

„Prähistorische Mensch-Umwelt-Interaktionen im Spiegel von
Kolluvien und Befundböden in zwei Löss-Altsiedellandschaften
mit unterschiedlicher Boden- und Kulturgeschichte
(Schwarzerderegion bei Halle/Saale und Parabraunerderegion
Niederrheinische Bucht)“

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von

Julia Gerz
aus Bendorf

Universität zu Köln
2017

Berichtersteller/in:

Fr. Prof. Dr. R. Gerlach

Hr. Prof. Dr. H. Brückner

Hr. Prof. Dr. F. Lehmkuhl

Tag der mündlichen Prüfung: 27.06.2016

Danksagung

Die vorliegende Dissertation wurde von der Stiftung zur Förderung der Archäologie im Rheinischen Braunkohlenrevier (Stiftungsprojekt Nr. 250) gefördert und maßgeblich durch das LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland (LVR-ABR) und das Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt (LDA) unterstützt. Vielen Dank dafür.

Ein großer Dank geht an Prof. Dr. Renate Gerlach (LVR-ABR, Universität zu Köln), die das Thema dieser Arbeit angeregt hat. Sie hat mir immer den Freiraum und das Vertrauen gegeben eigene Ideen zu entwickeln und stand mir stets in allen Situationen engagiert mit Rat und Tat zur Seite.

Ein weiterer großer Dank gilt Prof. Dr. Frank Lehmkuhl (RWTH Aachen) für die fachliche Unterstützung meiner Dissertation und die Möglichkeit, mich in die geochemische und sedimentologische Analytik einzuarbeiten. Dazu gehörten auch die Nutzung des Labors und die mannigfaltige Unterstützung durch seine Arbeitsgruppe sowie die gute Zusammenarbeit mit seiner „rheinischen“ Doktorandengruppe (Dr. Carolin Schmidt-Wygasch, Dr. Melanie dos Santos Mendes und Dr. Jens Protze).

Prof. Dr. Helmut Brückner danke ich sehr für die intensive fachliche Unterstützung durch das Cologne Luminescence Laboratory (CLL) am Geographischen Institut der Universität zu Köln. Hier konnte ich die OSL-Messungen durchführen sowie Methodik und Ergebnisse mit seiner Arbeitsgruppe (Dr. Alexandra Hilgers, Dr. Daniela Hülle, Dr. Anja Zander und M.Sc. Geogr. Christoph Burow) intensiv diskutieren. Eine befristete Anstellung im Labor half mir überdies in der Endphase der Dissertation bei der Sicherung meines Lebensunterhaltes.

Die freundliche Aufnahme und die gute Zusammenarbeit sowohl mit dem physisch-geographischen Labor, Geographisches Institut, Lehrstuhl für Geographie und Geoökologie an der RWTH Aachen als auch mit dem Cologne Luminescence Laboratory (CLL) an der Universität zu Köln haben mir die Erstellung meiner Dissertation sehr erleichtert.

Bedanken möchte ich mich weiterhin herzlichst bei

Dr. Matthias Becker und Dr. Susanne Friederich (LDA) für die fachliche Unterstützung sowie die Möglichkeit auf den archäologischen Grabungen in Sachsen-Anhalt uneingeschränkt arbeiten zu können.

Dr. Mechthild Klamm (LDA) für die vielen hilfreichen Tipps, Ideen und das Fachwissen, sowie die „seelische und moralische Unterstützung“ im Gelände.

Dr. Monika Hellmund (LDA) für die pollenanalytischen Untersuchungen der Proben aus Sachsen-Anhalt.

Dr. Ralf Schwarz (LDA) für die geduldige Hilfe bei der Erstellung der archäologischen Chronologie.

Den Archäologinnen und Archäologen auf den Grabungen in Sachsen-Anhalt, stellvertretend vor allem Robert Ganslmeier, Verena Hoffmann, Helge Jarecki, Beate Leintaler, Hanfried Schmidt und Thorsten Schunke sowie deren Grabungsteams für die vielen helfenden Hände im Gelände, spannende Diskussionen und das meiner Arbeit gegenüber gebrachte Interesse.

Hendrik Helbig, Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, für die Überlassung der Daten aus Quedlinburg.

Dr. Alexandra Hilgers und Dr. Daniela Hülle (Universität zu Köln, OSL-Datierungen), Dr. Martin Kehl (Universität zu Köln, Mikromorphologie), Dr. Elisabeth Schnepf (Montanuniversität Leoben, Archäomagnetik), Dr. Jutta Meurers-Balke und Dr. Tanja Zerl (Universität zu Köln/Universität Frankfurt, Archäobotanik), Udo Geilenbrügge (LVR-ABR, Außenstelle Titz, Archäologie) für die fachliche Unterstützung und die Überlassung der Ergebnisse aus dem Stiftungsprojekt 246, die in diese Arbeit eingeflossen sind.

Marianne Dohms für die Betreuung und unermüdliche Unterstützung bei der Vorbereitung und Durchführung der Analytik im geochemischen Labor Geographisches Institut, Lehrstuhl für Geographie und Geoökologie an der RWTH Aachen.

Meinen Kolleginnen und Kollegen in den Geographischen Instituten der RWTH Aachen, der Universität zu Köln und im LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland, besonders Christoph Burow, Eileen Eckmeier, Peter Fischer, Franz Hartung, Alexandra Hilgers, Daniela Hülle, Reiner Lubberich, Jens Protze, Carolin Schmidt-Wygasch, Florian Steininger und Anja Zander, die mir unermüdlich in Gelände und Labor, mit ihrem Expertenwissen und auch freundschaftlich immer mit Rat und Tat zur Seite standen.

Allen meinen Freunden für die vielfältige Unterstützung während der ganzen Zeit, vor allem bei Andreas, Christian, Flo, Guido, Katharina, Lena (für die *perfekte Hilfe* ;-), Nele und Sarah für PC-Tuning, konstruktive Kritik und Korrekturlesen.

Meinen Eltern und meinem Freund, dass ihr immer an mich geglaubt und mich vorbehaltlos in allen Lebenslagen unterstützt habt.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis.....	VI
1 Holozäner Landschaftswandel in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Regionen Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht	1
1.1 Mitteldeutsches Trockengebiet	2
1.2 Niederrheinische Bucht.....	4
1.3 Sedimentologie, Geochemie und Lumineszenzdatierungen in der Geoarchäologie	5
1.4 Zielsetzung der vorliegenden geoarchäologischen Untersuchungen.....	7
2 Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht – ein naturräumlicher Vergleich	9
2.1 Naturraum	9
2.2 Klima und Hydrologie.....	10
2.3 Geologie und Geomorphologie	12
2.4 Böden.....	15
2.5 Besiedlungsgeschichte	17
2.6 Charakterisierung der Untersuchungsgebiete	21
2.6.1 Oechlitz und Bad Lauchstädt, Querfurter Platte, südliches Sachsen-Anhalt	21
2.6.2 Profen, Weißenfelser Lösshügelland, südliches Sachsen-Anhalt.....	25
2.6.3 Osterweddingen, Magdeburger Börde, nördliches Sachsen-Anhalt	28
2.6.4 Inden-Pier, „Güldenbergr“, Niederrheinische Bucht, Nordrhein-Westfalen	30
3 Angewendete Methoden zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte	33
3.1 Sedimentologie und Geochemie.....	34
3.1.1 Probennahme für die Laboranalytik	35
3.1.2 Korngröße.....	36
3.1.3 pH-Wert	37
3.1.4 Kalkgehalt.....	37
3.1.5 Stickstoffgehalt und organischer Kohlenstoffgehalt	38
3.1.6 Bodenfarbe	38
3.1.7 Elementgehalte (Röntgenfluoreszenzanalyse).....	39
3.1.8 Auswertung und graphische Darstellungen.....	40
3.2 Optisch Stimulierte Lumineszenz	42
3.2.1 Probennahme im Gelände.....	42
3.2.2 Theoretische Grundlagen und Methodik der Lumineszenzdatierung.....	44
3.2.3 Bestimmung von Dosisleistung und Äquivalenzdosis	47

3.2.4	Interpretation der OSL-Datierungen an kolluvialen Ablagerungen.....	51
4	Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte	57
4.1	Sedimentologie und Geochemie.....	57
4.1.1	Oechlitz und Bad Lauchstädt.....	57
4.1.2	Profen	66
4.1.3	Osterweddingen.....	71
4.1.4	Inden-Pier, Güldenberg	75
4.1.5	Überregionaler Vergleich	80
4.2	Optisch Stimulierte Lumineszenz.....	90
5	Archäologische Befundverfüllungen im offsite-Kontext	93
5.1	„Zweiteilige“ Befundverfüllungen.....	95
5.2	„Einteilige“ Befundverfüllungen	102
5.3	„Verbraunungsschatten“ um archäologische Befunde.....	103
5.4	Archäologische „Rätsel“befunde	104
5.4.1	Grubenreihen.....	104
5.4.2	Schlitzgruben	110
6	Die holozäne Landschaftsgeschichte	117
6.1	... in Oechlitz und Bad Lauchstädt	117
6.2	... in Profen	129
6.3	... in Osterweddingen.....	132
6.4	... am Güldenberg, Inden-Pier	133
7	Schlussfolgerungen - Der Vergleich der holozänen Landschaftsgeschichte in Mitteldeutschem Trockengebiet und Niederrheinischer Bucht	137
7.1	Neolithikum (5500/5300-2200 v. Chr.).....	141
7.2	Bronze- und Eisenzeit (2200-750 v. Chr. und 750-60 v. Chr.)	144
7.3	Römische Kaiserzeit (60 v. Chr.-455 n. Chr.).....	148
7.4	Völkerwanderungszeit und frühes Mittelalter (~500-1050 n. Chr.)	150
7.5	Hoch-/Spätmittelalter und Neuzeit (1050-1500 n. Chr. und ab 1500 n. Chr.).....	150
7.6	Zusammenfassender Vergleich Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht 153	
8	Zusammenfassung	155
9	Abstract.....	159
10	Literatur.....	163

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1: Datierungen kolluvialer Ablagerungen im Mitteldeutschen Trockengebiet und angrenzender Gebiete	3
Abb. 2-1: a) Lage der Untersuchungsgebiete in Deutschland (IfL, 2003, S. 17), b) Landschaftsgliederung des Niederrheingebietes (Klostermann, 1992, S. 11) und c) des mitteldeutschen Lössgürtels mit der Lage der Untersuchungsgebiete (verändert nach Diemann, 1995, S. 7). Eine ausführliche naturräumliche Beschreibung aller Landschaftseinheiten befindet sich im Landschaftsprogramm Sachsen-Anhalt (Reichhoff et al., 2001).	10
Abb. 2-2: Klimakarten für die Niederrheinische Bucht: a) mittlere jährliche Temperaturverteilung, b) mittlere jährliche Niederschlagsverteilung (LANUV, 2016), für das Mitteldeutsche Trockengebiet: c) mittlere jährliche Temperaturverteilung (1960-1991), d) mittlere jährliche Niederschlagsverteilung (1960-91, PIK, 2009, S. 28-30).....	11
Abb. 2-3: Rheinisches und Mitteldeutsches Braunkohlenrevier in Deutschland (IfL, 2003, S. 54), Lage der untersuchten Tagebauvorfelder an den Rändern der regional ausgebildeten Bruchschollen in der Niederrheinischen Bucht (Klostermann, 1992, S. 184) und dem Mitteldeutschen Trockengebiet (verändert nach Diemann, 1995, S. 7)	13
Abb. 2-4: Verbreitung der Lösses in a) in Deutschland (IfL, 2003, S. 117), sowie im b) Niederrheingebiet (Klostermann und Thissen, 1995, S. 43) und c) in Mitteldeutschland (Diemann, 1995, S. 6)	14
Abb. 2-5: a) Schwarzerde, b) Braun-Schwarzerde, c) Parabraunerde-Schwarzerde (© LGRB), d) Parabraunerde auf Löss, e) gekappte Parabraunerde auf Löss, f) Schwarzerde-Pararendzina	16
Abb. 2-6: Neolithische Wanderungsbewegungen in Mitteleuropa (Gronenborn, 2006, S. 13)	17
Abb. 2-7: Kulturabfolge in der Niederrheinischen Bucht und im südlichen Mitteldeutschen Trockengebiet seit dem Neolithikum (freundl. mündl. Mitteilung Hr. Dr. Schwarz, LDA, sowie nach Cüppers und Rüger, 1985; Ickler, 2007; Joachim, 1998; 2007; Lenz, 1999; Meller, 2008; 2011; 2015; Richter, 1997; Schwarz, 2013; Weber, 2007; Zimmermann et al., 2005)	20
Abb. 2-8: Geologischer Untergrund der Querfurter Platte, a) geologischer Aufbau und Landschaftsgliederung der Querfurter Platte (Wagenbreth und Steiner, 1990, S. 77), b-c) rötlich verfüllte pleistozäne Eiskeile bei Oechlitz	22
Abb. 2-9: Ausschnitt der Bodenkarten für die Untersuchungsgebiete bei Oechlitz und Bad Lauchstädt, a) Übersicht der Bodenlandschaften in Sachsen-Anhalt, grau die Bodenlandschaften der tschernosembetonten Lösslandschaften (ausführliche Legende in Kainz et al., 1999), b) BUEK200 (Ad-hoc-AG Boden Staatl. Geol. Dienste & BGR, 1999), c-d) VBK50 (LAGB, 2005c)	22
Abb. 2-10: Ausschnitt Preußisches Urmesstischblatt (1868-1877), M 1:50000, Untersuchungsgebiete Oechlitz (SW) und Bad Lauchstädt (NO) (Staatsbibl. Berlin-Preuß. Kulturbesitz), landwirtschaftliche Nutzung der Hochflächen und Lage der Siedlungsgebiete in windgeschützten Tälern	23
Abb. 2-11: Luftbild mit Blick von Osten auf den Höhenrücken zwischen Oechlitz und Langeneichstädt (Foto: Schunke, 2009). Der Verlauf der ICE-Trasse folgt dem Höhenrücken in west-östlicher Richtung. Entlang des Südhanges entwässert der Oechlitzer Bach, am Nordhang die Dressel in die Stöbnitz am Osthang (Vordergrund).	23
Abb. 2-12: Untersuchungsgebiet bei Bad Lauchstädt, a) Blick Richtung Norden in das Tal der Laucha, b) die in westöstlicher Richtung fließt (die Baumreihe in beiden Fotos kennzeichnet den Verlauf), c) Die Profilaufnahme der Ablagerungen am Hangfuß der Aue erfolgte am Rande der Baugrube (weißer Pfeil).....	24
Abb. 2-13: Lage der Abbaufelder am Tagebau Profen, Ausschnitt TK50 (© GeoBasis-DE; LVermGeo, 2005).....	25
Abb. 2-14: Geologischer Untergrund bei Profen, a) schematischer geologischer Aufbau im Tagebau Profen (Wagenbreth und Steiner, 1990, S. 158), b) die grauen Fahnen zeigen Verwürgungen des Sediments als typische Strukturen eines Frostmusterbodens unterhalb des archäologischen Befundes	25
Abb. 2-15: Verbreitung der Böden um den Tagebau Profen a) Übersicht der Bodenlandschaften in Sachsen-Anhalt, grau die Bodenlandschaften der tschernosembetonten Lösslandschaften (ausführliche Legende in Kainz et al., 1999), b) BUEK200 (Ad-hoc-AG Boden Staatl. Geol. Dienste & BGR, 2005), c-d) VBK50 (LAGB, 2005b)	27
Abb. 2-16: Ausschnitt Preußisches Urmesstischblatt (1868-1877), M 1:50000, Braunkohleabbaugebiet Profen (Staatsbibl. Berlin-Preuß. Kulturbesitz), Siedlungsgebiete an Randgebieten der Auenbereiche von Rippach im Westen und Weißer Elster im Osten, sowie in den Trockentälern, landwirtschaftliche Nutzung der lössbedeckten Hochflächen mit fruchtbaren (Braun)-Schwarzerden	27

Abb. 2-17: Ausschnitt Magdeburger Börde a) Übersicht der Bodenlandschaften in Sachsen-Anhalt, grau die Bodenlandschaften der tschernosembetonten Lösslandschaften (ausführliche Legende in Kainz et al., 1999), b) BUEK200 (Ad-hoc-AG Boden Staatl. Geol. Dienste & BGR, 2008), c) VBK50 (LAGB, 2005a)	29
Abb. 2-18: Ausschnitt Preußisches Urmesstischblatt (1868-1877), M 1:25000, Osterweddingen, Magdeburger Börde (Staatsbibl. Berlin-Preuß. Kulturbesitz), Besiedlungsgebiete am Rande der Flussaue der Sülze, landwirtschaftliche Nutzung der fruchtbaren Löss-Schwarzerdeböden.....	29
Abb. 2-19: Lage des Untersuchungsgebiets bei Inden-Pier, Güldenbergl auf der a) Bodenkarte 1:50000 (GD NRW, 2008) und b) der historischen Karte von Tranchot (1806/07, Blatt 78 Jülich) (Geobasis NRW, 2015)	31
Abb. 3-1: Aktivitäts- und Stabilitäts-/Ruhephasen in der Sedimentation (nach Rohdenburg, 1970).....	35
Abb. 3-2: a) Probennahme am Profil, b) Rammkernsondierungen mit der Bohrraube, c) Probennahme aus der Bohrsonde	35
Abb. 3-3: Schematische Darstellung Farbklassifikationssysteme CIE-LAB und Munsell, Spektralbereich sichtbares Licht	39
Abb. 3-4: Beispiel a) „Tiefenfunktion“ und b) Gegenüberstellung geochemischer Parameter	41
Abb. 3-5: OSL-Datierung: Messprinzip, Probennahme und Messung im Labor.....	45
Abb. 3-6: Darstellung der Einflussfaktoren auf Äquivalenzdosis und Dosisleistung, schwarz: Einflussfaktoren werden in Berechnung berücksichtigt, grau: Einflussfaktoren fließen durch die individuelle Betrachtung der Eigenschaften während der Messung in das Ablagerungsalter und dessen Interpretation ein.....	46
Abb. 3-7: Kombiniertes Dose-Recovery-Vorheiztest am Beispiel der Probe PRK891201	48
Abb. 3-8: Vorbereitende Messungen und einzelne Messschritte SAR-Protokoll (Murray und Wintle, 2000; 2003) zur Datierung von Quarzen	49
Abb. 3-9: Residuale entstehen, wenn das bereits im Mineral gespeicherte Lumineszenzsignal aufgrund unzureichender Lichtverhältnisse in einem Teil der Sedimentkörner nicht vollständig gelöscht wird und als sog. Residual im Mineral erhalten bleibt, auf das sich bei anschließendem Lichtausschluss das Signal weiter akkumuliert (Gerlach und Hilgers, 2011, S. 33)	51
Abb. 3-10: Hypothetische Verteilungen verschieden belichteter Sedimente, a) Probe ist mit älterem Sediment durchmischt, b) heterogene breite Verteilung, und c) gut gebleichtes Sediment (nach Bateman et al., 2003, S. 1172) ..	53
Abb. 3-11: Darstellung von Abanico Plots anhand von Beispieldatensätzen für a) ein homogenes Sediment mit einer niedrigen Over-dispersion von 2 %, geringen Streuung und engen Verteilung der Werte, und b) ein heterogenes Sediment mit einer hohen Over-dispersion von 43 %, einer großen Streuung und Verteilung der D _e -Werte.....	53
Abb. 4-1: Korngrößenverteilung aller Profile in Oechlitz und Bad Lauchstädt im Vergleich, a) Ton- & Sandgehalte, b) Ton- & Schluffgehalte, oben: kolluviale Ablagerungen Hochfläche/Hang/Hangfuß, unten: in den Tälern abgelagerte Kolluvien.....	61
Abb. 4-2: Befundverfüllungen und Kolluvien in Oechlitz und Bad Lauchstädt im Vergleich, a) mittlere Kalkgehalte und b) mittlere organische Kohlenstoffgehalte.....	61
Abb. 4-3: Farbwerte der einzelnen Befundverfüllungen und Kolluvien in Oechlitz und Bad Lauchstädt im Vergleich, Gegenüberstellung der Helligkeit L* und dem a) Gelbwert b*, b) Rotwert a*, oben: kolluviale Ablagerungen Hochfläche/Hang/Hangfuß, unten: in den Tälern abgelagerte Kolluvien.....	62
Abb. 4-4: Elementgehalte der Befundverfüllungen und Kolluvien in Oechlitz und Bad Lauchstädt im Vergleich, a-c) Kalium-, Natrium- und Magnesiumoxid auf der X-Achse als Anzeiger für Verwitterungsprozesse sind leicht löslich und verwitterbar, Rubidium, Aluminium- und Titanoxid auf der Y-Achse als verwitterungsresistente Elemente, d) Titanoxid und Zirkon gelten als Anzeiger für die Herkunft der Sedimente, e) Eisen- und Manganoxid als Anzeiger für Redoxbedingungen im Boden; oben: kolluviale Ablagerungen Hochfläche/Hang/Hangfuß, unten: in den Tälern abgelagerte Kolluvien	65
Abb. 4-5: Korngrößenverteilung der Braun-Schwarzerdehorizonte, Befundverfüllungen und Kolluvien in Profen im Vergleich, a) Ton- & Sandgehalte, b) Ton- & Schluffgehalte.....	68
Abb. 4-6: Braun-Schwarzerdehorizonte, Befundverfüllungen und Kolluvien in Profen im Vergleich, a) mittlere Kalkgehalte und b) mittlere organische Kohlenstoffgehalte (keine Standardabweichung bei PDS1-4, da nur ein Wert)	68
Abb. 4-7: Farbwerte der Braun-Schwarzerdehorizonte, Befundverfüllungen und Kolluvien in Profen im Vergleich, Gegenüberstellung der Helligkeit L* und dem a) Gelbwert b*, b) Rotwert a*	69

Abb. 4-8: Elementgehalte der Braun-Schwarzerdehorizonte, Befundverfüllungen und Kolluvien in Profen im Vergleich, Erläuterungen zu a-e) siehe Abb. 4-4 Kap. 4.1.1.....	70
Abb. 4-9: Korngrößenverteilung der Schwarzerdehorizonte und Befundverfüllungen in Osterweddingen im Vergleich, a) Ton- & Sandgehalte, b) Ton- & Schluffgehalte	72
Abb. 4-10: Schwarzerdehorizonte und Befundverfüllungen in Osterweddingen im Vergleich, a) mittlere Kalkgehalte und b) mittlere organische Kohlenstoffgehalte.....	72
Abb. 4-11: Farbwerte der Schwarzerdehorizonte und Befundverfüllungen in Osterweddingen im Vergleich, Gegenüberstellung der Helligkeit L* und dem a) Gelbwert b*, b) Rotwert a*	73
Abb. 4-12: Elementgehalte der Schwarzerdehorizonte und Befundverfüllungen in Osterweddingen im Vergleich, Erläuterungen zu a-e) siehe Abb. 4-4 Kap. 4.1.1.....	74
Abb. 4-13: Korngrößenverteilung der Befundverfüllungen und Kolluvien am Güldenbergr, Inden/Pier im Vergleich, a) Ton- & Sandgehalte, b) Ton- & Schluffgehalte	77
Abb. 4-14: Befundverfüllungen und Kolluvien am Güldenbergr, Inden/Pier im Vergleich, a) mittlere Kalkgehalte, für WW2011/0048 St.1&2 wurde kein Kalkgehalt im Labor gemessen, und b) mittlere organische Kohlenstoffgehalte	77
Abb. 4-15: Farbwerte der Befundverfüllungen und Kolluvien am Güldenbergr, Inden/Pier im Vergleich, Gegenüberstellung der Helligkeit L* und dem a) Gelbwert b*, b) Rotwert a*	78
Abb. 4-16: Elementgehalte der Befundverfüllungen und Kolluvien am Güldenbergr, Inden/Pier im Vergleich, Erläuterungen zu a-e) siehe Abb. 4-4 Kap. 4.1.1.....	79
Abb. 4-17: Korngrößenverteilung im Löss, überregionaler Vergleich der gemittelten Werte mit Standardabweichung zwischen den a) Untersuchungsgebieten sowie den unterschiedlichen Reliefpositionen in b) Oechlitz, c) Profen, d) Inden-Pier.....	81
Abb. 4-18: Verhältnis zwischen a) dem Gelbwert b* und Rotwert a* und b) der Helligkeit L* und dem Gelbwert b* in den Lössen aus den unterschiedlichen Regionen in Sachsen-Anhalt und in der Niederrheinischen Bucht, c-d) gemittelte Farbwerte (L*, a*, b*) mit Standardabweichung pro Untersuchungsgebiet.....	82
Abb. 4-19: Gemittelte Kalkgehalte der Lössen aus den unterschiedlichen Regionen in Sachsen-Anhalt und in der Niederrheinischen Bucht	82
Abb. 4-20: Überregionaler Vergleich der Elementgehalte in den Lössen aus den unterschiedlichen Regionen in Sachsen-Anhalt und in der Niederrheinischen Bucht, Erläuterungen zu a-e) siehe Abb. 4-4 Kap. 4.1.1	83
Abb. 4-21: Überregionaler Vergleich der a) Korngrößenverteilung und b) durchschnittliche pH-Werte in den Bodenhorizonten, Befundverfüllungen und Kolluvien	85
Abb. 4-22: Überregionaler Vergleich der a) gemittelten Kalkgehalte und b) der gemittelten organischen Kohlenstoffgehalte in den Bodenhorizonten, Befundverfüllungen und Kolluvien.....	85
Abb. 4-23: Überregionaler Vergleich der Farbgebung in den Bodenhorizonten, Befundverfüllungen und Kolluvien der Untersuchungsgebiete, Verhältnis zwischen a) dem Gelbwert b* und Rotwert a* und b) der Helligkeit L* und dem Gelbwert b*, c-d) gemittelte Farbwerte (L*, a*, b*) pro Untersuchungsgebiet, e) Verhältnis zwischen Helligkeit L* und organischem Kohlenstoffgehalt (C _{org})	88
Abb. 4-24: Vergleich der Elementgehalte in den unterschiedlichen Untersuchungsgebieten, Erläuterungen zu a-e) siehe Abb. 4-4 Kap. 4.1.1	89
Abb. 4-25: a) Aufteilung der Werte der Over-dispersion (%) für die OSL-Proben der Mittelkornfraktion (40-63 µm) b) Gegenüberstellung der Lumineszenzalter und der Over-dispersion für die Kolluvien, Verfüllungen archäologischer Befunde und Lössablagerungen.....	92
Abb. 5-1: Vereinfachte Darstellung der Funktion eines archäologischen Befunds und dessen Funktionsverlust für den Menschen im kulturellen Kontext.....	94
Abb. 5-2: „Zweigeteilte“ Verfüllung archäologischer Befunde, Längs- und Querschnitte a-b) Gruben einer Grubenreihe, c) bronzezeitlicher Kreisgraben, d-e) Schlitzgruben, f) spätbronzezeitliche Grube, g) archäologischer Befund mit „einheitlicher“ Verfüllung; h-i) bronzezeitlicher Kreisgraben mit eingeflossener unterer Verfüllung, j) laminierte Verfüllung in einem Graben; teilweise sind „Verbraunungsschatten“ um die archäologischen Befunde zu erkennen	94
Abb. 5-3: Korngrößenverteilung a) von Sand und Ton, b) Schluff und Ton, c-f) Elementgehalte eines bronzezeitlichen Kreisgrabens (OKKGII) bei Oechlitz, die grauen Kreise zeigen die geschichteten unteren Befundverfüllungen, die in ihren Werten „zwischen“ denen aus dem Löss und der Schwarzerdeverfüllung liegen	96

Abb. 5-4: Erodierte Al-Horizonte (grau umrandet) am Gldenbergr bei Inden-Pier, Niederrheinische Bucht, als kolluviale Ablagerungen in den archäologischen Befunden, a) latnezeitliche Grube (WW134/56), b) Überschneidungsbereich mittellatne- und hallstattzeitlicher Graben (WW2011/0048 St. 2).....	97
Abb. 5-5: Vergleich der Verfüllungen zweier bronzezeitlicher Kreisgräben, Oechlitz, Abanico Plot der OSL-Datierung aus dem a) mittleren und b) obersten Kolluvium (OKKGI02 und OKKGI04), c-d) Zirkon- und Titanoxidgehalte der Verfüllungen (OKKGI-II)	98
Abb. 5-6: Aufzeichnung der quasi-natürlichen Verfüllung des künstlich angelegten Spitzgrabens, Butser Ancient Farm Project (Reynolds, 1985; Reynolds und Wyman, 1989).....	100
Abb. 5-7: Profilentwicklung des experimentell angelegten Erdwerks bei Overton Down während der quasi-natürlichen Verfüllung 1960-92 (Bell et al., 1996, S. 71/235)	100
Abb. 5-8: Dokumentation quasi-natürlicher Verfllvorgang Spitzgraben (1973-1980), Versuchsgelände Kinzweiler, Aldenhovener Platte, Rheinland (Boelicke et al., 1977, S. 543; Boelicke et al., 1981, S. 267/269/273/275)	101
Abb. 5-9: Schema der ersten Erosionsprozesse innerhalb eines Jahres nach der Konstruktion eines Befundes (nach Crabtree, 1971, S. 238)	101
Abb. 5-10: „Einteilige“ Grubenverfüllung (PRG8899) bei Profen a) Abanico Plot einer OSL-Datierung aus dem unteren Verfüllbereich und die Elementgehalte b) Kalium, Rubidium, c) Natrium, Aluminium, d) Magnesium, Titan	102
Abb. 5-11: a) Verbreitung der Grubenreihen in Sachsen und Sachsen-Anhalt (Nebelsick, 2007, S. 283), b-c) Beispiel für ein „Netz“ von Grubenreihen über den Oechlitzer Höhenrücken (Schunke, 2009)	105
Abb. 5-12: Vielfalt der Formen von Grubenreihen in den Untersuchungsgebieten Oechlitz und Profen, a-c) Ansichten im Planum, der Verlauf ist nicht immer geradlinig, d) Ansicht im Längsprofil, auch die Formenvielfalt und die unterschiedlichen Verfllweisen werden e-f) im Planum sowie g-l) im Querschnitt, in h) ist die Grubenreihe in einen bestehenden Graben eingetieft, und m-o) im Längsschnitt deutlich.....	105
Abb. 5-13: OSL-datierte Ablagerungsalter aus vier Gruben verschiedener Grubenreihen in Profen und Oechlitz	108
Abb. 5-14: „Jägerritzen“ in einem Ausschnitt des Sächsischen Meilenblatts von 1806 (Staatsbibl. Berlin-Preuß. Kulturbesitz) nördlich des Tagebaus Profen	110
Abb. 5-15: Schlitzgrube, a) schneidet bandkeramisches Wandgräbchen, Merzenich, Rheinland, b) wird von bronzezeitlicher Grube geschnitten, Prießnitz, Sachsen-Anhalt, c) Ansicht der Randscherbe aus einer Schlitzgrube bei Pulheim im Rheinland	111
Abb. 5-16: Ansicht der Verfüllung von Schlitzgruben aus a) Prießnitz/Sachsen-Anhalt im Längsschnitt und b) Profen/Sachsen-Anhalt im Querschnitt, c) Rommerskirchen/Rheinland und d) Pulheim/Rheinland mit kantigen verfüllten Aggregaten	112
Abb. 5-17: Vergleich der Radiokohlenstoffdatierungen und der potentiell mesolithisch-neolithischen Keramik mit den OSL-Datierungen aus den rheinischen und sachsen-anhaltinischen Schlitzgruben (Tabelle ergänzt nach Eckmeier, 2015, S. 73; Wessel, 2014)	115
Abb. 6-1: Bodenaufbau Kuppe Oechlitz	118
Abb. 6-2: Schematische Darstellung der Hangcatena am Südhang bei Oechlitz. Aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung des Hanges fehlt der Schwarzerdehorizont völlig und wurde bis in das Tal erodiert. Diese dunklen kolluvialen Ablagerungen weisen Mächtigkeiten von etwa 3 m auf. Der Oechlitzer Grund ist ein modernes künstlich angelegtes Fließgewässer, die kolluvialen Ablagerungen im Tal zeigen kaum hydromorphen Einfluss....	119
Abb. 6-3: Wandel der Landnutzung auf der Querfurter Platte im a) Hoch- und Spätmittelalter (15./16. Jh.) und b) Mitte des 18. Jahrhunderts (Arndt, 2002, S. 4/S. 6)	121
Abb. 6-4: Schematische Darstellung der Hangcatena am Nordhang bei Oechlitz. Der Pflughorizont von 25-55 cm belegt eine flächige landwirtschaftliche Nutzung des Gebietes vom Höhenrücken bis in die Talbereiche. Das belegt auch der auf Höhenrücken und Hang durchgängig fehlende Schwarzerdehorizont. Dieser liegt als kolluviale Ablagerung im Tal bis in 6 m Tiefe unter der heutigen Geländeoberfläche.....	122
Abb. 6-5: Schematische Darstellung einer Hangcatena nördlich von Querfurt mit typischen Erosions-/Akkumulationsraten für die Querfurter Platte (Schröder, 1995, S. 253)	123
Abb. 6-6: Farbgebung und organischer Kohlenstoffgehalt der kolluvialen Ablagerungen in den Dellen auf dem Höhenrücken und in den Tälern und Flussauen in Oechlitz und Bad Lauchstädt a) Helligkeit gegen Gelbwert, b) Helligkeit gegen organischen Kohlenstoffgehalt.....	125

