangs zur modernen Welt, Band IV, Hamburg 1958. (Geschrieben 1881-1888).

RECKLEBEN/LAMP2006: Reckleben, Y., Lamp, J., Einsatz von Techniken des Präzisen Landbaus für ein verbessertes Stickstoff-Management in gefährdeten Gebieten Schleswig-Holsteins (F&E&T-Verbundprojekt) MLUR Endbericht 15.12.2006.

REICHSTEIN 1998: Reichstein, J., (Hrsg.), Archäologische Denkmäler Schleswig-Holstein, Bd. VIII. Kreis Schleswig. (Neumünster 1998).

REUMANN 1988: Reumann, K., Karte des Marcus Jordanus über die Herzogtümer Schleswig und Holstein aus dem Jahre 1559 (mit einem Kalendarium für die Jahre 1552 bis 1585. (Kiel 1988).

REUTER 1909: Reuter, Chr., Die nordelbische Politik der Karolinger. In: Zeitschrift der Gesellschaft für Schleswig-Holsteinische Geschichte 39, 1909, 233-254.

RICHTER 1939: Richter, Herman, Willem Janszonius Blaeu with Tycho Brahe on Hven, and his Map of the Island: Some Facts. In: Imago Mundi, 3, 1939, 53-60.

RINGBECK 2009: Ringbeck, B., Deutsche Welterbestätten im Wartestand. In: Welterbe-Manual. Handbuch zur Umsetzung der Welterbekonvention in Deutschland, Luxemburg, Österreich und der Schweiz. Hrsgg. von den UNESCO-Kommissionen Deutschlands, Luxemburgs, Österreichs und der Schweiz. (Bonn: Deutsche UNESCO-Kommission, 2009).

RINGBECK 2009: Ringbeck, B., Anforderungen und Verpflichtungen der Welterbekonvention aus Sicht der Denkmalpflege in Deutschland. In: Welterbe-Manual. Handbuch zur Umsetzung der Welterbekonvention in Deutschland, Luxemburg, Österreich und der Schweiz. Hrsg. von den UNESCO-Kommissionen Deutschlands, Luxemburgs, Österreichs und der Schweiz. (Bonn: Deutsche UNESCO-Kommission, 2009).

ROHDE 1986: Rohde, H., Überlegungen zur mittelalterlichen Wasserstraße Eider-Treene-Schlei. In: Offa 43, 1986, 311-336.

RUGE 1997: Ruge, H.-J., Via regia, Königstraße oder Hohe Straße – vom Westen Europas in den Osten Europas. Eine Ausstellung des Thüringischen Staatsarchivs Gotha und des europäischen Kultur- und Informationszentrum in Thüringen 1998. (Erfurt 1997).

SACH 1907: Sach, A., Das Herzogtum Schleswig in seiner ethnographischen und nationalen Bedeutung, 3 Bände. (Halle/Saale 1907).

SALAT 2010: Salat, Chr., Auswertung von Georadarmessungen auf Lockersedimenten des Rio Palancia (Spanien). Erweiterte Radarstratigraphie, Laboruntersuchungen der Dielektrizitätskoeffizienten und Modellierungen. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften, vorgelegt beim Fachbereich Geowissenschaften der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität in Frankfurt am Main, (Frankfurt/M. 2010).

SALAT/JUNGE 2010: Salat, Chr., Junge, A., Dielectric permittivity of fine-grained fractions of soil samples from eastern Spain at 200 MHz. In: Geophysics 75 (1) (2010), J1-J9.

SANDMEIER 1999: Sandmeier, K. J., Reflex, program for processing and interpretation of reflection and transmission data. Version 4.2. (Karlsruhe 1999).

- SAUER/SCHOLTEN/FELIX-HENNINGSSEN 2002: Sauer, D./Scholten, T./Felix-Henningsen, P., Georadaranwendung in der Bodenkunde – erste Erfahrungen aus Gelände-Versuchsfeldmessungen. In: Mitt. Deut. Geophys. Ges., Sonderband I, 24-27.
- SCHARFE 1996: Scharfe, Wolfgang (Hrsg.), Gerhard Mercator und seine Zeit. Duisburger Forschungen Band 42 (Duisburg 1996).
- SCHEEL 1938: Scheel, O., Göttrik und Germanien. In: Germanen-Erbe 3, 1938, 204-207.
- SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL 2018: Scheffer/Schachtschabel, Lehrbuch der Bodenkunde. 17. überarb. u. ergänzte. Aufl. (Berlin 2018).
- SCHIEFFER 1997: Schieffer, R., Die Karolinger. 2. Auflage. (Stuttgart 1997).
- SCHIETZEL 1968: Schietzel, K., Haithabu und Hollingstedt – Kograbben und Danewerk. Führer zu vor- und frühgeschichtlichen Denkmälern, Band 9, Schleswig – Haithabu – Sylt. (Mainz 1968).
- SCHIETZEL 1978: Schietzel, K., Das Danewerk. In: Führer zu vor- und frühgeschichtlichen Denkmälern, Band 9, Schleswig – Haithabu – Sylt. (Mainz 1978).
- SCHIETZEL 1984: Schietzel, K., Land- und Seewege im Bereich der Schleswiger Landenge. In: Jankuhn, H./Schietzel, K./Reichstein, K. (Hrsg.), Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen an ländlichen und frühstädtischen Siedlungen im deutschen Küstengebiet vom 5. Jahrhundert v. Chr. bis zum 11. Jahrhundert n. Chr. (Weinheim 1984), 97-99.
- SCHLEUSS 1992: Schleuß, Uwe, Böden und Bodengesellschaften einer norddeutschen Moränenlandschaft. In: EcoSys Beiträge zur Ökosystemforschung, Suppl. Bd. 2. (Kiel 1992).
- SCHMIDTKE 1992: Schmidtke, K.-D., Die Entstehung Schleswig-Holsteins. (Neumünster 1992).
- SCHNEIDER 1982: Schneider, H.-Chr., Altstraßenforschung (Darmstadt 1982).
- SCHNEIDER 1888 und 1890: Schneider, J., Die alten Heer- und Handelswege der Germanen, Römer und Franken im deutschen Reich. In: Historia 6 (Düsseldorf 1888) und Historia 9 (Düsseldorf 1890)
- SCHNEIDER 1986: Schneider, Ivo, Maß und Messen bei den Praktikern der Mathematik vom 16. bis 19. Jahrhundert In: Witthöft, Harald et al. (Hrsg.) Die historische Metrologie in den Wissenschaften (St. Katharinen, 1986, S. 118 ff.)
- SCHNEIDER 2012: Schneider, Ute, Die Macht der Karten. Eine Geschichte der Kartographie vom Mittelalter bis heute. (Darmstadt 2012).
- VON SCHRÖDER 1854: von Schröder, J., Topographie des Herzogthums Schleswig, 2. Auflage. (Oldenburg/Holstein 1854).
- SPIEGEL 2012: Spiegel, Daniela: (Rezension zu) Brandt, Sigrid, Haspel, Jörg, Petzet, Michael (Hrsg.): Weltkulturerbe und Europäisches Kulturerbe-Siegel in Deutschland. Potentiale und Nominierungsvorschläge (= Icomos-Hefte des Deutschen Nationalkomitees, Bd. 51), Berlin 2011. In: H-ArtHist, 26.04.2012. <http://arthist.net/reviews/3140>.

SPIESS 2009: Spieß, Karl-Heinz unter Mitarbeit von Thomas Willich, Das Lehnswesen in Deutschland im hohen und späten Mittelalter (Stuttgart 2009).

STARK 1988: Stark, J., Haithabu–Schleswig–Danewerk. Aspekte einer Forschungsgeschichte mittelalterlicher Anlagen in Schleswig-Holstein. BAR International Series 432, 1988.

STRUCK 1906: Struck, R., Die Beziehungen des Limes Saxoniae und des Danewerkes zur Topographie und Geologie ihrer Umgebung. Aus den Mitteilungen der geographischen Gesellschaft und des Naturhistorischen Museums in Lübeck. 2. Reihe, Heft 21 (Lübeck) 1906

SZABÓ 2009: Szabó, Th. (Hrsg.), Die Welt der europäischen Straßen. Von der Antike bis in die frühe Neuzeit. Köln/Weimar/Wien 2009.

SZABÓ 2009: Szabó, Th., Die Itinerarforschung als Methode der Erschließung des mittelalterlichen Straßennetzes. In: Szabó, Th. (Hrsg.), Die Welt der europäischen Straßen. Von der Antike bis in die frühe Neuzeit. (Köln/Weimar/Wien 2009), 85-96.

TASCHEN 2005: Taschen, B. (Hrsg.), ATLAS MAIOR des Joan Blaeu von 1665, Vol. 1, Germania. Nachdruck (Köln 2005)

THIESING 2016: Thiesing, Matthias, Kräfte und Kinematik an landtechnischen Pflügen

Dissertation, <http://kobra.uni-kassel.de/bitstream/handle/123456789/20160524> (PDF-Datei)

THIETMAR VON MERSEBURG: Chronicon. Chronik. Neu übertragen und erläutert von W. Trillmich. In: Ausgewählte Quellen zur Deutschen Geschichte des Mittelalters. Freiherr vom Stein-Gedächtnisausgabe. (Darmstadt 1971).

TREICHEL 1982: Treichel, Fritz, Geertz, Franz Julius Heinrich: Kartograph, Generalstabsoffizier. In: Biographisches Lexikon für Schleswig-Holstein und Lübeck; Band 6 (1982), S. 95-98.

UNVERHAU 1985a: Unverhau, D., Die Schleiatlantanten von Johannes Mejer. In: Nordelbingen 54, (Heide 1985), 29-66.

UNVERHAU 1985b: Unverhau, D., Der Schleiatlas von Johannes Mejer(1641). In: Kartographiehistorisches Colloquium Lüneburg 1984. (Berlin 1985), 103-123.

UNVERHAU 1986: Unverhau, D., Der Schleiatlas von Johannes Mejer (1641). Kartengeschichtliches Kleinod des Landesarchivs. In: Die Heimat 93 (Neumünster), 45-64.

UNVERHAU 1987: Unverhau, D., Hollingstedt aus kartographiehistorischer Sicht. In: Hollingstedt. Untersuchungen zum Nordseehafen Haithabu/Schleswig. Bericht Ausgrabungen in Haithabu 25. (Neumünster 1987), 83 ff.

UNVERHAU 1988: Unverhau, D., Das Danewerk 1842. Beschreibung und Aufmaß. (Neumünster 1988).

UNVERHAU/SCHIETZEL 1993: Unverhau, D./Schietzel, K. (Hrsg.), Das Danewerk in der Kartographiegeschichte Nordeuropas. (Neumünster 1993).

UNVERHAU 1993: Unverhau, D., Das Danewerk in der Newen Landesbeschreibung (1652) von Caspar Danckwerth und Johannes Mejer. In: Unverhau, D./Schietzel, K. (Hrsg.), Das Danewerk in der Kartographiegeschichte Nordeuropas. (Neumünster 1993), 235-257.