Abb. 6-7: Schematische Darstellung vom Fuße des Osthangs bis in die Stöbnitzau bei Oechlitz. Die vier Rammkernsondierungen reichen bis in eine maximale Tiefe von 9 m. Die vom Hang abgelagerten Schwarzerdekolluvien mit Mächtigkeiten bis zu 2.3 m sind z. T. von weiteren kolluvialen Lössen aus dem Hang überdeckt.....	126
Abb. 6-8: Kolluviationsgeschichte im Bereich des Oechlitzer Höhenrückens ab dem Neolithikum bis in die Neuzeit (a-e) (Kartengrundlage TK50, © GeoBasis-DE; LVermGeo, 2005). Die rot markierten Flächen zeigen die einzelnen Erosionsflächen und deren qualitatives Ausmaß (nähere Erläuterung dazu im Text letzter Abschnitt S. 125)	127
Abb. 6-9: Vergleich der OSL-Datierungen aus den verschiedenen kolluvialen Ablagerungen und dem Löss aus den Untersuchungsgebieten Oechlitz, Bad Lauchstädt und Profen im südlichen Mitteldeutschen Trockengebiet (F = Früh-, M = Mittel-, S = Spät-, H = Hoch-).....	128
Abb. 6-10: Kolluviationsgeschichte bei Profen ab dem Neolithikum bis in die Neuzeit (a-f), (Kartengrundlage TK50, © GeoBasis-DE; LVermGeo, 2005). Die rot markierten Flächen zeigen die einzelnen Erosionsflächen und deren qualitatives Ausmaß (nähere Erläuterung dazu im Text letzter Abschnitt S. 130).....	131
Abb. 6-11: Kolluviationsgeschichte am Gldenbergr bei Inden-Pier ab dem Mesolithikum bis in die Neuzeit (a-f), (TK25; Geobasis NRW, 2008). Die rot markierten Flächen zeigen die einzelnen Erosionsflächen und deren qualitatives Ausmaß (nähere Erläuterung dazu im Text letzter Abschnitt S. 134).....	135
Abb. 6-12: Vergleich der OSL-Datierungen verschiedener kolluvialer Ablagerungen und dem Löss am Gldenbergr bei Inden-Pier, Niederrheinische Bucht (F = Früh-, M = Mittel-, J = Jung-, S = Spät-, E = End-, H = Hoch-)...	136
Abb. 7-1: OSL-Datierungen zur Kolluviationsgeschichte ab dem Holozän im Mitteldeutschen Trockengebiet (F = Früh-, M= Mittel-, S = Spät-, H = Hoch-)	138
Abb. 7-2: OSL-Datierungen zur Kolluviationsgeschichte aus der Niederrheinischen Bucht (F = Früh-, M = Mittel-, J = Jung-, S = Spät-, E = End-, H = Hoch-).....	139
Abb. 7-3: Vergleich der Kolluviationsphasen am Gldenbergr, Inden-Pier mit den von Schulz (2006), Fischer (2010) und Protze (2014) ausgewiesenen Bodenbildungs-, Stabilitäts- und Erosionsphasen in der Niederrheinischen Bucht (ergänzt nach Protze, 2014, S. 125, Band 1)	140
Abb. 8-1: Datierungen kolluvialer Ablagerungen im Mitteldeutschen Trockengebiet und angrenzender Gebiete	156
Fig. 9-1: OSL-dating of colluvial deposits in arid Central German Loess-Chernozem area and neighbouring areas	160

Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1: Auflistung der Profile und entnommenen Proben aus Sachsen-Anhalt sowie aus dem Rheinland (Stiftungsprojekt 246).....	34
Tab. 3.2: Anzahl und Art der Laboranalysen in den Untersuchungsgebieten in Sachsen-Anhalt und im Rheinland (Stiftungsprojekt 246)	36
Tab. 3.3: Korngrößenfraktionen	37
Tab. 3.4: Anzahl der entnommenen Proben für die Lumineszenzdatierung in den unterschiedlichen Untersuchungsgebieten in Sachsen-Anhalt und im Rheinland (Stiftungsprojekt 246)	43

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr	ha	Hektar
+/-a*	Rot-/Grünwert	HCl	Chlorwasserstoff/Salzsäure
Ap	Pflughorizont	H ₂ O ₂	Wasserstoffperoxid
Al	lessivierter Oberbodenhorizont	IRSL	Infrarot Stimulierte Lumineszenz
Al	Aluminium	ISO	Internationale Organisation für Normung
Axh	biogen gemixter, humoser Oberbodenhorizont	Jh.	Jahrhundert
Axhl	biogen gemixter, humoser, lessivierter Oberbodenhorizont	K	Kalium
Axht	biogen gemixter, humoser, tonangereicherter Oberbodenhorizont	ka	kilo ages/Tausend Jahre
+/-b*	Gelb-/Blauwert	km	Kilometer
Bbt	gebänderter tonangereicherter Unterbodenhorizont	KV	Kernverlust
Bht	humoser, tonangereicherter Unterbodenhorizont	L*	Farbhelligkeit
BK	Bodenkarte	LED	Licht-emittierende Diode
Bt	tonangereicherter Unterbodenhorizont	LGM	Last Glacial Maximum
BUEK	Bodenübersichtskarte	LDA	Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt
Bv	verbraunter Unterbodenhorizont	LVR-ABR	Landschaftsverband Rheinland – Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland
c0-6	Kalkgehalt/Bodenansprache	M	Kolluvium
C	Untergrundhorizont	MAM	Minimum Age Model
c	chroma/Farbsättigung	mG	Mittelkies
°C	Grad Celsius	Mg	Magnesium
CaCl ₂	Calciumchlorid	Mio.	Million
CaCO ₃	Calciumcarbonat	mm/a	Millimeter pro Jahr
calBC/AD	vor/nach Christus kalibriert	Mn	Mangan
CAM	Central Age Model	mS	Mittelsand
C _{ges}	gesamter Kohlenstoffgehalt	mU	Mittelschluff
¹⁴ C	Radiokohlenstoffdatierung	m ü. NN	Meter über Normalnull
CLL	Cologne Luminescence Laboratory	m. u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
cm	Zentimeter	µm	Mikrometer
C(H)NS-Analyse	Kohlenstoff-Wasserstoff-Stickstoff-Schwefel-Elementaranalyse	Na	Natrium
CIE-Lab	Commission Internationale d'Éclairage-Lab	N _{ges}	gesamter Stickstoffgehalt
CO ₂	Kohlenstoffdioxid	nm	Nanometer
C _{org}	organischer Kohlenstoff	NO	Nordost
Cv	verwitterter Untergrundhorizont	OSL	Optisch Stimulierte Lumineszenz
D _e	Äquivalenzdosis	PHP	preheat plateau
DRT	dose recovery test	Rb	Rubidium
fAxh	fossiler, biogen gemixter, humoser Oberbodenhorizont	RWTH Aachen	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
Fe	Eisen	Ti	Titan
fG	Feinkies	TK	Topographische Karte
fS	Feinsand	RFA	Röntgenfluoreszenzanalyse
fU	Feinschluff	SAR-Protokoll	Single-Aliquot-regenerative-dose-Protokoll
G	Kies	Sd/Sw	wasserstauender/zeitweilig grundwasserfüllender Unterbodenhorizont mit Stauwassereinfluss
gG	Grobkies	Std.	Stunde
Go/Gr	oxidierter/reduzierter semiterrestrischer Bodenhorizont mit Grundwassereinfluss	SW	Südwest
gS	Grobsand	⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y	Strontium-Isotop/Yttrium-Isotop
gU	Grobschluff	T	Ton
Gy	Gray	TK	topographische Karte
Gy/ka	Gray pro kilo ages/Tausend Jahre	UV	Ultraviolett
H	Hue/Farbton	v	Value/Farbhelligkeit
h0-6	Humusgehalt/Bodenansprache	v./n. Chr.	vor/nach Christus
		VBK	vorläufige Bodenkarte
		VIS	sichtbares Licht
		X	Steine
		Zr	Zirkon
		Σ	Summe

1 Holozäner Landschaftswandel in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Regionen Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht

Mit Beginn der bäuerlichen Landnahme, in Mitteleuropa etwa 7500 Jahre vor heute, avancierte der im Vergleich zum Klima bis dahin unbedeutende Naturraumfaktor Boden zu einem der entscheidenden Standortfaktoren (Bork et al., 1998; Gringmuth-Dallmer und Altermann, 1985; Lüning, 2000; McNeill und Winiwarter, 2006). Die Bedeutung der Bodeneigenschaften für die prähistorischen Bauern wurde in ganz Mitteleuropa durch die nahezu ausschließliche Bevorzugung von Lössstandorten mit fruchtbaren Böden bei der Erstbesiedlung deutlich (Bork et al., 1998; Lüning, 2000). Mit der Bodenbewirtschaftung setzte aber auch sofort die anthropogene Umgestaltung der natürlichen Faktoren ein. Ackerbau und Siedlungen zerstörten die schützende Vegetationsdecke und ermöglichten den Abtrag von Bodenmaterial, welches anfänglich zumeist in unmittelbarer räumlicher Nähe zum Erosionsstandort in Dellen und Rinnen abgelagert wurde (Bork et al., 1998; Dotterweich, 2008; Dreibrodt et al., 2010b; Goudie, 2006; Lüning, 2000; Richter, 1998). Hinzu kommen völlig neue Beeinflussungen des Bodens durch erntebedingte Stoffentzüge und die, zumeist deutlich limitierte, Rückführung von Nährstoffen über Düngung (Rösch, 2000; 2010).

Zwar griff die ackerbauliche Besiedlung schon knapp ein halbes Jahrtausend später auch auf weniger fruchtbare Standorte zurück, die Lössregionen unterlagen aber zu allen Zeiten weiterhin intensivster Besiedlung und damit auch starker Kolluviation (Friederich, 2007; 2012). Der Begriff der Kolluviation wird im Sinne von Bork et al. (1998) und Lang (2003) als Bezeichnung für die Gesamtheit der quasinatürlichen Prozesse Erosion, Verlagerung und Akkumulation im Holozän (ab 10000 Jahre vor heute) benutzt. Die Untersuchung von Bodensedimenten eines Siedlungshügels im südlichen Sachsen-Anhalt belegen, dass solche Standorte trotz kolluvialer Prozesse und abklingender Gunstparameter weiterhin favorisiert wurden (Lubos et al., 2011; Lubos et al., 2013; Nebe et al., 2011).

Kolluvien als Produkte dieser anthropogen initiierten Prozesse waren vor allem in den letzten Jahren Gegenstand einer intensiven, geographisch motivierten Forschung. Übersichten für Mitteleuropa geben Dotterweich (2008), Dreibrodt et al. (2010b) und Kalis et al. (2003). Dabei unternehmen Dreibrodt et al. (2010b) einen Vergleich der Kolluviationsgeschichte in Deutschland auf der Grundlage einer großskaligen Unterscheidung zwischen nördlichem Tiefland, den Mittelgebirgsregionen und dem süddeutschen Schichtstufenland und kommen, vor allem für die urgeschichtliche Zeit, zu deutlichen Unterschieden zwischen den Großlandschaften. Allerdings entspricht eine solche Gliederung nicht den Grenzen prähistorischer Kulturräume und so schlagen Dreibrodt et al. (2010b) explizit einen weiterführenden Vergleich auf der Grundlage unterschiedlicher Kulturräume vor, wie in der vorliegenden Arbeit in Form eines Vergleichs zweier Altsiedellandschaften auf gleichermaßen fruchtbaren Lössböden, dem Mitteldeutschen Trockengebiet und dem Rheinland, gegeben ist.

Im Vergleich der einschlägigen Publikationen in Deutschland fällt auf, dass es aus Parabraunerdeeregionen (z. B. Belgische Lössregionen, Niederrheinische Bucht, Wetterau, Mainzer

1 Holozäner Landschaftswandel in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Regionen Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht

Becken, Kraichgau, Region Göttingen, Niederbayrisches Lösshügelland) deutlich mehr Untersuchungen zur Kolluviation gibt als aus den Schwarzerderegionen (siehe Lokalitäten und Kartierungen bei Dotterweich, 2008; Dreibrodt et al., 2010b).

1.1 Mitteldeutsches Trockengebiet

Für das Mitteldeutsche Schwarzerdegebiet existieren nur relativ wenige geoarchäologische Untersuchungen der Mensch-Umwelt-Interaktionen auf der Basis kolluvialer Archive. Wenige räumliche Anknüpfungspunkte sind die Arbeiten von Seils (1999) und Dreibrodt et al. (2013) im südöstlichen, Litt (1988) im östlichen und Bode et al. (2003) im nördlichen Harzvorland sowie von Tinapp (2008); Tinapp et al. (2008); Tinapp et al. (2000) im südöstlich angrenzenden Leipziger Land.

Alle Autoren erkennen anhand von Radiokohlenstoffdatierungen, Thermolumineszenzdatierungen und über die Datierung archäologischer Artefakte in ihren Arbeitsgebieten unterschiedliche Phasen wechselnder Erosionsintensitäten im Holozän (Abb. 1-1). Neolithisch abgelagerte Kolluvien (5500/5300-2200 v. Chr.) sind, wenn überhaupt, nur in geringmächtigen Schichten über ebenso neolithischen ehemaligen Schwarzerdeoberböden abgelagert (Seils, 1999; Tinapp, 2008). Eine weitere Phase der Erosion beginnt mit der Bronzezeit (2200-750 v. Chr.) und korrespondiert gut mit einer Phase intensiver Besiedlung in Mitteldeutschland, wobei die Phasen regional teils etwas früher, teils etwas später stattfinden. Im Leipziger Land sind Kolluvien ab dem Spätneolithikum (3500-2800 v. Chr.) bis in die frühe Bronzezeit (2200-1550 v. Chr.) und dann wieder in der späten Bronzezeit (1300-750 v. Chr.) nachweisbar (Tinapp, 2008; Tinapp et al., 2008; Tinapp et al., 2000), ebenso wie im südöstlichen Harzvorland (Dreibrodt et al., 2013; Seils, 1999). Auch im nördlichen (Bode et al., 2003) und östlichen Harzvorland (Litt, 1988) sind in der späten Bronzezeit Kolluvien zu finden, die bis in die frühe Eisenzeit (750-450 v. Chr.) reichen. Für die späte vorrömische Eisenzeit (450-60 v. Chr.) und die römische Kaiserzeit (60 v. Chr.-455 n. Chr.) zeigt sich keine Kolluviation in den Untersuchungsgebieten. Das Mittelalter (455-1500 n. Chr.), vor allem Hoch- und Spätmittelalter (1050-1250 n. Chr. und 1250-1500 n. Chr.) stellt in allen untersuchten Gebieten die Zeit der höchsten Erosionsintensität und der mächtigsten kolluvialen Ablagerungen bis in die Neuzeit (1500 n. Chr.-heute) dar.

1.1 Mitteldeutsches Trockengebiet

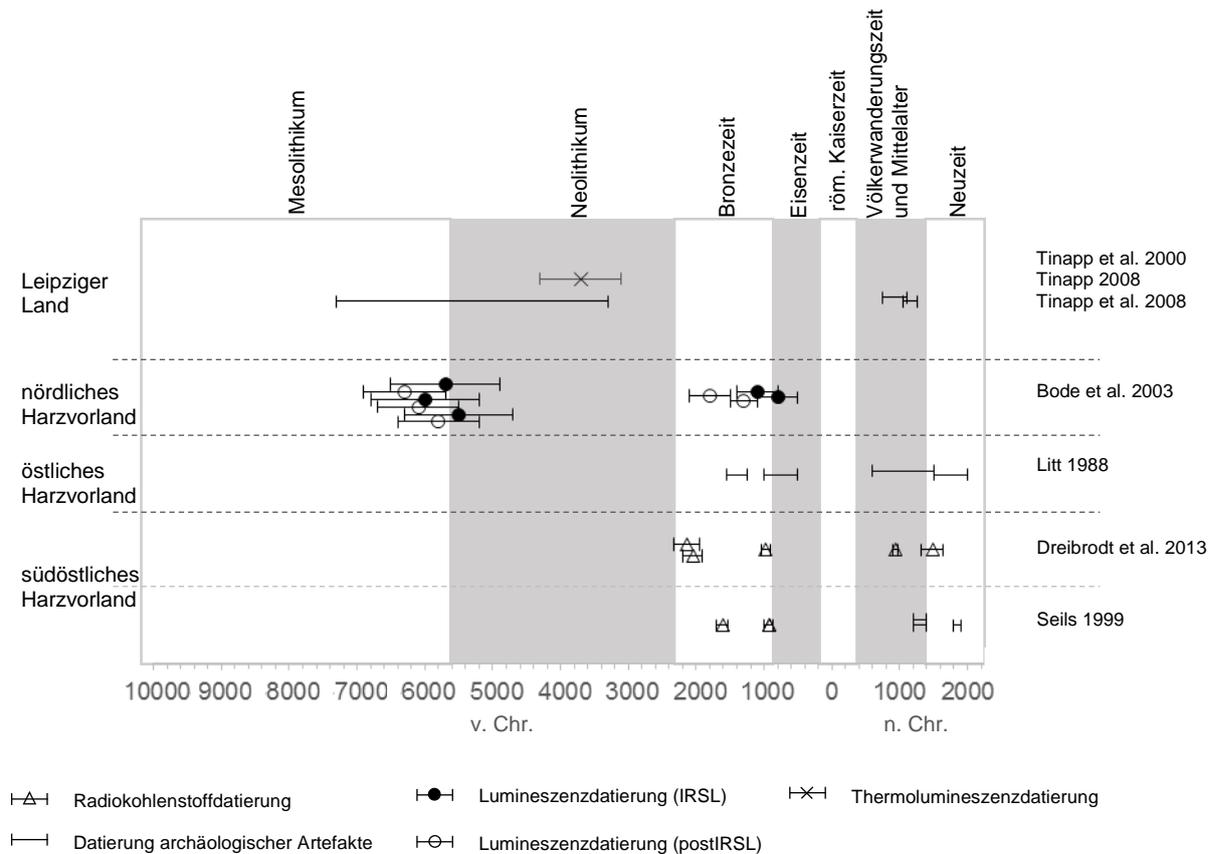


Abb. 1-1: Datierungen kolluvialer Ablagerungen im Mitteldeutschen Trockengebiet und angrenzender Gebiete

Den großen Rahmen der anthropogen und klimatisch bedingten Vegetationsveränderungen im Holozän beschreiben die beiden bis heute grundlegenden palynologischen Arbeiten von Müller (1953) und Litt (1994) aus dem Gaterslebener See bzw. Salziger See und Bindersee, die aber beide nur wenige absolute Daten aufweisen. In der Sedimentfalle Bindersee liessen sich die ersten neolithischen Besiedlungsphasen (ab ca. 5500 cal BC) nicht nur anhand palynologischer Daten, sondern auch durch Einträge rodungsbedingter Erosionssedimente nachweisen (Litt, 1994). Hohe Anteile typischer siedlungsanzeigender Vegetation und die Zunahme von Nichtbaumpollen weisen demnach vor allem die Zeit zwischen 1000 - 200 v. Chr. als siedlungsintensive Phase während der späten Bronze- und Eisenzeit aus (Müller, 1953). Detaillierte Untersuchungen an Seesedimenten des Salziger und Süßer Sees von Wennrich (2005), Hellmund et al. (2011b) sowie Hellmund und Wennrich (2014) fügen diesen Ergebnissen noch eine relativ hochaufgelöste klimageschichtliche Komponente hinzu und bestätigen die verschiedenen Vegetationsphasen zwischen 2450 cal BC – 850 cal AD mit ersten Radiokohlenstoffdatierungen an Pflanzenresten aus den Seesedimenten.

Eindeutig belegt ist, dass die fruchtbaren Löss-Schwarzerden die Menschen im Neolithikum in das Mitteldeutsche Trockengebiet führten, hingegen ist die „Entstehungsgeschichte“ der mitteldeutschen Schwarzerden selbst noch nicht endgültig geklärt. Die Bildung der Schwarzerden in Mitteleuropa soll im frühen Holozän (Präboreal und Boreal, ab 8000 Jahren vor heute) begonnen und bis in die Bronzezeit abgeschlossen gewesen sein. Ob und inwiefern dafür eine Steppenvegetation notwendig war oder ob

1 Holozäner Landschaftswandel in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Regionen Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht

die Bildung unter Wald geschah, ist umstritten. Neuere Untersuchungen ergaben, dass beide Szenarien für eine Entstehung der mitteleuropäischen Schwarzerden angenommen werden können (Vysloužilová et al., 2015). Auch eine anthropogene Entstehung aufgrund von Brandwirtschaft wurde in verschiedenen Regionen Deutschlands festgestellt, in denen aufgrund ihrer klimatischen und vegetationskundlichen Gegebenheiten die typische Entwicklung einer Schwarzerde kaum möglich erscheint (z. B. Albrecht und Kühn, 2011; Eckmeier et al., 2008; Gehrt et al., 2002; Gerlach et al., 2012; Thiele-Bruhn et al., 2014). Eine ausführliche Zusammenfassung der Diskussion zur Entstehung von Schwarzerden zeigen Eckmeier et al. (2007) und Gerlach und Eckmeier (2012). Für die Schwarzerden im Mitteldeutschen Trockengebiet wird eine Entstehung im Atlantikum (10000 - 6000 Jahre vor heute) unter einer offenen Waldsteppe angenommen, basierend auf verschiedenen pollenanalytischen und paläoökologischen Studien (Altermann und Mania, 1968; Behrens, 1980; Ehwald, 1980; Lange, 1980; Litt, 1992a; b; Müller, 1953 in Mania 1995). Aufgrund der relativen Niederschlagsarmut sind diese Schwarzerden im zirkumherzynen Mitteldeutschen Trockengebiet bis heute als reliktsche Böden erhalten. In den niederschlagsreicheren Randbereichen des Schwarzerdegebietes haben sich Braun-Schwarzerden ausgebildet, die ähnliche Eigenschaften wie die Schwarzerden besitzen (Kainz et al., 1999; LAGB, 2006; Mückenhausen, 1993; Scheffer et al., 2010).

1.2 Niederrheinische Bucht

Für das Rheinland existieren bereits verschiedene geoarchäologische Arbeiten, die die regionale Boden- und Kolluviationsgeschichte (Fischer, 2010; Protze, 2014; Schmidt-Wygasch, 2010; Schulz, 2006) hochauflösend und im engen Zusammenhang mit der archäologisch und archäobotanisch belegten Nutzungsgeschichte der Region darstellen (Becker, 2005; Dietmar, 2010; Kalis und Meurers-Balke, 1994; Knörzer et al., 1999; Lüning und Kalis, 1992; LVR-ABR, 2010; Meurers-Balke und Kalis, 2006; Meurers-Balke et al., 1999; Zimmermann et al., 2006).

Die rheinischen Parabraunerden stehen den Schwarzerden im Hinblick auf Bodengunst, Nutzbarkeit und menschliche Beeinflussung kaum nach, da sie nur geringfügig schlechtere Eigenschaften als die mitteldeutschen Schwarzerden besitzen (Lieberoth, 1982; Mückenhausen, 1993; Scheffer et al., 2010). In Anlehnung an Rohdenburg und Meyer (1968) postulierte Schalich (1981) für das Rheinland eine Pedogenese, die in der ersten Hälfte des Holozäns die noch dominierenden Schwarzerden infolge von zunehmenden Niederschlägen ab ca. 6000 - 5000 v. Chr. durch Entkalkung, Verbraunung, Tonmineralneubildung und Tonverlagerung bis zur Bronzezeit (ca. 2200 v. Chr.) zu Parabraunerden wandelte. Die Schwarzerdevergangenheit rekonstruiert Schalich (1981) aufgrund partiell erhaltener reliktscher dunkler humus- und tonangereicherter (Bht-)Horizonte in den heutigen Parabraunerden. Neuere Untersuchungen konnten aber zeigen, dass die dunkle Farbe dieser Bht-Horizonte vor allem auf Brandrückstände (Black Carbon) zurückzuführen ist und dass ihr Ausgangssediment teilweise neolithische Kolluvien waren (Fischer et al., 2010; Fischer et al., 2012). Es ist daher fraglich, ob es in den rheinischen Lössböden tatsächlich eine natürliche Schwarzerdevergangenheit gegeben hat. Es wird daher mittlerweile davon ausgegangen, dass die schwarzen Böden vielmehr anthropogen als eine Folge (jung-)neolithischer Brandwirtschaft entstanden sind (ab 4400 v. Chr.) (Gerlach, 2006; Gerlach

1.3 Sedimentologie, Geochemie und Lumineszenzdatierungen in der Geoarchäologie

und Eckmeier, 2012; Gerlach et al., 2012; Gerlach und Hilgers, 2011; Gerlach und Meurers-Balke, 2015b). Sehr wahrscheinlich lagen in den niederrheinischen Lössböden zur Zeit ihrer neolithischen Besiedlung sogar schon Parabraunerden vor (Gerlach und Meurers-Balke, 2015b), wie auch Langohr (1988) für den belgischen Lössgürtel postuliert.

Datierungen mit der Optisch Stimulierten Lumineszenz (OSL) an den Ausgangssedimenten vermeintlicher Schwarzerderrelikte (begrabene Bht-Horizonte) im Rheinland ergaben nicht die erwarteten pleistozänen, sondern jungneolithische Alter (z. B. 6.4 ± 0.9 ka, Fischer, 2010). Damit zählen diese Sedimente zu den ältesten Kolluvien im Rheinland, die zumeist nur lokale, kleinere Dellen auskleiden. Nach Schulz (2006) setzt eine flächig nachweisbare Kolluviation in den Trockentälern der rheinischen Lössböden erst zu Beginn der Metallzeiten ein (ab 2200 v. Chr.). In der mittleren Bronzezeit (1550-1300 v. Chr.) ist eine Kolluviation in der Niederrheinischen Lössböden kaum nachzuweisen, was sich auch in den spärlichen archäologischen und archäobotanischen Fundlagen widerspiegelt (Becker, 2005; Irsigler, 1982-2008; Protze, 2014; Simons, 1989). Auch fehlen, trotz der hohen archäologischen Funddichte der Urnenfelder Kultur, die spätbronzezeitlichen Kolluvien in der Umgebung des Guldensbergs bei Inden-Pier (1300-750 v. Chr.) (Geilenbrügge, 2010; Protze, 2014). Becker (2005) verweist für das Elsbachtal, einem kleinen Tal in der rheinischen Lössböden westlich von Köln, anhand archäobotanischer Untersuchungen auf einen deutlichen Wandel im landwirtschaftlichen System mit einer starken Entwaldung und einer verstärkten Wiesen- und Weidewirtschaft seit dem Beginn der frühen Eisenzeit (ab etwa 750 v. Chr.) bis zu ihrem Höhepunkt in der mittleren römischen Kaiserzeit (100 - 265 v. Chr.). Erosions- und damit auch Kolluviationsphasen während der römischen Besiedlung weist Protze (2014) für Beginn und Ende der mittleren römischen Kaiserzeit (80 - 120 n. Chr. und 1. Drittel des 3. Jh. n. Chr.) aus. Zum Ende der römischen Kaiserzeit kam es zu einem starken Rückgang aller landwirtschaftlichen Aktivitäten mit gleichzeitiger Wiederbewaldung der Gebiete (Becker, 2005) und die Kolluvienbildung ging zurück (Protze, 2014; Schulz, 2006). Diese relative Formungsruhe in der Landschaft hielt bis in die Völkerwanderungszeit (ab 500 n. Chr.) an (Schulz, 2006). Für das Mittelalter und vor allem in der Neuzeit kommt es wieder zu einer Zunahme der Landnutzung und entsprechend zu einer Zunahme der Kolluviation (Becker, 2005; Schulz, 2006). Die erosionsintensivste Zeit ist also im Rheinland sowie in ganz Deutschland (Dreibrodt et al., 2010b) die Zeit von Spätmittelalter und 19./20. Jahrhundert (Schulz, 2006).

1.3 Sedimentologie, Geochemie und Lumineszenzdatierungen in der Geoarchäologie

Für die Rekonstruktion der Entwicklung von Landschaften werden in der geoarchäologischen Forschung vielfältige Methoden angewendet (siehe in Brückner und Gerlach, 2006). Zur Untersuchung kolluvialer Geoarchive, die wertvolle Informationen zur Landnutzung und Kolluviationsgeschichte holozäner Landschaften enthalten, werden in vielen wissenschaftlichen Untersuchungen sedimentologische und geochemische Analysen angewendet (z. B. Bußmann, 2014; Bußmann et al., 2014; Dreibrodt et al., 2010a; Fuchs et al., 2010; Fuchs und Lang, 2009; Fuchs und Wagner, 2005; Fuchs et al., 2011; Gallelo et al., 2013; Hönscheidt, 2002; Kadereit et al., 2010; Küster et al., 2014; Küster et al., 2015; Lang, 2003; Lang und Hönscheidt, 1999; Lang et al., 1999; Lang und Wagner, 1997; Poręba et al., 2013; Zádorová

1 Holozäner Landschaftswandel in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Regionen Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht

et al., 2013). Die Kolluvien stammen aus dem ehemaligen Oberboden, der in der Umgebung infolge von Rodung und Nutzung des Bodens durch den Menschen mobil wird und sich als Erosionssediment in archäologischen offsite-Befunden, die sich außerhalb der Siedlungsbereiche befinden, oder auch in Dellen, Senken und Tälern meist durch Oberflächenabwässer infolge von Niederschlägen abgelagert. Daher speichern diese Sedimente zum einen die Bodeneigenschaften aus der Zeit vor der Verlagerung, zum anderen werden die Sedimente nach ihrer Verlagerung durch Verwitterungsprozesse an ihrem Ablagerungsort weiter verändert. Anhand eines individuellen „geochemischen Fingerabdrucks“ für die verlagerten Sedimente können Aussagen zu deren Zusammensetzung, Verwitterungszustand und menschlichen Einfluss sowie der Herkunft des Bodens selbst gemacht werden. Im Kontext mit der Archäologie sind über die kolluvialen Verfüllungen in archäologischen offsite-Befunden sowie in den Dellen, Senken und Tälern Aussagen zur Sedimentations- bzw. Landschaftsgeschichte, der Bodenentstehung und -entwicklung sowie der Beziehung zwischen dem Menschen und seiner Umwelt möglich (Eckmeier et al., 2011; Gerlach und Hilgers, 2011).

Geoarchäologische Untersuchungen wenden ebenso in der Untersuchung der kolluvialen Ablagerungen die Datierung anhand der Optisch Stimulierten Lumineszenz (OSL) an. Die Datierung mittels der OSL bietet die Möglichkeit, Aussagen über das Alter des Sedimentationszeitraums, also den letzten Umlagerungszeitpunkt des Materials, treffen zu können. Für die Kolluvien in den Dellen, Senken und Tälern sowie in den archäologischen Befunden wird so der Zeitpunkt der Sedimentation bzw. der Verfüllung bestimmt, unabhängig von der Datierung über archäologische Artefakte oder organische Bestandteile (Schulz, 2006). Das Sediment selbst ist dabei das datierbare Artefakt. Daher ist der Einsatz der Lumineszenzdatierung für die Aussagekraft einer chronologischen Einordnung der kolluvialen Ablagerungen und damit auch für die Rekonstruktion der lokalen Nutzungsgeschichte von überaus großem Wert.

Speziell für die archäologischen Befunde lässt die OSL-Methode nicht nur Rückschlüsse zum Zeitpunkt, sondern im Idealfall auch auf die Art und Weise des Verfüllprozesses zu (Gerlach und Hilgers, 2011). Eine Aussage zu den Verfüllungsmechanismen der archäologischen Befunde, anthropogen oder quasi-natürlich gesteuert, kann für die archäologische Interpretation wichtig sein und Hinweise zu dessen Funktion liefern. Zudem wird das Aufgeben des archäologischen Befundes zeitlich eingegrenzt und damit in einen kulturellen Kontext gestellt. Ebenso können die sedimentologischen und geochemischen Analysen Rückschlüsse auf die Art und Weise von archäologischen Befundverfüllungen ermöglichen. So kann zur Klärung zu Fragestellungen zur Funktion und Nutzung archäologischer Befunde, vor allem wenn es sich um ungewöhnliche Befunde und Befundkontexte oder um Befunde, deren zeitliche Einordnung nicht möglich ist, wie z. B. Grubenreihen oder Schlitzgruben, handelt, beigetragen werden (Bartels et al., 2003; Plath, 2011; Rück, 2012; Stäuble, 2002; Trnka, 1986; 1991; van de Velde, 1973). Wissenschaftliche Annäherungen erfolgen dazu häufig über experimentell archäologische Untersuchungen an Gräben und Gruben (z. B. Jewell, 1963; Kuper et al., 1974; Reynolds und Wyman, 1989). Im Gegensatz dazu werden sedimentologisch-geochemische Untersuchungen sowie Lumineszenzdatierungen an Verfüllsedimenten archäologischer Befunde bisher weniger häufig angewendet, die durchaus zu einem Erkenntnisgewinn in der Funktion und chronologischen Einordnung beitragen können (z. B. Crabtree, 1971; Hönscheidt, 2002; Lauer et al., 2013; Lauer et al., 2014a; Lisá

1.4 Zielsetzung der vorliegenden geoarchäologischen Untersuchungen

et al., 2015; Schneeweiß, 2007; Schneeweiß und Schatz, 2014; Slager und van de Wetering, 1977; Tinapp et al., 2012).

Zur Rekonstruktion der Landschafts- und Nutzungsgeschichte in der Niederrheinischen Bucht haben sich in der geoarchäologischen Forschung die OSL-Datierung und die sedimentologische und geochemische Analyse von Kolluvien und archäologischen Befundverfüllungen etabliert (z. B. Altemeier, 2011; Burow, 2010; Dähling, 2014; Fischer, 2010; Fischer et al., 2010; Fischer et al., 2012; Gerlach et al., 2012; Gerlach und Hilgers, 2011; Gerlach et al., 2011; Groten, 2016; Hilgers et al., 2011; Merkel, 2013; Merkel et al., 2014; Peis, 2013; Protze, 2014; Schmidt-Wygasch, 2010; Schmidt-Wygasch et al., 2010; Schulz, 2006; Wessel, 2014). Zur Rekonstruktion der holozänen Landschaftsentwicklung im Mitteldeutschen Trockengebiet anhand geochemischer und sedimentologischer Analysen von kolluvialen Sedimentablagerungen existieren hingegen nur wenige Arbeiten (Dreibrodt et al., 2013, neolithisches Erdwerk, Salzmünde; Lubos et al., 2011; Lubos et al., 2013, Siedlungshügel, Niederröblingen; Seils, 1999). Lumineszenzdatierungen aus der Region wurden bisher für die Differenzierung der Lössstratigraphie des mitteldeutschen Lössgürtels aus Untersuchungsgebieten in Sachsen und Sachsen-Anhalt angewendet (Kreutzer et al., 2014; Lauer et al., 2014b; Meszner et al., 2011; Meszner et al., 2013).

1.4 Zielsetzung der vorliegenden geoarchäologischen Untersuchungen

Zusammengefasst wird deutlich, dass für das Mitteldeutsche Trockengebiet, trotz der gut erforschten Siedlungsgeschichte in der Region, bisher nur wenige Erkenntnisse zu den Mensch-Umwelt-Interaktionen existieren. Im Gegensatz hierzu ist das Rheinland sowohl hinsichtlich der Siedlungsgeschichte als auch der holozänen Landnutzungsgeschichte bereits gut erforscht.

Daher ist das primäre Ziel der vorliegenden Arbeit die Erweiterung der bisherigen Kenntnisse zur Landnutzungs- und Kolluviationsgeschichte im Mitteldeutschen Trockengebiet.

Um einen umfassenden Überblick über die Landschaftsentwicklung und Erosionsgeschichte des Mitteldeutschen Trockengebietes zu erhalten, wurden drei unterschiedliche regionale Standorte gewählt. Die Untersuchungsgebiete liegen im nördlichen Teil Sachsen-Anhalts in der Magdeburger Börde bei Osterweddingen und im südlichen Sachsen-Anhalt im Weißenfelser Lösshügelland im Tagebauvorfeld Profen sowie auf der Querfurter Platte nahe dem Geiseltalsee bei Oechlitz und Bad Lauchstädt. Die geoarchäologischen Untersuchungen bestehen aus der bodenkundlichen Dokumentation im Gelände sowie den Probenahmen für die sedimentologische und geochemische Analyse und OSL-Datierung. Diese wurden im Zuge verschiedener archäologischer Grabungen vorgenommen und mit den archäologischen Ergebnissen der Grabungen interdisziplinär verknüpft. Gerade die archäologischen Großgrabungen des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt boten in den letzten Jahren neue ideale geoarchäologische und archäologische Aufschlussbedingungen (Friederich, 2012).

1 Holozäner Landschaftswandel in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Regionen Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht

In einem weiteren Schritt soll die im Rahmen dieser Untersuchung rekonstruierte holozäne Landnutzungs- und Kolluviationsgeschichte mit einer bereits gut untersuchten weiteren fruchtbaren Altsiedellandschaft, dem Rheinland, verglichen werden.

Für einen überregionalen Vergleich bieten sich die rheinischen Lössböden als gut erforschte Altsiedellandschaft mit einer gut belegten regionalen Kolluviations- und Landnutzungsgeschichte im Vergleich zum Mitteldeutschen Trockengebiet an. Vor allem die seit über 25 Jahren anhaltende kontinuierliche archäologische und naturwissenschaftliche Begleitung von Flächen im Vorfeld der Braunkohletagebaue durch das LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland stellen ein wertvolles Archiv zur Rekonstruktion der Landschaftsentwicklung dar (Kuper et al., 2015; Lüning, 2015).

In dieser Arbeit wird der Fokus vor allem auf die Niederrheinische Bucht und das Vorfeld des Braunkohletagebaus Inden gelegt und die bisher vorhandenen wissenschaftlichen Arbeiten aus dieser Region mit weiteren neuen Untersuchungsergebnissen aus dem Tagebauvorfeld (Stiftungsprojekt 246 der Stiftung zur Förderung der Archäologie im rheinischen Braunkohlenrevier) ausgewertet und zusammengefasst.

Bei beiden Regionen, dem Mitteldeutschen Trockengebiet und der Niederrheinischen Bucht, handelt es sich um Altsiedellandschaften auf fruchtbaren Schwarzerde- oder Parabraunerdeböden, aber unterschiedlichem, atlantisch sowie kontinental geprägtem Klima. Beide Regionen wurden seit den frühen neolithischen Siedlern (5500/5300 v. Chr.) durchgängig und intensiv agrarisch genutzt, allerdings weisen sie durchaus Unterschiede im Verlauf der Siedlungsintensitäten auf. So ist z. B. im Raum Halle/Saale die erste Hälfte der Metallzeiten gut belegt, während sich im Rheinland nur wenige Besiedlungsspuren aus der frühen und mittleren Bronzezeit finden lassen. Auch die Epoche der römischen Kaiserzeit ist in beiden Gebieten völlig unterschiedlich vertreten.

Ziel dieses überregionalen Vergleichs ist vor allem das Erkennen von Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschieden in den verschiedenen regionalen klimatischen, pedogenetischen und kulturellen Gegebenheiten. Vor allem stellen sich die Fragen, ob sich die unterschiedlichen kulturellen Entwicklungen und Nutzungsintensitäten in den offsite-Bereichen auf die terrestrischen Archive der beiden Löss-Altsiedelregionen messbar ausgewirkt haben und inwiefern die Einwirkungen des Menschen auf den Boden aufgrund der ähnlich intensiven Bodennutzung miteinander zu vergleichen sind.

Im Zuge der OSL-Datierungen an kolluvialen Verfüllungen in den archäologischen offsite-Befunden sollen darüber hinaus archäologische Fragestellungen zu deren Nutzung und Verfüllung, vor allem in Hinblick auf sog. „Rätselbefunde“ mit ungeklärter Funktion und Zeitstellung, wie z. B. Grubenreihen oder Schlitzgruben, beantwortet werden.

2 Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht – ein naturräumlicher Vergleich

2.1 Naturraum

Das Mitteldeutsche Trockengebiet umfasst das Gebiet südöstlich und östlich des Harzes bis zum Flechtinger Höhenzug im Nordosten und Leipziger Land im Süden (Abb. 2-1 b). Die Region befindet sich im westlichen bis südlichen Sachsen-Anhalt und gliedert sich in verschiedene Landschaftseinheiten. Charakteristisch für die Region südlich von Halle sind Hochflächen (Plateaulandschaft), die durch Dellen und Sohlenkerbtäler gegliedert sind (Querfurter Platte, Lützen-Hohenmölsener Platte, Altenburg-Zeitzer Lösshügelland). Flachwellige Bördelandschaften (Magdeburger Börde, Nordöstliches Harzvorland, Köthener Ackerland, Östliches Harzvorland und Hallesches Ackerland) befinden sich im Nordosten und Osten des Mitteldeutschen Trockengebietes (Kugler und Villwock, 1995). Es standen insgesamt vier unterschiedliche Gebiete im Fokus der Untersuchungen (Abb. 2-1 c). Im Süden befinden sich drei der vier Untersuchungsgebiete, bei Oechlitz (Geiseltalsee) und Bad Lauchstädt auf der Querfurter Platte, sowie im Vorfeld des Tagesbaus Profen am Rande des Mitteldeutschen Trockengebietes im Weißenfelser Lösshügelland. Das vierte Untersuchungsgebiet bei Osterweddingen befindet sich südlich von Magdeburg inmitten der Bördelandschaft.

Das Niederrheingebiet teilt sich in das Niederrheinische Tiefland im Norden und in die Niederrheinische Bucht im Süden auf (Abb. 2-1 a). Im Norden bilden saalekaltzeitliche Stauchmoränen (Gelderland) die Grenze im Übergang zu den Niederlanden, die östliche Abgrenzung stellen das Bergische Land, das Ruhrgebiet und die Westfälische Bucht dar. Im Süden grenzen Eifel und das Hohe Venn die Niederrheinische Bucht ab, die westliche Abgrenzung bilden die Maas und die westlichen Randstaffeln bei Aachen. Die Landschaft ist stark durch Rhein und Maas geprägt (Brunnacker, 1978; Hilden, 1988; Klostermann, 1992). Das Untersuchungsgebiet bei Inden-Pier befindet sich im südwestlichen Teil der rheinischen Lössbörde, in der Niederrheinischen Bucht.

Beide Regionen gelten als Ausläufer des norddeutschen Tieflandes in die deutschen Mittelgebirge.

2 Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht – ein naturräumlicher Vergleich

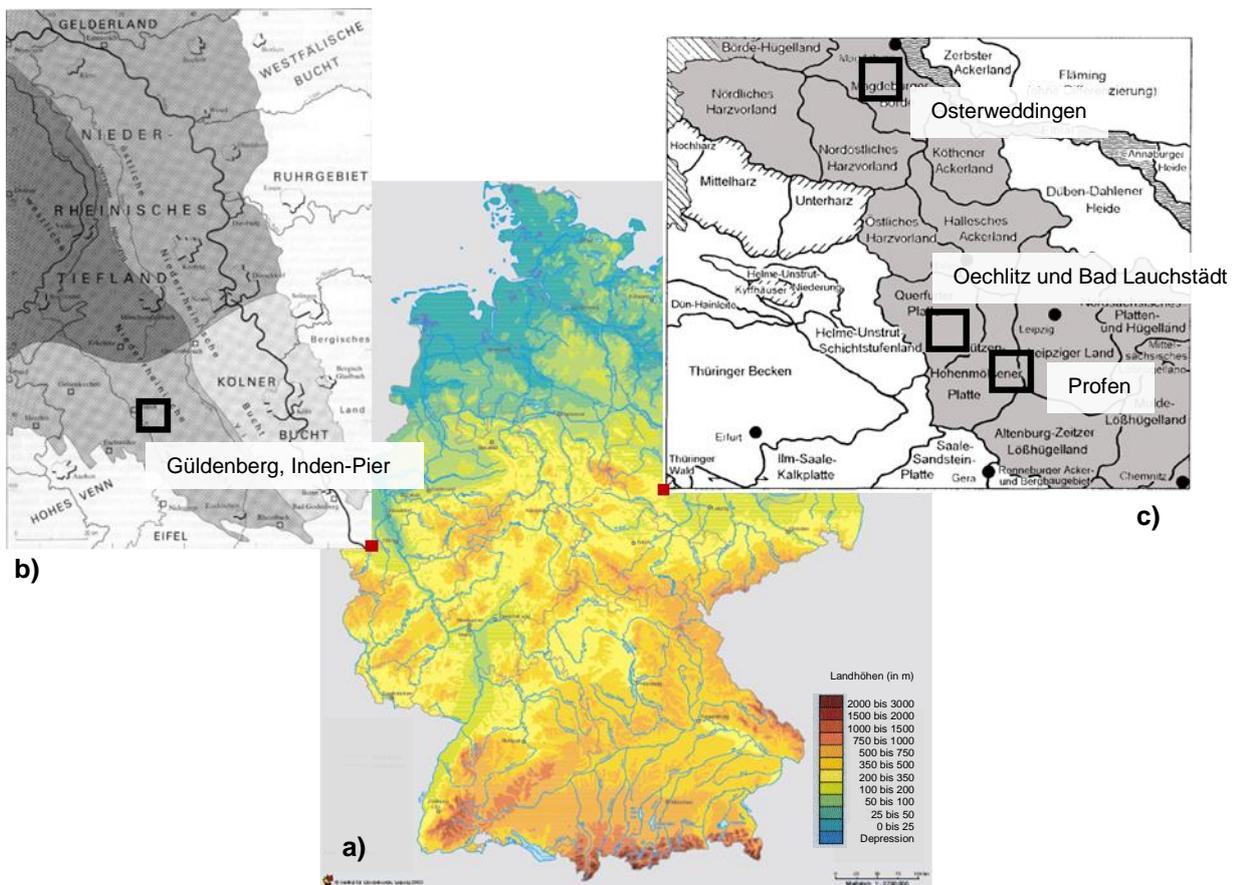


Abb. 2-1: a) Lage der Untersuchungsgebiete in Deutschland (IfL, 2003, S. 17), b) Landschaftsgliederung des Niederrheingebietes (Klostermann, 1992, S. 11) und c) des mitteldeutschen Lössgürtels mit der Lage der Untersuchungsgebiete (verändert nach Diemann, 1995, S. 7). Eine ausführliche naturräumliche Beschreibung aller Landschaftseinheiten befindet sich im Landschaftsprogramm Sachsen-Anhalt (Reichhoff et al., 2001).

2.2 Klima und Hydrologie

Klimatisch unterscheiden sich die beiden Regionen deutlich voneinander.

Das Mitteldeutsche Trockengebiet zählt zu den niederschlagsärmsten Regionen in Deutschland. Aufgrund der Lage im Windschatten des Harzes ist das Gebiet vor der westwindgeprägten Wetterlage in Deutschland geschützt und die mittleren jährlichen Niederschlagswerte fallen relativ gering aus (460-550 mm/a) (Abb. 2-2 d). In den randlichen Bereichen, etwas außerhalb der Harz-Leelage, nehmen die durchschnittlichen jährlichen Niederschlagswerte leicht zu. Die reale Verdunstung im Gebiet liegt bei 450-460 mm/a, d. h. es entsteht eine ausgeglichene bis teilweise negative jährliche Wasserbilanz. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 8.1-9.8 °C (Abb. 2-2 c) (Döring, 2004; Fabig, 2007; Schumann und Müller, 1995). Aufgrund des semiariden subkontinentalen Klimas mit geringen Niederschlägen und hoher Verdunstung ist in der Region auch nur ein niedriger Wasserhaushalt mit geringem Abfluss und geringer Grundwasserneubildung zu verzeichnen. Viele der kleineren Fließgewässer in der Region sind teilweise nur periodisch in Zeiten höheren Niederschlags und damit auch höheren Wasserabflusses wasserführend. Die Fließgewässernetzdichte ist in der Region verhältnismäßig gering. Auch existieren nur wenige natürliche Seen, wie der Süße und Salzige See im Landkreis Mansfeld-Südharz, zwei Salzauslaugungsseen, von denen der Salzige See zugunsten des nahegelegenen Bergbaus Ende des

2.2 Klima und Hydrologie

19. Jahrhunderts trockengelegt wurde. Die heutigen Seen im südlichen Sachsen-Anhalt, wie der Geiseltalsee bei Mücheln oder der Mondsee bei Pirkau, resultieren aus der Rekultivierung des Braunkohletagebaus und sind damit künstlich angelegte Seen, deren Wasserhaushalt aus größeren Fließgewässern aus ihrer jeweiligen Umgebung gespeist werden (Buskamp und Schmidt, 2003; Fabig, 2007; LAUV, 2001; PIK, 2009). In der Umgebung der aktuellen Tagebaue wird der natürliche Grundwasserspiegel aufgrund des Braunkohleabbaus durch Abpumpen tiefer gelegt.

In der Niederrheinischen Bucht herrscht ein deutlich feuchteres, atlantisches Klima vor. Die jährlichen mittleren Niederschlagswerte liegen bei 600-800 mm/a, die im Lee von Nordeifel und Hohes Venn etwas niedriger sind (500-600 mm/a) (Abb. 2-2 b). Die durchschnittliche jährliche Wasserbilanz liegt im Gebiet bei 0-200 mm/a, die mittlere Jahrestemperatur bei 9-11°C (Abb. 2-2 a) (LANUV, 2016). Die Niederrheinische Bucht liegt im Einzugsgebiet des Rheins, d. h. kleinere Fließgewässer wie Inde und Rur, die das Arbeitsgebiet durchfließen, entwässern in den Rhein. Der Grundwasserspiegel ist aufgrund des Braunkohleabbaus künstlich tiefer gelegt, die Sumpfungswasser werden in umliegende Flüsse, wie z. B. die Inde, eingespeist (Schmidt-Wygasch, 2010).

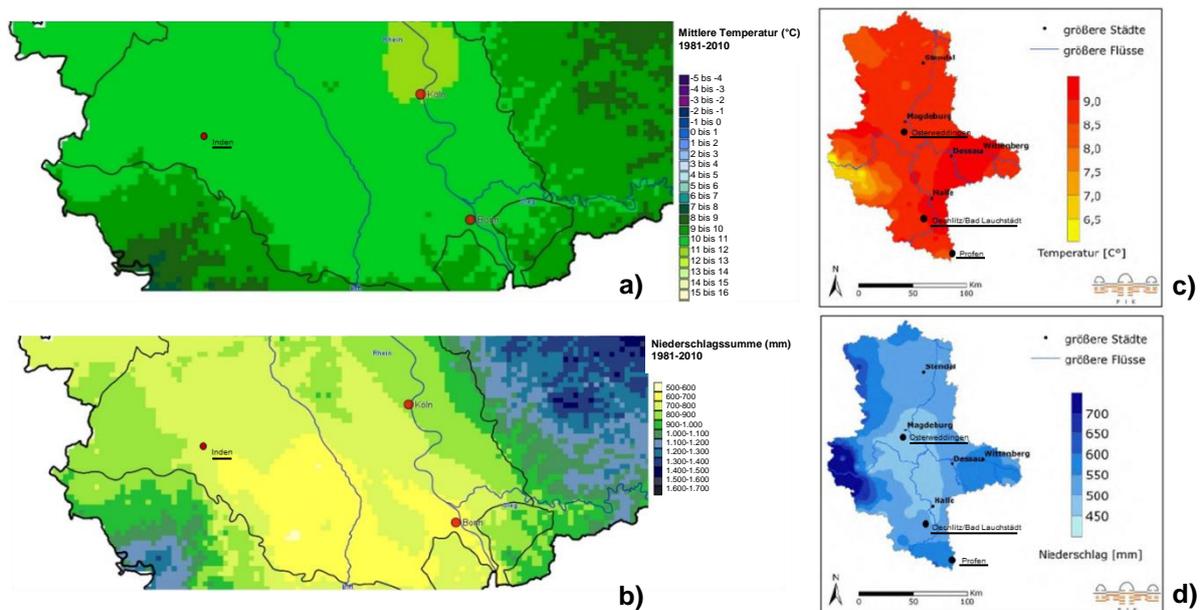


Abb. 2-2: Klimakarten für die Niederrheinische Bucht: a) mittlere jährliche Temperaturverteilung, b) mittlere jährliche Niederschlagsverteilung (LANUV, 2016), für das Mitteldeutsche Trockengebiet: c) mittlere jährliche Temperaturverteilung (1960-1991), d) mittlere jährliche Niederschlagsverteilung (1960-91, PIK, 2009, S. 28-30)

2.3 Geologie und Geomorphologie

Seit der variszischen Gebirgsauffaltung Mitte des Paläozoikums (ab 420 Mio. Jahre vor heute, rhenoharzynische Auffaltungszone, umfasst das Rheinische Schiefergebirge und den Harz), bis zu Beginn des Pleistozän (2.6 Mio. Jahre vor heute) fand im Zuge verschiedener Phasen von Gebirgsauffaltungen und deren Abtragung sowie wechselnder klimatischer Bedingungen und Meeresspiegelschwankungen eine für beide Beckenlandschaften typische Wechsellagerung unterschiedlicher Festland- und Meeresablagerungen statt (Bachmann et al., 2008; Brunotte et al., 1994; Geo, 1992; Henningsen, 2011; Hilden, 1988; Klostermann, 1991; 1992; Radzinski, 1996; Schirmer, 2003).

Charakteristische Rohstoffvorkommen innerhalb dieser unterschiedlichen Gesteinsschichten beider Regionen, aber vor allem im Mitteldeutschen Trockengebiet, sind Stein- und Kalisalzlagen, die im Zechstein (Übergang Perm-Trias, 260-240 Mio. Jahre vor heute) aus Tonablagerungen der Meeresbedeckung und der anschließenden Austrocknung des Meeres gebildet wurden. Ebenfalls während dem Zechstein gebildete Kupferschieferlagen finden sich vor allem im Untergrund des Mitteldeutschen Trockengebietes. Kupferschiefer und Kalisalze wurden in der Region abgebaut und bildeten bis in die 1990er Jahre wichtige wirtschaftliche Faktoren für die ganze Region.

Ein bis heute ebenso wichtiger wirtschaftlicher Faktor beider Regionen sind die Braunkohlevorkommen, die sich im südlichen Sachsen-Anhalt in Eozän und Oligozän (45-20 Mio. Jahre vor heute) und in der Niederrheinischen Bucht zu Beginn des Miozän (20 Mio. Jahre vor heute), infolge von Inkohlung organischen Materials, ausbildeten (Geo, 1992; Henningsen, 2011; Hilden, 1988; Radzinski, 1996; Wagenbreth und Steiner, 1990). Im Rheinland hatte der Abbau von Steinkohle bis in die 1990er Jahre große wirtschaftliche Bedeutung. Die großen Kies- und Sandvorkommen werden bis heute als Baustoffe sowie die Tonvorkommen in der Steinzeugindustrie verwendet (Henningsen und Katzung, 2002; Hilden, 1988).

Das heutige Landschaftsbild beider Regionen zeichnet sich durch Bruchschollenstrukturen aus. Im Mitteldeutschen Trockengebiet entstanden die verschiedenen Bruchschollen aufgrund der alpidischen Hebung des Harzes und daraus resultierenden geotektonischen Bewegungen der Erdkruste während der Kreidezeit (145-66 Mio. Jahre vor heute) bis ins Miozän (20 Mio. Jahre vor heute) (Abb. 2-3). In ihrer Höhe nehmen sie vom Harz nach Nordosten bis in das norddeutsche Tiefland ab.

Die in nordwestliche Richtung verkippten Bruchschollenstrukturen am Niederrhein entstand im Oligozän (34-20 Mio. Jahre vor heute) infolge von Senkungsbewegungen (Klostermann, 1992).

2.3 Geologie und Geomorphologie

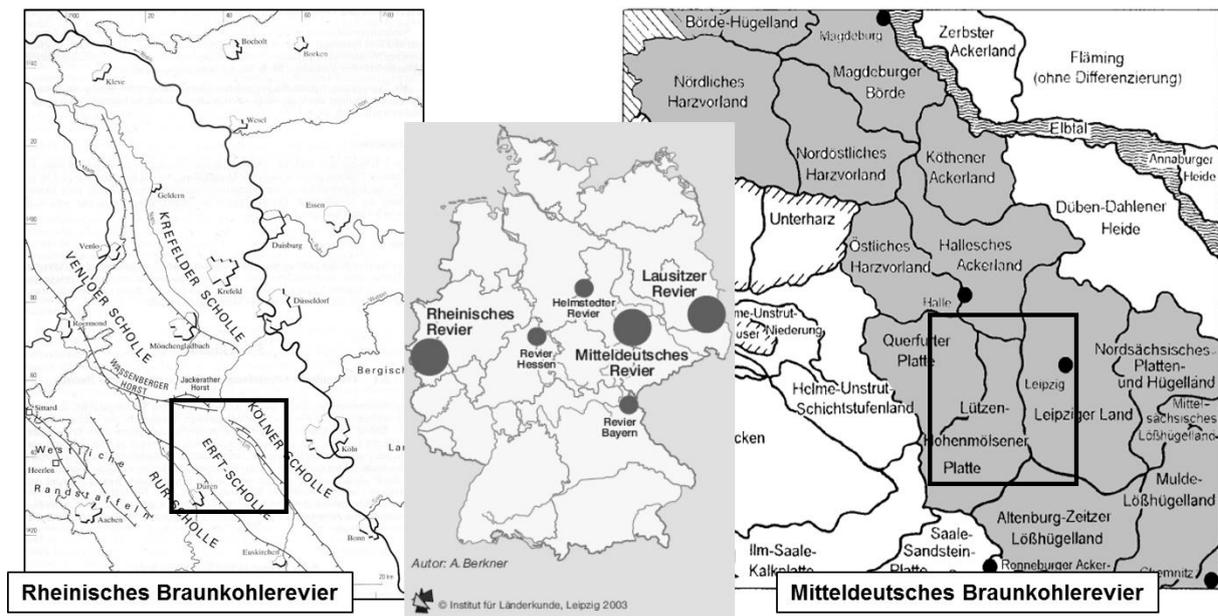


Abb. 2-3: Rheinisches und Mitteldeutsches Braunkohlerevier in Deutschland (IfL, 2003, S. 54), Lage der untersuchten Tagebauvorfelder an den Rändern der regional ausgebildeten Bruchschollen in der Niederrheinischen Bucht (Klostermann, 1992, S. 184) und dem Mitteldeutschen Trockengebiet (verändert nach Diemann, 1995, S. 7)

Im Pleistozän (2.6-0.01 Mio. Jahre vor heute) fanden infolge der Kaltzeiten die wichtigsten Formungsprozesse für die Entstehung der rezenten Oberflächengestalt sowohl des Mitteldeutschen Trockengebietes als auch der Niederrheinischen Bucht statt.

Die Inlandeisvorstöße der Elster-Kaltzeit und vor allem der Saale-Kaltzeit reichten im Nordosten Deutschlands bis an die Mittelgebirge. Sie überprägten die Bruchschollenlandschaft im Mitteldeutschen Trockengebiet und lagerten vor allem im nördlichen und östlichen Teil Schotter, Kiese und Sande an der Oberfläche ab. In den unvergletscherten westlichen und südlichen Bereichen prägen weiterhin die triassischen Buntsandsteine und Muschelkalke den Untergrund. Die Vereisung der Weichsel-Kaltzeit aus dem Norden reichte bis etwa an den Nordostrand von Sachsen-Anhalt heran (DSK 2012; GLA 1992; Henningsen, 2011; Radzinski, 1996; Ruske, 1961; 1965). Auch entstanden während dieser Zeit die Talauen und Flussterrassen der großen Fließgewässer wie der Elbe, Saale oder der Weißen Elster. Diese lagerten pleistozäne Lockergesteine, bestehend aus Sanden, Schluffen und Tonen ab, ebenso wie Geschiebelehmergelerde (Mania, 2006).

Im Niederrheingebiet spielten die Inlandeisvorstöße von Elster- und Weichsel-Kaltzeit keine direkte Rolle. Nur die aufgeschobenen Grundmoränen und Sanderflächen im Niederrheinischen Tiefland im Norden kennzeichnen den weitesten Inlandeisvorstoß der Saale-Kaltzeit. Die Niederrheinische Bucht ist durch die pleistozänen Ablagerungen und die Ausbildung der Flusstäler und –terrassen von Rhein und Maas geprägt (Boenigk, 1978). Diese bestehen aus kaltzeitlich aufgeschotterten Kiesen und Sanden, im Wechsel mit warmzeitlichen schluffigen, tonigen Sedimentschichten (Henningsen und Katzung, 2002; Klostermann, 1992).

Die Lössen wurden aus dem nördlichen Gletschervorland und den Flusstälern durch nordöstliche Winde aufgeweht und lagerten sich im Windschatten der Mittelgebirge, wie auch nördlich und östlich bis

2 Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht – ein naturräumlicher Vergleich

südöstlich des Harzes oder östlich der Nordeifel und dem Hohen Venn, ab (Abb. 2-4 a-c). In den Randbereichen der Gebiete, die nicht mehr vollständig im Windschatten der Gebirge liegen, schließen sich Bereiche sandiger Lösses sowie Flugsande an. Die Lössgebiete in Deutschland sind Teil des europäischen Lössgürtels. Die Hauptphase der Bildung der mächtigen Lössschichten von bis zu 20 Metern beginnt während des trocken-kalten Maximums der Weichsel-Kaltzeit im Hochglazial (Last Glacial Maximum) (Boenigk, 1978; Brunnacker, 1967; Eißmann, 1995; Fischer, 2010; Geo, 1992; Haase et al., 2007; Henningsen, 2011; Kainz et al., 1999; Kels, 2007; Klostermann, 1992; Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, 2006; Meng und Wansa, 2008; Paas, 1968a; b; Pécsi, 1996; Ruske und Wünsche, 1961; Schirmer, 2002; Siebertz, 1983; Wagenbreth und Steiner, 1990).

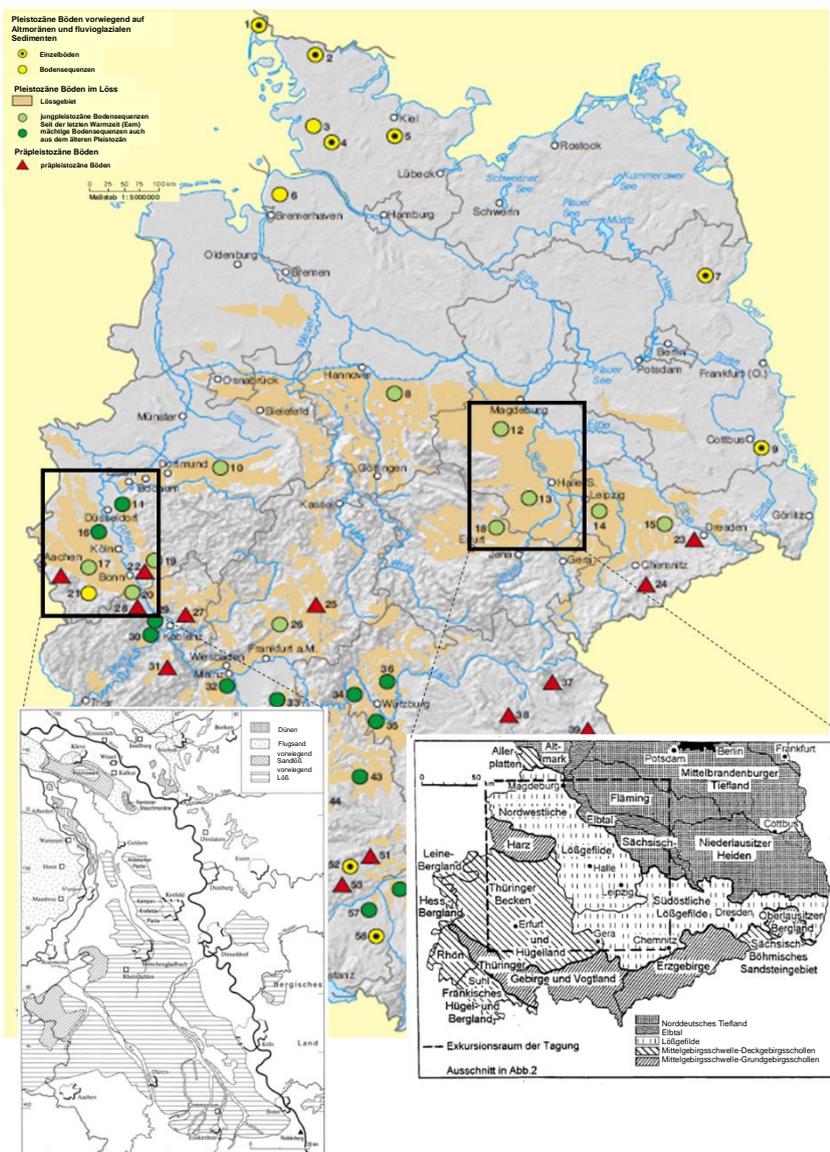


Abb. 2-4: Verbreitung der Lösses in a) in Deutschland (IfL, 2003, S. 117), sowie im b) Niederrheingebiet (Klostermann und Thissen, 1995, S. 43) und c) in Mitteldeutschland (Diemann, 1995, S. 6)

2.4 Böden

Im Spätglazial kam es infolge erhöhter Schmelzwasserabflüsse zu einer Umformung des Reliefs. Die Lösslandschaften wurden zertalt und Sediment verlagert (Schwemmlösse). Im Rheinland entstanden steile asymmetrische Täler sowie ein leicht welliges Mikrorelief auf den Hochflächen (Gerlach und Meurers-Balke, 2015b; Schulz, 2006), ähnlich wie im Mitteldeutschen Trockengebiet. Vor allem in die Hochflächen im südlichen Teil des mitteldeutschen Lössgürtels schnitten sich, allerdings weniger steil, Täler ein.

Zum Ende des Spätglazials schloss sich eine Phase der Klimaerwärmung an, das Holozän (ab 11700 Jahren vor heute), das bis heute andauert. Mit der Erwärmung im Holozän wurden verwilderte Abflusssysteme zu mäandrierenden Flüssen, wie auch der Niederrhein. Eine starke Tiefenerosionsphase begann und Auelehme wurden in den Flusstälern abgelagert (Hilden, 1988; Klostermann, 1992). Schnell verbreitete sich flächendeckend Vegetation aus und das vorhandene Relief wurde so konserviert, dass eine relative Formungsruhe in der Landschaft entstand (Schulz, 2006).

2.4 Böden

Die mächtigen weichselkaltzeitlichen Lössablagerungen bilden zusammen mit dem speziellen kontinental-semiariden Klima mit kalten Wintern und warmen Sommern, ebenso wie einer grasreichen Vegetation und einer intensiven Bioturbation, die Grundlage für die Entstehung der Schwarzerde-Böden im Mitteldeutschen Trockengebiet (Scheffer et al., 2010). Vor allem die Schwarzerden im Kerngebiet des Mitteldeutschen Trockengebietes sind typisch für kontinentale, semihumide Klimaregionen mit ausgeprägten Trockenperioden (Niederschlag < 500 mm/a) und sind dort aufgrund dieser relativen Niederschlagsarmut bis heute erhalten. Sie gehören daher zu den reliktschen Böden. In einigen Teilen des Mitteldeutschen Trockengebietes haben sich Schwarzerden aufgrund von Staunässe erhalten, da sich im Untergrund wasserstauende pleistozäne Geschiebelehme oder Tonschichten befinden, die Verwitterungsvorgänge aufhalten und den Boden so konservieren (Feuchtschwarzerden, Tschernosem-Gleye, Tschernosem-Pseudogleye, Scheffer et al., 2010).