- UNVERHAU 1996: Unverhau, D., Die militärische Landesaufnahme in Holstein und Schleswig von Elias von Gähler. In: Kartographiehistorisches Colloquium Bern 1996. (Murten 2000).
- VOLLERTSEN 1991 Vollertsen, Wilhelm, Eine der ältesten Nord-Süd-Wegungen durch unser Land - GETTORF im Kreuzungspunkt einer historischen Nord-Süd und Ost-West-Wegung (unveröffentlichte Schrift)
- WAGNER 2007: Wagner, Günther A. (Hrsg.), Einführung in die Archäometrie. (Berlin/-Heidelberg 2007).
- WAWRIK 2003: Wawrik, Franz, Historische und kulturhistorische Informationen in den Werken österreichischer Kartographen des 16. Jahrhunderts, mit besonderer Berücksichtigung des Wolfgang Lazius. In: Unverhau, D. (Hrsg.), Geschichtsdeutung auf alten Karten. Archäologie und Geschichte. Wolfenbütteler Forschungen, Band 101, Wiesbaden 2003, S. 193-212.
- WELTERBE MANUAL 2009: Welterbe-Manual. Handbuch zur Umsetzung der Welterbekonvention in Deutschland, Luxemburg, Österreich und der Schweiz. Hrsg. von den UNESCO-Kommissionen Deutschlands, Luxemburgs, Österreichs und der Schweiz. (Bonn: Deutsche UNESCO-Kommission, 2009. (<http://dnb.ddb.de>).
- WENZEL 1936: Wenzel, H., Die Treene- und Sorgeniederung um 1600. In: Die Heimat 46, 1936, 65-70.
- WESSE 1998: Wesse, A. (Hrsg.), Studien zur Archäologie des Ostseeraumes. Von der Eisenzeit bis zum Mittelalter. Offa-Bücher (Festschrift M. Müller-Wille). (Neumünster 1998).
- WILLROTH 1986: Willroth, K.-H., Landwege auf der cimbrischen Halbinsel aus der Sicht der Archäologie. In: Siedlungsforschung 4, 1986, 9-44.
- WITT 1982: Witt, R., Die Anfänge von Kartographie und Topographie Schleswig-Holsteins 1475-1652. (Heide 1982).
- WITT 1993: Witt, R., Dänemark und Schleswig-Holstein in der älteren Kartographie. In: Das Danewerk in der Kartographiegeschichte Nordeuropas. (Neumünster 1993), 211-233.
- WITT 2004: Witt, R., Schleswig im militärischen Abseits. Historische Karten/16. Folge. In: Schleswiger Nachrichten, Jahrgang 2004, S. 12.
- WITT 1962: Witt, W., Beschreibung der naturräumlichen Einheiten Schleswig-Holsteins. In: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, Institut für Landeskunde. (Bad Godesberg 1962).
- WORSAAE 1848: Worsaae, Jens Jacob A., Danevirke, der alte Gränzwall Dänemarks gegen Süden: ein geschichtlicher Beitrag zur wahren Auffassung der Schleswigschen Frage. Aus dem Dänischen übersetzt von A. Courländer. (Kopenhagen 1848).
- WORSAAE 1865: Worsaae, Jens Jacob A., Om Slesvigs eller Sønderjyllands Oltidsminder en sammenlignende Undersø (København 1865).
- WUNSCHIK 1970: Wunschik, A., War die Rheider Au bei Hollingstedt zur Wikingerzeit schiffbar? Eine Antwort aus geologischer Sicht. In: Die Heimat 77, 1970, 15-18.

ZETTEL 1977: Zettel, H., Das Bild der Normannen und der Normanneneinfälle in westfränkischen, ostfränkischen und angelsächsischen Quellen des 8. Bis 11. Jahrhunderts (München 1977).

ZETTEL 1985: Zettel, H., Karl der Große, Siegfried von Dänemark und Gottfried von Dänemark. In: Zeitschrift der Gesellschaft für Schleswig-Holsteinische Geschichte 110, 1970, 11-25.

ZICH 2002: Ochsenweg/Hærvejen – Nordeuropas kulturhistorische Wirbelsäule. In: Wege als Ziel. Kolloquium zur Wegforschung in Münster, 30. Nov./1. Dez. 2000. In: Pingel, V. (Hrsg.), Veröffentlichungen der Altertumskommission für Westfalen, Band XIII. (Münster 2002), 67-87.

ZICH 1995: Zich, B., Auf den Spuren des östlichen Heerweges („Ochsenweg“) zwischen deutsch-dänischer Grenze und Eider. In: Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein 6, 1995, 78-102.

ZICH 1997: Zich, B., Der östliche Heerweg „Ochsenweg“ zwischen deutsch-dänischer Grenze und Eider. In: Archäologie in Schleswig/Arkæologi i Slesvig 4/1995, (1997), 103-110.

ZÖLITZ 1987: Zölitz, R., Die Schleswiger Landenge im historischen Profil. In: Bär, J./ Kortum, G., Schleswig-Holstein. Sammlung Geographischer Führer Band 15, 1987, 113 ff.

ZSCHWEIGERT 1999: Zschweigert, H., Gedanken zur geostrategischen Bedeutung der Schleswiger Landenge und der Lage Hollingstedts/Treene sowie Überlegungen zum Verlauf der Befestigungen des Danewerks im Raum Hollingstedt aus militärischer Sicht. Unveröffentlichtes Manuskript. (Hollingstedt 1999).

Anhang/Anlage 1

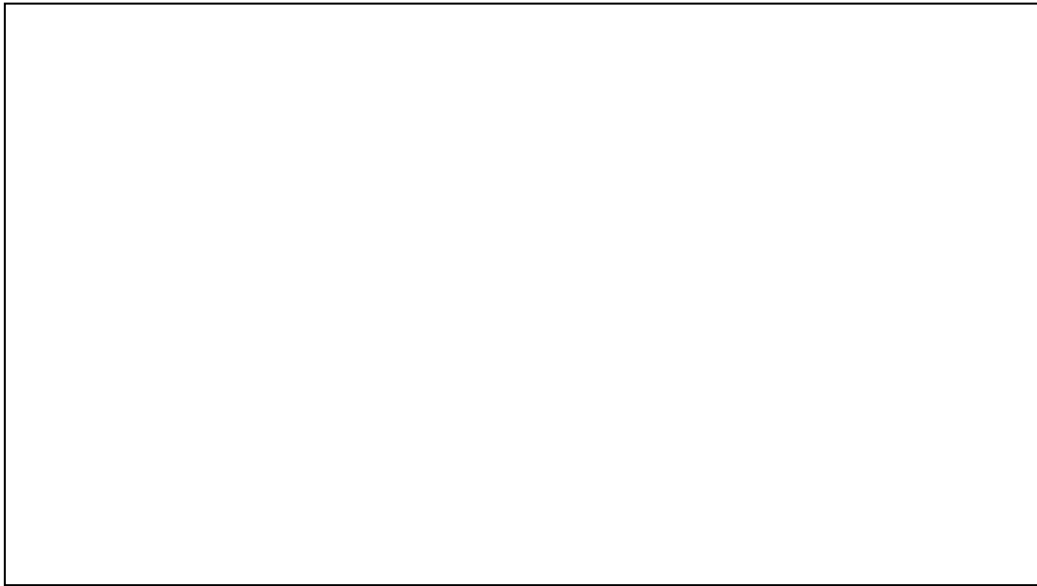


Abb. 151: Ausschnitt aus der georeferenzierten Mejer-,Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (1651), unterlegt mit einem Ausschnitt aus dem Kartenblatt Hollingstedt der Königl. Preuss. Landes-Aufnahme 1877, herausgegeben 1879 mit dem Haupt- und Krummwall sowie dem westlichen Ende des Kograbens im Raum Kurburg. Die Georeferenzierung wurde freundlicherweise von Frau Dipl. Geogr. Karin Göbel/ ALMusS-H durchgeführt. (Maßstab $\approx 1: 79.400$).

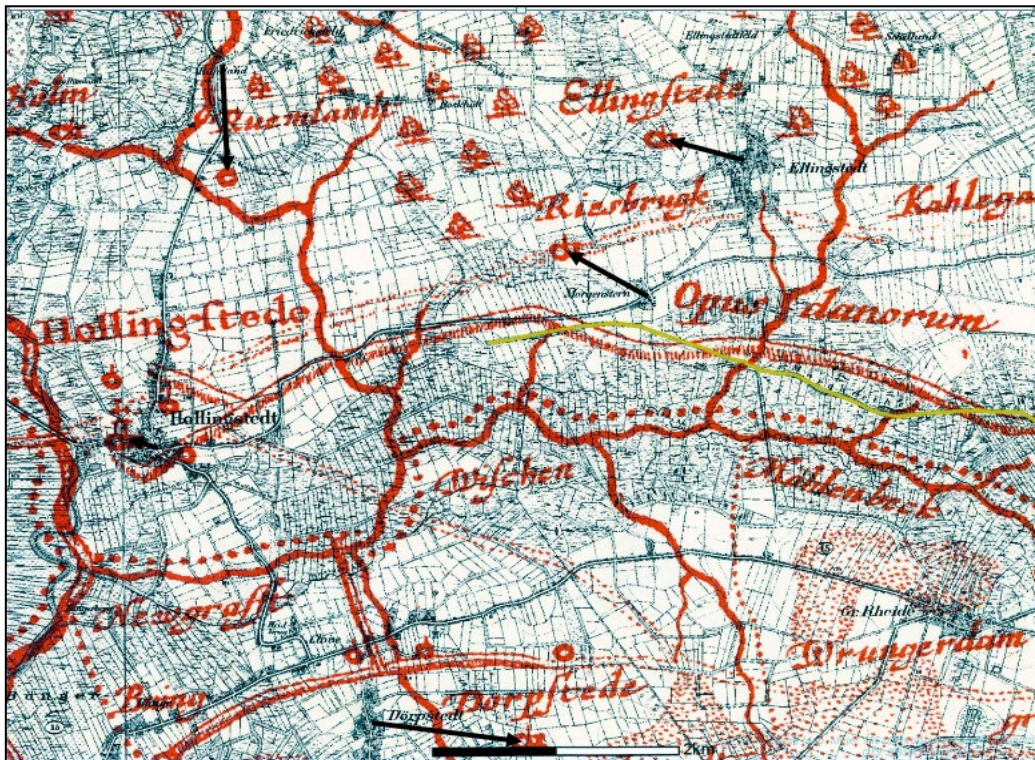


Abb. 152: Ausschnitt aus der georeferenzierten Mejer-,Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (1651), unterlegt mit einem Ausschnitt aus dem Kartenblatt Hollingstedt der Königl. Preuss. Landes-Aufnahme 1877, herausgegeben 1879 mit dem westlichen Ende des Krummwalls zwischen Morgenstern bis Hollingstedt an der Treene. Die Georeferenzierung wurde freundlicherweise von Frau Dipl. Geogr. Karin Göbel/ ALMusS-H durchgeführt (Maßstab $\approx 1: 79.400$).

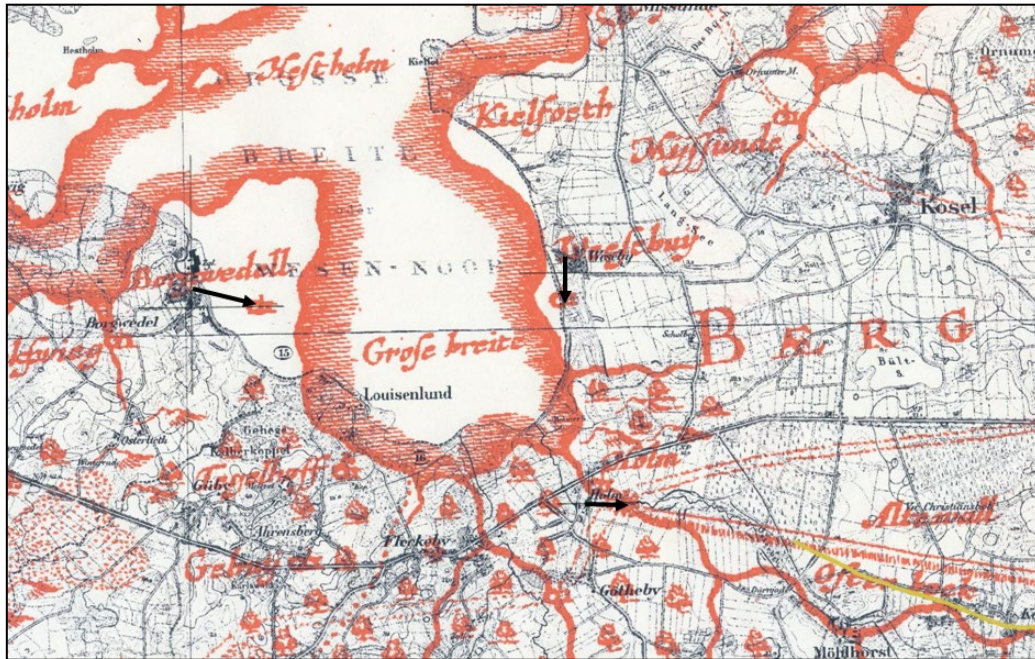


Abb. 153: Ausschnitt aus der georeferenzierten Mejer-,Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (1651), unterlegt mit einem Ausschnitt aus dem Kartenblatt Hütten der Königl. Preuss. Landes-Aufnahme 1877, herausgegeben 1879 mit dem westlichen Ende des Osterwalls zwischen Kochendorf und der Großen Breite der Schlei bei Holm. Die Georeferenzierung wurde freundlicherweise von Frau Dipl. Geogr. Karin Göbel/ ALMusS-H durchgeführt (Maßstab $\approx 1: 79.400$).