Typische Schwarzerden im Mitteldeutschen Trockengebiet charakterisieren sich über einen mindestens 40 cm, meist im Durchschnitt 50-60 cm, mächtigen kalkfreien Oberbodenhorizont (A_{xh}), der sich in einem kalkhaltigen Lössboden gebildet hat (Abb. 2-5 a). Das Gefüge des Horizontes ist locker und krümelig mit einem ausgeglichenen Wasser- und Lufthaushalt, und ist gekennzeichnet durch intensive Bioturbation (sichtbar durch Krotowinen). Weitere Eigenschaften sind ein hoher Humusgehalt sowie ein neutral bis leicht alkalischer pH-Wert (Altermann, 1995; Scheffer et al., 2010).

Vor allem in den randlichen Bereichen des Mitteldeutschen Trockengebietes haben sich, neben den Schwarzerden, weitere Bodentypen gebildet (Abb. 2-5 b-d). Die deutlich sandigeren Lössablagerungen in den Randgebieten und der höhere Niederschlag bewirken eine intensivere Bodenbildung (Altermann und Fiedler, 1975). So entstehen beispielsweise Braunerde-Schwarzerden, die durch einen Verbraunungshorizont (B_v) unter dem Schwarzerdehorizont (A_{xh}) gekennzeichnet sind, oder auch Parabraunerde-Schwarzerden (sog. Griserden), die sich durch eine leichte Lessivierung des Schwarzerde-Horizontes (A_{xh}-A_{xhl}-A_{xht}-C) auszeichnen (Altermann, 1995; Scheffer et al., 2010). Auch Schwarzerde-Pararendzinen (A_p-C) gehören zum typischen Bild der Böden im Gebiet, in denen der

2 Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht – ein naturräumlicher Vergleich

Schwarzerdehorizont (A_{xh}) kaum ausgebildet ist oder bereits erodiert wurde und der Pflughorizont (A_p) direkt auf dem kalkhaltigen Löss aufliegt. Die Entstehung dieses Bodentyps ist allerdings meist auf menschlich induzierte Erosionsprozesse und die Kappung des ursprünglichen Schwarzerdehorizonts in Hangbereichen während des Holozäns zurückzuführen. Die erodierten Sedimente werden als Kolluvien in Tälern und Senken abgelagert (Altermann und Kühn, 1995; Scheffer et al., 2010).

Durch das niederschlagsreichere, atlantische Klima und eine erhöhte Verwitterungs- und Bodenbildungstätigkeit sind auf den Lössen der Niederrheinischen Bucht Parabraunerden entstanden. Sie sind gekennzeichnet durch einen hellen Tonauswaschungshorizont (A_I) unter dem Pflughorizont (A_p) und einem dunkleren tonangereicherten Horizont (B_t) über dem Löss (Scheffer et al., 2010).

In den Flussauen entwickeln sich aus holozänen, sandig-lehmigen Flussablagerungen braune Auenböden sowie Parabraunerden auf Hochflutlehm (Scheffer et al., 2010).

Die Schwarzerdeböden im Mitteldeutschen Trockengebiet, vor allem in der Magdeburger Börde, sind mit Ackerwertzahlen an die 100 äußerst fruchtbare Böden und werden daher hauptsächlich ackerbaulich genutzt, ebenso wie die Parabraunerden in der Niederrheinischen Bucht (Ackerwertzahlen 60-80) (Diemann, 1995; Kainz et al., 1999; Klostermann, 1997; LAGB, 2006; Mückenhausen, 1993; Scheffer et al., 2010).

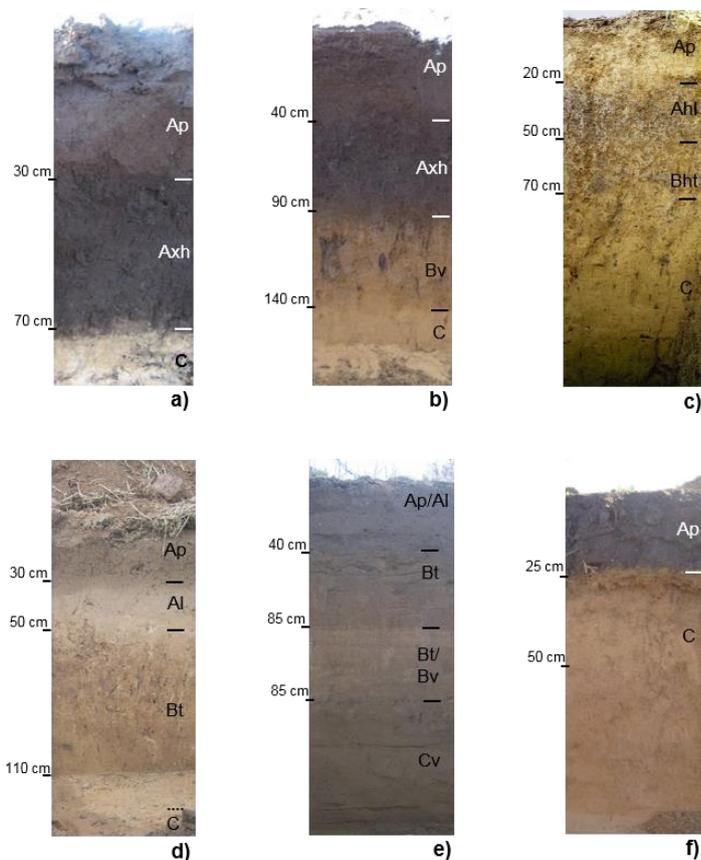


Abb. 2-5: a) Schwarzerde, b) Braun-Schwarzerde, c) Parabraunerde-Schwarzerde (© LGRB), d) Parabraunerde auf Löss, e) gekappte Parabraunerde auf Löss, f) Schwarzerde-Pararendzina

2.5 Besiedlungsgeschichte

Das Rheinland sowie das Mitteldeutsche Trockengebiet boten bereits den ersten Jäger- und Sammler-Gesellschaften in Paläolithikum und Mesolithikum (350000-5000 v. Chr.) attraktive Lebensräume (Altermann und Kühn, 1995; Bosinski, 2006; Feustel, 1989; Knörzer et al., 1999; Mania, 1989a; b; 1995a; Street, 1998; Ullrich, 1989).

Mit der Ausbildung der fruchtbaren Lössböden und dem milder werdenden Klima im Holozän (ab 11700 Jahre vor heute) wurden beide Regionen zu absoluten Gunsträumen für die ersten Besiedler und waren daher seit dem Beginn des Neolithikums nahezu flächendeckend besiedelt. Die Besiedlung des Mitteldeutschen Trockengebiets begann ab etwa 5500 v. Chr. mit den ersten Kulturen aus dem Südosten Europas (Abb. 2-6). Im Rheinland begann die sog. „neolithische Revolution“ (Childe 1936) etwa 200 Jahre später, um 5300 v. Chr. (Lüning, 2015).

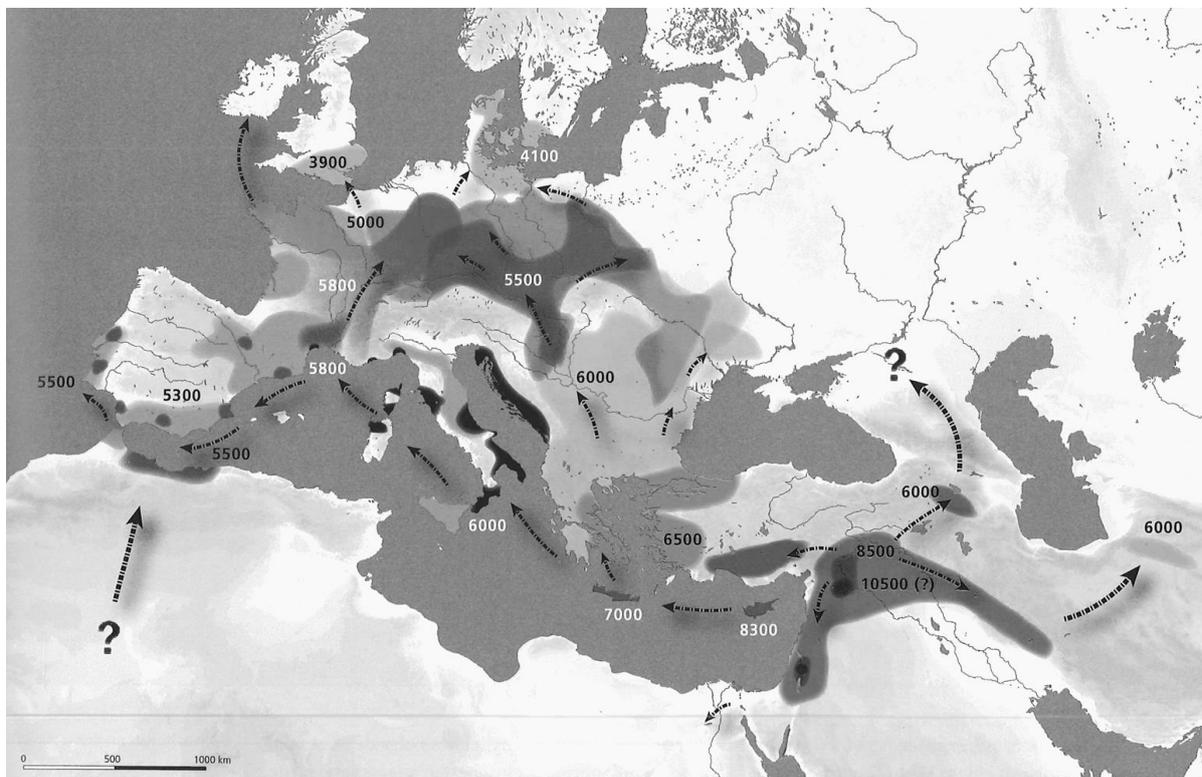


Abb. 2-6: Neolithische Wanderungsbewegungen in Mitteleuropa (Gronenborn, 2006, S. 13)

Das Neolithikum im Rheinland ist in fünf, in Mitteldeutschland in drei unterschiedliche Phasen aufgliedert (Abb. 2-7). Vor allem die frühneolithische bandkeramische Kultur war in beiden Regionen stark vertreten und auch gut erforscht. In Mitteldeutschland befanden sich deren größte Siedlungsareale (Schlette, 1980; Zimmermann und Wendt, 2010). Im Mittelneolithikum (5000-4400 v. Chr.) nahm die Bevölkerungsdichte im Rheinland stark ab. Nur wenige Fundplätze zeigen heute den Lebensalltag der mittelnolithischen Kulturen. Im Übergang zum Jungneolithikum (4400-3500 v. Chr.) nahm die Bevölkerung mit dem Aufkommen der Rössener Kultur im Rheinland wieder zu. Darauf folgte wiederum in Spätneolithikum (3500-2800 v. Chr.) und Endneolithikum (2800-2200 v. Chr.) eine sehr

2 Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht – ein naturräumlicher Vergleich

bevölkerungsschwache Besiedlungsphase. Fundplätze und Befunde der Schnurkeramik- und Glockenbecher-Kulturen im Rheinland sind rar (Richter, 1997; Weiner, 2012; Zimmermann et al., 2005; 2006; Zimmermann und Wendt, 2010).

Auch in Mitteldeutschland nahm die Bevölkerung im Mittelneolithikum (4000-2800 v. Chr.) deutlich ab. Die spätneolithischen Kulturen (2800-2200 v. Chr.) waren wiederum sehr bevölkerungsstark (Altermann und Kühn, 1995; Behrens, 1980; Beier und Einicke, 1994). Sie gingen in der Frühbronzezeit (2200-1550 v. Chr.) in die archäologisch gut erforschte Aunjetitzer Kultur über.

Im Gegensatz dazu ist über die Kulturen der mittleren Bronzezeit (1550-1300 v. Chr.) in Mitteldeutschland vergleichsweise wenig bekannt. In dieser Zeit muss ein relativer Bevölkerungsrückgang geherrscht haben, der sich in nur wenigen Siedlungsfunden aus dieser Zeit ausdrückt, mehr ist über ihre Bestattungen und Grabfunde bekannt (Hügelgräberkultur) (Rösler, 1989). Das ändert sich wieder für die Kulturen der späten Bronzezeit (1300-750 v. Chr.), die Urnenfelder Kultur, als eine der bedeutendsten wirtschaftlichen Kräfte in Mitteleuropa, ist archäologisch gut belegt (Meller, 2015). Eine wichtige Kultur der frühen Eisenzeit (750-450 v. Chr.) war vor allem die, durch die Hallstattkultur beeinflusste, Hausurnenkultur, die hauptsächlich über Grabfunde und –beigaben bekannt wurde (Meller, 2015; Seyer, 1989). In der späten vorrömischen Eisenzeit (450-60 v. Chr.) beherrschte die germanische Jastorf-Kultur die Region.

Im Gegensatz zu Mitteldeutschland sind metallzeitliche Fundstellen, vor allem für die frühe und mittlere Bronzezeit im Rheinland kaum bekannt. Dies liegt zum einen an der schlecht erhaltenen Befundlage, denn durch die geringe Tiefe der metallzeitlichen Fundplätze unter der Oberfläche werden viele Funde und Befunde infolge von Bodenbearbeitung und Bodenerosion teilweise oder sogar ganz zerstört. Weiterhin wird von einer „lichten“ Besiedlung des Rheinlands in dieser Zeit ausgegangen, die ab der späten Bronzezeit (1300-750 v. Chr.), mit der Urnenfelder Kultur, bis in die späte Eisenzeit (450-60 v. Chr.) nahezu kontinuierlich zunimmt. Einer der wenigen und bisher größten im Rheinland entdeckten bronzezeitlichen Fundplätze befindet sich auf dem Güldenbergrücken nahe Inden-Pier im Tagebau Inden (Geilenbrügge, 2010; 2012; 2015; Joachim, 1998; Simons, 1989; Tutlies et al., 2012).

Zum Ende der Eisenzeit übernahmen die Römer die Vorherrschaft über das Rheinland und die „römische Kaiserzeit“ begann (~60 v. Chr.-455 n. Chr.). Der Niederrhein wurde Grenzfluß zwischen dem „Heiligen römischen Reich“ im Westen und dem „Barbaricum“ im Osten. Die Zeit der Römer im Rheinland ist aufgrund der Dichte der Fundplätze und der schriftlichen Quellen archäologisch sehr gut erforscht (Cüppers und Rüter, 1985; Gaitzsch, 2010). Der Niedergang der römischen Vorherrschaft im Rheinland wurde mit den Frankeneinfällen ab etwa 250 n. Chr. eingeläutet. Im Jahre 455 n. Chr. verloren sie schließlich die Macht und die Franken besetzten das Gebiet (Cüppers und Rüter, 1985).

Während das Rheinland in der römischen Kaiserzeit zur Provinz wurde und die Römer die Region einnahmen, beherrschten die germanischen Stämme, wie z. B. die Elbsueben, weiterhin Mitteldeutschland. Es kam zwar immer wieder zu Auseinandersetzungen zwischen Römern, die auf Eroberungszügen in das Mittelbe-Saale-Gebiet vordrangen, und den ansässigen germanischen Stämmen, gleichzeitig führten sie aber auch untereinander enge Handelsbeziehungen. Die Bevölkerung nahm weiterhin zu (Keiling, 1989; Leube, 1989).

2.5 Besiedlungsgeschichte

Das Klima wurde zum Ende der römischen Kaiserzeit zunehmend feuchter und kühler, was die Lebensgrundlage der Menschen in Mitteleuropa deutlich verschlechterte und bald darauf Wanderungsbewegungen in südliche wärmere Gebiete auslöste. Auch wanderten die Hunnen aufgrund des sich verschlechternden Klimas von Osten nach Europa ein. Es kam immer wieder zu Überfällen und kriegerischen Auseinandersetzungen, die Unruhen lösten weitere Wanderungsbewegungen aus (Leube, 1989). In Rheinland und Mitteldeutschland ist für die Zeit der Völkerwanderung bis ins frühe Mittelalter (~500-1050 n. Chr.) durch die spärliche archäologische Befundlage und die wenigen permanenten Siedlungen nur wenig bekannt.

In Mitteldeutschland nahm ab 500 n. Chr. der Einfluss der Thüringer Kultur deutlich zu. Ab 700 n. Chr. wanderten Slawen in das östliche Gebiet zwischen Elbe und Saale ein. Nach einem erneuten Bevölkerungsrückgang in der Karolingerzeit (800-900 n. Chr.) kam es schließlich wieder zu einer Zunahme der Bevölkerung und ein großflächiger Landesausbau begann (Altermann und Kühn, 1995; Krüger, 1989). Ähnliches gilt auch für das Rheinland zu dieser Zeit, hier überwogen die Kulturen der Merowinger und Karolinger.

Im Mittelalter diversifizierten und vermischten sich die Kulturen immer mehr durch die zunehmende Mobilität. Auch differenzierte sich die Siedlungsstruktur in unterschiedliche funktionale Einheiten, landwirtschaftlichen Zentren wurden etabliert und Städte als Herrschaftssitze und Handelszentren gegründet (Gringmuth-Dallmer, 1989). Aufgrund der zahlreichen schriftlichen Quellen sind vor allem Hoch- und Spätmittelalter (1050-1500 n. Chr.) in Mitteldeutschland und im Rheinland gut untersucht (Berthold, 2003; Gringmuth-Dallmer, 1989; Pääfgen, 2010). Beide Gebiete sind auch bis in die Neuzeit (1500 n. Chr.-heute) weiterhin stark besiedelt. Die fruchtbaren Böden und die Gewinnung und Verarbeitung von natürlichen Ressourcen, wie Stein- und Braunkohle, Salzen und Erzen, bilden wichtige regionale wirtschaftliche Faktoren (Altermann und Kühn, 1995).

2 Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht – ein naturräumlicher Vergleich

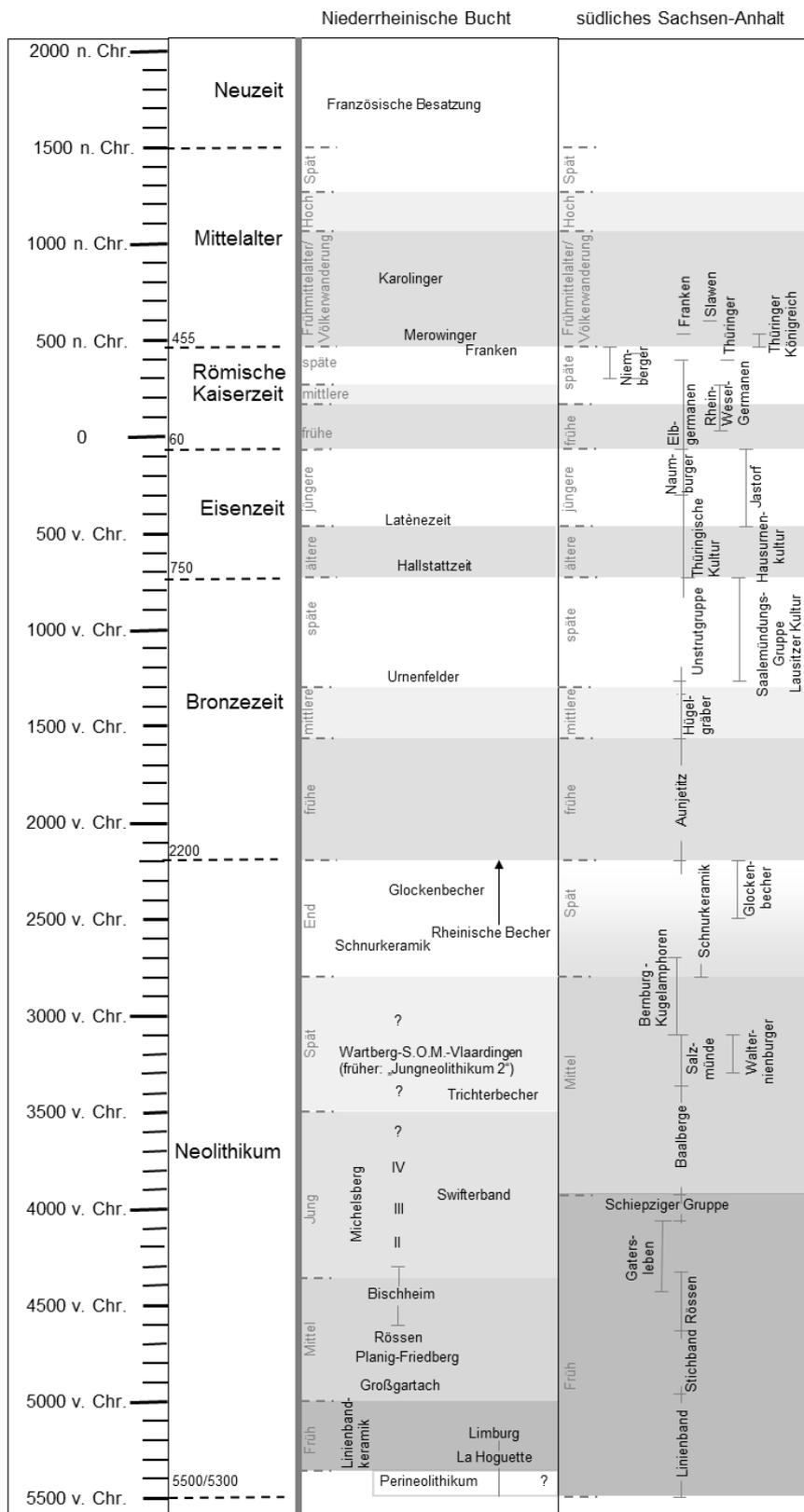


Abb. 2-7: Kulturabfolge in der Niederrheinischen Bucht und im südlichen Mitteldeutschen Trockengebiet seit dem Neolithikum (freundl. mündl. Mitteilung Hr. Dr. Schwarz, LDA, sowie nach Cüppers und Rüger, 1985; Ickler, 2007; Joachim, 1998; 2007; Lenz, 1999; Meller, 2008; 2011; 2015; Richter, 1997; Schwarz, 2013; Weber, 2007; Zimmermann et al., 2005)

2.6 Charakterisierung der Untersuchungsgebiete

2.6.1 Oechlitz und Bad Lauchstädt, Querfurter Platte, südliches Sachsen-Anhalt

Die geoarchäologischen Untersuchungen fanden im Zuge des Neubaus einer ICE-Trasse zwischen Erfurt und Halle/Saale statt, die auf einer Länge von 22 km über die Querfurter Platte verläuft. Diese ist in ein Landschaftssystem eingebunden, welches von der Naumburger Mulde, dem Halleschen Porphyrykomplex, dem südöstlichen Harzvorland mit der Mansfelder Mulde und Sangerhäuser Mulde, den Teutschenthaler Sattel und dem Geiseltal mit seinen Braunkohlevorkommen umgrenzt wird. Der geologische Untergrund der Querfurter Platte ist hauptsächlich geprägt von triassischen Muschelkalkablagerungen, aber auch Buntsandsteinen, die von pleistozänen Geschiebelehmen und -sanden aus den Inlandeisvorstößen der Elster-Kaltzeit und Saale-Kaltzeit überlagert werden. Darauf folgen während der Weichsel-Kaltzeit in mehreren Metern äolisch abgelagerte Lössschichten (Abb. 2-8 a) (DSK, 2012; Meng und Wansa, 2008; Reichhoff et al., 2001; Ruske, 1961; Wagenbreth und Steiner, 1990). In dieser Zeit entstanden auch die Frostmusterböden und Eiskeile, die im Löss aufgrund ihrer rötlichen Verfüllung gut zu erkennen sind (Abb. 2-8 b). Auf den Lössen entstanden Schwarzerden und Braun-Schwarzerden, in den Hangbereichen durch Erosion der Schwarzerdehorizonte Pararendzinen und am Hangfuß Kolluviallöss-Schwarzerden (Abb. 2-9) (Schröder, 1986; Schröder und Backhaus, 1991; Schröder und Löwa, 1991). In den Hangfußbereichen und Tälern der Querfurter Platte befinden sich unterhalb der Kolluvialschwarzerden z. T. mächtige Schwemmlössschichten, die bereits während der Weichsel-Kaltzeit aufgrund von Solifluktionvorgängen und Flächenabspülungen verlagert wurden. So tritt an manchen Hängen bereits der pleistozäne Geschiebemergel direkt unter dem Pflughorizont an die Oberfläche (Carlsen, 1989; Richter et al., 2003).

Der mittlere Jahresniederschlag auf der Querfurter Platte liegt bei 450-500 mm/a, die mittlere Jahrestemperatur bei $> 9^{\circ}\text{C}$ (PIK, 2009) und ist damit einer der trockensten und wärmsten Bereiche im Mitteldeutschen Trockengebiet (Richter et al., 2003 nach Döring, 1996).

Die im Untergrund befindlichen Muschelkalk- und Buntsandsteine sind sehr wasserdurchlässig, so dass die hydrologische Bilanz im Jahresmittel negativ ist und eine Bewässerung der bestellten landwirtschaftlichen Flächen notwendig macht. Die ursprüngliche Vegetation, nach Eichstädt und Mahn (1993) sowie Schröder (1986), ein Traubeneichen-Hainbuchenwald, ist aufgrund der starken ackerbaulichen Nutzung der Querfurter Platte und dem Anbau von Monokulturen nicht mehr vorhanden (Arndt, 2003).

Das Relief der Querfurter Platte ist geprägt von Tälern, die sich in das Plateau einschneiden. Teilweise handelt es sich um Täler mit Fließgewässern, größtenteils um pleistozän entstandene Trockentäler, die nur periodisch wasserführend sind (Schröder, 1986). So entsteht das wellige Relief mit Höhenrücken und den windgeschützten Tälern. Die Menschen nutzten die vorhandenen naturräumlichen Strukturen, sie siedelten in den windgeschützten Tälern und nutzten die Höhenrücken für den Ackerbau, eine Gliederung, die bis in die heutige Zeit gilt (Abb. 2-10).

Auch die untersuchten Areale zwischen Oechlitz und Langeneichstädt sowie bei Bad Lauchstädt sind durch diese naturräumlichen Merkmale bestimmt.

2 Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht – ein naturräumlicher Vergleich

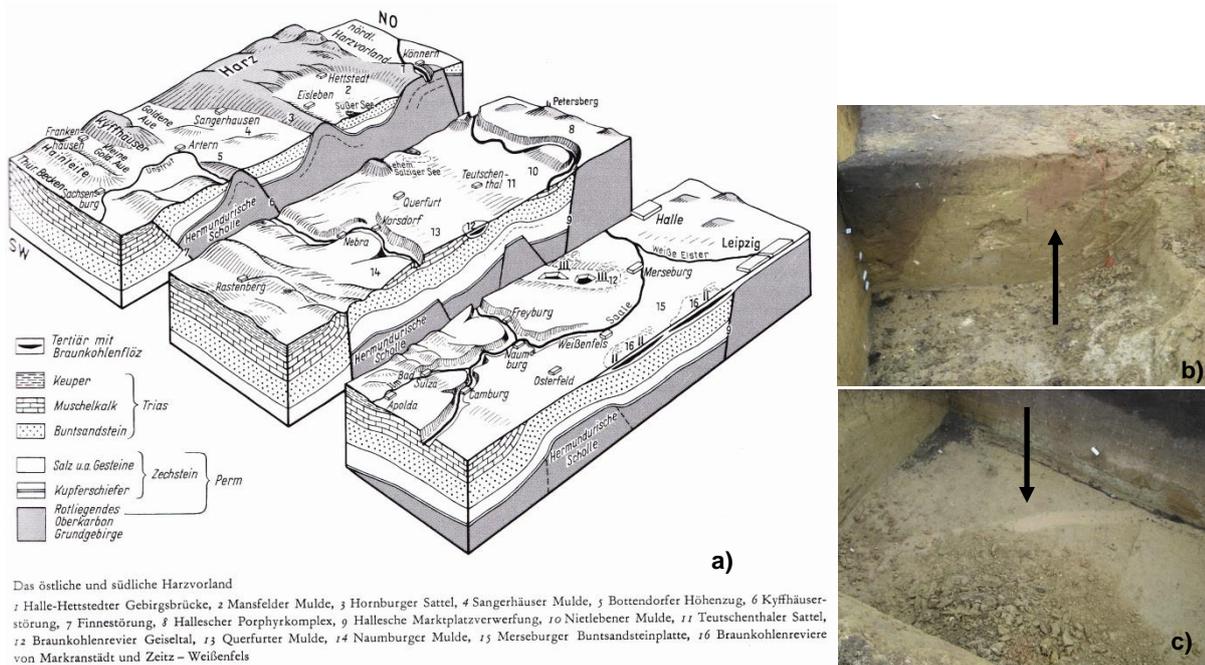


Abb. 2-8: Geologischer Untergrund der Querfurter Platte, a) geologischer Aufbau und Landschaftsgliederung der Querfurter Platte (Wagenbreth und Steiner, 1990, S. 77), b-c) rötlich verfüllte pleistozäne Eiskeile bei Oechlitz

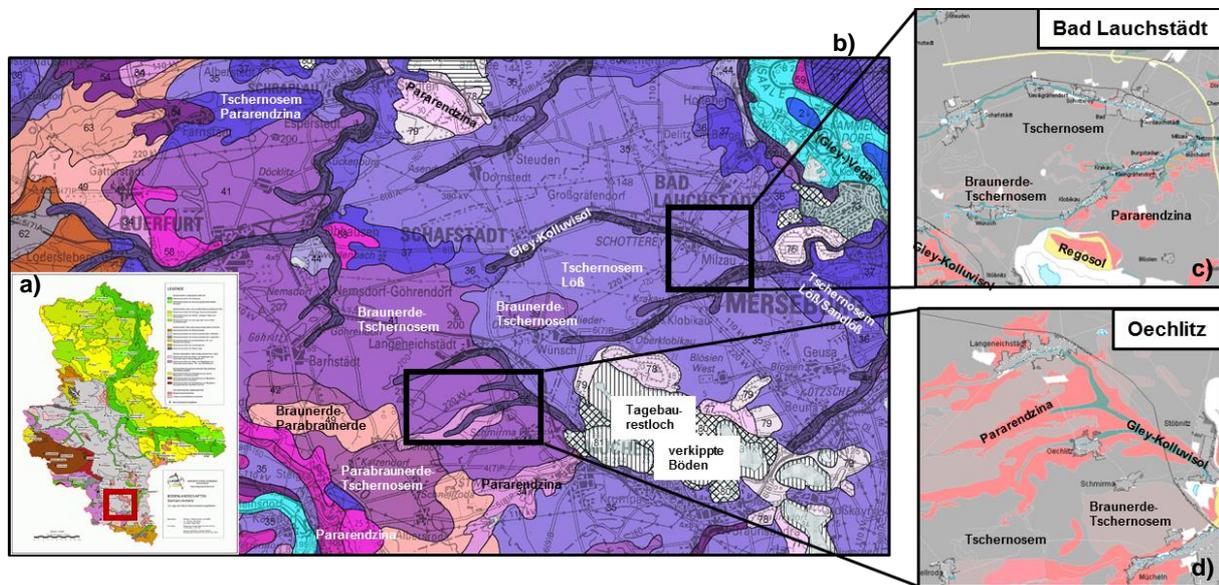


Abb. 2-9: Ausschnitt der Bodenkarten für die Untersuchungsgebiete bei Oechlitz und Bad Lauchstädt, a) Übersicht der Bodenlandschaften in Sachsen-Anhalt, grau die Bodenlandschaften der tschernosembetonten Lösslandschaften (ausführliche Legende in Kainz et al., 1999), b) BUEK200 (Ad-hoc-AG Boden Staatl. Geol. Dienste & BGR, 1999), c-d) VBK50 (LAGB, 2005c)

2.6 Charakterisierung der Untersuchungsgebiete

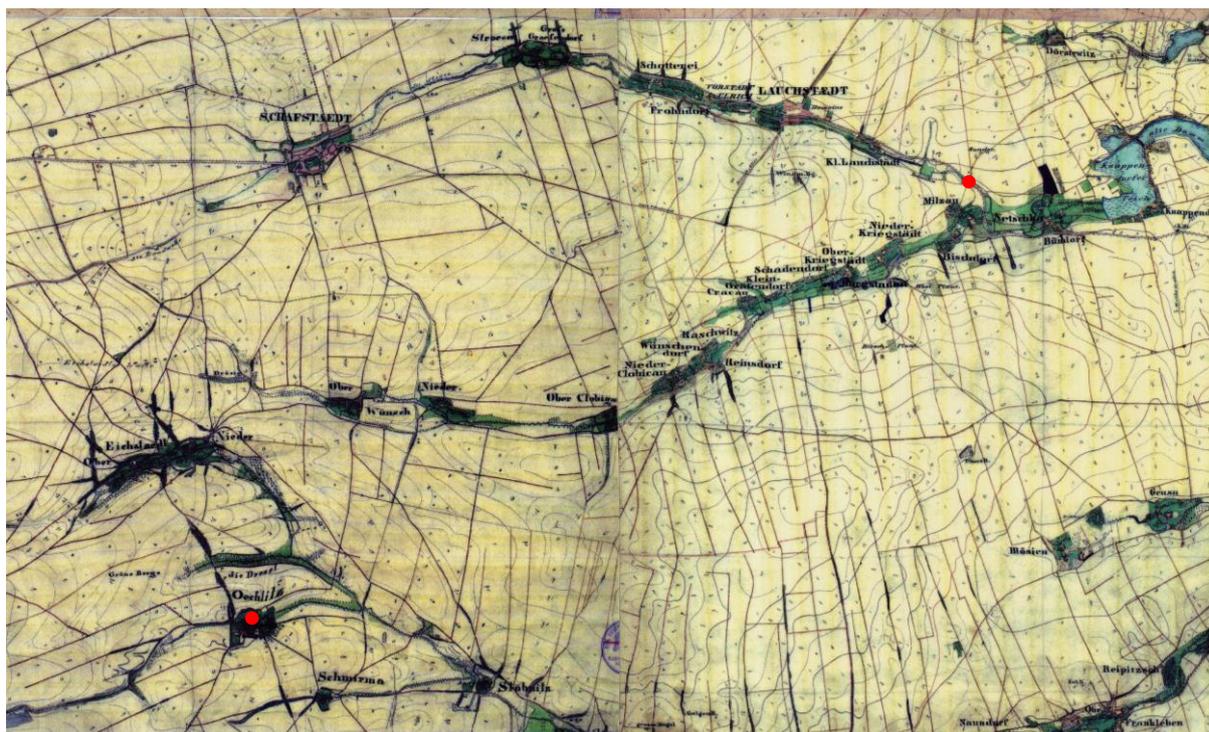


Abb. 2-10: Ausschnitt Preußisches Urmesstischblatt (1868-1877), M 1:50000, Untersuchungsgebiete Oechlitz (SW) und Bad Lauchstädt (NO) (Staatsbibl. Berlin-Preuß. Kulturbesitz), landwirtschaftliche Nutzung der Hochflächen und Lage der Siedlungsgebiete in windgeschützten Tälern

Oechlitz

Die archäologischen Ausgrabungen wurden entlang des Oechlitzer Höhenrückens durchgeführt. Der Höhenrücken wird von drei Tälern umgrenzt. Im Süden fließt der Oechlitzer Grund, der in die Stöbnitz im Osten entwässert (Abb. 2-11). Im Norden fließt die Dressel, die nur in den niederschlagsreicheren Monaten wasserführt. Die Gefälle der Hänge liegen im Norden und Osten bei 2.8 % und 2.4 %, im Süden bei 6.1 %.

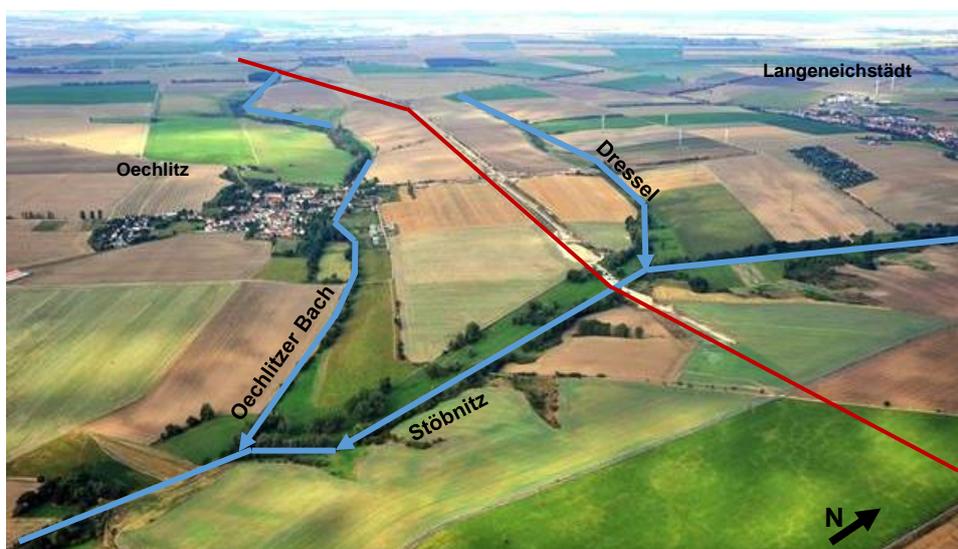


Abb. 2-11: Luftbild mit Blick von Osten auf den Höhenrücken zwischen Oechlitz und Langeneichstädt (Foto: Schunke, 2009). Der Verlauf der ICE-Trasse folgt dem Höhenrücken in west-östlicher Richtung. Entlang des Südhanges entwässert der Oechlitzer Bach, am Nordhang die Dressel in die Stöbnitz am Osthang (Vordergrund).

2 Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht – ein naturräumlicher Vergleich

Archäologisch gesehen ist die inmitten des Mitteldeutschen Trockengebietes gelegene Querfurter Platte mit ihren fruchtbaren Böden ein klimatisches Gunstgebiet für die menschliche Besiedlung. Die Region zählt daher zu den wenigen kontinuierlich besiedelten Altsiedellandschaften in Deutschland und zeugt von einer Jahrtausende langen stark genutzten Landschaft (Jarecki und Becker, 2012).

Das untersuchte Areal auf dem Höhenrücken zwischen den Ortslagen Oechlitz und Langeneichstädt zeichnet sich archäologisch durch seine offsite-Situation aus, d. h. es wurden hauptsächlich Befunde dokumentiert, die auf eine Nutzung außerhalb der Siedlung schließen lassen. Die offsite-Befunde auf der Hochfläche und in den Hangbereichen umfassten Bestattungen mit Beigaben und Wegesysteme hauptsächlich des Spätneolithikums (Schnurkeramik, 2800-2100 v. Chr.) und der frühen Bronzezeit (Aunjetitzer Kultur, 2200-1700 v. Chr.) sowie Grubenreihen und Landgräben unklarer Zeitstellung.

Die neolithischen Siedlungsgebiete befinden sich gegenüber dem Osthang, auf der anderen Seite der Stöbnitz, ebenso wie eine Ende des Mittelalters wüst gefallene dörfliche Siedlung (Arndt, 2002), und wahrscheinlich auch auf dem im Norden folgenden Hang Richtung Langeneichstädt. Die Ortslage selbst ist seit der späten Bronzezeit (1300-750 v. Chr.) besiedelt (Altermann und Kühn, 1995; Bahn und Fieber, 2014; Jarecki und Becker, 2012; Müller, 1988; 1995). Auf dem Höhenrücken fanden sich im Osten Siedlungsspuren der jungbronzezeitlichen Mittelsaalegruppe (1300-1000 v. Chr.) und ein entsprechendes Hügelgräberfeld (Schunke, 2009). Solche seichten Hänge, die sich wie bei Oechlitz in der Nähe von Gewässern befinden, sind typische Siedlungsstandorte für die ersten Kulturen in Mitteldeutschland (Fröhlich und Kegler, 2012).

Bad Lauchstädt

Bei Bad Lauchstädt verläuft die ICE-Neubaustrecke quer zu den Höhenrücken und Tälern und durchschneidet die Aue der Laucha Richtung Nordosten (Abb. 2-12 a). Die Laucha wurde für die Gründung der Brückenpfeiler verlegt, so dass die Sedimentablagerungen im Tal untersucht werden konnten (Abb. 2-12 b-c).

Die archäologischen Grabungen fanden in den unteren Hangbereichen statt und brachten Siedlungsbefunde sowie ein Gräberfeld aus der Schnurkeramik (2800-2100 v. Chr.) und der Aunjetitzer Kultur (2200-1700 v. Chr.) zutage (LDA, k.a., unveröff.).



Abb. 2-12: Untersuchungsgebiet bei Bad Lauchstädt, a) Blick Richtung Norden in das Tal der Laucha, b) die in westöstlicher Richtung fließt (die Baumreihe in beiden Fotos kennzeichnet den Verlauf), c) Die Profilaufnahme der Ablagerungen am Hangfuß der Aue erfolgte am Rande der Baugrube (weißer Pfeil)

2.6 Charakterisierung der Untersuchungsgebiete

2.6.2 Profen, Weißenfelser Lösshügelland, südliches Sachsen-Anhalt

Profen liegt im Weißenfelser Lösshügelland am südöstlichen Rand des Mitteldeutschen Trockengebietes. Die Region ist landschaftlich durch den jahrhundertelangen Abbau von Braunkohle geprägt. Der aktuelle Bergbau findet als Tagebau statt, aber auch alte Bergbauspuren, wie z. B. der ehemalige Tagebau „Carl Bosch“, sind heute noch in der Region anzutreffen. Die abgebauten, bis zu 50 m mächtigen Flöze des Tagebaus Profen sind aufgrund ihrer Entstehung in einer Schichtrippe mit 1 km Breite und weniger als 6 km Länge sehr schmal ausgebildet (Abb. 2-14 a). Die Braunkohleflöze werden von eiszeitlichen Ablagerungen der Inlandeisvorstöße der Elster-Kaltzeit und Saale-Kaltzeit überdeckt. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Geschiebelehme und -sande, in denen typische Frostbodenstrukturen, wie Eiskeile oder Verwürgungen, erhalten sind (Abb. 2-14 b) (Junge et al., 2008; Wagenbreth und Steiner, 1990). Die pleistozän gebildete Hochfläche wird von den Flusstälern der Saale im Nordwesten und der Weißen Elster im Südosten begrenzt und liegt im Übergangsbereich zur Leipziger Tieflandsbucht (Abb. 2-13) (Knauf et al., 1995).

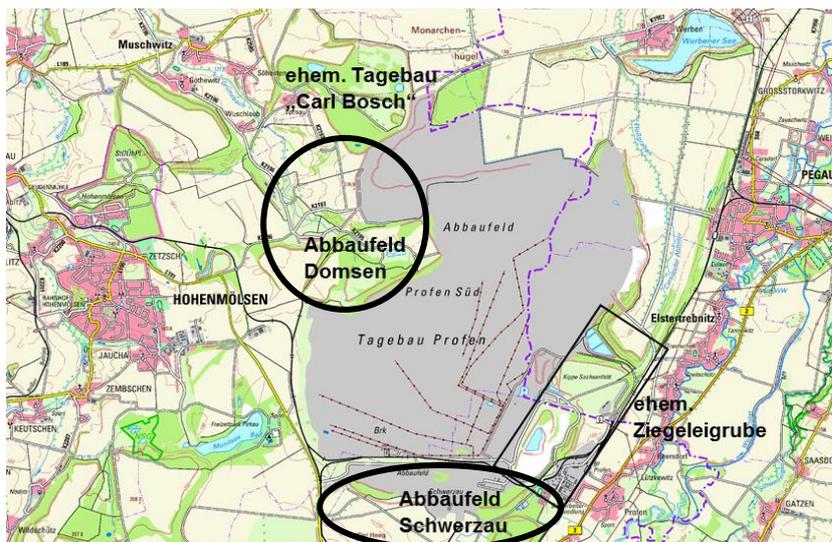


Abb. 2-13: Lage der Abbaufelder am Tagebau Profen, Ausschnitt TK50 (© GeoBasis-DE; LVerGeo, 2005)

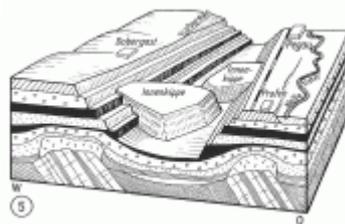


Abb. 2-14: Geologischer Untergrund bei Profen, a) schematischer geologischer Aufbau im Tagebau Profen (Wagenbreth und Steiner, 1990, S. 158), b) die grauen Fahnen zeigen Verwürgungen des Sediments als typische Strukturen eines Frostmusterbodens unterhalb des archäologischen Befundes

2 Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht – ein naturräumlicher Vergleich

In den beiden nordwestlich und südlich des Tagebaus gelegenen Abbaufeldern Domsen und Schwerzau befinden sich über den eiszeitlichen Geschiebelehmen und -sanden eine weichselzeitliche äolische (Sand)Lössdecke mit darauf gebildeten Schwarzerden und Braun-Schwarzerden (Abb. 2-15) (Kainz et al., 1999; LAGB, 2006; Scheffer et al., 2010). Aufgrund der Randlage der Region im Mitteldeutschen Trockengebiet und den erhöhten jährlichen Niederschlagssummen (500-550 mm/a) entwickelte sich unter dem Schwarzerdehorizont (A_{xh}) ein Verbraunungshorizont (B_v) und Braun-Schwarzerden entstanden. Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 8.5-9°C (Knauf et al., 1995; PIK, 2009).

Das Abbaufeld Schwerzau ist durch ein sanft welliges Gelände gekennzeichnet. Am südlichen Rand der untersuchten Flächen schließt sich eine große, ehemalige Ziegeleigrube an. Durch das vom Tagebau eingenommene Gebiet verlief der historische Elsterfloßgraben, erbaut im 16. Jahrhundert, der die Weißer Elster und die Rippach zum Zweck der Holzflöße, die für die Salzgewinnung benötigt wurden, miteinander verband (Abb. 2-16). Für die Dauer des Braunkohleabbaus wurde ein Teil des Floßgrabens rückgebaut (Schulz, 2009).

Im Abbaufeld Domsen ist das Relief stärker ausgeprägt. Das Gebiet um die devastierten Dörfer Domsen, Tornau, Großgrimma und Bösau ist bestimmt von den sich einschneidenden Tälern in denen u. a. Rippach und Grünebach fließen. Nordöstlich grenzen unmittelbar ein ehemaliger, stillgelegter Braunkohletagebau sowie der aktuelle Tagebau Profen an das Gebiet (Abb. 2-13 a).

Aufgrund der idealen natürlichen Begebenheiten, mit einem warmen trockenen Klima, fruchtbaren Böden und der Nähe zu Fließgewässern, sowie der Verfügbarkeit von natürlichen Ressourcen, wie z. B. Kies, Sand, Braunkohle oder Salz, war das Gebiet bereits seit dem Neolithikum besiedelt (Knauf et al., 1995). Die archäologische Befundsituation war hauptsächlich geprägt durch offsite-Befunde wie Gräben, Grubenreihen, Schlitzgruben, Öfen und Bestattungen verschiedener Kulturen seit dem Spätneolithikum bis in die Gegenwart. Siedlungsbefunde außerhalb der Einzugsbereiche der Fluß- und Bachauen wurden auf dem Areal bisher ausschließlich auf dem sog. „Pätschenberg“, zwischen Döbrin und Schwerzau, angetroffen (Abb. 2-16). Frühneolithische Befunde wurden bislang in dem Gebiet kaum nachgewiesen, trotzdem es in unmittelbarer Nähe am Rande der Elsteraue Siedlungsaktivitäten dieser Zeit gab (freundl. mündl. Mitteilung Fr. Dr. Friederich; Hohle, 2012). Auch fanden bronzezeitliche Siedlungsaktivitäten im Gebiet statt, wie eine große bronzezeitliche Besiedlung bei Hohenmölsen beweist. Der Großteil der heute im Gebiet vorgefundenen Orte wurden im Mittelalter gegründet (freundl. mündl. Mitteilung R. Ganslmeier, LDA und Stadt, 1998).

2.6 Charakterisierung der Untersuchungsgebiete

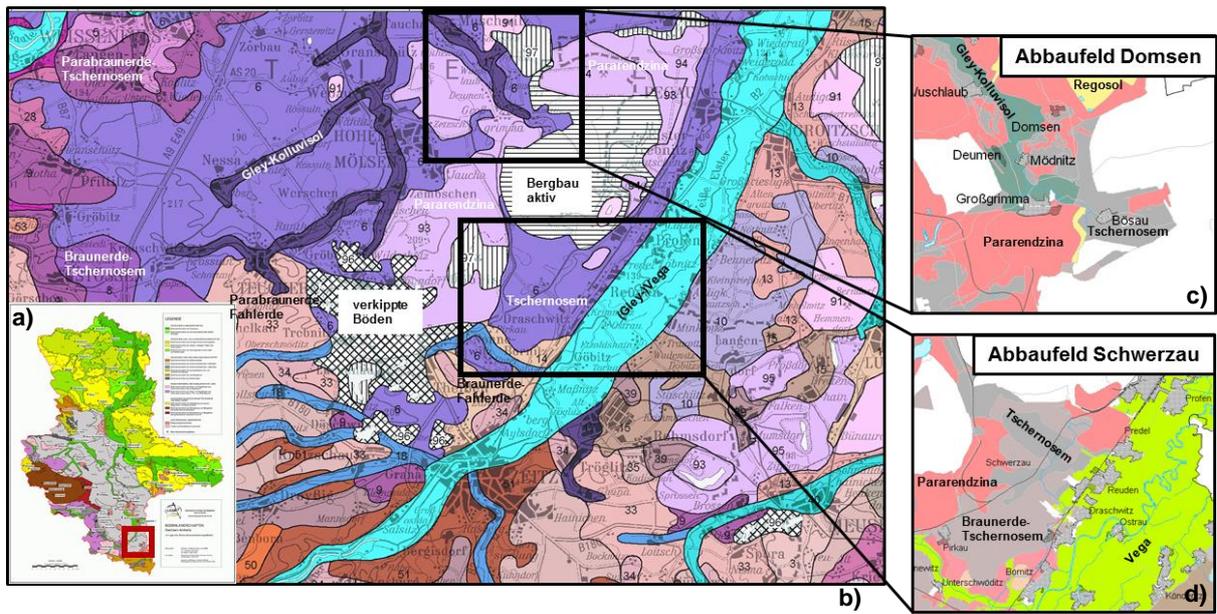


Abb. 2-15: Verbreitung der Böden um den Tagebau Profen a) Übersicht der Bodenlandschaften in Sachsen-Anhalt, grau die Bodenlandschaften der tschernosembetonten Lösslandschaften (ausführliche Legende in Kainz et al., 1999), b) BUEK200 (Ad-hoc-AG Boden Staatl. Geol. Dienste & BGR, 2005), c-d) VBK50 (LAGB, 2005b)



Abb. 2-16: Ausschnitt Preußisches Urmesstischblatt (1868-1877), M 1:50000, Braunkohleabbaugebiet Profen (Staatsbibl. Berlin-Preuß. Kulturbesitz), Siedlungsgebiete an Randgebieten der Auenbereiche von Rippach im Westen und Weißer Elster im Osten, sowie in den Trockentälern, landwirtschaftliche Nutzung der lössbedeckten Hochflächen mit fruchtbaren (Braun)-Schwarzerden

2.6.3 Osterweddingen, Magdeburger Börde, nördliches Sachsen-Anhalt

Die geoarchäologischen Untersuchungen fanden im Vorfeld einer geplanten Erweiterung des Industriegebiets nördlich von Osterweddingen auf 34 ha Ackerfläche statt. Das untersuchte Gebiet liegt in der Magdeburger Börde, südlich der Landeshauptstadt Magdeburg (Abb. 2-17), die sich durch ein flachwelliges Bruchschollenland, überdeckt von saale-kaltzeitlichem Moränenmaterial (Sande, Kiese, Geschiebelehm/-mergel) und weichselzeitlichem Löss mit einer Mächtigkeit von bis zu 2 m, auszeichnet (Wagenbreth und Steiner, 1990). Auf dieser Löss-Deckschicht sind Schwarzerdeböden entstanden, die bis heute mit Mächtigkeiten der Axx-Horizonte von 40-80 cm als die klassischen entwickelten Schwarzerden aus Löss für den deutschen Raum angesehen und mit Ackerwertzahlen zwischen 96-100 gewertet werden („Profil Eickendorf“ mit Ackerwertzahl 100) (Abb. 2-17) (Gunreben, 1992; Wagenbreth und Steiner, 1990). Die heutige Landschaft ist aufgrund der hohen Fruchtbarkeit des Bodens durch eine intensive ackerbauliche Nutzung gekennzeichnet.

Das Gelände nahe Osterweddingen ist eben, mit einem leichten Gefälle nach Süden, und wird von einer künstlich angelegten Abflusssrinne mit Pappelreihe in west-östlicher Richtung geteilt. Tonhaltiges Material kaltzeitlich abgelagerter Sedimente bildet im Untergrund einen Staunässehorizont aus. Die fruchtbaren Schwarzerdeböden im Gebiet haben sich aufgrund des erhöhten und gestauten Grundwasserspiegels und der daraus resultierenden geringen Karbonatauswaschung bis heute erhalten (Gley-Schwarzerde) (Rohdenburg und Meyer, 1968; Scheffer et al., 2010). Die Jahresmitteltemperatur für das Gebiet liegt bei 8.5-9°C und der jährliche mittlere Niederschlag bei < 450 mm/a (PIK, 2009).

Die Magdeburger Börde ist seit dem frühen Neolithikum besiedelt und ackerbaulich genutzt, wobei die menschlichen Siedlungen eher in den Randgebieten und in der Nähe von Wasser zu finden sind, wie bei Osterweddingen am Rande der Sülze, und die trockeneren Gebiete der fruchtbaren Schwarzerden für die Bewirtschaftung frei blieben (Lies, 1974; Markgraf, 1964, nach Gunreben, 1992). Die historische Karte zeigt die Kontinuität der Aufteilung von Siedlungs- und Wirtschaftsraum bis in die heutige Zeit (Abb. 2-18).

Die geringe archäologische Befunddichte auf den fruchtbaren Schwarzerden im Untersuchungsgebiet, mit wenigen Schlitzgruben, spätbronzezeitlichen sowie mittelalterlichen Gruben, zeigt eine offsite-Situation und damit auf eine vorwiegend landwirtschaftliche Nutzung des Areals in prähistorischer Zeit.

2.6 Charakterisierung der Untersuchungsgebiete

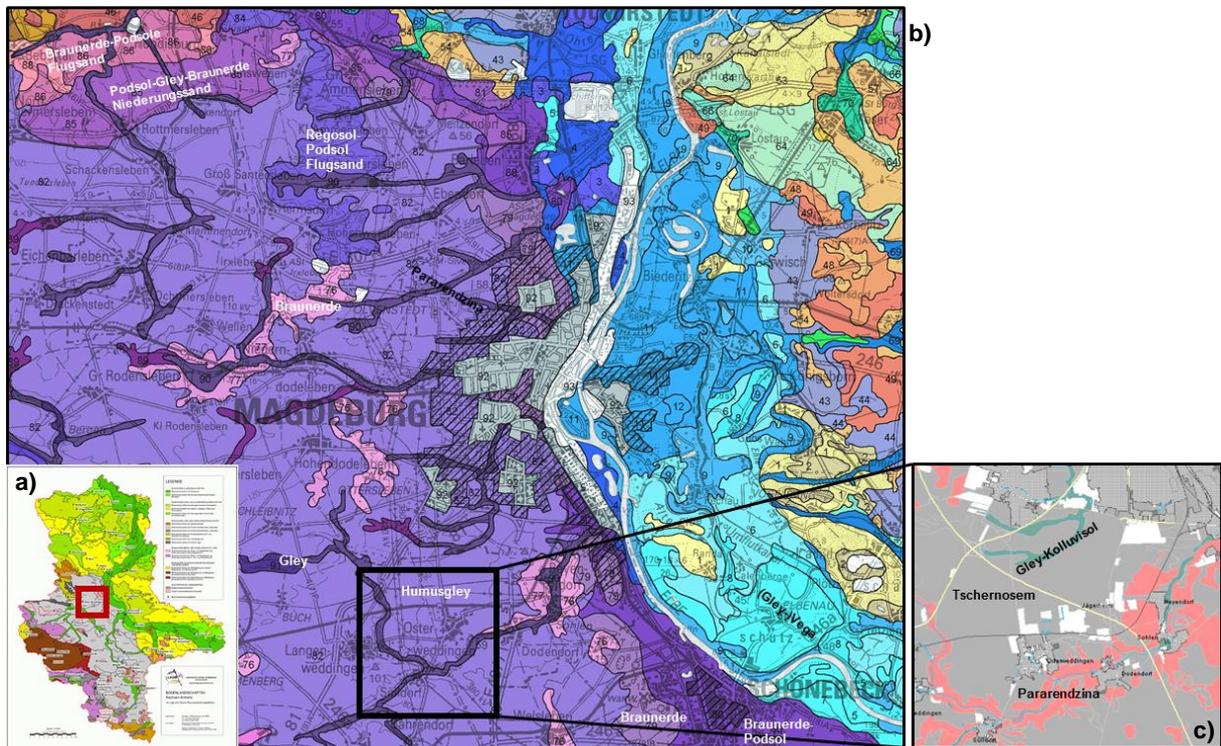


Abb. 2-17: Ausschnitt Magdeburger Börde a) Übersicht der Bodenlandschaften in Sachsen-Anhalt, grau die Bodenlandschaften der tschernosembetonten Lösslandschaften (ausführliche Legende in Kainz et al., 1999), b) BUEK200 (Ad-hoc-AG Boden Staatl. Geol. Dienste & BGR, 2008), c) VBK50 (LAGB, 2005a)



Abb. 2-18: Ausschnitt Preußisches Urmesstischblatt (1868-1877), M 1:25000, Osterweddingen, Magdeburger Börde (Staatsbibl. Berlin-Preuß. Kulturbesitz), Besiedlungsgebiete am Rande der Flussaue der Sülze, landwirtschaftliche Nutzung der fruchtbaren Löss-Schwarzerdeböden

2.6.4 Inden-Pier, „Güldenbergl“, Niederrheinische Bucht, Nordrhein-Westfalen

Das Untersuchungsgebiet „Güldenbergl“ liegt nahe Inden-Pier in der von mächtigen kaltzeitlichen Lössschichten bedeckten südlichen Jülicher Börde (Aldenhovener Platte).

Am östlichen Rand der Rur-Bruchscholle in der Jülicher Lössbörde an der Rurrandstörung werden die Braunkohleflöze nahe unter die Oberfläche gehoben und dort in den Tagebauen Inden und Hambach abgebaut (Abb. 2-19). Die Flüsse Inde und Rur geben der Lösslandschaft mit ihren Parabraunerden ihren hügeligen Charakter. Die Landschaft ist im Untergrund hauptsächlich durch die abgelagerten pleistozänen Mittel- und Niederterrassen-Flussschotter gegliedert, wobei die Mittelterrasse gerade in den Bereichen der Flusstäler nur noch in schmalen Streifen im Gebiet vorhanden ist (Schalich, 1968). Im Pleistozän entstanden viele Trockentäler, die während des Holozäns kolluvial verfüllt wurden und heute in der Landschaft nicht mehr sichtbar sind. Die lössbedeckten Hochflächen, wie die Aldenhovener Platte im Westen oder der sog. Güldenbergl, eine flache Erhebung im Osten der Inde nördlich der Ortschaft Inden-Pier, sowie die Auengebiete von Inde und Rur mit ihren fruchtbaren Böden, boten den Menschen seit 8000 Jahren einen attraktiven Lebensraum (Ahorner, 1962; Boelicke et al., 1977; Boelicke et al., 1976; Boelicke et al., 1979a; Boelicke et al., 1981; Boelicke et al., 1979b; Kuper et al., 1974; Schalich, 1968). Der mittlere Jahresniederschlag beträgt ca. 618 mm/a (Station Düren) und einer mittleren Jahrestemperatur von 9.6-10°C (unteres Indetal) (Schmidt-Wygasch, 2010).

Für die Archäologie stellt sich aufgrund der Befundsituation eine kontinuierliche Besiedlung des Gebietes seit dem Paläolithikum mit Jägern und Sammlern und den ersten Bauern seit dem Neolithikum bis heute dar (Geilenbrügge, 2012; 2015; LVR-ABR, 2010). In der näheren Umgebung des Güldenbergs befinden sich vor allem bandkeramische Besiedlungen. Metallzeitliche Besiedlungen sind für das Niederrheingebiet relativ gering, allerdings zeigen sich bei Inden-Altdorf Reste einer Besiedlung aus der frühen und mittleren Bronzezeit, sowie aus der späten Bronzezeit an der Inde (Geilenbrügge, 2012; 2015; Tutlies et al., 2012). Aber auch auf dem Güldenbergl selbst befanden sich bronzezeitliche Besiedlungsbefunde sowie ein Gräberfeld, das als bisher größte bronzezeitliche Besiedlung im ganzen Rheinland gilt (Geilenbrügge, 2012). Auch wurden eine früheisenzeitliche Siedlung an der Hangkante zum Rurtal sowie mehrere römische villae rusticae im Bereich des Güldenbergs nachgewiesen (Gaitsch, 2010; Geilenbrügge, 2012).

2.6 Charakterisierung der Untersuchungsgebiete

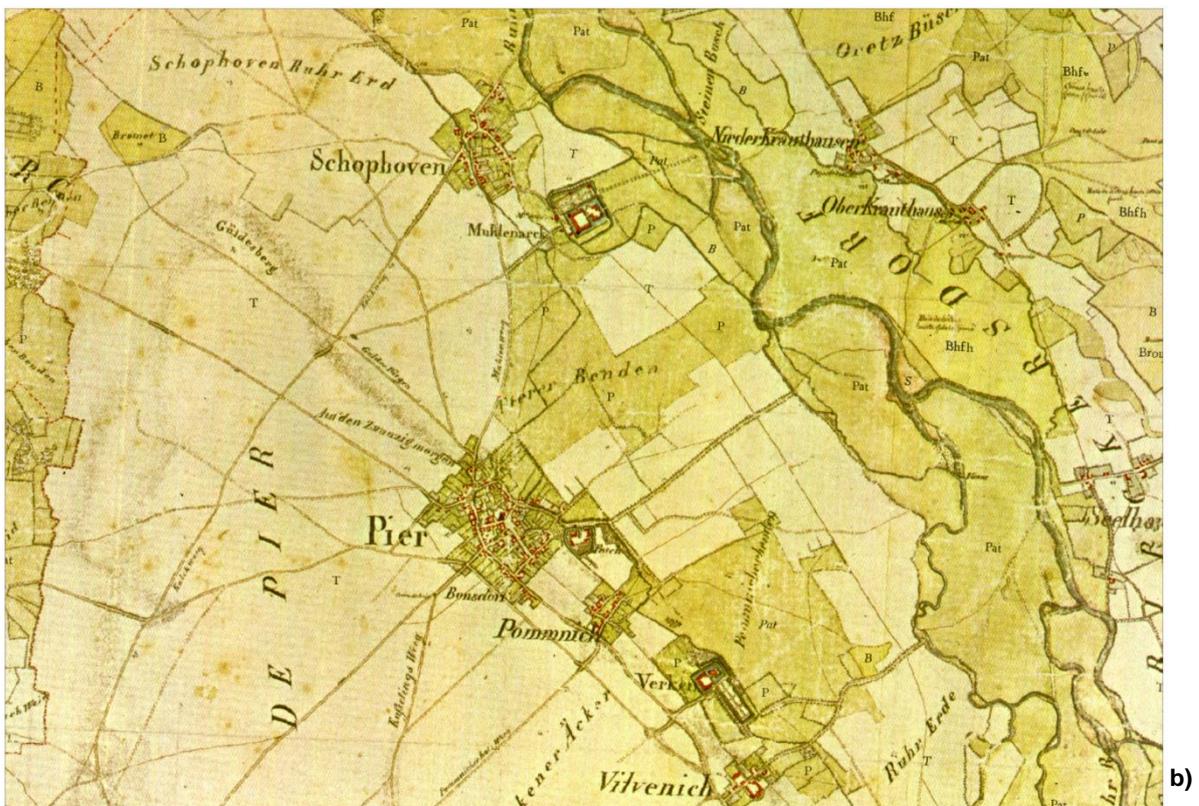
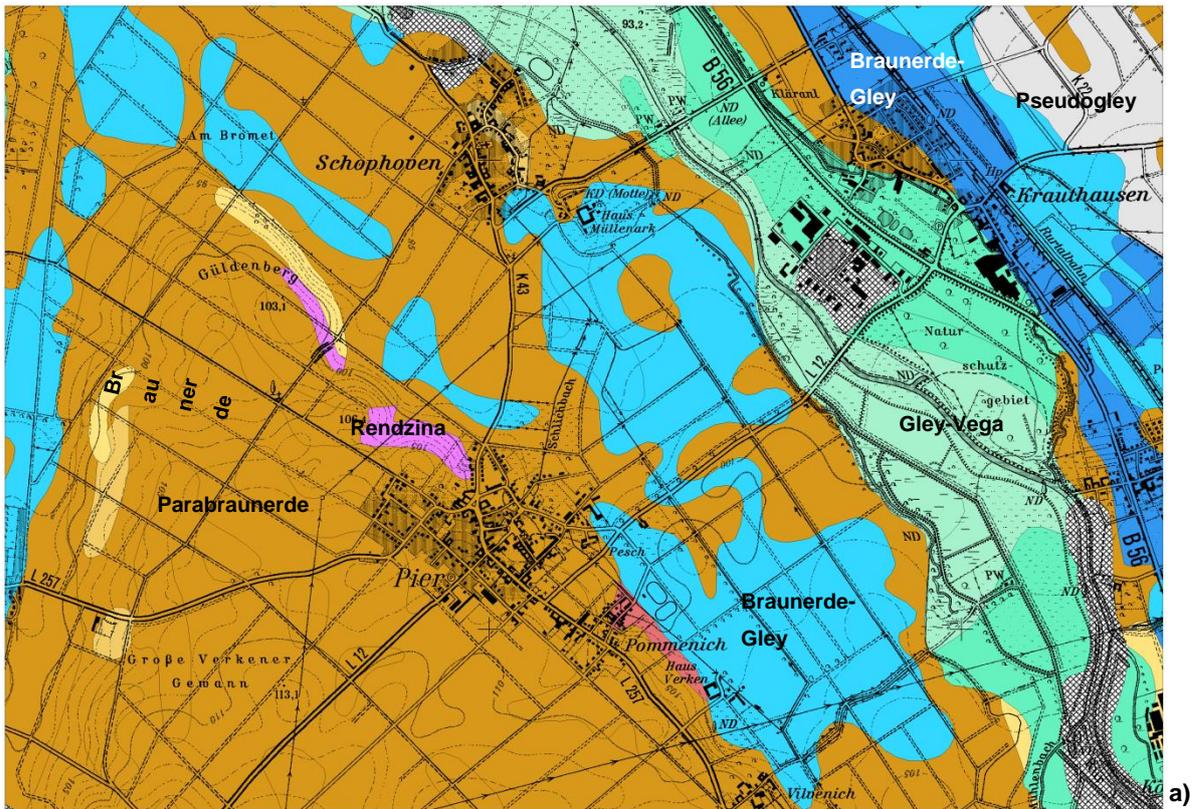


Abb. 2-19: Lage des Untersuchungsgebiets bei Iden-Pier, Güldenberg auf der a) Bodenkarte 1:50000 (GD NRW, 2008) und b) der historischen Karte von Tranchot (1806/07, Blatt 78 Jülich) (Geobasis NRW, 2015)

3 Angewendete Methoden zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

Die geoarchäologischen Untersuchungen fanden in unmittelbarem Zusammenhang mit archäologischen Grabungen statt. Um einen Einblick in die lokale Landschaftsentwicklung und Erosionsgeschichte der unterschiedlichen Regionen zu erhalten, wurde der rezente Bodenaufbau, kolluviale Ablagerungen in Dellen, Senken und Tälern sowie kolluviale Verfüllungen in archäologischen offsite-Befunden feldbodenkundlich nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc-AG-Boden, 1994) aufgenommen und in der archäologischen Dokumentation verortet. Ebenso wurden sie für die sedimentologische und geochemische Analyse, zur Charakterisierung der Eigenschaften der kolluvialen Ablagerungen, sowie zu deren chronologischer Einordnung mit der Datierung mittels der Optisch Stimulierten Lumineszenz beprobt. Die sedimentologischen und geochemischen Untersuchungen der archäologischen Bodensedimente wurden im physisch-geographischen Labor, Geographisches Institut, Lehrstuhl für Geographie und Geoökologie an der RWTH Aachen, die OSL-Datierungen im Cologne Luminescence Laboratory (CLL), beheimatet am Geographischen Instituts der Universität zu Köln, durchgeführt.