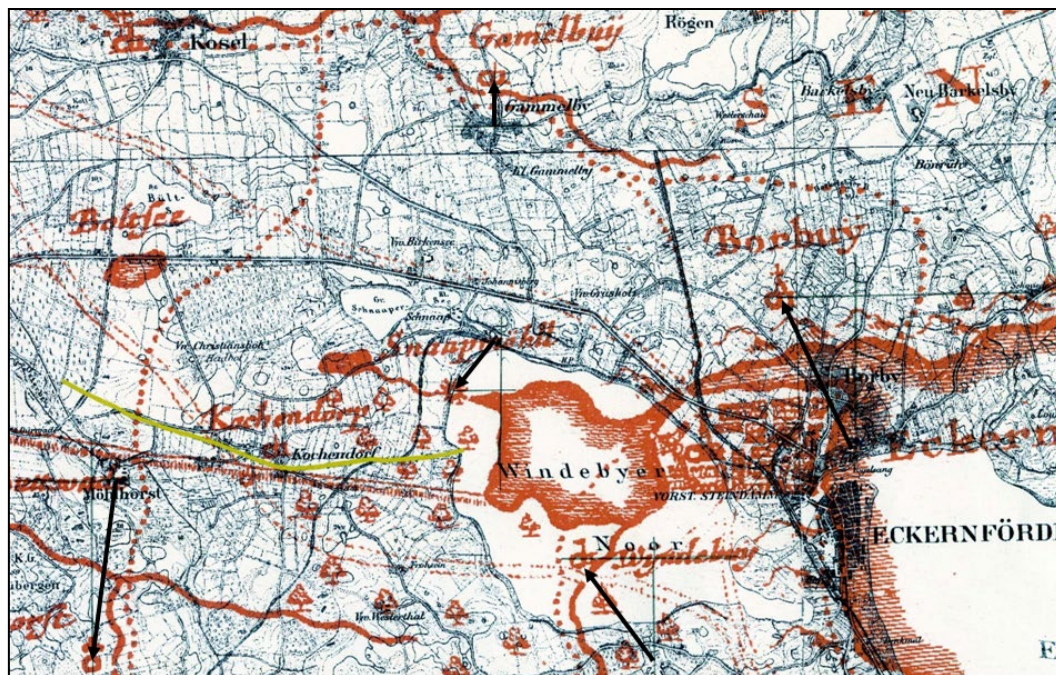


Abb. 154: Ausschnitt aus der georeferenzierten Mejer-,Charte vom Südertheil des Amptes Gottorf“ (1651), unterlegt mit einem Ausschnitt aus dem Kartenblatt Hütten der Königl. Preuss. Landes-Aufnahme 1877, herausgegeben 1879 mit dem östlichen Ende des Osterwalls zwischen Dürwade und dem Windebyer Noor bei Eckernförde. Die Georeferenzierung wurde freundlicherweise von Frau Dipl. Geogr. Karin Göbel/ ALMusS-H durchgeführt (Maßstab $\approx 1: 79.400$).

Anlage 2 zu Abb. 82: Bodenkundliche Kartierung des Schnaaper Binnensanders mit der Lage und Numerierung der Einschlüsse für die Rasterkartierung und Beschreibung der Bodenhorizonte
(Quelle HEIBACH, Anhang XXV – XXXIV)

Aufnahmebögen aus der Rasterkartierung

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
1	12.05.2012	54°28,961 N	10°07,298 O	X _e X _e /N 2	H/O	F/MW	ogRQn
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol		Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen	
-80		jAh		mS	h3		
-130		Bv		mS _{gs}	h2		
> -300		Cv		mS _{gs}	h1		

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
2	12.05.2012	54°28,944 N	09°44,589 O	G _e X _e /N 2	H/M	F/MW	ogRQn
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol		Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen	
-80		jAh		mS	h3		
-200		Bv		mS _{gs}	h2		
> -300		Cv		mS	h1		

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
3	12.05.2012	54°28,961 N	09°44,513 O	G _e X _e /N 1	H/U	F/MW	p2ogRQn
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol		Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen	
-30		jAeh		mS	h4		
-135		jAh		mS	h3		
-200		Bv		mS _{gs}	h1		
> -300		Cv		mS _{gs}	h1		

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
4	12.05.2012	54°28,959 N	09°44,490 O	G _e X _e /N 0.1	H/U	F/MW	p2ogRQn
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol		Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen	
-30		jAeh		mS	h4		
-110		jAh		mS	h3		
-135		jAh+Bv		mS	h3		
-260		Bv		mS _{gs}	h1		
-295		Cv		fS _{ms}	h1		
> -300		C		mS	h1		

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
5	12.05.2012	54°28,969 N	09°44,454 O	G _e G _e /N 0.1	H/M	A/GE	pv ₁₁ BBh ¹
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol		Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen	
-20		Ap		mS	h3		
-40		Ah		mS	h3		
-85		Bv+Ah		fS _{ms}	h3		
-125		Bsv		fS _{ms}	h1		
-165		Cv1		mS _{gs}	h1		
-200		Cv2		fS	h1		
-220		Cv3		mS	h1		
> -300		C		mS _{gs}	h1		

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
6	15.05.2012	54°28,951 N	09°44,639 O	G,G/N 0.1	H/O	F/MW	mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+7		L					
+2		Of					
-40		Ah	mS	h5			
-55		Bv+Ah	mSgs	h3			
-100		Bv	gSms	h1			
-120		Cv1	gSms	h1			
-175		Cv2	mS	h1			
-200		Cv3	mSfs	h1			
-275		Cv4	mS	h1			
> -300		C	mSfs	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
7	15.05.2012	54°28,958 N	09°44,591 O	G,G/N 0.1	H/O	F/NW	mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+9		L					
+3		Of					
-30		Ah	mS	h3			
-40		Bv+Ah	mS	h2			
-80		Bv	mSgs	h1			
-90		Cv1	mS	h1			
-100		Cv2	mSgs	h1			
> -200		C	mS	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
8	15.05.2012	54°28,968 N	09°44,554 O	G,V/N 1	H/O	F/MW	p2mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+7		L					
+3		Of					
-20		Aeh	mS	h3			
-55		Ah	mS	h3			
-80		Bv	mS	h1			
-120		Cv1	mS	h1			
-160		Cv2	mSgs	h1			
> -200		C	mSfs	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
9	15.05.2012	54°28,987 N	09°44,514 O	G,G/N 0.1	H/M	F/MW	mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+7		L					
+3		Of					
-30		Ah	Su3	h3			
-50		Bv+Ah	Su3	h2			
-80		Bv1	mS	h1			
-110		Bv2	mSgs	h1			
> -200		Cv	IS	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
10	24.05.2012	54°29,014 N	09°44,468 O	G,G/N 0.1	H/M	F/LW	p2mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+2		L					
+1		Of					
-30		Aeh	mS	h3			
-40		Ah	mS	h3			
-60		Bv+Ah	mS	h2			
-90		Bv	mSfs	h1			
> -200		Cv	mS	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
11	15.05.2012	54°29,023 N	09°44,506 O	G,G/N 0.1	H/M	F/LW	p2mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+5		L					
+3		Of					
+1		Oh					
-65		Ah	Su3	h4			
-85		Bv	Su4	h2			
-100		Bev	mSfs	h1			
-130		Cv1	mS	h1			
-250		Cv2	mSgs	h1			
-275		Cv3	Uu	h1			
> -300		C	mS	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
12	15.05.2012	54°29,014 N	09°44,537 O	G,G/N 1	H/U	F/LW	mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+5		L					
+2		Of					
-60		Ah	Su3	h3			
-80		Bv	Su4	h1			
-175		Cv1	mSgs	h1			
-200		Cv2	fSms	h1			
-260		Cv3	mSgs	h1			
> -300		C	fSms	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
13	15.05.2012	54°29,004 N	09°44,585 O	G,G/N 1	H/M	F/LW	p2mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+7		L					
+3		Of					
+1		Oh					
-20		Aeh	mS	h4			
-35		Ah	mS	h4			
-90		Bev	mSgs	h1			
> -200		Cv	mS	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
14	15.05.2012	54°28,972 N	09°44,607 O	G,G/N 0.1	H/O	F/LW	mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+6		L					
+3		Of					
+1		Oh					
-50		Ah	mS	h4			
-105		Bv	mSgs	h1			
-135		Cv1	mSgs	h1			
-245		Cv2	mS	h1			
-275		Cv3	mS	h1			
> -300		C	mSgs	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
15	15.05.2012	54°28,959 N	09°44,659 O	G,G/N 0.1	H/O	F/LW	p2mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+5		L					
+2		Of					
-45		Ah	Su3	h3			
-70		Bsv	Su3	h1			
-110		Bv	mSgs	h1			
> -200		Cv	mS	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
16	24.05.2012	54°29,050 N	09°44,507 O	G,G/N 0.1	H/O	F/LW	p2mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+3		L					
+1		Of					
-20		Aeh	mS	h3			
-45		Ah	mS	h3			
-85		Bv	mSgs	h1			
-160		Cv1	mS	h1			
> -200		Cv2	fSms	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
17	24.05.2012	54°29,040 N	09°44,561 O	G,G/N 0.1	H/U	F/LW	mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+4		L					
+1		Of					
-30		Ah	mS	h4			
-60		Bv+Ah	Su3	h3			
-85		Bv	mS	h1			
-280		Cv	mSfs	h1			
> -300		C	fSms	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
18	24.05.2012	54°29,018 N	09°44,597 O	G,G/N 0.1	H/O	F/LW	p2mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+6		L					
+3		Of					
+1		Oh					
-10		Aeh	mS	h4			
-45		Ah	mS	h3			
-65		Bv	mSgs	h1			
-80		Cv1	mS	h1			
-90		Cv2	mSgs + X	h1			
-100		Cv3	fSms	h1			
-180		Cv4	mSgs + X	h1			
> -200		C	mSgs + X	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
19	24.05.2012	54°29,016 N	09°44,653 O	G,G/N 0.1	H/O	F/LW	mo ⁿ BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+7		L					
+4		Of					
+1		Oh					
-30		Ah	mS	h4			
-50		Bv+Ah	Su2	h2			
-70		Bv	mSgs	h1			
-100		Cv	mS	h1			
> -200		C	mSgs	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
20	24.05.2012	54°28,998 N	09°44,681 O	G,G/N 0.1	H/O	F/LW	mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+3		L					
+1		Of					
-40		Ah	mS	h3			
-55		Bv+Ah	mS	h3			
-75		Bv	mSgs	h3			
-95		Cv1	mSfs	h1			
-180		Cv2	mS	h1			
> -300		C	mSfs	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
21	25.05.2012	54°29,038 N	09°44,671 O	G,G/N 0.2	H/O	F/LW	p2mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+7		L					
+4		Of					
-10		Aeh	mS	h3			
-40		Ah	mS	h3			
-50		Bv+Ah	mS	h2			
-90		Bv	mS	h1			
-100		Cv1	mSfs	h1			
-130		Cv2	mSgs	h1			
-140		Cv3	mS	h1			
-160		Cv4	mSgs	h1			
> -200		C	mSfs	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
22	25.05.2012	54°29,047 N	09°44,639 O	G,G/N 0.1	H/F	F/LW	p2mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+5		L					
+2		Of					
-10		Aeh	mS	h4			
-55		Ah	mS	h4			
-65		Bv+Ah	Su3	h2			
-150		Bv	mSgs	h1			
-190		Cv1	mSfs	h1			
-280		Cv2	mSgs	h1			
> -300		C	mSgs	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
23	25.05.2012	54°29,045 N	09°44,578 O	G,G/N 0.1	H/F	F/MW	p3mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+5		L					
+2		Of					
-15		Ahe	mS	h3			
-50		Ah	mS	h3			
-65		Bv+Ah	Su3	h2			
-90		Bvs	mSgs	h1			
-150		Bsv	mS	h1			
> -300		Cv	mSfs	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
24	25.05.2012	54°29,078 N	09°44,548 O	G,G/N 0.1	H/M	F/LW	p2mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+4		L					
+2		Of					
-10		Aeh	mS	h3			
-50		Ah	mS	h3			
-80		Bv	mS	h1			
-160		Cv1	mS	h1			
-195		Cv2	mS	h1			
-240		Cv3	mS	h1			
> -300		C	mS	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
25	25.05.2012	54°29,087 N	09°44,499 O	G,G/N 0.1	H/M	F/LW	p2mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+4		L					
+1		Of					
-40		Ah	mS	h4			
-75		Bv	Su3	h1			
-85		Bsv	mS	h1			
-180		Cv1	mSgs	h1			
-190		Cv2	fS	h1			
-215		Cv3	mS	h1			
> -300		C	mSfs	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
26	25.05.2012	54°29,113 N	09°44,513 O	G,G/N 0.1	H/F	F/LW	mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+3		L					
+2		Of					
-50		Ah	mS	h4			
-90		Bv	mS	h1			
-110		Cv1	mS	h1			
-120		Cv2	mSgs	h1			
-150		Cv3	mSgs	h1			
> -200		C	fSms	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
27	25.05.2012	54°29,096 N	09°44,585 O	G,G/N 0.1	H/M	F/MW	mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+4		L					
+1		Of					
-35		Ah	mS	h3			
-60		Bv+Ah	mS	h2			
-100		Bv	mS	h1			
-170		Cv	mS	h1			
> -200		C	Su4	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
28	25.05.2012	54°29,095 N	09°44,613 O	G,G/N 0	H/M	K/K	p2mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+3		L					
+1		Of					
-10		Aeh	mSfs	h3			
-50		Ah	mSfs	h3			
-100		Bv	mSgs	h1			
-160		Cv	mSgs	h1			
> -200		C	mSfs	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
29	28.05.2012	54°29,078 N	09°44,646 O	G,G/N 0.1	H/O	F/LW	mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+6		L					
+3		Of					
-40		Ah	mS	h4			
-70		Bv	mSgs	h1			
-190		Cv	fSms	h1			
> -200		C	mSgs	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
30	28.05.2012	54°29,069 N	09°44,648 O	G,V/N 0.2	H/O	F/LW	p2mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+5		L					
+3		Of					
-10		Aeh	mS	h4			
-60		Ah	mS	h4			
-90		Bv1	mS	h1			
-175		Bv2	mSgs	h1			
-195		Cv1	fSms	h1			
-260		Cv2	mSgs	h1			
> -300		C	fSms	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
31	28.05.2012	54°29,083 N	09°44,705 O	G,G/N 0.1	H/O	F/LW	p2mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+5		L					
+2		Of					
-40		Aeh	mS	h4			
-70		Ah	mS	h3			
-100		Bv	Su4	h1			
-170		Cv	mSgs	h1			
> -200		C	fSms	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
32	28.05.2012	54°29,102 N	09°44,670 O	G,G/N 0.2	H/O	F/LW	mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+7		L					
+4		Of					
-50		Ah	mS	h4			
-80		Bv	mSgs	h1			
-230		Cv	mSgs	h1			
> -300		C	fS	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
33	28.05.2012	54°29,132 N	09°44,634 O	G,G/N 0	T/T	F/LW	mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+5		L					
+2		Of					
-55		Aeh	mS	h3			
-80		Ah	gSms	h1			
-245		Bv	mSgs	h1			
> -300		C	fS	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
34	28.05.2012	54°29,126 N	09°44,589 O	G,G/N 0.1	H/F	F/LW	p3mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+3		L					
+1		Of					
-15		Ahe	mS	h3			
-45		Ah	mS	h3			
-55		Bv+Ah	mS	h2			
-160		Bv	mSgs	h1			
-200		Cv	mSgs	h1			
> -300		C	fSms	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
35	28.05.2012	54°29,150 N	09°44,550 O	G,G/N 0	T/T	F/LW	p2mo _n BBh ⁿ
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+5		L					
+2		Of					
-10		Aeh	mS	h4			
-50		Ah	mS	h4			
-70		Bv+Ah	mS	h2			
-130		Bv	mSgs	h1			
-180		Cv1	mS	h1			
-190		Cv2	fS	h1			
-215		Cv3	mS	h1			
-260		Cv4	mS	h1			
> -300		C	mS	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
36	28.05.2012	54°29,170 N	09°44,570 O	G,G/N 0.1	H/M	F/LW+BRR	p2mo _n BBh ⁺
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+6		L					
+2		Of					
-20		Aeh	mS	h4			
-50		Ah	mS	h3			
-90		Bv	mS	h2			
-165		Cv	mS _{gs}	h1			
> -200		C	mS	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
37	28.05.2012	54°29,154 N	09°44,617 O	G,G/N 0.1	H/M	F/LW+BRR	p2mo _n BBh ⁺
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+3		L					
+1		Of					
-25		Aeh	mSfs	h4			
-45		Ah	mSfs	h3			
-90		Bv	mS _{gs}	h1			
-110		Cv1	mS	h1			
-180		Cv2	mS _{gs}	h1			
> -200		C	mS	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
38	28.06.2012	54°29,141 N	09°44,655 O	G,G/N 0.1	H/M	F/LW+BRR	p2mo _n BBh ⁺
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+5		L					
+3		Of					
-15		Aeh	mS	h4			
-55		Ah	mS	h3			
-95		Bv	mgs	h1			
-170		Cv	mS	h1			
> -200		C	mSfs	h1			

Nr.	Datum	Position		Wölbung/ Neigung	Reliefformtyp/ Lage	Nutzung/ Vegetation	Bodentyp
39	28.06.2012	54°29,120 N	09°44,713 O	G,G/N 0.1	H/O	F/LW+BRR	p2mo _n BBh ⁺
Ober-/ Untergrenze		Horizontsymbol	Bodenart	Humusgehalt	Bemerkungen		
+5		L					
+3		Of					
-10		Aeh	mS	h3			
-45		Ah	mS	h3			
-80		Bv	mS _{gs}	h1			
-110		Cv	mS _{gs}	h1			
> -200		C	mS _{gs}	h1			

Anlage 3: Einsatz des Bodenscanners EM38 zu Abb. 115:

Ausgewählte Fahrtrassenabschnitte mit den Schnittpunkten mit der angenommenen Verlängerung des Kograbens auf der Fläche „Lausen“:

- Spalte 1: Zeitangaben im Sekundenabstand der Abstrahlung der elektromagnetischen Impulse zur Messung der EC-Werte auf den befahrenen Trassenabschnitten.
- Spalte 2 und 3: Lageangabe der Messpunkte mit GeoRef-Koordinaten.
- Spalte 4: Geländehöhe der Messpunkte.
- Spalte 5: EC-Werte/Electrical Conductivity/elektrische Bodenleitfähigkeitswerte) in den einzelnen Messpunkten.
- Spalte 6: Fahrgeschwindigkeit während der Messung der EC-Werte

Fahrtrassenabschnitt 1					
Datum 07.03.2013 Uhrzeit 1	Messpunkte Nordwert 2	Messpunkte Ostwert 3	Höhe der Messpunkte in m 4	EC- Werte 5	Geschw. Der Aufnahme in km 6
11:54:37.4	54.461826	9.473039	11,7	3,4	13,21
11:54:38.4	54.461857	9.473024	11,7	3,6	12,84
11:54:39.4	54.461891	9.473010	11,8	3,6	12,46
11:54:40.4	54.461922	9.472994	11,8	3,6	12,33
11:54:41.4	54.461952	9.472978	11,8	3,6	12,91
11:54:42.4	54.461979	9.472963	11,9	3,6	12,49
11:54:43.4	54.462009	9.472949	11,9	3,6	13,07
11:54:44.4	54.462044	9.472935	11,9	3,6	12,04
11:54:45.4	54.462074	9.472919	11,9	3,6	12,83
11:54:46.4	54.462112	9.472905	11,9	3,6	13,56
11:54:47.4	54.462143	9.472889	11,8	3,6	13,26
11:54:48.4	54.462177	9.472875	11,8	3,6	12,83
11:54:49.4	54.462200	9.472858	11,8	3,6	13,25
11:54:50.4	54.462234	9.472844	11,8	3,6	13,42
	54.462245	9.472835	Schnittpunkt mit angenommener Kograben-trasse		
11:54:51.4	54.462265	9.472829	11,7	3,9	12,68
11:54:52.4	54.462296	9.472813	11,7	4	14,16
11:54:53.4	54.462334	9.472795	11,6	4	15,28
11:54:54.4	54.462368	9.472777	11,6	3,9	14,88
11:54:55.4	54.462410	9.472762	11,6	3,9	14,78
11:54:56.4	54.462444	9.472744	11,5	3,7	15,57
11:54:57.4	54.462482	9.472725	11,6	3,7	15,25
11:54:58.4	54.462521	9.472708	11,6	3,7	14,71
11:54:59.4	54.462559	9.472691	11,8	4	13,72
11:55:00.4	54.462589	9.472674	11,8	3,9	13,83
11:55:01.4	54.462620	9.472660	11,8	3,7	13,49
11:55:02.4	54.462654	9.472644	11,9	3,6	14,34

Fahrtrassenabschnitt 2					
Datum 07.03.2013 Uhrzeit 1	Messpunkte Nordwert 2	Messpunkte Ostwert 3	Höhe der Messpunkte in m 4	EC- Werte 5	Geschw. Der Aufnahme in km/h 6