Insgesamt wurden in allen Untersuchungsgebieten 57 Profile bodenkundlich aufgenommen und beprobt (Tab. 3.1). Die sedimentologische und geochemische Analyse erfolgte für alle entnommenen Proben. Für die Lumineszenzdatierung wurden verschiedene Profile und Proben ausgewählt. Eine detaillierte Aufschlüsselung der Probennahme, Bearbeitung und Auswertung der einzelnen Profile befindet sich in Anhang A.

In den Untersuchungsgebieten in Sachsen-Anhalt wurden nur wenige Holzkohlen aus zwei Profilen am nördlichen Hangfuß bei Oechlitz und Bad Lauchstädt geborgen. Auch wurden Proben zur Pollenanalyse aus zwei unterschiedlichen Bohrungen in den alluvialen Ablagerungen der Stöbnitzau bei Oechlitz entnommen. Die Holzkohle- sowie Pollenproben wurden dem Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt übergeben und deren Auswertung von Frau Dr. M. Hellmund übernommen. Die in wenigen Profilen enthaltenen archäologischen Keramikfunde wurden dem Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt übergeben. Die archäologische Datierung erfolgte ebenfalls über das Landesamt.

Im rheinischen Inden-Pier wurden neben der sedimentologischen und geochemischen Analyse der Bodenproben sowie der OSL-Datierung weitere Analysen im Rahmen des Stiftungsprojektes 246 durchgeführt:

Die Pollenanalysen wurden durch Labor für Archäobotanik, Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität zu Köln, von Dr. Tanja Zerl und Dr. Jutta Meurers-Balke untersucht.

Die mikromorphologischen Untersuchungen übernahm Dr. Martin Kehl, Geographisches Institut der Universität zu Köln.

Die archäomagnetischen Datierungen wurden von Dr. Elisabeth Schnepf, in Zusammenarbeit des Leibniz-Instituts für angewandte Geophysik in Hannover und dem LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland untersucht (Stiftungsprojekt 230 „Pilotstudie zur Anwendbarkeit der archäomagnetischen Datierungsmethode auf die Kolluvien der westlichen Kölner Bucht mittels paläomagnetischer Beprobung und Untersuchung“).

3 Angewendete Methoden zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

Tab. 3.1: Auflistung der Profile und entnommenen Proben aus Sachsen-Anhalt sowie aus dem Rheinland (Stiftungsprojekt 246)

	Anzahl Profile	Sedimentologie/ Geochemie	OSL	Holzkohle	Pollenanalyse	Mikro-morphologie	Archäomagnetik
Sachsen-Anhalt							
Oechlitz	25	406	58	4	2		
Bad Lauchstädt	1	25	7	1			
Profen	11	229	21	0			
Osterweddingen	8	127	0	0			
Rheinland							
Inden-Pier	12	247	21	1	1	20	3
gesamt	57	1034	115	6	3	20	3

3.1 Sedimentologie und Geochemie

Mit der sedimentologischen und geochemischen Analyse werden im Einzelnen die Bodeneigenschaften der archäologischen Befundfüllungen, in denen hauptsächlich Oberbodenmaterial durch Erosionsvorgänge in der unmittelbaren Umgebung gespeichert ist, sowie der Kolluvien in natürlichen Tiefenlinien, in denen sich aufgrund des größeren Einflussbereichs sowohl Oberboden- als auch Unterbodenmaterial ablagert, untersucht. Diese Sedimente unterliegen gleichermaßen verschiedenen Verwitterungsprozessen, aus denen wiederum Boden(um/neu)bildungen resultieren. Ihre Intensität wird durch die interne mineralische und organische Zusammensetzung des Bodens und die externen regionalen Klimaverhältnisse beeinflusst und bildet je nach Dauer und Intensität bestimmte individuelle geochemische Fingerprints aus, anhand derer sich Unterschiede und Gemeinsamkeiten der verschiedenen Verfüllungen erkennen lassen. Die kolluvial verlagerten Sedimente speichern so Informationen über den Grad der Beeinflussungen durch den Menschen zum jeweiligen Ablagerungszeitraum, ebenso wie Informationen über die natürlichen Verwitterungs- und Bodenbildungsprozesse sowie die klimatischen Bedingungen und damit auch über das Vegetationsbild im Holozän. In Verbindung mit dem Konzept der morphodynamischen Aktivitäts- und Stabilitätszeiten nach Rohdenburg (1970) werden weitere Aussagen über die Intensität der Nutzung des Bodens durch den Menschen möglich (Abb. 3-1). Dabei stehen Verwitterungs- und Bodenbildungsphasen für Stabilitäts-/Ruhephasen in der Sedimentation, die wiederum auf einen stärker bewachsenen Boden mit einer weniger extensiven/intensiven Nutzung der Landschaft hinweisen. Die Erosionsphasen stehen für eine aktive Sedimentation verweisen auf eine in- und extensive Nutzung der Landschaft.

In der Gesamtbetrachtung liefern die bodenkundlichen, sedimentologischen und geochemischen Untersuchungen Informationen zur Zusammensetzung und zu den ablaufenden Prozessen in Böden und Befundfüllungen und geben so im Kontext mit der Archäologie Aufschluss über Mensch-Umwelt-Interaktionen von der Vergangenheit bis in die Gegenwart (Eckmeier et al., 2011; Gerlach und Hilgers, 2011).

Prozess	Sedimentation
Erosion	Aktivitätsphase
Verwitterung/Bodenbildung	Stabilitäts-/Ruhephase

Abb. 3-1: Aktivitäts- und Stabilitäts-/Ruhephasen in der Sedimentation (nach Rohdenburg, 1970)

3.1.1 Probennahme für die Laboranalytik

Die Probennahme erfolgte für alle Profile in einem durchgängigen, engmaschigen Raster in einem Abstand von 5 cm oder 10 cm über ihre ganze Tiefe, um die individuellen Sedimenteigenschaften des Lösses als auch den kolluvialen Ablagerungen und deren stratigraphische Abfolge und Verwitterungs- und Bodenbildungsprozesse sichtbar zu machen (Abb. 3-2 a). In den drei Tälern um den Oechlitzer Höhenrücken wurden Tiefenbohrungen per Rammkernsondierungen eingesetzt, um die stratigraphische Abfolge der Sedimente zu erfassen. Die einen Meter langen Rammkernsonden wurden mit einer Bohrraupe (Fa. Nordmeyer) in die Tiefe getrieben. Die Proben wurden in regelmäßigen Abständen aus der Bohrsonde entnommen (Abb. 3-2 b-c).



Abb. 3-2: a) Probennahme am Profil, b) Rammkernsondierungen mit der Bohrraupe, c) Probennahme aus der Bohrsonde

Die sedimentologische und geochemische Analyse der Bodenproben erfolgte nach den Standardaufbereitungsprotokollen im Physisch-Geographischen Labor, Geographisches Institut, Lehrstuhl für Geographie und Geoökologie an der RWTH Aachen (Lehmkuhl et al., 2015).

Die Laboranalysen der Bodenproben bestehen aus einer quantitativen Korngrößenanalyse sowie der Bestimmung von pH-Wert, der Gesamtgehalte an Kohlenstoff und Stickstoff, des Kalkgehalts, der Bodenfarbe, des pedogenen Eisengehalts und den Anteilen an Haupt- und Spurenelementen im Boden. Die für diese Arbeit gewählten Standardanalysemethoden wurden bereits in verschiedenen geoarchäologisch motivierten Dissertationen an der RWTH etabliert und schaffen damit eine

3 Angewendete Methoden zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

Vergleichbarkeit der neuen Ergebnisse aus dem Rheinland und Sachsen-Anhalt (dos Santos Mendes, 2016; Protze, 2014; Schmidt-Wygasch, 2010).

Insgesamt wurden 9144 einzelne Laboranalysen an den 1034 Einzelproben durchgeführt (Tab. 3.2). Eine vollständige Auflistung der Ergebnisse der sedimentologischen und geochemischen Analysen aller Profile befindet sich in Anhang C.

Tab. 3.2: Anzahl und Art der Laboranalysen in den Untersuchungsgebieten in Sachsen-Anhalt und im Rheinland (Stiftungsprojekt 246)

	Korn- größe	pH-Wert	CaCO ₃	CNS- Analyse	Farbmessung stationär	RFA	gesamt
Sachsen-Anhalt							
Oechlitz	406	186	193	406	406	406	2011
Bad Lauchstädt	25	10	10	25	25	25	120
Profen	229	85	88	229	229	229	1089
Osterweddingen	127	56	55	127	127	127	619
Rheinland							
Inden-Pier	247	0	189	247	247	247	1177
Anzahl Messung/Probe	x 2	x 1	x 1	x 1	x 3	x 2	
	2068	337	535	1034	3102	2068	5008
gesamt =					9144	Laboranalysen	

3.1.2 Korngröße

Die Korngrößenverteilung von Böden ist abhängig von deren Ursprungsmaterial und liefert damit im Umkehrschluss Erkenntnisse zur Zusammensetzung und Genese von Sedimenten (Tab. 3.3). Ebenso können pedogene Veränderungen und Transport- und Ablagerungsbedingungen von Kolluvien untersucht werden. Im Falle der archäologischen Befundverfüllungen kann die Korngrößenanalyse Hinweise auf die Art und Weise der Verfüllung geben.

Zur quantitativen Erfassung der im Sediment vorhandenen Korngrößen und deren Verteilung (in Vol.-%) wurden die dispergierten Proben mit dem Laserdiffraktometer (Beckmann Coulter LS13320 Laser Diffraction Particle Size Analyzer) gemessen. Dessen Messprinzip beruht auf unterschiedlichen Mustern, die die verschiedenen Korngrößenfraktionen im Laserlicht verursachen. Zur Vorbereitung wurden die Sedimentproben zunächst in je zwei Teilproben von 0.15-0.3 g eingewogen, getrocknet, gemörsert und mit H₂O₂ (Wasserstoffperoxid) bei 70 °C 24 Std. chemisch behandelt, um das organische Material zu entfernen (Lehmkuhl et al., 2014).

3.1 Sedimentologie und Geochemie

Tab. 3.3: Korngrößenfraktionen

Sand (S)		63-2000 μm
	Grobsand (gS)	2000-630 μm
	Mittelsand (mS)	630-200 μm
	Feinsand (fS)	200-63 μm
Schluff (U)		2-63 μm
	Grobschluff > 36 μm (ggU)	63-36 μm
	Grobschluff < 36 μm (fgU)	36-20 μm
	Mittelschluff (mU)	20-6.3 μm
	Feinschluff (fU)	6.3-2.0 μm
Ton (T)		< 2.0 μm

Die Messergebnisse der Einzelproben wurden zunächst auf Reproduzierbarkeit überprüft, anschließend gemittelt und nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc-AG-Boden, 1994) in einzelne Korngrößenfraktionen klassifiziert. Die Auswertung erfolgte nach ISO 13320 (ISO, 2009) und den Analyseparametern nach Özer et al. (2010). Für die Korngrößen bis einschließlich < 36 μm erfolgte die Berechnung nach der Mie-Theorie, für alle größeren Korngrößen nach der Fraunhofer-Theorie (ISO, 2009). Die einzelnen Korngrößenfraktionen werden als prozentuale Anteile am gesamten Korngrößenspektrum dargestellt.

3.1.3 pH-Wert

Der pH-Wert ist ein Maß für die Bodenacidität und wird als der negativ dekadische Logarithmus der Wasserstoff-Ionen-Konzentration in der Bodenlösung definiert (Salminen et al., 2005). Dieser beeinflusst den Boden hingehend seiner chemischen, biologischen und physikalischen Eigenschaften (Scheffer et al., 2010).

Für die Messung wurden 10 g der Bodenprobe abgewogen, mit 25 ml CaCl_2 (Calciumchlorid) versetzt und 1 Stunde unter mehrmaligem Rühren stehen gelassen. Anschließend erfolgte die Messung in der gewonnenen Lösung mittels einer Glaselektrode (Knick Labor-pH-Meter, Modell 766).

3.1.4 Kalkgehalt

Die Entkalkung des Bodens durch die Hydrolyse ist unter den meisten Umständen einer der ersten Verwitterungs-/Bodenbildungsprozesse, der im Boden stattfindet. Die Auswaschung des Kalkgehaltes im Boden nimmt mit zunehmendem Alter von oben nach unten ab, dabei gilt je weniger Kalkgehalt das abgelagerte Sediment hat, desto älter ist dieses (Gerlach, 1993; Hilden, 1988; Schröder, 1983). Allerdings kann es in hydromorph geprägten Böden durch Staunässehorizonte oder Grundwasserbeeinflussung zu einer sekundären Aufkalkung der Böden oder der Hemmung der Kalkauswaschung kommen, für die die o.g. Grundsätze nicht mehr gültig sind.

Im Gelände wurde der Kalkgehalt (CaCO_3) mit dem Salzsäure-Test nach der bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc-AG-Boden, 1994) bestimmt und im Labor anhand der gasvolumetrischen Methode nach Scheibler präzisiert. Die Bodenprobe wurde mit Salzsäure (HCl) versetzt, wodurch

Kohlenstoffdioxid (CO₂) freigesetzt und das Gasvolumen gemessen wird. Das gemessene Volumen wird mit dem Boyle-Mariotteschen Gesetz berechnet und in % umgerechnet (Scheffer et al., 2010).

3.1.5 Stickstoffgehalt und organischer Kohlenstoffgehalt

Kohlenstoff (C) sowie Stickstoff (N) bilden zwei wichtige Kenngrößen in den Bodeneigenschaften, die hauptsächlich als organische Verbindungen im Boden enthalten sind. Sie sind voneinander abhängig. Der organische Kohlenstoff (C_{org}) setzt sich aus abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Stoffen zusammen, die in den Boden eingemischt werden. Der pflanzenverfügbare Stickstoff (N) entsteht durch die mikrobielle Zersetzung der organischen Substanz im Boden. In den Böden der gemäßigten Breiten findet meist keine Anreicherung der Substanzen statt, sie werden direkt durch die Pflanzen aufgenommen. In ackerbaulich genutzten Böden geschieht eine Abreicherung der Substanzen, da der Boden die schützende Vegetation verliert, organische Substanz nicht ausreichend nachgeliefert werden kann und Verwitterungsprozesse schneller eingreifen können. Der Boden wird ausgelaugt. In redoximorphen Böden liegt der organische Kohlenstoff meist etwas höher, da er im feuchten Bodenmilieu nicht so schnell zersetzt wird wie in trockenen Böden (Scheffer et al., 2010).

Der Gesamtgehalt an Kohlenstoff (C_{ges}) und Stickstoff (N_{ges}) wird mit einem CHNS-Analyse-Gerät (HECAtech EuroEA3000) gemessen, indem die bei der Verbrennung freigesetzten Kohlenstoff- und Stickstoffoxide in einem Gaschromatographen aufgefangen und mit einem Detektor gemessen werden.

Der organische Kohlenstoffgehalt der Probe berechnet sich nach Scheinost (1995) anhand des Gesamtkohlenstoffgehaltes (C_{ges}) und des Kalkgehaltes (CaCO₃) nach der Formel

$$C_{\text{org}}[\%] = C_{\text{ges}}[\%] - (\text{CaCO}_3[\%] \times 0.12)$$

3.1.6 Bodenfarbe

Die Beschreibung der Farbtöne von Böden ist ein essentieller Bestandteil der Geländeaufnahme, da darüber wichtige Aussagen über die Zusammensetzung der Böden und in ihnen ablaufende Prozesse abgeleitet werden können (Eckmeier und Gerlach, 2012). Während der Arbeit im Gelände wurde die Munsell-Farbtabelle zur Bestimmung der Farbe angewendet. Die Messung der getrockneten und gemörsterten Proben im Labor erfolgte mittels der Spektralanalyse (stationäres Spektralphotometer, Konica Minolta CM-5). Die Farbe des Sediments wird durch eine geräteinterne, von Tageslicht unabhängige, Lichtquelle stimuliert. Jede Farbe setzt sich aus unterschiedlichen Wellenlängenanteilen zusammen, anhand derer sie identifiziert wird. Die durch das Licht angeregten Wellenlängen werden im Gerät im Spektralbereich 360-740 nm (VIS, sichtbares Licht) reflektiert, gemessen und nach dem Farbklassifikationssystem nach Munsell und dem CIE-LAB-System ausgegeben. Das Munsell-Farbsystem richtet sich nach dem Farbton = H(ue), der Farbhelligkeit = v(alue), und der Farbsättigung = c(hroma). Das CIE-LAB-System basiert auf den kartesischen Werten L* = Helligkeit, -/+ a* = Grün-Rot-Wert, -/+ b* = Blau-Gelb-Wert (Viscarrá Rossel et al., 2006). Die Farbwerte aller Proben der vorliegenden Arbeit werden in beiden Farbklassifikationssystemen ausgegeben (Abb. 3-3).

3.1 Sedimentologie und Geochemie

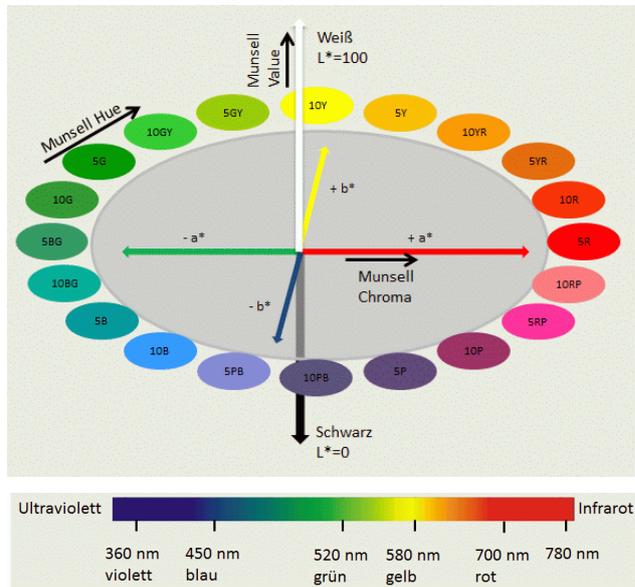


Abb. 3-3: Schematische Darstellung Farbklassifikationssysteme CIE-LAB und Munsell, Spektralbereich sichtbares Licht

3.1.7 Elementgehalte (Röntgenfluoreszenzanalyse)

Der Boden enthält verschiedenste Haupt- und Spurenelemente, die den Pflanzen und Mikroorganismen zum Teil als Nährstoffe dienen. Der Elementhaushalt erlaubt Rückschlüsse auf die Fruchtbarkeit des Bodens sowie auf seine lithogenen, pedogenen und anthropogenen Eigenschaften (Kabata-Pendias und Pendias, 2001).

Jedes Sediment hat seine spezifische Elementzusammensetzung, die sich nach seinem Ausgangsmaterial richtet. So kann die Herkunft erfasst werden.

Auch Veränderungen im Boden aufgrund von Verwitterungs- und Bodenbildungsprozessen können nachvollzogen werden. Die Elementgehalte im Boden sind dynamisch und werden, je nach ihrer spezifischen Bindungsform, durch Verwitterungsprozesse mobilisiert und unterschiedlich schnell ausgewaschen und angereichert. Der Grad der Mobilisierung hängt von verschiedenen Eigenschaften, wie dem pH-Wert, dem Gehalt an Ton sowie an Humus im Boden selbst ab (Kabata-Pendias und Pendias, 2001; SLUG, 1996).

Der Eingriff des Menschen wird ebenfalls anhand der Elementgehalte sichtbar. Industrielle „Abfälle“ wie Klärschlamm oder atmosphärische Ablagerungen wie Ruß und Kohle oder Schwermetalle gelangen in den Boden und verändern diesen in seiner elementaren Zusammensetzung. Auch der Eintrag von Düngemitteln für eine ertragreiche Bewirtschaftung wird durch die veränderte Elementzusammensetzung, vor allem im Pflughorizont, sichtbar (Hooda, 2010; Kabata-Pendias und Pendias, 2001).

Für die Analyse mit dem Spectro Xepos (XEPOS 3) wurden 8 g jeder Probe zunächst auf die Korngrößenfraktion zwischen 2-63 µm gesiebt, gemahlen und anschließend getrocknet. Anschließend wurde das Material mit 2 g Cereox-Wachs homogenisiert und bei einem Druck von 20 t in einer Presse

über zwei Minuten zu einer Presstablette verarbeitet und im Gerät platziert. Anschließend erfolgt die Messung. Vereinfacht gesagt werden anhand der vom Gerät auf die Probe ausgehenden Röntgen-/Gammastrahlung Elektronen in den inneren Schalen der Atome angeregt und freigesetzt. Die während des Vorgangs frei werdende Energie, die elementspezifische Fluoreszenzstrahlung des Sediments, wird von einem Detektor im Gerät aufgefangen und die einzelnen Konzentrationen der Elemente, im Periodensystem der Elemente von Natrium bis Uran gemessen (Lehmkuhl et al., 2014). Die pro Probe im Gerät für je zweimal für 600 Sekunden gemessenen Elementkonzentrationen pro Probe wurden zunächst auf Reproduzierbarkeit überprüft und anschließend gemittelt. Die Einheit beträgt mg/kg.

Aus der Vielzahl der unterschiedlichen Elemente wurden für die Auswertung der Proben neun Elemente ausgewählt, die möglichst nicht durch diagenetische Prozesse beeinflusst werden (Smykatz-Kloss et al., 2004), und auf unterschiedliche Charaktereigenschaften des Sediments hinweisen.

Als Indikatoren für Verwitterungs- und Bodenbildungsprozesse wurden Kalium, Magnesium und Natrium als verwitterungsanfällige, leicht lösliche Elemente im Boden ausgewählt. Kalium und Magnesium sind wichtige Pflanzennährstoffe und in Düngemitteln enthalten, Natrium spielt dagegen bei der Pflanzenernährung keine Rolle. Dagegen stehen die verwitterungsresistenten Elemente Rubidium, Titan und Aluminium. Eisen- und Mangangehalt sind ebenfalls relativ verwitterungsstabile Elemente und dienen hauptsächlich als Anzeiger für hydromorphe Überprägungen und Redoxbedingungen im Boden. Zirkon ist ein wichtiges Element zur Bestimmung der Herkunft von - vor allem lössbürtigen - Sedimenten (Hooda, 2010; Kabata-Pendias und Pendias, 2001; Salminen et al., 2005; Smykatz-Kloss, 2003).

Für die qualitative Auswertung der Elementgehalte im Boden wurden die Ergebnisse der einzelnen Elemente in Oxide umgerechnet (Reimann und de Caritat, 1998). Die Bildung von Verhältnissen aus den o. g. Elementen liefert Informationen über Veränderungen in der Konzentration über die Tiefe der untersuchten Profile und damit auch über die Intensität der Verwitterungs- und Bodenbildungsprozesse und individuelle bodenchemische Eigenschaften. In den Verhältnissen zwischen Natrium und Aluminium (Na/Al), Magnesium und Titan (Mg/Ti) sowie Kalium und Rubidium (K/Rb) wird ein leicht lösliches gegen ein verwitterungsstabiles Element gestellt, um im direkten Vergleich Anreicherungs- und Auswaschungsprozesse miteinander zu vergleichen (Smykatz-Kloss, 2003). Ist die chemische Verwitterungsintensität niedrig, wird wenig Natrium, Magnesium und Kalium ausgewaschen und die Verhältnisse bleiben in der Tiefenfunktion stabil. Bei Verwitterung und Auswaschung der leicht löslichen Elemente sinkt das Elementverhältnis, bei einer Anreicherung steigt es hingegen an.

3.1.8 Auswertung und graphische Darstellungen

Für die Auswertung und Darstellung der sedimentologischen und geochemischen Analyseergebnisse wurden verschiedene Darstellungsarten gewählt.

Für jedes untersuchte Profil wurden die unterschiedlichen Parameter in einer „Tiefenfunktion“ dargestellt, um die Veränderungen innerhalb der Sedimentabfolge und im Vergleich zum anstehenden Sediment nachvollziehen zu können (Abb. 3-4 a). Hierzu wurden die Analyseergebnisse der jeweiligen Entnahmetiefe (in cm) gegenübergestellt.

3.1 Sedimentologie und Geochemie

Die Gegenüberstellung in einem Punktdiagramm ermöglicht einen anschaulichen Vergleich unterschiedlicher Analyseparameter. Individuelle Eigenschaften unterschiedlicher Sedimente, Bodenhorizonte und Regionen werden sichtbar (Abb. 3-4 b).

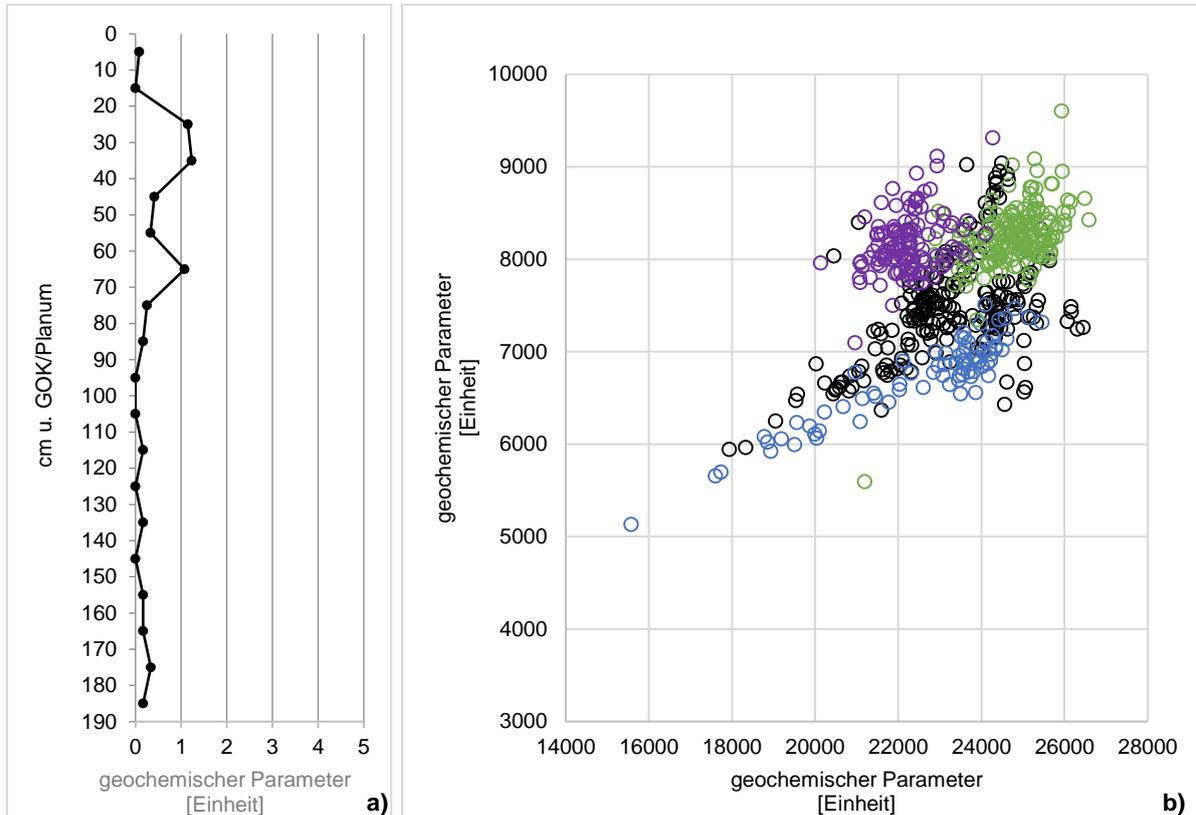


Abb. 3-4: Beispiel a) „Tiefenfunktion“ und b) Gegenüberstellung geochemischer Parameter

3.2 Optisch Stimulierte Lumineszenz

Anhand der OSL-Datierung können Aussagen über das absolute Alter des Sedimentationszeitraums, also den letzten Umlagerungszeitraum der Kolluvien, gemacht werden. Der Vorteil besteht darin, dass das Sediment selbst datiert werden kann, im Gegensatz zu einer Datierung über Artefakte in diesen Sedimenten, die lediglich einen „terminus post quem“ für das sie umgebende Sediment angeben. Beispielsweise gibt die Radiokohlenstoffdatierung von archäologischen Funden, pflanzlichen Überresten, wie Holzkohle, verkohlte Samen und Früchte, oder an organischer Substanz in Böden nur für die jeweiligen Artefakte exakte Altersdatierungen (Schulz, 2006). Für das sie umgebende Sediment werden so ausschließlich annähernde Aussagen zum Alter gemacht, da das Artefakt im Boden möglicherweise nachträglich verlagert worden sein kann. So bleibt der Zeitpunkt der Verlagerung unsicher und es können ausschließlich Aussagen zum Maximal- und/oder Mischalter des verlagerten Sediments gemacht werden. Diese alleine sind nicht aussagekräftig genug für eine hochauflösende Chronologie der Landnutzungsgeschichte und erfordern einen Abgleich mit absoluten Datierungen über die Optisch Stimulierte Lumineszenz. Die Datierung der kolluvialen Sedimente in den archäologischen Befunden liefern neben den Informationen zur Nutzungsgeschichte ihrer Umgebung zusätzlich Informationen zu ihrem eigenen Nutzungs- sowie Verfüllzeitraum. Damit kann nicht nur eine chronologische Einordnung der archäologischen Befunde, vor allem in Hinblick auf „Rätselbefunde“, geschehen, sondern auch im Idealfall Rückschlüsse zur Art und Weise ihrer Verfüllung, intentionell durch den Menschen zugeschaufelt oder durch quasi-natürliche Prozesse verfüllt, erfolgen (Gerlach und Hilgers, 2011).

Die Anwendung der Lumineszenzdatierung begann bereits in den 1950er Jahren mit der Altersbestimmung von Keramiken und anderen gebrannten Artefakten aus der Archäologie anhand von Thermolumineszenzdatierungen (Aitken et al., 1964; Aitken et al., 1968; Daniels et al., 1953; Grögler et al., 1958). In den 1980er Jahren wurde dann erkannt, dass auch nicht erhitzte Sedimente ein messbares, optisches Signal speichern, welches zur Datierung genutzt werden kann (Huntley et al., 1985; Hütt et al., 1988). Zu ausführlichen Informationen zur allgemeinen Forschungsgeschichte der Lumineszenzdatierungen wird an dieser Stelle auf z. B. Duller (2004); Lian und Roberts (2006); Rhodes (2011); Wintle (2008a); Wintle (2008b) oder speziell zur Anwendung von Lumineszenzdatierungen in der Archäologie z. B. Duller (2008); Jacobs und Roberts (2007); Liritzis et al. (2013); Richter (2009); Roberts (1997), verwiesen.

3.2.1 Probennahme im Gelände

Zur Datierung mittels der Optisch Stimulierten Lumineszenz ist grundsätzlich jedes Sediment geeignet, welches in irgendeiner Form verlagert wurde. Dazu gehören vor allem äolische Sedimente, wie Flugsand oder Löss, die aufgrund ihres Transportprozesses über z. T. weite Distanzen meist eine optimale Belichtung durch ausreichend lange Sonnenlichtexposition erhalten haben und sich daher sehr gut für die Lumineszenzdatierung eignen (Antoine et al., 2009; Hilgers, 2007; Koster, 2005; Lai, 2006; Lancaster, 2008; Roberts, 2008; Singhvi et al., 2001). Aber auch Sedimente wie alluviale oder kolluviale Ablagerungen, die oft nur über kurze Distanzen transportiert werden, können unter bestimmten

3.2 Optisch Stimulierte Lumineszenz

Voraussetzungen datiert werden (Cordier et al., 2010; Lang, 2003; Lang und Hönscheidt, 1999; Lang et al., 1999; Rhodes et al., 2010).

Die Probennahme in Rheinland und Mitteldeutschem Trockengebiet erfolgte schichtenbezogen nach der im Gelände sichtbaren Stratigraphie in Kolluvien und Hochflutlehmen, in archäologischen offsite-Befunden und im Löss. Die Entnahme für die Datierung einer Probe besteht immer aus zwei unterschiedlichen Proben. Die Probe zur Messung der Äquivalenzdosis erfolgt durch lichtabgeschlossene Metallzylinder, die Probe zur Bestimmung der Dosisleistung wird aus dem den jeweiligen Zylinder unmittelbar umgebenden Sediment entnommen (Abb. 3-5).

Für die Probennahme der kolluvialen Ablagerungen wurden Stellen gewählt, die die unterschiedlichen Positionen im Relief - von Höhenrücken über die Hänge bis in die Täler - widerspiegeln und damit ein möglichst vollständiges Bild über die Veränderung der Landschaft liefern. Die Messungen und Datierungen der Lössen dienen als Referenzalter, zum einen als Vergleich mit der Lössstratigraphie in Mitteldeutschland (siehe dazu Kreutzer et al., 2012a; Kreutzer et al., 2014; Lauer et al., 2014b; Meszner et al., 2013), zum anderen geben die Lössen als äolisch transportierte Sedimente ein potentiell sehr gut gebleichtes Sediment ab, deren Messung als Referenz zu den tendenziell eher unvollständig gebleichten Kolluvien dient.

Die archäologischen Befunde wurden so gewählt, dass archäologisch nicht eindeutig datierbare Befunde, wie beispielsweise die für die Region östlich des Harzes spezifischen Grubenreihen (siehe Kap. 5.1), zeitlich eingeordnet werden können. Im Vergleich dazu wurden OSL-Proben aus archäologisch gut belegten Befunden, wie z. B. bronzezeitlichen Kreisgräben um Hügelgräber, als Referenzalter datiert. In den ausgewählten Profilen wurde mindestens die OSL-Probe aus dem untersten Bereich der Ablagerung datiert, um deren Beginn zeitlich einordnen zu können.

Insgesamt wurden 63 der insgesamt 115 entnommenen OSL-Proben in beiden Regionen im Cologne Luminescence Laboratory (CLL) datiert (Tab. 3.4). Eine vollständige Auflistung der Probennahme, Auswahl und Datierungsergebnisse für die jeweiligen Profile befindet sich in Anhang A und C.

Tab. 3.4: Anzahl der entnommenen Proben für die Lumineszenzdatierung in den unterschiedlichen Untersuchungsgebieten in Sachsen-Anhalt und im Rheinland (Stiftungsprojekt 246)

	Anzahl Profile	OSL entnommen	OSL datiert
Sachsen-Anhalt			
Oechlitz	25	58	25
Bad Lauchstädt	1	7	3
Profen	11	21	12
Osterweddingen	8	-	-
Rheinland			
Inden-Pier	12	29	23
gesamt	57	115	63

3.2.2 Theoretische Grundlagen und Methodik der Lumineszenzdatierung

Im folgenden Kapitel wird eine kurze Einführung in die Grundlagen und Methodik der Lumineszenzdatierung im Hinblick auf die Fragestellung der vorliegenden Arbeit gegeben.

Ausführliche Grundlagen zur Methode finden sich z. B. in Aitken (1990; 1994); Aitken (1998); Bøtter-Jensen et al. (2003); Duller (2008); Galbraith und Roberts (2012); Galbraith et al. (1999); McKeever (2001); Murray und Wintle (2000); Preusser et al. (2008); Stokes (1999).

Das Prinzip der Lumineszenzdatierung basiert auf der Eigenschaft der im Sediment enthaltenen Minerale Quarz und Feldspat Energie, die durch die umgebende natürliche Radioaktivität abgegeben wird, zu speichern (Abb. 3-5). Bei Lichteinwirkung auf das Sediment wird diese wieder freigesetzt, das Sediment als eine Art natürliches Dosimeter wird wieder zurückgestellt („Nullstellung“ oder „Bleichung“ des Sediments). Werden nun die Mineralkörner von Sediment überdeckt und damit vor der Lichteinstrahlung geschützt, beginnt die Akkumulation der Energie in den Mineralen (Paläodosis) durch die ionisierende Strahlung aus der natürlichen Radioaktivität der Umgebung von neuem. Diese Strahlung (α -, β - und γ -Strahlung) resultiert aus dem Zerfall von radioaktiven Elementen, v. a. der Isotope Uranium, Thorium, Rubidium und Kalium, die in den Kristallgittern natürlicher Minerale des Sediments eingebaut sind (Aitken, 1998).

Das Prinzip ähnelt der Funktion einer Batterie, die durch die Exposition an Tageslicht entladen und durch Lichtausschluss infolge von Bedeckung über definierte Zeiträume, in Abhängigkeit von der Intensität der im umgebenden Sediment herrschenden Radioaktivität, wieder aufgeladen wird (Duller, 2008) (Abb. 3-5). Die OSL-Datierung misst somit die Lagerungsdauer des Sediments unter Lichtausschluss und damit wird der Zeitpunkt der letzten Ablagerung bestimmbar (Ablagerungsalter).

3.2 Optisch Stimulierte Lumineszenz

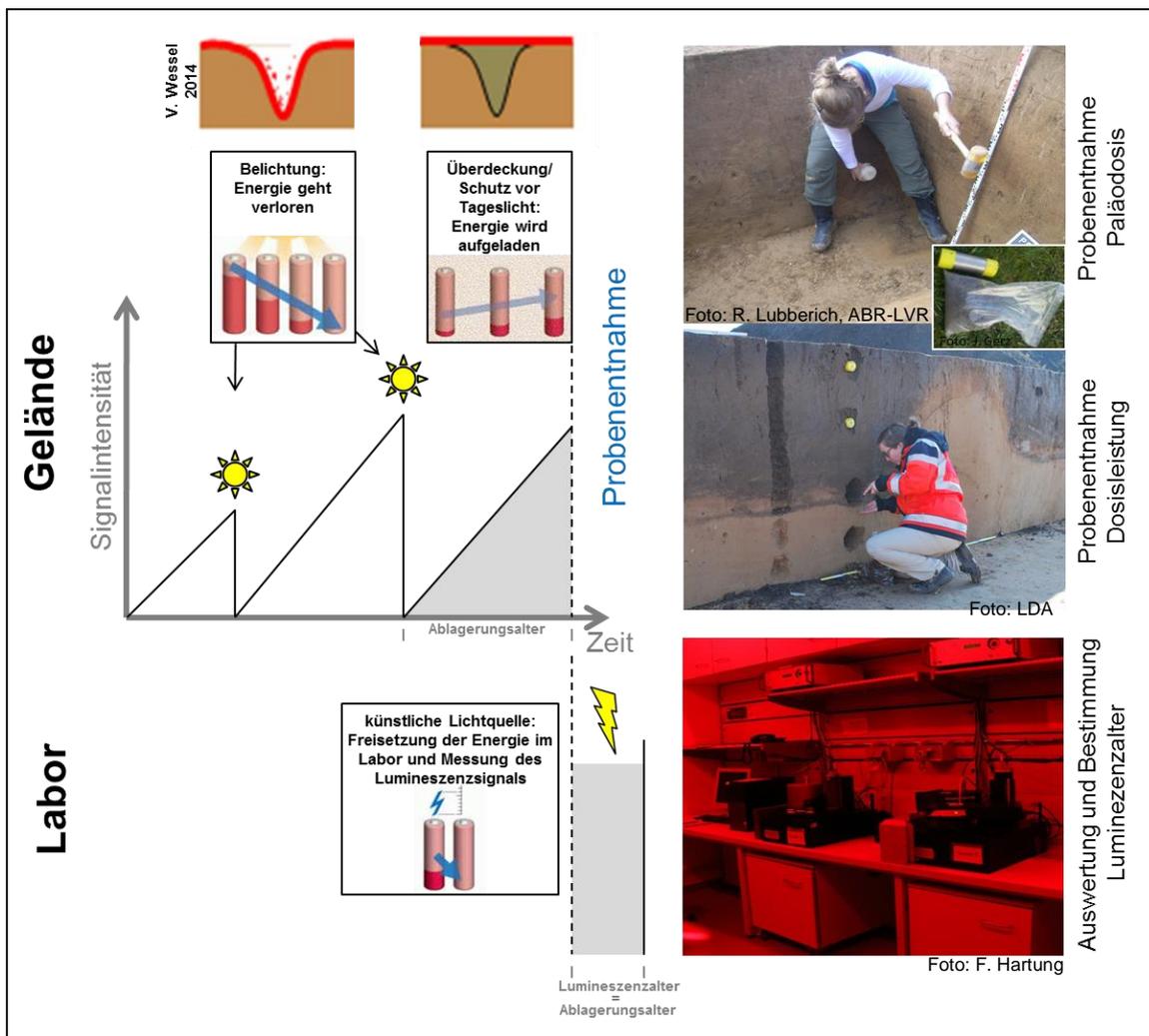


Abb. 3-5: OSL-Datierung: Messprinzip, Probennahme und Messung im Labor

Die Bestimmung der Paläodosiis im Labor erfolgt über die Messung der im beprobten Sediment akkumulierten Energie durch eine künstlich herbeigeführte Entladung, die als Lichtemission messbar ist (Abb. 3-5). Im Labor werden die Proben zunächst unter Rotlicht für die Messung aufbereitet, da die Wellenlänge dieses Lichts das Lumineszenzsignal im Sediment nicht stört.

Ziel der Probenaufbereitung ist die Gewinnung einer möglichst reinen Mineralfraktion eines eng definierten Korngrößenspektrums. Dazu erfolgt in einem ersten Schritt eine chemische Vorbehandlung der Sedimente. Zunächst werden in der Probe abgelagerter Ton, Kalk und organisches Material entfernt, um Aggregate aufzulösen und störende Signale bei der OSL-Messung zu vermeiden. Für die Messung von Quarzmineralen werden die Proben zusätzlich mit Flusssäure geätzt, um den Einfluss von Plagioklasen sowie der α -Strahlung auf die äußere Rinde der Körner und damit eine mögliche Beeinflussung der Messung der Äquivalenzdosis zu minimieren (Spooner und Questiaux, 2000). Feldspatminerale werden nicht geätzt, da ihre durch α -Strahlung beeinflusste Rinde nicht gleichmäßig abgetragen werden kann (Wallinga et al., 2000). Im Anschluss werden die Mineralkörner unter Laborbedingungen einem Lichtsignal eines definierten Wellenlängenspektrums im Messgerät ausgesetzt. Dabei entleert sich die im Mineral akkumulierte Strahlendosis und das Ausmaß der

3 Angewendete Methoden zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

energetischen Entladung (Äquivalenzdosis) wird als Lichtemission gemessen. Vereinfacht gesagt: Je länger die Probe der natürlichen Radioaktivität des Umgebungssediments unter Lichtabschluss ausgesetzt war, desto höher ist die im Kristallgitter akkumulierte Energiemenge und desto intensiver ist das gemessene Lumineszenzsignal (Duller, 2008).

Um den Zeitpunkt der letzten Lichteinwirkung auf das Sediment (Lumineszenzalter), d. h. wann sich das Sediment zum letzten Mal an der Oberfläche befunden hat, rekonstruieren zu können, muss zusätzlich die natürliche Radioaktivität im umgebenden Sediment und die aus der Atmosphäre einwirkende Strahlung (Dosisleistung) je Zeiteinheit einbezogen werden (Abb. 3-6) (Duller, 2008).

Das Ablagerungsalter¹ (Lumineszenzalter, ka) wird aus der gesamten unter Lichtabschluss akkumulierten Strahlungsdosis (Äquivalenzdosis, *Einheit*: Gray [Gy]) sowie der Intensität der radioaktiven Strahlung aus dem umgebenden Sediment pro 1000 Jahre (Dosisleistung, *Einheit*: Gy/ka) bestimmt. Das Lumineszenzalter wird in ka (Kilojahre vor heute), d. h. bis zum Zeitpunkt der Entnahme der Proben², angegeben.

Aufgrund verschiedener Faktoren, die auf die Probe einwirken können, ergibt sich zu jedem datierten Alter ein individueller Fehler (Abb. 3-6) (Aitken, 1998). Daher werden die Datierungen nicht jahrgenau, sondern in Zeitspannen betrachtet.

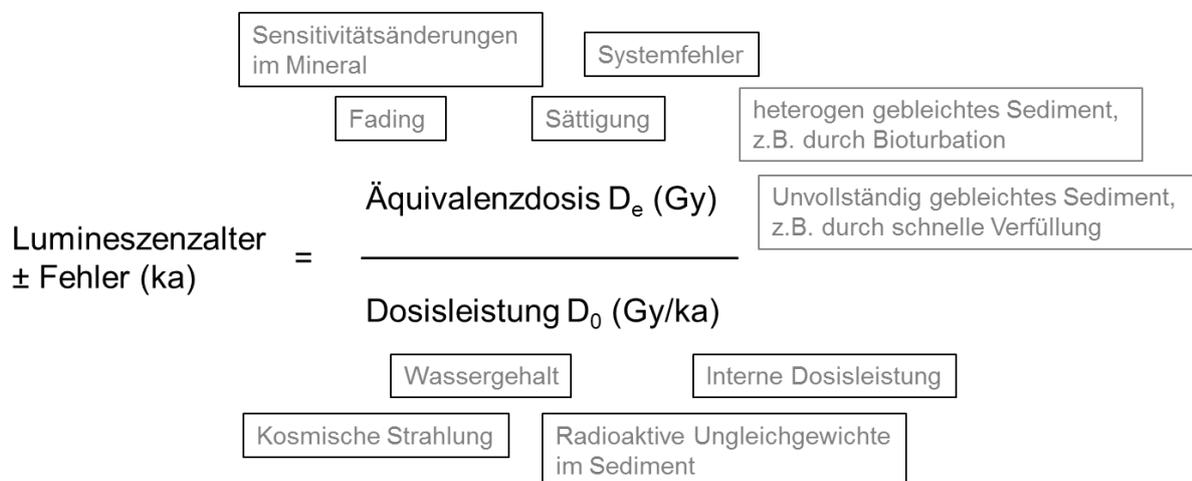


Abb. 3-6: Darstellung der Einflussfaktoren auf Äquivalenzdosis und Dosisleistung, schwarz: Einflussfaktoren werden in Berechnung berücksichtigt, grau: Einflussfaktoren fließen durch die individuelle Betrachtung der Eigenschaften während der Messung in das Ablagerungsalter und dessen Interpretation ein

¹ Die Berechnung des Modellalters der Sedimentablagerungen erfolgte mit der Software „ADELE“ (Kuhlig, 2005).

² Die Entnahme aller Proben aus der vorliegenden Arbeit erfolgte in den Jahren 2010-2013.

3.2.3 Bestimmung von Dosisleistung und Äquivalenzdosis

Dosisleistung

Die wesentlichen Einflussfaktoren auf die natürliche Radioaktivität im Sediment (Dosisleistung) sind Wassergehalt (Aitken, 1998; Duller, 2008; Preusser et al., 2008), kosmische Strahlung (Prescott und Stephan, 1982; Prescott und Hutton, 1994; Preusser et al., 2008), radioaktive Ungleichgewichte der Strahlung (Duller, 2008; Preusser et al., 2008) und die interne Dosisleistung (Preusser, 2003; Rees-Jones, 1995; Wintle, 2008b) (Abb. 3-6). Diese werden anhand verschiedener Kennwerte in der Berechnung der Gesamt-Dosisleistung berücksichtigt (Adamiec und Aitken, 1998; Duller, 2008; Preusser et al., 2008).

Zur Messung der natürlichen radioaktiven Umgebungsstrahlung im Sediment (α -, β - und γ -Strahlung) wird die Gammaspektrometrie angewendet. Dabei werden die Gammastrahlungsemissionen der Tochterisotope gemessen, die aus den natürlichen radioaktiven Zerfallsreihen der Elemente Kalium, Thorium, Uranium resultieren, und auf ihre jeweilige ursprüngliche Gesamtkonzentration (Mutterisotope) zurückberechnet (Aitken, 1998; Duller, 2008). Dies ist notwendig, um die „Aufladungsenergie“, d. h. die natürliche radioaktive Umgebungsstrahlung, aus der das Lumineszenzsignal im Sediment lokal gespeist wird, bestimmen zu können. Die Dosisleistung wurde mit der Gammaspektrometrie (Canberra HPGe Gamma-Ray Detector) gemessen. Eine Beschreibung der Funktionsweise und Messung geben beispielsweise Debertin und Helmer (1988).

Die Dosisleistung liegt in den untersuchten Proben zwischen 2.2 - 3.5 Gy/ka und entspricht den gängigen Werten für Löss (Fischer et al., 2012; Kreutzer et al., 2012a; Kreutzer et al., 2014; Poręba et al., 2011; Thiel et al., 2011).

Äquivalenzdosis

Die auf die Äquivalenzdosis einwirkenden Faktoren können nur zum Teil in deren Berechnung einfließen (Abb. 3-6). Ein systematischer Fehler, bedingt durch instrumentelle Schwankungen der bei der Messung benötigten Vorheiztemperatur, der geräteinternen Ausleuchtstärke oder der Betaquelle, wird mit einer 5 % igen Unsicherheit einberechnet (Hilgers, 2007, S. 391). Faktoren wie Sensitivitätsänderungen im Mineral (Aitken, 1998; Lian und Roberts, 2006; Murray und Wintle, 2000), die Sättigung des Lumineszenzsignals im Mineral selbst (Aitken, 1998), oder ein Signalverlust während der Messung (sog. „anomalous fading“ bei der Feldspatmessung, Auclair et al., 2003; Huntley und Lamothe, 2001; Jain und Ankjærsgaard, 2011; Poohton et al., 2002) werden anhand der Anwendung des SAR-Protokolls³ (Murray und Wintle, 2000), bestimmter Qualitätskriterien⁴ und verschiedener, die Äquivalenzdosismessung vorbereitenden Messungen, korrigiert (Abb. 3-8). Um eine an die jeweilige Probe optimal angepasste Messung der Äquivalenzdosis und deren höchst mögliche Annäherung an das Ablagerungsalter zu gewährleisten, wurden im Vorfeld verschiedene Test-Messungen durchgeführt. Die Höhe der

³ In Abbildung 3-8 angegebenes Standardmessprotokoll des Cologne Luminescence Laboratory (CLL) für Quarze (Datierungszeitraum 2011-2013). Die Messung an Feldspatmineralen erfolgte nach dem entsprechenden Messprotokoll für Feldspäte (Proben Stiftungsprojekt 246; siehe Merkel, 2013, S. 42)

⁴ Signalintensität, Recuperation < 5 %, Recycling Ratio < 10 %, Feldspatkontamination bei Quarzen, D_e -Fehler/ D_e < 10 % (Aitken, 1998; Murray und Wintle, 2000; Wintle und Murray, 2006)

3 Angewendete Methoden zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

Bestrahlungsschritte (Dose Test) wurde für jede datierte Probe, die thermische Vorbehandlung (Vorheiztest, Aitken, 1998; Duller, 2008; Rhodes, 2011) und die Güte des Messprotokolls (Dose Recovery Test, Murray und Wintle, 2003) wurden anhand eines Dose-Recovery-Preheat-Tests für eine Probe im Profil festgestellt und auf alle Proben des jeweiligen Profils angewendet, wie beispielhaft für eine Probe des untersuchten Probensets in Abbildung 3-7 dargestellt. Hier wurden zunächst alle Aliquots für eine Probe durch eine künstliche Labordosis vollständig gebleicht und eine der erwarteten Äquivalenzdosis entsprechende Labordosis appliziert. Für diese Probe liegt die applizierte Äquivalenzdosis bei 29.2 Gy. Direkt im Anschluss erfolgt die Messung der Äquivalenzdosen aus diesen Aliquots nach dem SAR-Protokoll in unterschiedlichen Temperaturbereichen zwischen 300/280-200/180°C (je 4 pro Temperaturbereich). Die Auswahl der geeigneten Vorheiztemperatur geschieht nach verschiedenen Kriterien: Kann die applizierte Dosis anhand der gemessenen Dosis generiert werden (gestrichelte Linie, Abb. 3-7), erfolgt die Auswahl der Vorheiztemperatur. Bilden die D_e -Werte in bestimmten Temperaturbereichen ein Plateau aus, wie im Beispiel zwischen 280/260-220/200°C, kann ein systematischer Zusammenhang zwischen gemessener Äquivalenzdosis und der Temperatur ausgeschlossen werden. Die Vorheiztemperaturen dieses Bereichs sind für die Äquivalenzdosismessung geeignet (Aitken, 1998). Weiterhin wird der Temperaturbereich ausgewählt, der die geringste Abweichung der gemessenen von der applizierten Dosis aufweist und optimale Ergebnisse bei Recuperation und Recycling Ratio, d. h. eine Recuperation $< 5\%$ und eine Recycling Ratio 1 ± 0.1 , zeigt. Im Beispiel wird der Temperaturbereich 220/200°C für die Messung der Äquivalenzdosis ausgewählt, da sich hier die besten Werte für die Recycling Ratio und Recuperation zeigen und die gemessene die applizierte Äquivalenzdosis am genauesten wiedergibt. Insgesamt liegen die ausgewählten Temperaturen zur Bestimmung der Äquivalenzdosis für das gesamte Probenset im empfohlenen Temperaturbereich zwischen 280/260-220/200°C (Murray und Wintle, 2000).

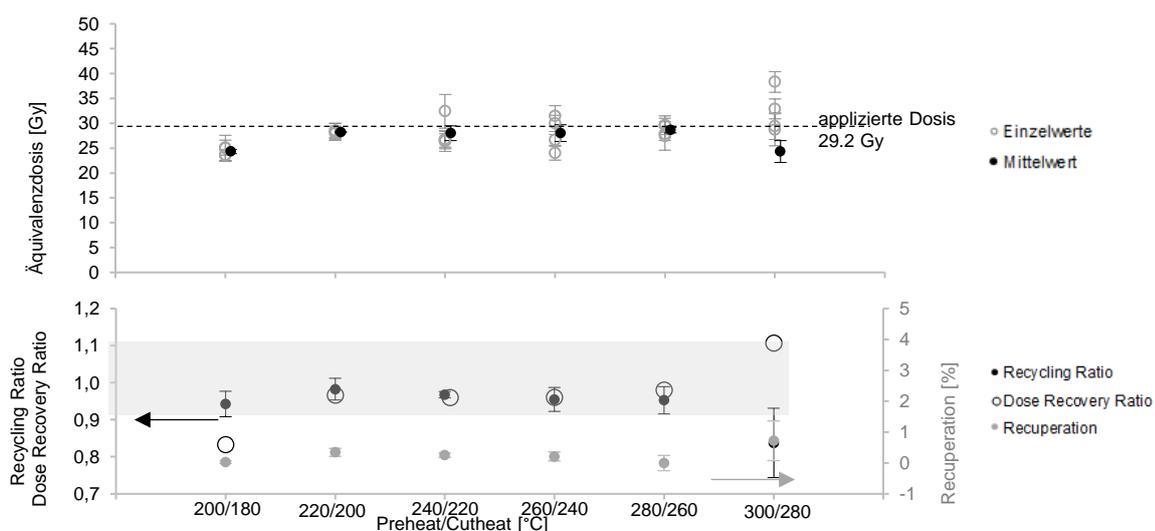


Abb. 3-7: Kombierter Dose-Recovery-Vorheiztest am Beispiel der Probe PRK891201

3.2 Optisch Stimulierte Lumineszenz

Einflüsse einer Durchmischung des Sediments nach seiner Ablagerung, wie z. B. durch Bioturbation (Bateman et al., 2007a; Bateman et al., 2007b; Bateman et al., 2003), oder durch einen sehr schnellen Transportprozess (Kemp et al., 2014), bei dem das Sediment nicht ausreichend belichtet wird (Abb. 3-6), fließen anhand der Betrachtung der individuellen Eigenschaften der Sedimente und deren Ablagerungskontext in die Ermittlung des Ablagerungsalters ein.

1	Dose Test Bestimmung der Höhe der Regenerationsdosen	
2	Preheat plateau test Ermittlung der optimalen Vorheiztemperatur zur Messung	Aitken 1998, Rhodes 2011, Duller 2008
3	Dose Recovery Test interne Kontrolle Eignung ermittelter Parameter zur Messung	Murray & Wintle 2003
4	SAR-Protokoll nach Wintle & Murray 2000	
4.1	Messung natürliches Lumineszenzsignal a. Vorheizen/preheat (200-300°C, 10s) b. OSL-Messung (125°C, 40s, blue LED) (L_x) c. Bestrahlung durch Testdosis d. Vorheizen/cutheat TL (180-280°C) e. OSL-Messung (125°C, 40s, blue LED) (T_x)	Murray & Wintle 2000
4.2	vier Messzyklen mit unterschiedlicher Regenerationsdosis a. Bestrahlung durch Regenerationsdosis ($R1 < R2 < R3 < R4$) b. Vorheizen/preheat (200-300°C, 10s) c. OSL-Messung (125°C, 40s, blue LED) (L_x) d. Bestrahlung durch Testdosis e. Vorheizen/cutheat TL (180-280°C) f. OSL-Messung (125°C, 40s, blue LED) (T_x)	Murray & Wintle 2000
4.3	Recuperation (Wdh. Messzyklus mit 0-Dosis) a. Bestrahlung durch Regenerationsdosis (0 Gy) b. Vorheizen/preheat (200-300°C, 10s) c. OSL-Messung (125°C, 40s, blue LED) (L_x) d. Bestrahlung durch Testdosis e. Vorheizen/cutheat TL (180-280°C) f. OSL-Messung (125°C, 40s, blue LED) (T_x)	Murray & Wintle 2000, Aitken 1998
4.4	Recycling Ratio (Wdh. Mesung Regenerationsdosis R1) a. Bestrahlung durch Regenerationsdosis (R1) b. Vorheizen/preheat (200-300°C, 10s) c. OSL-Messung (125°C, 40s, blue LED) (L_x) d. Bestrahlung durch Testdosis e. Vorheizen/cutheat TL (180-280°C) f. OSL-Messung (125°C, 40s, blue LED) (T_x)	Murray & Wintle 2000, 2006
4.5	Messung Feldspatkontamination bei Quarzen (IR-depletion) a. Bestrahlung durch Regenerationsdosis (R1) b. Vorheizen/preheat (200-300°C, 10s) c. IRSL-Messung (50°C, 100s, IRLED) d. OSL-Messung (125°C, 40s, blue LED) (L_x) e. Bestrahlung durch Testdosis f. Vorheizen/cutheat TL (180-280°C) g. OSL-Messung (125°C, 40s, blue LED) (T_x)	Wallinga et al. 2002, Duller 2003

Abb. 3-8: Vorbereitende Messungen und einzelne Messschritte SAR-Protokoll (Murray und Wintle, 2000; 2003) zur Datierung von Quarzen

Als Messverfahren wurde das Single Aliquot-Messverfahren (Murray und Wintle, 2000) ausgewählt. Dabei wird anhand einer bestimmten Teilmenge an Körnern, aufgebracht auf einem Probenträger in einem definierten Durchmesser, dem „Aliquot“, ein Lumineszenzsignal je Teilprobe gemessen. Das Lumineszenzsignal wird aus den gemessenen Energieemissionen der Körner aus der jeweiligen Teilmenge kumuliert. Durch die wiederholte Messung an verschiedenen Aliquots einer Probe ergibt sich

3 Angewendete Methoden zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

eine Vielzahl an Ergebnissen für die individuellen Teilproben, anhand derer, durch eine statistische Auswertung, die mittlere, über die Dauer der Ablagerung des Sediments unter Lichtausschluss hinweg akkumulierte Energiedosis (Äquivalenzdosis) berechnet wird.

Die Messungen erfolgten auf Anlagen des Herstellers Risø (TL/OSL DA 15/20) mit einer $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ Betaquelle zur Bestrahlung der Proben. Für die Quarzkornmessung wurde das Lumineszenzsignal durch blaue, das Licht emittierende Dioden (LED) angeregt und durch einen UV-Filter (Hoya U340-Filter; Dicke 7.5 mm) im Wellenlängenbereich zwischen 470 ± 30 nm detektiert. Zur Messung der Kalifeldspäte erfolgte die optische Anregung anhand eines Infrarot-LEDs der Wellenlänge 875 ± 80 nm durch einen Interferenzfilter D410 (L.O.T. Oriol, Darmstadt). Die Auswertung der gemessenen Signale erfolgt mit der Software Analyst (Risø, Version 4.14.6, 2013).

Für die Proben aus dem Mitteldeutschen Schwarzerdegebiet sowie für einige Proben aus dem Rheinland wurden Quarze der Mittelkornfraktion ($40\text{-}63$ μm , Grobschluff) aufbereitet, da sie die vorherrschende Korngröße im Löss bilden (Kreutzer et al., 2014; Lai et al., 2008; Zöller et al., 2013) und damit ebenfalls repräsentativ für die Schwarzerden sowie die Parabraunerden auf Löss sind.

Die OSL-Alter aus dem Stiftungsprojekt Nr. 246 der „Stiftung zur Förderung der Archäologie im rheinischen Braunkohlenrevier“ wurden an der polymineralischen Feinkornfraktion ($4\text{-}11$ μm) datiert. Sie folgen damit dem Messprinzip einiger Lumineszenzdatierungen aus älteren Untersuchungen in der Region der rheinischen Tagebaue (z. B. Fischer, 2010; Gerlach et al., 2012; Schulz, 2006).

Die für die Proben ausgewählten Altersmodelle zur Bestimmung der Äquivalenzdosis sind das „Central Age Model“ (CAM) und das „Minimum Age Model“ (MAM) (Galbraith und Roberts, 2012; Galbraith et al., 1999). Bailey und Arnold (2006) entwickelten zur Auswahl des Altersmodells einen vereinfachten Entscheidungsprozess auf Grundlage der für jede Probe individuellen Verteilung und Streuung der gemessenen Einzelwerte (Äquivalenzdosis, siehe oben), die sich bei der Messung zeigen. Zusätzlich dazu erfolgt immer eine Bewertung des zu datierenden Sediments über dessen individuellen Ablagerungskontext (Galbraith und Roberts, 2012).

Das CAM wird im Falle homogen gebleichter Sedimente, beispielsweise aus äolischem Transport, angewendet. Das MAM findet vor allem bei heterogen gebleichten Sedimenten wie Kolluvien Anwendung. Es wird davon ausgegangen, dass bei einer ausreichend großen Population die niedrigsten D_e -Werte in der Verteilung die am besten gebleichten Komponenten in einer heterogenen Probe darstellen. Die älteren D_e -Werte stammen aus Residualen einer unvollständigen Bleichung und überschätzen das eigentliche Ablagerungsalter (Abb. 3-9). Das Modell berechnet dabei die niedrigste signifikante Alterspopulation als Äquivalenzdosis des wahrscheinlichsten Ablagerungsalters (Galbraith und Roberts, 2012; Galbraith et al., 1999). Dabei sollte beachtet werden, dass es sich um eine möglichst repräsentative, ausreichend große Population handelt und nicht nur um einzelne „Ausreißerwerte“ aus jüngerem eingemischtem Material (Jacobs und Roberts, 2007). Diese können anhand der Betrachtung der Verteilung der D_e -Werte und ihrer Präzision identifiziert werden.

3.2 Optisch Stimulierte Lumineszenz

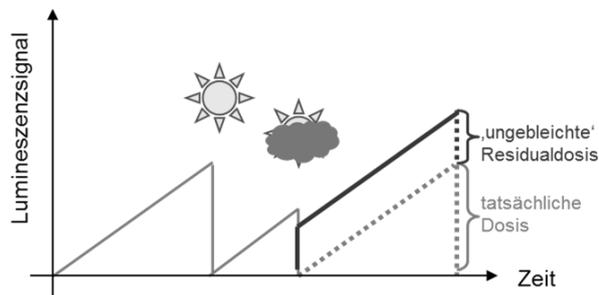


Abb. 3-9: Residuale entstehen, wenn das bereits im Mineral gespeicherte Lumineszenzsignal aufgrund unzureichender Lichtverhältnisse in einem Teil der Sedimentkörner nicht vollständig gelöscht wird und als sog. Residual im Mineral erhalten bleibt, auf das sich bei anschließendem Lichtausschluss das Signal weiter akkumuliert (Gerlach und Hilgers, 2011, S. 33)

3.2.4 Interpretation der OSL-Datierungen an kolluvialen Ablagerungen

Für die OSL-Datierung ist eine ausreichende Belichtung des Sediments eine wichtige Voraussetzung. Quarze benötigen im Schnitt ca. 10 Sekunden, um vollständig gebleicht zu werden (Aitken, 1998). Dies ist aber unter verschiedenen Umständen, je nach Art und Weise des Transportes oder einer möglichen postsedimentären Durchmischung des Sediments, in kolluvialen Ablagerungen nicht immer gegeben. Schnelle Erosionsvorgänge oder solche, in denen das Sediment in größeren zusammenhängenden Aggregaten verlagert wird, ebenso wie durch gravitative Massenbewegungen oder Hangrutschungen, führen meist zu einer unzureichenden Belichtung des Sediments. Auch bei der Erosion des Sediments durch Wasser (Rinnen-, Rillen-, Gullyerosion) wird das einfallende Licht im Wasser gebrochen und das in Suspension transportierte Sediment kann nicht vollständig belichtet werden. Auch bei sehr kurzen Transportwegen ist eine ausreichende Belichtung oft nicht gegeben.