11:53:46.4	54.462673	9.472447	11,7	3,2	12,4
11:53:47.4	54.462639	9.472462	11,7	3,6	12,54
11:53:48.4	54.462608	9.472476	11,7	3,4	12,7
11:53:49.4	54.462582	9.472490	11,6	3,6	12,41
11:53:50.4	54.462551	9.472505	11,6	3,6	12,91
11:53:51.4	54.462521	9.472520	11,5	3,6	13,25
11:53:52.4	54.462482	9.472534	11,4	3,7	12,89
11:53:53.4	54.462463	9.472550	11,4	3,8	12,89
11:53:54.4	54.462425	9.472563	11,3	3,8	12,91
11:53:55.4	54.462391	9.472577	11,2	3,7	12,37
11:53:56.4	54.462368	9.472591	11,2	3,7	12,24
11:53:57.4	54.462334	9.472605	11,2	3,9	12,39
11:53:58.4	54.462303	9.472619	11,2	4	12,2
11:53:59.4	54.462276	9.472631	11,2	4,1	12,01
11:54:00.4	54.462246	9.472646	11,3	4,1	11,86
	54.462222	9.472659	Schnittpunkt mit angenommener Kograbenrasse		
11:54:01.4	54.462219	9.472660	11,3	4,1	12,38
11:54:02.4	54.462189	9.472674	11,3	3,9	11,8
11:54:03.4	54.462162	9.472691	11,4	3,7	12,18
11:54:04.4	54.462132	9.472703	11,5	3,8	11,79
11:54:05.4	54.462112	9.472717	11,6	3,7	12,03
11:54:06.4	54.462074	9.472730	11,6	3,6	12,3
11:54:07.4	54.462044	9.472744	11,6	3,6	13,25
11:54:08.4	54.462009	9.472758	11,7	3,6	12,86
11:54:09.4	54.461987	9.472773	11,7	3,6	12,66
11:54:10.4	54.461952	9.472787	11,7	3,6	12,18
11:54:11.4	54.461922	9.472798	11,6	3,6	12,35
11:54:12.4	54.461895	9.472813	11,7	3,6	12,2
11:54:13.4	54.461864	9.472829	11,6	3,6	11,91
11:54:14.4	54.461838	9.472844	11,7	3,6	12,51
11:54:15.4	54.461807	9.472860	11,7	3,6	12,89
11:54:16.4	54.461777	9.472875	11,7	3,6	11,56

Fahrtrassenabschnitt 3					
Datum 07.03.2013 Uhrzeit	Messpunkte Nordwert	Messpunkte Ostwert	Höhe der Messpunkte in m	EC- Werte	Geschw. der Aufnahme in km/h

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

11:50:39.4	54.461807	9.472345	11,8	3,6	16,09
11:50:40.4	54.461838	9.472328	11,8	3,6	16,15
11:50:41.4	54.461884	9.472309	11,7	3,6	16,03
11:50:42.4	54.461922	9.472290	11,7	3,7	16,49
11:50:43.4	54.461960	9.472272	11,6	3,7	16,5
11:50:44.4	54.462006	9.472252	11,5	3,8	16,86
11:50:45.4	54.462036	9.472236	11,4	3,9	12,6
11:50:46.4	54.462067	9.472219	11,4	3,8	14,87
11:50:47.4	54.462112	9.472200	11,5	4,1	14,37
11:50:48.4	54.462143	9.472181	11,4	4,1	15,12
	54.462162	9.472174	Schnittpunkt mit angenommener Kograbentrasse		
11:50:49.4	54.462181	9.472164	11,4	4	15,29
11:50:50.4	54.462215	9.472148	11,4	4	15,19
11:50:51.4	54.462246	9.472131	11,5	4,2	14,05
11:50:52.4	54.462292	9.472114	11,5	4	14,41
11:50:53.4	54.462322	9.472097	11,6	3,9	14,45
11:50:54.4	54.462360	9.472080	11,7	3,6	15,08
11:50:55.4	54.462391	9.472064	11,8	3,6	15,04
11:50:56.4	54.462425	9.472048	11,8	3,6	14,94
11:50:57.4	54.462467	9.472033	11,9	3,6	14,44

Fahrtrassenabschnitt 4					
Datum 07.03.2013 Uhrzeit 1	Messpunkte Nordwert 2	Messpunkte Ostwert 3	Höhe der Messpunkte in m 4	EC- Werte 5	Geschw. der Aufnahme in km/h 6

10:43:17.3	54.462532	9.471492	12,5	2,8	15,63
10:43:18.3	54.462494	9.471509	12,4	2,9	15,91
10:43:19.3	54.462448	9.471527	12,3	3,1	16,58
10:43:20.3	54.462410	9.471546	12,2	3	16,31
10:43:21.3	54.462379	9.471563	12,1	3,4	16,57
10:43:22.3	54.462334	9.471582	12	3,6	16,02
10:43:23.3	54.462296	9.471600	11,9	3,7	15,45
10:43:24.3	54.462257	9.471614	11,8	3,7	15,5
10:43:25.3	54.462219	9.471632	11,7	3,8	15,81
10:43:26.3	54.462181	9.471651	11,5	3,9	16,7
10:43:27.3	54.462143	9.471668	11,4	3,9	17,53
10:43:28.3	54.462101	9.471684	11,4	4	16,24
	54.462090	9.471689	Schnittpunkt mit angenommener Kograbentrasse		
10:43:29.3	54.462063	9.471702	11,4	3,9	16,08

10:43:30.3	54.462029	9.471719	11,3	3,9	15,82
10:43:31.3	54.461987	9.471735	11,3	3,9	16,05
10:43:32.3	54.461948	9.471754	11,3	3,9	16,57
10:43:33.3	54.461910	9.471773	11,4	4	16,81
10:43:34.3	54.461872	9.471790	11,6	3,7	15,68
10:43:35.3	54.461834	9.471808	11,8	3,6	15,56
10:43:36.3	54.461796	9.471826	11,9	3,6	15,94

Fahrtrassenabschnitt 5					
Datum 07.03.2013 Uhrzeit 1	Messpunkte Nordwert^ 2	Messpunkte Ostwert 3	Höhe der Messpunkte in m 4	EC- Werte 5	Geschw. der Aufnahme in km/h 6

10:37:30.3	54.462349	9.471066	11,9	3,2	18,87
10:37:31.3	54.462303	9.471087	11,9	3,1	18,51
10:37:32.3	54.462257	9.471107	11,8	3,1	19,58
10:37:33.3	54.462208	9.471125	11,7	3,4	18,66
10:37:34.3	54.462162	9.471146	11,6	3,5	19,03
10:37:35.3	54.462120	9.471166	11,5	3,6	19,16
10:37:36.3	54.462067	9.471185	11,4	3,6	19,23
10:37:37.3	54.462029	9.471204	11,4	3,6	18,86
	54.462027	9.471209	Schnittpunkt mit angenommener Kograbentrasse		
10:37:38.3	54.461979	9.471223	11,3	3,6	18,49
10:37:39.3	54.461941	9.471244	11,3	3,6	18,86
10:37:40.3	54.461891	9.471265	11,3	3,6	18,77
10:37:41.3	54.461853	9.471285	11,4	3,6	18,85
10:37:42.3	54.461800	9.471306	11,4	3,6	18,36
10:37:43.3	54.461758	9.471328	11,5	3,6	19,03
10:37:44.3	54.461712	9.471349	11,5	3,6	18,39
10:37:45.3	54.461662	9.471368	11,5	3,6	19,13
10:37:46.3	54.461624	9.471390	11,6	3,6	18,92
10:37:47.3	54.461571	9.471411	11,6	3,4	19,21
10:37:48.3	54.461521	9.471430	11,5	3,6	18,73
10:37:49.3	54.461483	9.471451	11,6	3,5	18,82

Fahrtrassenabschnitt 6					
Datum 07.03.2013 Uhrzeit 1	Messpunkt Nordwert 2	Messpunkt Ostwert 3	Höhe der Messpunkte in m 4	EC- Werte 5	Geschw. der Aufnahme in km/h 6

10:40:34.3	54.461647	9.471115	11,5	3,6	11,11
------------	-----------	----------	------	-----	-------

10:40:35.3	54.461681	9.471099	11,5	3,6	12,28
10:40:36.3	54.461704	9.471082	11,5	3,6	14,06
10:40:37.3	54.461739	9.471067	11,5	3,6	13,41
10:40:38.3	54.461769	9.471050	11,5	3,6	15,17
10:40:39.3	54.461807	9.471032	11,4	3,6	14,63
10:40:40.3	54.461838	9.471015	11,4	3,6	15,02
10:40:41.3	54.461884	9.470998	11,5	3,5	15,42
10:40:42.3	54.461914	9.470980	11,4	3,6	15,87
10:40:43.3	54.461952	9.470964	11,4	3,6	16,21
	54.461993	9.470959	Schnittpunkt mit angenommener Kograbentrasse		
10:40:44.3	54.461998	9.470946	11,4	3,6	16,32
10:40:45.3	54.462036	9.470931	11,5	3,6	16,02
10:40:46.3	54.462074	9.470913	11,5	3,6	15,94
10:40:47.3	54.462112	9.470894	11,6	3,6	14,87
10:40:48.3	54.462151	9.470877	11,7	3,6	16,05
10:40:49.3	54.462189	9.470860	11,8	3,6	15,76
10:40:50.3	54.462219	9.470845	11,9	3,6	15,14
10:40:51.3	54.462265	9.470827	11,9	3,2	14,77
10:40:52.3	54.462296	9.470812	12	3,4	14,83
10:40:53.3	54.462334	9.470798	12	3,1	13,98
10:40:54.3	54.462368	9.470781	12	3,3	14,21

Anlage 4: Penetrologger-Daten zu Abb. 118

von der Fläche „Erichsen/Ketelsen“ (KET) am Heideweg in Kurburg:
Messung des Eindringwiderstands des Bodens

Eijkelkamp Penetro Viewer Vs. 6.05

Serial number: = 32056704
Projectname: = 14052000
Username: = KET
Plotdate: = 20-05-14
Nr. of pen/plot: = 20
Nr of pen done: = 111
Cone type: = 1.0cm2/60deg
Penetrationspeed: = 2cm/s
Depth meas unit: = cm
Pressure means unit: = MPascal

PENETRATION DATA

Plot 001 bis 003 = Messreihen der Einstiche mit der Peilstange.

Plot 001.1 bis 001.20 = Anzahl der Penetrationen/Plots.

Pen/Penetration=Eindringvorgang mit der Peilstange bis zur Tiefe von ≈ 80 bis 82 cm.

Messreihe 1

31 Penetrationen

PLOT-001.1. (1) N54 27.737 E009 28.584 0 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2 0.2
0.2 0.3 0.3 0.4 0.4 1.6 1.6 1.6 1.7 1.8 1.8 1.7
1.7 1.6 1.8 2.4 2.4 2.5 2.8 2.8 2.8 2.8 2.9 2.9
2.9 3.0 3.2 3.1 3.1 3.1 3.1 3.1 3.1 3.1 2.7 2.7
2.6 2.6 2.7 2.7 2.6 2.6 1.3 1.3 1.3 1.3 1.3 1.3
1.3 1.3 1.3 1.3 1.7 1.7 1.7 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5
1.8 1.8 2.1 2.6 2.6 2.9 2.9 3.0 3.0 3.2 3.7 3.9
4.3 4.8 4.7

PLOT-001.2. (2) N54 27.740 E009 28.584 0 0.2 0.2 0.4 0.6 0.7 0.8
0.9 1.1 1.1 1.1 1.1 1.2 1.1 1.1 1.0 1.0 1.0 0.9
0.9 0.9 1.0 1.1 1.1 1.1 1.0 1.3 1.4 1.6 1.6 2.0
2.4 2.5 3.0 3.0 3.4 3.6 4.3 0.5 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1

PLOT-001.3. (3) N54 27.741 E009 28.584 0 0.3 0.3 0.4 0.6 0.6 0.7
0.8 0.8 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9 0.9 0.8 0.8 0.8
0.8 0.8 0.7 1.3 1.6 2.1 2.6 2.7 2.9 2.9 2.9 3.1
3.5 3.5 3.9 4.2 4.6 2.6 0.5 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1

	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1									
PLOT-001.4. (4) N54 27.741 E009 28.584	0	0.4	0.5	0.8	0.8	1.1	1.2					
	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.7	2.5	2.6	2.7	2.8	3.0
	3.4	3.4	3.2	3.1	3.3	3.5	3.6	3.4	3.7	3.8	4.0	4.0
	3.9	3.9	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	1.7
	1.7	1.7	1.9	1.9	3.0	3.8	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1									
PLOT-001.5. (5) N54 27.743 E009 28.585	0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4					
	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9
	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	1.0	1.1	1.4	1.5	1.7	1.8	1.9	2.2	2.2	2.2	2.3	2.5
	2.8	2.9	3.3	3.3	3.0	3.0	3.7	4.5	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1									
PLOT-001.6. (6) N54 27.745 E009 28.585	0	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	0.9					
	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2	1.2	1.0	0.9	1.0	0.9
	1.0	1.2	1.3	1.5	1.6	1.9	2.1	2.4	2.5	2.5	2.7	3.2
	3.2	3.3	3.3	3.4	3.8	4.0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1									
PLOT-001.7. (7) N54 27.747 E009 28.585	0	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8	0.8					
	0.8	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.4	1.7	1.8	2.1
	2.2	3.0	3.0	3.5	4.0	4.0	4.2	4.3	4.6	4.5	2.1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1									
PLOT-001.8. (8) N54 27.748 E009 28.585	0	0.3	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8					
	0.8	0.9	1.0	1.0	0.8	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	1.7	2.8	3.1	3.4	3.4
	3.3	3.4	4.0	4.1	4.3	4.5	4.8	2.3	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1									

PLOT-001.9. (9) N54 27.749 E009 28.586	0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.9	1.9	2.8	3.2	3.5
3.5	3.8	4.1	4.5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1									
PLOT-001.10. (10) N54 27.750 E009 28.586	0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	
0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	1.1	1.5	1.9
2.2	2.6	2.8	2.7	2.5	2.0	1.8	1.8	1.8	1.7	1.5	1.5
1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.4	1.5	1.5	1.6	2.0
2.5	3.0	3.6	3.9	4.2	4.7	5.2	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1								
PLOT-001.11. (11) N54 27.751 E009 28.586	0	0.2	0.4	0.5	0.6	0.6					
0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8
0.9	1.4	1.4	1.1	1.1	0.9	0.9	0.9	1.2	1.5	1.6	1.7
1.6	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.9	3.6	3.6	4.2	2.9
1.5	0.5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1								
PLOT-001.12. (12) N54 27.754 E009 28.587	0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.7					
0.9	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	0.9	1.4	1.4	1.6	1.7	1.7	1.9
2.5	3.0	3.1	3.4	3.6	3.8	4.1	4.2	4.4	4.5	4.5	4.5
4.6	4.1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1								
PLOT-001.13. (13) N54 27.755 E009 28.587	0	0.2	0.2	0.3	0.5	0.8					
1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8
0.8	0.8	0.9	1.1	1.2	1.5	2.0	2.1	2.3	2.3	2.9	3.1
3.2	3.3	3.7	0.7	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1								
PLOT-001.14. (14) N54 27.757 E009 28.587	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3					
0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7
0.7	0.7	0.7	1.1	1.1	1.0	1.0	1.2	1.4	1.7	2.4	2.5

	2.8	3.0	2.9	2.7	2.5	1.9	2.1	2.7	2.8	2.8	3.0	3.2
	3.3	3.4	3.3	3.2	2.9	2.8	2.7	2.5	2.5	2.5	1.9	1.9
	1.9	1.6	1.6	1.6	2.2	2.6	3.0	3.7	3.8	3.8	3.5	3.5
	3.2	3.2	3.2	3.2								
PLOT-001.15. (15) N54 27.758 E009 28.588							0	0.2	0.2	0.4	0.4	0.6
	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5
	0.5	0.6	0.7	0.8	1.1	1.4	1.9	2.2	2.4	2.4	2.4	2.3
	2.3	2.3	2.2	2.2	2.4	2.3	2.3	2.2	2.1	2.2	3.0	3.3
	3.5	3.8	2.7	2.0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1								
PLOT-001.16. (16) N54 27.758 E009 28.589							0	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7
	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.1
	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8
	1.8	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	2.1	2.1	2.1	2.4	2.6
	2.9	2.8	3.5	4.0	3.9	2.8	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1								
PLOT-001.17. (17) N54 27.760 E009 28.589							0	0.5	0.9	0.9	0.9	0.9
	0.9	0.8	0.9	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.4
	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.9	1.9
	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.7	1.8
	2.2	2.5	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.5
	4.3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1								
PLOT-001.18. (18) N54 27.761 E009 28.590							0	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.6	1.9	2.0	2.1	2.3	2.3	2.4
	2.5	2.5	2.7	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.1	2.8	2.5	2.5
	2.0	2.0	2.0	2.4	4.0	0.6	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1								
PLOT-001.19. /19) N54 27.763 E009 28.591							0	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3
	0.5	0.6	0.8	1.0	1.0	1.0	1.1	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4
	1.4	1.5	1.5	1.5	1.7	1.8	1.9	1.9	1.9	2.0	2.1	2.2
	2.4	2.4	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	1.8	1.8	1.6	1.6
	1.3	1.3	1.5	1.7	1.7	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	2.4	2.9
	2.9	2.9	3.2	3.4	4.0	0.4	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1								

PLOT-001.20. (20) N54 27.764 E009 28.591	0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4
0.6	0.7	1.0	1.3	1.3	1.3	1.1
1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3
1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2
1.1	1.0	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4
2.2	2.6	2.7	2.7	2.7	2.8	2.7
2.3	2.1	2.1	2.1	3.8	4.0	4.0
-1	-1	-1	-1			
PLOT-002.1. (21) N54 27.765 E009 28.593	0	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6
0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9
1.8	2.1	2.4	3.0	3.2	3.2	2.6
2.2	2.9	3.7	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1				
PLOT-002.2. (22) N54 27.766 E009 28.593	0	0.3	0.4	0.7	0.7	0.9
1.0	1.2	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5
1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8
2.0	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.4	2.3
3.8	3.8	4.0	4.4	4.5	4.5	4.0
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1				
PLOT-002.3. (23) N54 27.767 E009 28.594	0	0.4	0.4	0.7	0.8	0.9
1.1	1.2	1.4	1.4	1.2	1.3	1.3
1.6	1.6	1.6	1.7	2.0	2.3	2.4
2.4	2.3	2.3	2.2	2.1	2.1	2.3
2.3	2.3	2.2	2.3	2.9	3.2	3.9
4.7	4.9	5.1	4.8	3.6	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1				
PLOT-002.4.(24) N54 27.767 E009 28.594	0	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9
1.2	1.2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5
1.9	2.1	2.1	1.9	1.9	2.0	2.1
2.0	1.9	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7
1.6	1.6	1.8	1.8	1.9	2.2	2.5
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1				
PLOT-002.5. (25) N54 27.767 E009 28.594	0	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8
0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.2	1.2	1.5	1.5	2.0	2.1	2.4
2.2	2.3	2.3	2.2	2.2	2.0	2.6

	3.0	3.0	2.6	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.2	2.2
	2.2	2.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	2.1
	2.1	2.6	3.5	4.2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1									
PLOT-002.6. (26)N54 27.768 E009 28.594	0	0.2	0.3	0.5	0.5	0.5	0.4					
	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5
	0.6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	1.0	1.4	1.5	1.8	2.0	2.3
	2.3	2.3	3.1	3.5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1									
PLOT-002.7. (27) N54 27.768 E009 28.595	0	0.3	0.3	0.3	0.5	0.7	1.2					
	1.2	1.3	1.5	1.6	1.6	1.6	1.4	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0
	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	1.1	1.3	1.8	1.9	1.9
	1.9	1.9	2.0	2.0	2.3	2.2	2.1	2.5	2.7	3.4	3.4	3.6
	3.0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1									
PLOT-002.8. (28) N54 27.769 E009 28.595	0	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8					
	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9
	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.1	1.2	1.9	2.3	2.7
	3.1	3.2	3.5	3.6	3.8	3.9	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1									
PLOT-002.9. (29) N54 27.770 E009 28.595	0	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3					
	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4
	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.7	0.9	1.2	1.4	1.5	1.6
	2.0	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.8	2.9	2.9	3.2	3.2	3.5
	3.8	4.1	4.4	4.7	4.9	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1									
PLOT-002.10. (30) N54 27.771 E009 28.596		0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3					
	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
	0.4	0.4	0.6	0.9	0.9	1.1	1.1	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5
	1.6	1.6	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4	2.2	2.2	2.5	3.5	3.8
	3.8	4.3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1								

PLOT-002.11. (31) N54 27.772 E009 28.596	0	0.1	0.2	0.3	0.7	1.0
1.0	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3
1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	1.4
1.2	0.7	0.7	0.8	1.0	2.5	2.9
2.0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1			

Messreihe 2

37 Penetrationen

PLOT-002.12. (1) N54 27.744 E009 28.544	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8
0.9	1.0	1.1	1.4	1.8	1.8	2.2	4.0
2.6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1					

PLOT-002.13. (2) N54 27.745 E009 28.546	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	2.0
2.1	2.1	2.9	3.0	3.0	3.2	3.4	4.1
4.2	4.1	4.2	4.2	1.3	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1					

PLOT-002.14. (3) N54 27.746 E009 28.547	0	0.2	0.2	0.4	0.5	0.5	0.6
0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	1.0
0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8
0.9	1.1	1.1	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5
0.5	0.4	0.4	0.4	0.2	0.4	1.7	4.6
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1					

PLOT-002.15. (4) N54 27.747 E009 28.547	0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.5
0.8	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.3	1.2
1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1	1.3
1.4	1.3	1.3	0.9	0.8	0.8	0.9	2.0
2.3	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.3
3.9	3.9	3.9	4.0	4.4	4.4	4.4	4.2
3.1	3.7	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
3.5	3.5	3.6					

PLOT-002.16. (5) N54 27.749 E009 28.5470	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4						
0.4 0.4 0.3 0.3 0.3 0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4						
0.3 0.4 0.4 0.5 0.4 0.4	0.4	0.5	0.6	1.2	1.9	2.2						
2.5 2.5 2.8 2.8 2.8 2.8	2.9	3.2	3.7	3.8	3.9	3.8						
3.8 3.7 3.7 3.7 3.8 2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8						
2.8 2.8 2.8 2.8 2.8 2.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7						
1.7 1.7 1.7 1.7 1.7 1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7						
1.7 2.4 -1												
PLOT-002.17. (6) N54 27.750 E009 28.548 0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.8						
0.8 0.8 0.8 0.8 0.7 0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6						
0.6 0.7 1.0 1.0 1.6 1.7	1.9	2.0	2.1	2.2	3.4	3.4						
3.5 4.0 4.1 4.2 4.4 4.8	1.8	-1	-1	-1	-1	-1						
-1 -1 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
-1 -1 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
-1 -1 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
-1 -1 -1												
PLOT-002.18. (7) N54 27.753 E009 28.549 0	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5						
0.5 0.4 0.4 0.4 0.3 0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3						
0.4 0.4 0.4 0.5 0.5 0.4	0.4	0.5	0.9	1.2	1.4	1.4						
1.9 2.2 2.6 3.2 3.3 3.5	3.5	3.6	4.1	1.3	-1	-1						
-1 -1 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
-1 -1 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
-1 -1 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
-1 -1 -1												
PLOT-002.19. (8) N54 27.754 E009 28.550 0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3						
0.4 0.4 0.5 0.6 0.6 0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3						
0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3	0.3	2.7	2.8	2.8	2.9	3.1						
3.1 2.9 2.7 2.7 2.7 2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	1.4	1.4						
1.5 2.1 2.1 2.3 2.7 2.7	3.1	3.3	3.4	3.7	4.2	5.3						
5.3 0.5 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
-1 -1 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
-1 -1 -1												
PLOT-002.20. (9) N54 27.755 E009 28.552 0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4						
0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3						
0.3 0.3 0.3 0.4 0.5 0.7	0.7	0.5	0.5	0.7	0.7	1.4						
1.9 2.2 2.6 3.0 3.8 3.6	3.6	4.7	4.9	0.6	-1	-1						
-1 -1 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
-1 -1 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
-1 -1 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1						
-1 -1 -1												
PLOT-003.1. (10) N54 27.756 E009 28.552 0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2						
0.2 0.2 0.3 0.3 0.2 0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2						
0.2 0.2 0.3 0.3 0.3 0.2	0.3	0.3	1.0	1.0	1.0	0.8						
0.8 0.8 0.8 0.8 0.9 0.9	1.0	1.1	1.3	1.7	1.8	1.8						

1.7	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	1.9	1.8
2.0	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	3.4	3.8	4.2	4.2
4.2	4.2	3.6	3.7	3.7	3.7	4.1	4.3	4.5	5.0	1.3	-1
-1	-1	-1									
PLOT-003.2. (11) N54 27.756 E009 28.552 0						0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.9	0.8
0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5
0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	1.0	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9
0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	1.3
1.7	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4
1.3	1.5	2.0	2.3	2.4	2.5	2.8	3.1	3.3	3.6	3.6	3.7
3.7	-1	-1									
PLOT-002.17 (12) N54 27.756 E009 28.552						0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4
0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8
0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6
0.7	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4
1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.7	1.7	1.7	1.8	1.9	1.9	1.9
1.9	1.8	1.8	2.2	2.2	2.2	2.5	2.6	3.0	3.4	3.7	3.9
3.9	4.0	4.0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1								
PLOT-002.18.(13) N54 27.758 E009 28.552						0	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
0.5	0.6	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9	0.6	0.6	1.3	1.4	1.5
1.5	1.7	1.8	1.8	1.9	2.3	2.3	2.3	2.4	2.6	2.6	2.6
2.8	3.0	3.7	4.2	4.2	4.2	4.2	3.8	3.5	3.5	3.5	2.9
2.9	2.9	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	4.3	4.7	1.0	5.1	2.8
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1								
PLOT-002.19.(14) N54 27.758 E009 28.552						0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
0.3	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6
0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.7
2.0	2.2	2.1	2.1	2.3	2.6	2.7	2.8	3.0	3.2	3.8	3.6
3.6	4.1	4.2	4.0	3.7	3.6	3.6	3.9	4.4	2.4	1.4	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1								
PLOT-002.20.(15) N54 27.758 E009 28.553						0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5
0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5
0.5	0.4	0.6	1.0	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	2.0	2.1
2.1	2.1	2.1	1.9	2.3	2.5	2.6	2.5	2.3	2.1	1.9	2.0
2.0	1.9	1.7	2.1	2.7	3.4	3.4	3.4	3.1	2.8	2.8	2.8
2.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.0	2.0	2.6	4.4	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1								

PLOT-003.1	(16)	N54	27.759	E009	28.553	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.9	0.9	1.0
	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	1.2	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.4	1.2	0.9	0.9	1.0
	1.0	1.1	1.1	1.2	1.4	1.5	1.4	1.1	0.9	0.9	0.9
	1.5	2.4	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.2	3.3	3.3	3.4
	3.5	3.5	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
	3.3	3.5	3.7	3.8							
PLOT-003.2.	(17)	N54	27.760	E009	28.554	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
	0.5	0.5	0.5	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7	2.6
	3.0	3.0	3.2	3.4	3.5	3.4	3.4	3.1	3.1	3.1	3.2
	4.1	4.5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1								
PLOT-003.3	(18)	N54	27.760	E009	28.554	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.7	0.6	1.2	1.2	1.6	1.5	1.5
	1.5	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.3
	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	3.6	3.6	2.9	2.5	2.5	2.5
	3.4	3.9	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.9	4.2	4.2	4.3
	4.2	4.4	4.4	4.8	1.4	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1								
PLOT-003.4	(19)	N54	27.760	E009	28.554	0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.8	0.9	0.9	0.9
	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	1.1	1.1	1.1	1.2	1.3
	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.8	4.2	3.9	3.8
	4.0	4.0	4.1	4.2	4.7	0.6	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1								
PLOT-003.5	(20)	N54	27.761	E009	28.555	0	0.2	0.2	0.3	0.5	0.5
	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5
	0.5	0.4	0.5	0.6	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3
	1.8	1.8	1.8	1.9	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4
	2.7	3.0	3.4	3.5	3.6	4.0	4.1	4.1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1								
PLOT-003.6	(21)	N54	27.761	E009	28.554	0	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7
	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1
	1.3	1.5	1.8	2.2	2.5	2.4	2.4	2.8	3.0	3.1	3.4

	3.3	2.9	3.0	2.7	2.7	2.7	3.0	3.0	3.2	3.2	3.2	3.2
	3.2	3.3	3.3	3.2	3.2	3.7	3.5	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1									
PLOT-003.7 (22) N54 27.762 E009 28.556	0	0.2	0.3	0.4	0.6	0.6	0.6					
	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	0.8	0.8	0.8	0.8
	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1
	1.1	1.1	1.3	1.9	2.9	3.2	3.2	3.2	3.8	4.6	0.8	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1									
PLOT-003.8 (23) N54 27.763 E009 28.554	0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6					
	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6
	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1.2	1.5	1.6
	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	2.3	3.1	3.3	3.4	3.5	3.5	3.2
	3.0	3.2	4.3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1									
PLOT-003.9 (24) N54 27.764 E009 28.553	0	0.3	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8					
	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8
	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7
	1.7	1.7	1.8	1.7	1.9	2.1	2.9	3.0	3.2	3.4	3.4	3.4
	3.4	3.8	4.1	4.8	4.8	5.0	4.0	4.0	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1									
PLOT-003.10 (25) N54 27.765 E009 28.552		0	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5					
	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4
	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.7	0.9	1.2	1.4	1.4	1.4	1.5
	1.5	1.7	2.1	2.6	3.0	3.4	3.5	3.4	3.0	3.0	3.0	2.2
	2.2	2.2	2.2	1.6	1.6	1.6	1.6	1.8	2.0	2.8	3.1	3.3
	3.4	3.4	3.4	3.4	3.2	3.2	3.1	3.1	2.9	2.9	3.0	3.4
	4.1	4.8	0.7	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1								
PLOT-003.11 (26) N54 27.765 E009 28.552		0	0.5	0.7	0.7	0.8	0.8					
	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.8
	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	1.3	1.6	1.7
	2.0	2.5	2.5	2.5	2.9	2.8	2.6	2.6	2.8	2.8	2.8	2.5
	2.5	3.0	2.7	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.4	2.3	0.5	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1								

PLOT-003.12 (27) N54 27.766 E009 28.553	0	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7
0.9 0.8 0.6 0.7 0.7 0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9
0.9 0.9 0.9 0.9 0.7 0.7	0.6	0.7	0.8	1.5	1.6	1.5
1.5 1.4 1.3 1.2 1.1 1.0	1.1	1.1	1.2	1.6	1.6	1.5
1.2 1.2 0.9 0.9 0.8 0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7
0.6 0.8 1.0 1.0 0.9 0.9	1.1	1.3	1.4	1.6	2.0	2.0
2.0 1.7 1.7 1.7 1.3 1.3	1.1	1.8	3.4	-1	-1	-1
-1 -1 -1 -1						
PLOT-003.13 (28) N54 27.767 E009 28.554	0	0.2	0.2	0.4	0.4	0.6
0.6 0.6 0.6 0.7 0.7 0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
0.7 0.7 0.6 0.6 0.6 0.7	0.8	0.7	0.8	1.0	1.2	1.8
1.9 2.1 2.6 2.7 2.2 2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.8	1.8
1.8 1.8 1.6 1.6 1.6 1.8	2.9	3.8	0.5	-1	-1	-1
-1 -1 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1 -1 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1 -1 -1 -1						
PLOT-003.14 (29) N54 27.768 E009 28.555	0	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3
0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
0.4 0.4 0.5 0.5 0.5 0.4	0.5	0.8	1.0	1.8	2.0	2.1
2.1 2.2 2.2 2.3 2.3 2.1	2.0	1.8	1.7	1.9	1.9	1.9
1.9 2.0 2.0 1.9 2.0 2.2	2.2	2.4	2.9	3.3	3.8	3.8
4.0 4.0 4.0 4.1 4.1 4.2	4.1	4.0	3.7	3.6	4.0	4.6
-1 -1 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1 -1 -1 -1						
PLOT-003.15 (30) N54 27.770 E009 28.555	0	0.2	0.4	0.5	0.7	0.7
0.7 0.7 0.7 0.6 0.6 0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8
0.7 0.7 0.8 1.1 0.9 0.9	1.0	1.0	1.6	1.8	2.2	2.2
2.2 2.1 1.9 1.8 1.6 1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.9
2.3 3.1 3.2 3.2 3.2 3.6	3.6	3.8	3.9	4.1	4.2	4.4
2.9 -1 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1 -1 -1 -1 -1 -1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1 -1 -1 -1						
PLOT-003.16 (31) N54 27.770 E009 28.555	0	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
0.4 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4	0.5
0.5 0.5 0.3 0.3 0.4 0.7	1.4	1.5	1.3	1.4	1.4	1.6
1.8 1.7 1.7 1.9 2.1 2.5	2.6	2.5	2.5	2.4	1.9	1.7
1.5 1.5 1.2 1.2 1.0 1.0	0.8	0.9	1.4	1.8	1.8	1.7
1.8 1.9 2.1 2.1 2.0 1.8	1.8	1.6	1.7	1.7	1.9	2.3
2.4 2.2 2.1 2.1 2.1 2.1	2.3	2.6	2.6	2.4	2.4	2.0
2.0 2.0 2.0 2.4						
PLOT-003.17 (32) N54 27.771 E009 28.555	0	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4
0.4 0.5 0.5 0.5 0.4 0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
0.2 0.2 0.3 0.4 0.3 0.3	0.7	1.1	1.2	1.5	1.5	1.7
1.7 2.0 2.1 2.2 2.0 2.2	2.2	2.0	2.0	1.8	2.3	3.5

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1								
PLOT-003.18 (33) N54 27.771 E009 28.555						0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.8
1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.7	0.6	0.6	0.6
0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	1.1	1.4	1.5	1.8	1.9	2.0	2.1
2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.9	2.9	2.8	2.6	2.6	3.2
3.6	3.4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1								
PLOT-003.19 (34) N54 27.772 E009 28.555						0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4
0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	1.4	1.4	1.5
1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.9	1.7	1.4	1.4
1.5	1.8	2.1	2.1	2.0	1.6	1.6	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.4	3.4	3.4	3.4	2.7
2.7	2.7	2.2	2.6	3.9	0.6	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1								
PLOT-003.20 (35) N54 27.773 E009 28.555						0	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.7
1.0	1.3	1.6	1.9	1.9	2.0	1.9	2.0	2.1	2.2	2.4	2.4
2.6	3.1	3.5	3.7	3.7	3.8	4.2	2.3	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1								
PLOT-004.1 (36) N54 27.774 E009 28.555						0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6
0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1
1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6	1.6	1.8	1.8
2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.7	1.7	1.7	1.7	1.3	1.2
1.2	1.2	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	1.1	3.9	4.3	4.6
4.8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1									
PLOT-004.2 (37) N54 27.775 E009 28.556						0	0.2	0.2	0.2	0.6	0.7
1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0
1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6
1.7	1.8	1.8	1.7	1.8	1.9	1.8	1.6	1.6	1.7	1.8	2.5
2.1	2.5	2.5	2.5	2.4	4.0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1									

Messreihe 3

32 Penetrationen

PLOT-004.9 (1) N54 27.752 E009 28.489 0 0.3 0.4 0.5 0.5 0.5 0.7
0.8 0.9 0.8 0.8 0.8 0.7 0.7 0.6 0.8 0.8 0.8 0.7
0.7 0.7 0.5 0.5 0.6 0.6 0.7 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8
0.8 2.3 2.4 2.4 2.9 3.1 3.1 3.4 3.7 3.3 3.5 4.2
4.4 4.4 4.3 4.3 4.2 4.1 4.1 4.1 4.1 1.5 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1

PLOT-004.10 (2) N54 27.753 E009 28.489 0 0.2 0.3 0.6 0.8 1.0 0.9
0.9 0.7 0.7 0.7 0.6 0.6 0.6 0.6 0.7 0.7 0.7 0.8
0.8 0.6 0.6 0.6 0.6 0.7 0.7 0.7 0.8 1.0 1.3 1.3
1.4 1.4 1.5 1.5 1.8 2.1 2.6 3.1 3.2 3.4 3.4 3.2
3.1 3.1 3.1 3.0 3.0 3.2 3.8 4.8 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1

PLOT-004.11 (3) N54 27.753 E009 28.489 0 0.6 0.7 0.9 1.2 1.3 1.2
1.2 1.3 1.3 1.3 1.4 1.4 1.4 1.6 2.0 2.1 2.1 2.1
1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.0 1.0 1.0 0.9 0.9 1.3 1.3
1.8 2.7 3.2 3.5 3.5 3.5 3.4 3.1 3.1 3.1 2.8 3.1
3.2 3.1 3.1 3.1 3.1 3.7 4.2 4.5 4.6 4.7 3.7 4.9
-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1

PLOT-004.12 (4) N54 27.754 E009 28.489 0 0.5 0.6 0.8 1.3 1.5 1.5
1.5 1.3 1.2 1.2 0.8 0.8 0.8 1.0 1.1 1.0 1.0 1.0
0.9 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.7 0.7 1.2 1.4 1.5
1.5 1.3 1.9 2.8 2.9 2.9 2.8 2.7 2.5 2.7 2.8 3.1
3.1 3.4 3.6 3.9 3.9 3.8 4.0 4.5 4.8 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1

PLOT-004.13 (5) N54 27.754 E009 28.487 0 0.3 0.3 0.3 0.3 0.6 0.8
0.9 1.0 1.0 0.8 0.8 0.7 0.6 0.6 0.7 0.8 0.8 0.8
0.8 0.8 0.8 0.7 0.7 0.8 0.6 0.6 0.7 0.7 0.8 1.1
1.2 1.4 1.3 1.8 2.3 2.6 2.8 2.8 2.8 3.0 3.3 4.0
4.0 4.1 1.3 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1

PLOT-004.14 (6) N54 27.756 E009 28.488	0	0.5	0.7	1.0	1.1	1.1	1.1
0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7
0.7	0.8	1.0	0.9	0.9	0.9	1.3	1.4
2.8	2.9	2.9	3.1	3.4	3.3	3.5	3.7
4.8	3.3	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1					
PLOT-004.15 (7) N54 27.756 E009 28.489	0	0.3	0.4	0.9	1.2	1.2	1.2
1.0	0.9	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0
1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1	1.5
3.2	3.2	3.5	3.5	3.7	3.9	4.2	4.1
1.6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1					
PLOT-004.16 (8) N54 27.756 E009 28.488	0	0.3	0.5	0.5	0.7	0.7	0.8
1.1	1.5	1.5	1.4	1.4	1.0	1.0	1.0
0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8
1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.7
2.5	2.2	2.1	2.4	2.4	2.2	2.2	0.7
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1					
PLOT-004.17 (9) N54 27.757 E009 28.488	0	0.3	0.5	0.6	0.9	0.9	0.9
0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	1.0
1.4	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.4	1.4
2.3	2.3	2.6	4.4	4.4	4.3	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1					
PLOT-004.18 (10) N54 27.758 E009 28.487	0	0.3	0.3	0.3	0.8	0.8	
0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9
1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8
0.9	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.3	1.3
1.5	1.8	1.7	1.7	1.5	1.4	1.5	1.8
3.7	3.8	3.8	3.9	4.0	4.1	4.1	3.8
0.5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1				
PLOT-004.19 (11) N54 27.759 E009 28.487	0	0.6	0.6	1.4	1.5	1.5	
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.5	0.5
1.7	1.7	1.6	1.6	1.3	1.4	1.5	1.4
1.6	1.7	1.6	1.7	1.7	1.8	1.9	2.1

3.8	3.8	3.8	3.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.8	3.0	3.0	2.8	2.5	2.5
2.6	2.6	2.6	2.6								
PLOT-004.20 (12) N54 27.759 E009 28.487						0	0.3	0.3	0.6	0.7	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1	0.8
0.7	0.7	0.7	0.7	0.9	0.7	0.7	0.7	0.7	1.1	1.5	1.6
1.5	1.6	1.6	1.7	1.5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3
1.2	1.6	1.7	2.1	2.4	2.5	2.5	2.7	2.6	2.7	2.8	2.6
3.8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1								
PLOT-005.1 (13) N54 27.760 E009 28.487						0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6
0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	1.4	1.3	1.4
1.6	1.8	1.7	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5
1.4	1.8	2.0	2.6	2.9	3.1	3.8	3.8	4.1	4.5	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1									
PLOT-005.2 (14) N54 27.760 E009 28.486						0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
0.5	0.5	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
1.0	1.2	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	2.0	2.8
3.0	3.6	3.8	4.1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1									
PLOT-005.3 (15) N54 27.761 E009 28.486						0	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.7
0.7	0.7	0.5	0.5	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	1.1	1.2
1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7	1.9	2.4	3.5	1.1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1									
PLOT-005.4 (16) N54 27.762 E009 28.486						0	0.4	0.7	0.7	0.7	0.7
0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9
0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.9	1.3	1.4	1.6	1.6	1.6	1.9
1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.8	2.0
2.1	2.4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1									

PLOT-005.5 (17) N54 27.763 E009 28.485	0	0.5	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5
0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6
1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	2.1	2.1
2.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.9	3.3
4.7	4.7	4.4	1.9	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1					

PLOT-005.6 (18) N54 27.763 E009 28.484	0	0.2	0.2	0.5	0.6	0.6	0.6
0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8
1.1	1.1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9
0.8	0.9	1.0	1.1	1.4	1.6	1.7	1.9
2.0	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	2.1	2.4
4.3	4.7	4.8	4.8	3.6	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1					

PLOT-005.7 (19) N54 27.764 E009 28.484	0	0.4	0.6	0.8	0.8	0.7	0.9
1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7
0.6	0.7	0.8	1.1	1.4	1.4	1.4	1.5
1.5	1.6	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7
1.9	1.9	1.9	1.9	2.1	2.8	3.5	3.6
3.3	3.1	3.1	3.6	4.0	4.0	3.8	3.8
3.8	4.2	4.1	4.1	4.1	4.1	4.2	4.2
4.3	4.3	4.3					

PLOT-005.8 (20) N54 27.764 E009 28.482	0	0.5	0.5	0.9	1.2	1.2	1.0
1.0	1.0	0.9	0.8	0.9	0.7	0.7	0.7
0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
1.2	1.2	1.2	1.3	1.6	1.8	1.7	1.6
1.7	1.7	1.8	1.9	2.7	3.1	3.5	3.5
3.9	3.8	4.2	4.7	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1					

PLOT-005.9 (21) N54 27.765 E009 28.483	0	0.5	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0
0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9
0.7	0.8	1.1	1.2	1.2	1.1	0.9	0.9
1.2	1.3	2.0	2.7	2.8	3.1	3.4	3.9
4.2	4.4	4.6	5.0	5.2	4.9	5.0	5.0
5.5	5.5	5.7	5.3	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1					

PLOT-005.10 (22) N54 27.765 E009 28.483	0	0.4	0.4	0.4	0.8	0.8
0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7
0.6	0.6	0.7	0.7	1.0	1.1	1.1
1.6	1.7	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6

	2.3	2.3	2.7	2.8	3.4	4.0	4.2	4.2	4.3	4.5	4.5	4.5
	4.5	4.3	4.3	4.3	4.3	4.2	4.2	4.0	4.3	4.4	4.4	4.4
	4.7	5.0	5.1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1								
PLOT-005.11 (23) N54 27.766 E009 28.482							0	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5
	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.1	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4
	1.5	1.4	1.6	1.8	1.8	1.8	1.6	1.7	1.7	1.4	1.4	1.1
	1.1	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4
	3.4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1								
PLOT-005.12 (24) N54 27.766 E009 28.481							0	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5
	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.9	1.4	1.4	1.4	1.4
	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.1	1.2	1.2
	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.2	1.4
	2.3	2.5	2.4	2.9	3.2	3.2	3.4	3.6	3.8	3.9	3.7	3.4
	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.7	3.8	3.8	3.6
	3.6	3.8	3.9	3.9	3.9	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.2
	3.9	3.9	3.9	3.9								
PLOT-005.13 (25) N54 27.768 E009 28.481							0	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8
	0.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.8
	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	2.4	2.8	3.0	2.9	2.9	2.9	3.0
	3.8	3.8	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9	4.2	4.2	4.5	4.2	4.5
	4.6	3.2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1								
PLOT-005.14 (26) N54 27.768 E009 28.481							0	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6
	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6
	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2
	1.3	1.6	1.7	1.5	1.6	1.6	1.6	1.4	1.4	2.0	2.4	3.0
	2.6	2.6	3.0	3.0	3.8	3.8	4.3	4.3	4.4	4.7	5.1	5.1
	5.1	5.2	4.9	2.5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1								
PLOT-005.15 (27) N54 27.769 E009 28.480							0	0.4	0.5	0.5	0.7	0.6
	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5
	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1
	1.5	1.8	1.8	1.8	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.5	1.4
	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.4	1.3	1.3	1.6	1.6	1.6
	1.6	1.7	2.2	2.7	3.4	4.0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	-1	-1	-1	-1								

PLOT-005.16 (28) N54 27.770 E009 28.480	0	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7
0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6
0.6	0.6	0.6	0.6	1.1	1.4	1.4
1.3	1.8	2.2	2.4	2.4	2.3	2.1
3.1	3.3	3.4	3.4	3.3	3.5	3.5
3.6	3.6	3.6	3.6	3.8	4.0	4.2
3.8	3.3	3.8	3.9	3.8	3.8	3.4
-1	-1	-1	-1			
PLOT-005.17 (29) N54 27.770 E009 28.479	0	0.4	0.5	0.5	0.6	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6
0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.8	1.0
1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7
1.5	1.1	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9
2.4	2.5	2.6	2.9	3.0	3.3	3.7
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1			
PLOT-005.18 (30) N54 27.771 E009 28.480	0	0.3	0.5	0.6	0.6	0.6
0.7	0.8	0.8	0.8	0.6	0.7	0.8
0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	1.0
1.4	1.4	1.4	1.3	1.1	1.1	1.0
4.0	4.2	2.4	3.7	3.7	3.1	3.1
2.8	0.9	0.5	3.4	3.4	3.4	3.3
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1			
PLOT-005.19 (31) N54 27.773 E009 28.481	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4
0.5	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7
1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9
1.6	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	1.6
1.5	1.8	2.2	3.0	3.5	3.7	4.0
3.9	4.1	4.1	4.2	4.2	4.1	4.1
3.9	4.0	4.0	4.0	4.1	4.3	-1
-1	-1	-1	-1			
PLOT-005.20 (32) N54 27.772 E009 28.481	0	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7
0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8
0.9	0.7	1.7	1.7	1.8	1.9	2.1
1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	2.4
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1			

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt habe, die in der Dissertation angegeben sind. Alle wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Schriften angegebenen Textstellen sind als solche kenntlich gemacht. Durch Hochwasserschaden (2021) ist ein erheblicher Teil der Arbeitsunterlagen vernichtet worden, so dass Zitate zum Teil unvollständig sind.



Hans Bordemann .