Eine postsedimentäre Durchmischung der abgelagerten Sedimente entsteht durch Verwitterungs- und Bodenbildungsprozesse im Boden, Bioturbation, Durchwurzelung oder den menschlichen Eingriff in den Boden (Fuchs und Lang, 2009). Ebenso bewirkt eine aktive Verfüllung, vor allem in Bezug auf die archäologischen Befunde, durch den Menschen durch Zuschaufeln z. B. der Grube oder des Grabens, eine Durchmischung unterschiedlich belichteter Sedimente (Kemp et al., 2014). Die Durchmischung im Boden durch Verwitterungs- und Bodenbildungsprozesse kann für das Mitteldeutsche Trockengebiet weitestgehend ausgeschlossen werden, da klimabedingt nur geringfügige Verlagerungen kleinerer Korngrößen im Sediment stattfinden. Dagegen spielt die Bioturbation, vor allem die Krotowinen in den mitteldeutschen Schwarzerden, bedingt durch ihre Genese durchaus eine wichtige Rolle (Scheffer et al., 2010). Bei der OSL-Datierung kann die Durchmischung unterschiedlich alter Sedimente aufgrund von Bioturbation eine Verfälschung des Alters bewirken (Bateman et al., 2007a; Bateman et al., 2007b; Bateman et al., 2003; Forrest et al., 2003; Hanson et al., 2015; Johnson et al., 2014; Kristensen et al., 2015; Madsen et al., 2011; Poręba et al., 2013; Tribolo et al., 2010; Wilkinson und Humphreys, 2005). Die Untersuchungen zeigen allerdings auch, dass es nicht notwendigerweise zu einer Verfälschung des Alters kommen muss. Ein gewisser Einfluss durch Bioturbation wird daher per se für die Sedimente angenommen, der in die Interpretation der Ablagerungsalter einfließt.

3 Angewendete Methoden zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

Die Sedimenteigenschaften *vollständige oder unvollständige Bleichung* können wiederum Hinweise zur Art und Weise der kolluvialen Ablagerungen geben. Sie liefern Indizien dafür, ob z. B. archäologische Befunde durch schnelle oder langsame Transportprozesse verfüllt wurden und damit indirekt Hinweise zur Vegetations- und Landnutzungsgeschichte des Gebietes (Gerlach und Hilgers, 2011). Dabei deuten vollständig gebleichte Sedimente eher auf einen langsamen ruhigen Verfüllprozess, der auf einen flächendeckenden Bewuchs und eine weniger starke Nutzung der Umgebung hinweist. Im Gegensatz dazu verweisen unvollständig gebleichte Sedimente eher auf einen schnellen Verfüllprozess und damit auf ein potentiell stark genutztes Gebiet mit einer wenig den Boden schützenden Vegetationsdecke. Speziell für die archäologischen Befunde können diese Sedimenteigenschaften Hinweise auf die Art und Weise der Verfüllung archäologischer Befunde als Nachweis für menschliche oder natürliche Verfüllung liefern.

Sowohl eine vollständige Bleichung als auch eine unvollständige Bleichung oder postsedimentäre Durchmischung der Sedimente können anhand verschiedener Faktoren in der Lumineszenzdatierung erkannt werden. Solche Sedimente werden z. B. an unterschiedlichen Verteilungen und Streuungen der einzelnen gemessenen D_e -Werte verschiedener Teilproben sichtbar (Abb. 3-10). Dazu ist aber nicht jede angewendete Methode und gemessene Korngrößenfraktion geeignet. Beispielsweise wird bei den OSL-Datierungen der Korngrößenfraktion 4-11 μm ein Signal aus vielen Tausend Körnern gemessen, was auf einer Fläche von \varnothing 9.8 mm auf einem Aliquot je 93000 Körnern entspricht. Dabei tritt ein sog. „averaging effect“ ein (Arnold und Roberts, 2009), d. h. unterschiedliche Alterspopulationen können nicht voneinander unterschieden werden und die Information über die Verteilung der D_e -Werte geht verloren. Auch bei der Korngrößenfraktion 40-63 μm kann ein solcher Effekt noch Einfluss haben.

Am besten geeignet, um den Grad der Bleichung im Sediment nachzuvollziehen, ist das Single Grain Messverfahren (Roberts et al., 1998; Roberts et al., 1999), weil hier jedes Korn einzeln gemessen werden kann und aus der Summe der Signale jedes einzelnen Korn eine Gewichtung der unterschiedlichen Alterspopulationen erfolgt. Dieses Messverfahren bedeutet allerdings einen hohen Mess- und Arbeitsaufwand, vor allem bei kolluvial abgelagerten lössbürtigen Sedimenten, der nicht für alle Proben eines größeren Probensets gewährleistet werden kann (Gerlach und Hilgers, 2011). Für das vorliegende Probenset wurden exemplarisch an einer Probe einige Single-Grain-Messungen durchgeführt, um die Signalausbeute der datierten Sedimente besser einschätzen zu können.

Für die Probe OKGRIB09 wurden insgesamt 2000 einzelne Sedimentkörner (40-63 μm) gemessen, von denen sich 14 Körner für die Bestimmung der Äquivalenzalter eigneten. Das entspricht einem Anteil an allen Körnern in der Probe von 0.7 %. Unter der Annahme nach Duller (2004), dass auch hier im Schnitt 0.7-1.0 % aller \sim 250 Sedimentkörner⁵ des Aliquots für die Berechnung geeignet sind, besteht das Lumineszenzsignal bei einem Probendurchmesser von 1 mm aus einer limitierten Anzahl von je 1-3 lumineszenten Körnern. Das bedeutet im Umkehrschluss eine gute Annäherung der Single Aliquot Methode an die Ergebnisse des Single Grain Messverfahrens in dieser Arbeit (wie z. B. in Jacobs, 2010; Olley et al., 2004). Aufgrund dieser limitierten Signalausbeute wurden nicht nur die errechneten

⁵ berechnet nach calc_AliquotSize, R-LuminescencePackage 0.4.2 (Kreutzer et al., 2012b), bei einer Korngröße von 40-63 μm und einem Aliquot-Durchmesser von 1 mm

3.2 Optisch Stimulierte Lumineszenz

Ablagerungsalter der an der Mittelkornfraktion gemessenen Proben zur Interpretation der holozänen Landschaftsgeschichte genutzt, sondern auch die Verteilung der gemessenen D_e -Werte als Anhaltspunkte auf den Grad der Bleichung und damit Ablagerungskontext genutzt.

Die theoretischen Verteilungen nach Bateman et al. (2003) liegen der Interpretation der Verteilung und Streuung der gemessenen D_e -Einzelwerte jeder Probe dieser Untersuchung zugrunde (Abb. 3-10) und werden anhand der sog. Abanico Plots dargestellt (Dietze et al., 2016) (Abb. 3-11).

Der Abanico Plot setzt sich aus einer Kombination von Radial Plot und Kerndichteschätzung zusammen. Vorlage dafür ist die Idee von Galbraith und Green (1990), diese beiden Darstellungsformen mit ihren jeweiligen Vorteilen miteinander zu kombinieren und die Gesamtinterpretation zu vereinfachen. Die Informationen zur Datenstreuung und Präzision der einzelnen D_e -Werte (X-Achse) aus dem Radial Plot werden als Altersverteilung der Kerndichteschätzung auf der Z-Achse sichtbar gemacht. Es entsteht eine direkte Vergleichbarkeit (Dietze et al., 2016). Die gestrichelte Linie zeigt den Mittelwert (Central Value) des Datensatzes an. Das hellgraue Polygon zeigt den Bereich der 1σ -Standardabweichung und damit das Maß der Datenstreuung und -verteilung um den Mittelwert in Bezug zur Z-Achse an. Hier wird die Streuung und Präzision aller Werte abgelesen, je kleiner der Fehler, desto präziser. Das dunkelgraue Polygon gibt die 2σ -Standardabweichung für den Mittelwert an. Dieser zeigt ausschließlich die Datenstreuung (Y-Achse) an. Anhand der Werte, die außerhalb dieses Bereichs liegen, berechnet sich die Over-dispersion (%).

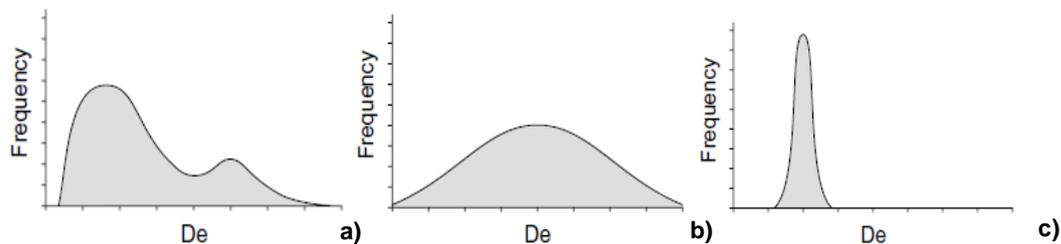


Abb. 3-10: Hypothetische Verteilungen verschieden belichteter Sedimente, a) Probe ist mit älterem Sediment durchmischt, b) heterogene breite Verteilung, und c) gut gebleichtes Sediment (nach Bateman et al., 2003, S. 1172).

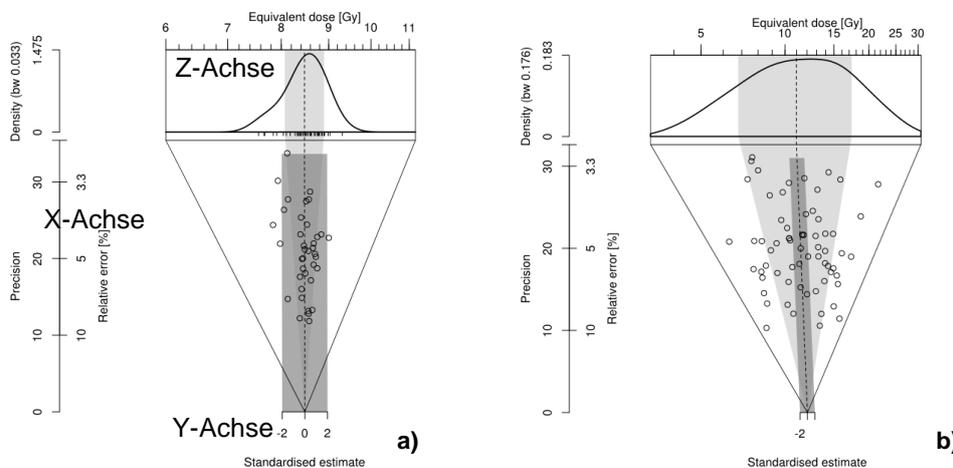


Abb. 3-11: Darstellung von Abanico Plots anhand von Beispieldatensätzen für a) ein homogenes Sediment mit einer niedrigen Over-dispersion von 2 %, geringen Streuung und engen Verteilung der Werte, und b) ein heterogenes Sediment mit einer hohen Over-dispersion von 43 %, einer großen Streuung und Verteilung der D_e -Werte

3 Angewendete Methoden zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

In Zusammenhang mit der Verteilung der gemessenen D_e -Werte und unterschiedlichen Belichtung von Sedimenten steht ein weiterer Parameter zur Abschätzung des Bleichungsgrades der Proben, die sog. Over-dispersion (σ , %), zur Verfügung, mit dem unterschiedliche Datensets miteinander vergleichbar werden (Hülle, 2011). Sie entsteht, wenn die tatsächlich gemessene Streuung einer Probe größer ist als deren erwartete Streuung (Galbraith et al., 1999). Die Over-dispersion besteht aus den Messwerten, die außerhalb des angegebenen 95 %-Konfidenzintervalls der relativen Standardabweichung liegen (Abb. 3-11). Bei einem sehr gut und einheitlich gebleichten Sediment mit homogenem Datensatz liegen alle Werte innerhalb dieses Intervalls und die Over-dispersion beträgt im Idealfall 0 % (Duller, 2008). In der Literatur werden für homogen belichtete Sedimente Werte der Over-dispersion von < 10 % angenommen (Rhodes, 2011). Wird der Grenzwert überschritten, gilt das Material als unvollständig gebleicht oder wurde postsedimentär durchmischt (z. B. bis zu $\sigma = 73$ % für ein fluviales Sediment, Kemp et al., 2014). Allerdings können auch in gut belichteten Sedimenten Werte für die Over-dispersion von bis zu 18 % vorkommen (Galbraith et al., 2005). Ein Grenzwert zur Unterscheidung zwischen homogenem und heterogenem Sediment lässt sich daher nicht allgemeingültig definieren, sollte aber möglichst niedrig liegen. Die Festlegung von Grenzwerten sollte individuell für die verschiedenen Datensets und Sedimenttypen erfolgen, da die Datenstreuung u. a. auch von den grundsätzlichen Lumineszenzeigenschaften des jeweiligen Materials abhängig ist (Fuchs und Wagner, 2003). Ideal für die Bestimmung des Grenzwertes sind äolische Sedimente, wie z. B. Löss, da sie meist aufgrund ihres Transportes vollständig belichtet wurden und daher eine entsprechend geringe Streuung der gemessenen Einzelwerte und eine niedrige Over-dispersion aufweisen.

Die Datierungen der obersten Lösslagen in den Untersuchungsgebieten Oechlitz und Profen im südlichen Sachsen-Anhalt zeigen allerdings eine relativ breite Verteilung der gemessenen Einzelwerte sowie relativ hohe Werte für die Over-dispersion von 21 % und 26 % (OKKGII01 und DGR1501, siehe Kap. 10.1.4 und 10.2.2). Diese scheinen in Lössen, „trotz“ ihres äolischen Transports, nicht ungewöhnlich zu sein, wie die Untersuchungen von Kreutzer et al. (2014) oder Poręba et al. (2011) zeigen. Kreutzer et al. (2014) sehen die Ursache dafür in Schwankungen der natürlichen Mikrodosimetrie der Löss im südlichen Sachsen-Anhalt. Sie kommen zu dem Schluss, dass diese Sedimente, trotz der breiten Verteilung der einzelnen D_e -Werte, einer vollständigen Bleichung unterlegen haben müssen. Auch für die datierten Löss und lössbürtigen Schwarzerdekolluvien aus Profen und Oechlitz werden aufgrund ihrer gleichen Genese von Schwankungen in der natürlichen Mikrodosimetrie als Ursache für die breite Verteilung der D_e -Werte ausgegangen. Die bestimmten Lumineszenzalter der Löss fügen sich zudem gut in die chronologische Abfolge der mitteldeutschen Lössstratigraphie ein (Altermann und Mania, 1968; Eißmann, 1995; Kreutzer et al., 2012a; Kreutzer et al., 2014; Lauer et al., 2014b; Lieberoth, 1959; 1963; Mania, 2006; Meng und Wansa, 2008; Meszner et al., 2011; Meszner et al., 2013; Ruske, 1965).

Aufgrund der relativ hohen Werte der Over-dispersion und der breiten Verteilung der gemessenen Einzelwerte der Löss wurde die Bestimmung eines Grenzwertes für die Proben aus dem mitteldeutschen Lössgebiet daher zusätzlich in Zusammenhang mit der Wahl des Altersmodells gestellt, wobei das Central Age Model für homogen belichtete Sedimente angewendet wird. Das Central Age Model wurde

3.2 Optisch Stimulierte Lumineszenz

auf 5 der 42 OSL-Datierungen angewendet (Kap. 4.2 Abb. 4-25 a), deren Over-dispersion-Werte bei 16 %, 17 %, 19 % 21 % sowie 22 % liegen. Aufgrund der Eigenschaften der Lössproben sowie dem Vergleich mit der Anwendung des Central Age Model, wird der Richtwert zur Einschätzung des Bleichungsgrades für die untersuchten Proben anhand des arithmetischen Mittels aus den o. g. Werten der Over-dispersion, in Anlehnung an die Untersuchungen nach Galbraith et al. (2005), bei 19 % Over-dispersion festgelegt.

Für die Interpretation der vorliegenden Lumineszenzdatierungen wurden damit folgende Kriterien zur Annäherung an eine Unterscheidung in homogen und heterogen gebleichte Sedimente festgelegt:

Eine spitze enge Verteilung der D_e -Werte und eine Over-dispersion $< 19\%$ verweisen auf ein verhältnismäßig gut gebleichtes homogenes Sediment, das indirekt auf einen langsamen Transportprozess aufgrund quasi-natürlicher Erosionsprozesse hindeutet.

Eine breite und/oder schiefe Verteilung der D_e -Werte entsteht durch unvollständige Bleichung bei einem schnellen Transport, kurzen Transportweg oder durch postsedimentäre Durchmischung durch Bioturbation der Sedimente. Die Over-dispersion liegt bei $> 19\%$ und zeigt die Heterogenität des Sediments an.

Allerdings ist eine Unterscheidung zwischen postsedimentärer Durchmischung und unvollständiger Bleichung alleine anhand der Verteilung der Messwerte nicht möglich, daher muss für die Interpretation immer auch der Kontext mit der Umgebung und den im Boden ablaufenden Prozessen, aus dem die Probe stammt, in die Interpretation einbezogen werden. Die Beschreibung und Auswertung der einzelnen Lumineszenzdatierungen erfolgt in Anhang A.

Die Frage nach einer möglichen anthropogenen Verfüllung der archäologischen Befunde kann nicht anhand der oben genannten Kriterien beantwortet werden. Hierzu wurden die Kriterien nach einer Untersuchung von Kemp et al. (2014) angewendet. Die Autoren untersuchten an Lumineszenzdatierungen (Single Grain-Messungen) die Signalausbeute der Sedimente sowie die OSL-Alter zweier Grubenverfüllungen im Vergleich mit dem umgebenden Sediment aus einem fluvialen Ablagerungskontext mit potentiell unvollständig gebleichtem Sediment und aus einem äolischen Ablagerungskontext mit potentiell vollständig gebleichtem Sediment. In beiden Umgebungen konnte jeweils nur ein sehr geringer Unterschied in der Verteilung der Einzelwerte zwischen der Grubenverfüllung und dem umgebenden Sediment festgestellt werden. Auch das errechnete Ablagerungsalter innerhalb der Grube unterschied sich nur geringfügig von dem umgebenden Sediment. Ursache dafür ist der nur sehr kleine Anteil des ausgehobenen und wieder verfüllten Sediments, der ausreichend von Tageslicht gebleicht wird, da das Sediment „in Aggregaten“ ausgehoben und wieder verfüllt wird, so dass bei der Messung der Anteil der ursprünglichen Bleichung der Sedimente überwiegt (Kemp et al., 2014). Im Umkehrschluss bedeutet das: wurde der archäologische Befund durch quasi-natürliche Prozesse wiederverfüllt, so konnte das Sediment aufgrund des „kleinteiligeren“ Transportprozesses grundsätzlich besser gebleicht werden. Damit zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen dem Alter der Befundverfüllung und dem umgebenden Sediment. Für die Unterscheidung zwischen quasi-natürlicher Verfüllung und der Verfüllung durch Menschenhand wird daher der Vergleich der Ablagerungsalter in und außerhalb der Verfüllung genutzt (siehe Kap. 4.2).

4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

Im folgenden Kapitel werden zusammenfassend die Ergebnisse der geochemischen und sedimentologischen Analysen der Böden und kolluvialen Sedimentablagerungen für die einzelnen Untersuchungsgebiete Oechlitz und Bad Lauchstädt, Profen, Osterweddingen und Inden-Pier vorgestellt. Die Ergebnisse werden zunächst innerhalb der Untersuchungsgebiete miteinander verglichen und anschließend in einen überregionalen Vergleich zueinander gestellt. Dazu werden vor allem die Kolluvien in den archäologischen offsite-Befunden sowie in den Dellen, Senken, Hangfußbereichen und Tälern als Geoarchive für (prä)historische Bodeneigenschaften sowie die (Braun-)Schwarzerden miteinander verglichen. Ein Vergleich der Lössse als Ausgangssedimente der Kolluvien und Böden findet im überregionalen Kontext statt. Des Weiteren werden die OSL-Datierungen der kolluvialen Ablagerungen aus den Untersuchungsgebieten hinsichtlich ihres Informationsgehalts zur Art und Weise der Transport- und Ablagerungsprozesse betrachtet. Die Grundlagen der folgenden zusammenfassenden Darstellungen bilden die detaillierten Ergebnisdarstellungen der sedimentologisch-geochemischen Analysen sowie der OSL-Datierungen für die einzelnen Profile und befinden sich in Anhang A.

4.1 Sedimentologie und Geochemie

4.1.1 Oechlitz und Bad Lauchstädt

Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung der untersuchten Sedimente aus Oechlitz und Bad Lauchstädt zeigt eine generelle Dominanz der Schluffe (Abb. 4-1). Die geringsten Sand- und höchsten Tongehalte befinden sich in den Dellenverfüllungen im Mikrorelief auf dem Oechlitzer Höhenrücken (OKSI-II), ebenso wie im Hangfuß- und Talauenbereich bei Bad Lauchstädt (BLI). Diese Verteilungen verweisen auf eine längere Zeit, in der Verwitterungsprozesse auf die kolluvialen Ablagerungen einwirken konnten. Auch in den kolluvialen Verfüllungen der Befunde auf dem Höhenrücken (OKKGI-III, OKGRIA/B, OKWI) liegen die Sandgehalte verhältnismäßig niedrig, im Gegensatz zu den Kolluvien am Hangfuß (ONI, ONII), in denen der Sandgehalt zunimmt. Ursache für diese Differenzierung sind die unterschiedlich intensiven Erosionsprozesse, ausgelöst durch unterschiedlich starke Fließgeschwindigkeiten in Zusammenhang mit der Hangneigung. In verschiedenen Sedimentablagerungen am Mittelhang und Hangfuß (ONIII, ONII, ONGRIA-D) spielen aber auch die Geschiebesande und -lehme, die aufgrund einer geringmächtigen Lössdecke aus dem Untergrund nahe an die Oberfläche reichen, eine beeinflussende Rolle.

Im Vergleich der Korngrößenverteilung der kolluvialen Ablagerungen wird die hohe Streuung innerhalb der Talsedimente deutlich (Abb. 4-1 a-b unten). Diese spiegeln die unterschiedlichen Sedimente wider, die aus dem Höhenrücken und den Hängen in den Tälern abgelagert wurden. Die Dominanz der schluffigen Sedimente in den Talablagerungen zeigt deren kolluvialen Ursprung aus den lössigen

4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

Hangsedimenten. Die wenigen geringmächtigen sandigeren und tonigeren Ablagerungen der Stöbnitz (OAU1 und OAU4) fallen hingegen kaum ins Gewicht.

Kalkgehalt und organischer Kohlenstoffgehalt

Die Dellenkolluvien auf dem Höhenrücken sind vollständig entkalkt (Abb. 4-2 a). Auch die Befundverfüllungen auf dem Höhenrücken sind bis auf den stark lösshaltigen Graben unter der Grubenreihe (OKGRIB) nahezu vollständig entkalkt. Die höheren Standardabweichungen in den archäologischen Befunden erklären sich durch den mit Löss durchmischten, gering kalkhaltigen, unteren Verfüllungsbereich. Die Befundverfüllungen am Nordhang sind ebenso gering kalkhaltig. Die höchsten Kalkgehalte sind in den kolluvialen Ablagerungen am Hangfuß zu finden. Im Vergleich dazu sind die Hangfuß/Talauenkolluvien bei Bad Lauchstädt (BLI) wiederum nur sehr gering kalkhaltig.

Der organische Kohlenstoffgehalt liegt im Durchschnitt zwischen 1-1.5 %, während die höchsten Gehalte in den dunklen Kolluvien im östlich gelegenen Tal der Stöbnitz (OAU1 und OAU4), ebenso wie in den dunklen Sedimentablagerungen in der Lauchaaue (BLI) liegen (Abb. 4-2 b). Dies ist erklärbar durch die bessere Erhaltung der organischen Kohlenstoffgehalte in den feuchteren Talniederungen (Scheffer et al., 2010) als in den Kolluvien auf dem Höhenrücken und dem Hang bis zum Hangfuß. Im Schnitt liegen allerdings die Werte für die organischen Kohlenstoffe in den Dellenverfüllungen auf dem Höhenrücken höher als in den Befundverfüllungen und den Hangfußkolluvien.

Bodenfarbe

Die Farbgebung zeigt im Vergleich der unterschiedlichen kolluvialen Ablagerungen auch noch einmal in der Helligkeit (L^*) den unterschiedlichen Grad der Einmischung von Löss in den Schwarzerdekolluvien an (Abb. 4-3). Die Gelb- und Rotwerte (b^* , a^*) verändern sich in den durch Geschiebelehne und -sande beeinflussten Sedimenten (ONGRIA/C, ONII), ebenso wie in den hydromorph geprägten Sedimenten (unterer Bereich ONII, sowie BLI und OAU1 und OAU4) in Form eines niedrigeren Rotwerts (a^*), der in den durch die Stöbnitz beeinflussten Talsedimenten (OAU1) sogar bis in den grünen Farbbereich ($-a^*$) reicht. Auch zeigen sich anhand der unterschiedlichen Farbgebung der Sedimente in den Tälern deutlich die unterschiedlich zusammengesetzten Sedimente, die aus verschiedenen Bereichen der Oechlitzer Hangcatena dort abgelagert wurden. Die im Untergrund abgelagerten Schwemmlösse sind eindeutig anhand ihrer hellen, gelben Farbe zu erkennen. Die dunkelsten Sedimente liegen in dem Tal der Laucha (BLI) sowie in der Stöbnitzaaue (OAU1 und OAU4) und sind ähnlich zur Farbgebung der Senkenkolluvien auf dem Höhenrücken.

Elementgehalte (Röntgenfluoreszenz)

Im Vergleich der Elementgehalte aller Profile in Oechlitz und Bad Lauchstädt zueinander werden Unterschiede deutlich (Abb. 4-4 a-e). In den verwitterungsanfälligen Natriumoxiden ist die Differenzierung allerdings insgesamt nur gering (Abb. 4-4 b). Auffällig ist die geringe Streuung der Verfüllungen in den Dellen auf dem Höhenrücken (OKSI-II), die auf ein einheitlich verfülltes und verwittertes Sediment hinweisen. Anhand der verwitterungsanfälligeren Kalium- und

4.1 Sedimentologie und Geochemie

Magnesiumoxidgehalte können verschiedene Profile etwas deutlicher differenziert werden (Abb. 4-4 a/c). Das Magnesium zeichnet als kalk-affines Sediment auch entsprechend die entkalkten Sedimente in den Dellen auf dem Höhenrücken (OKSI-II) mit niedrigen Gehalten nach. Die hohen Magnesiumgehalte in den Befundverfüllungen auf dem Höhenrücken (OKKGI-III, OKGRIA/B, OKWI) erklären sich vor allem durch den hohen kalkhaltigen Löss eintrag in den unteren Verfüllungsbereichen. Die Hangfußkolluvien in Oechlitz und Bad Lauchstädt (ONI-II, BLI) ordnen sich durch ihre Gehalte im mittleren Wertebereich ein. Die Hangsedimente in der Grubenreihe und Rinne in Oechlitz (ONGRIA-D) heben sich aufgrund der unterschiedlichen geochemischen Eigenschaften der Geschiebelehme in deren Untergrund hervor. Dieser Einfluss zeigt sich auch in den höchsten gemessenen Kaliumgehalten. Weiterhin sind die Kaliumgehalte, genau entgegengesetzt zu den Verteilungen der Magnesiumgehalte, in den unterschiedlichen kolluvialen Ablagerungen und Befundverfüllungen niedrig. Anhand des Aluminium- sowie Titangehalts lässt sich vor allem die unterschiedliche Genese der untersuchten Sedimente nachzeichnen. Der mit Löss verfüllte Graben auf dem Höhenrücken (OKGRIB) unterscheidet sich eindeutig von den geschiebelehmbeeinflussten Grubenverfüllungen im Hang (ONGRIA-C), die jeweils die höchsten Werte an Aluminium und Titan aufweisen, ebenso wie die übrigen Befundverfüllungen und Kolluvien auf dem Höhenrücken sowie an Hang und Hangfuß.

Die Unterschiede in den Eisen- und Manganoxiden lassen hauptsächlich den Unterschied zwischen den grundwasserbeeinflussten Sedimenten in den Talbereichen (vor allem BLI und OAU1) und den „trockenen“ Sedimenten auf dem Höhenrücken und am Hang erkennen (Abb. 4-4 e). Diesbezüglich fallen aber auch wieder die durch Geschiebelehme und -sande beeinflussten Sedimente am Oechlitzer Nordhang und Hangfuß auf (ONGRIA/C, ONII). Auch etwas höher im Verhältnis zu den anderen Sedimentablagerungen sind die Eisenoxidgehalte in den Dellenkolluvien auf der Hochfläche (OKSI-II). Hiermit deutet sich möglicherweise eine leichte beginnende Bodenbildung innerhalb der Sedimente an. In den Talsedimenten (OAU1-6) zeigen sich anhand der breiten Streuung wieder deutlich die unterschiedlichen (vorverwitterten) Sedimente, die aus den unterschiedlichen Hochflächen- und Hangbereichen erodiert und dort abgelagert wurden.

Durch die Titanoxid- und Zirkongehalte können deutlich die Kolluvien in der Rinne/Grubenreihe am Hang (ONGRIA-D) aufgrund des Einflusses der Geschiebelehme von den lössbürtigen Kolluvien unterschieden werden (Abb. 4-4 d).

Zusammenfassung

Im gesamten Gebiet bei Oechlitz und Bad Lauchstädt haben Verwitterungsvorgänge in den Böden und Sedimentablagerungen stattgefunden, trotz der Niederschlagsarmut des Gebietes (450-500 mm/a). Im Vergleich der unterschiedlichen geochemischen Eigenschaften der einzelnen untersuchten kolluvialen Ablagerungen lassen sich gewisse relative Beziehungen zueinander erkennen.

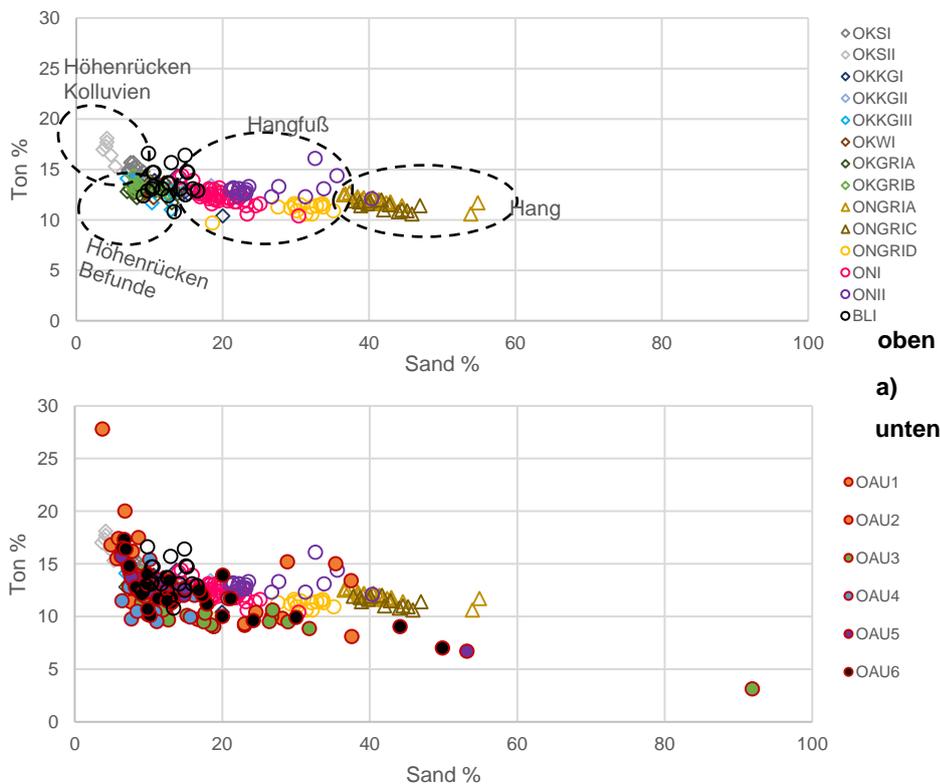
Die Sedimentablagerungen in den Dellen auf dem Höhenrücken (OKSI-II) sind, im Gegensatz zu allen anderen untersuchten kolluvialen Ablagerungen in Oechlitz, fast vollständig entkalkt, besitzen die höchsten Tongehalte und zeigen eine in die Tiefe einheitlich verlaufende Verwitterung. Die Gehalte an Eisenoxiden sind ebenfalls relativ hoch und deuten in dem trockenen Bodenmilieu auf eine beginnende

4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

Bodenbildung. Daher wird davon ausgegangen, dass es sich um die verhältnismäßig ältesten abgelagerten Sedimente im Gebiet bei Oechlitz handelt.

Die archäologischen Befundverfüllungen sowie die Kolluvien am Hangfuß zeigen, bis auf die durch das Geschiebe im Untergrund beeinflussten Grubenverfüllungen am Hang (ONGRIA-C), eine ähnliche Farbgebung und ähnliche Elementgehalte, die innerhalb der Profile stärker streuen. Am stärksten streuen die in den Tälern abgelagerten Kolluvien (OAU1-6), was auf unterschiedlich vorverwittertes, wiederverlagertes Sediment deutet. Eine einheitliche Verwitterung hat hier noch nicht stattgefunden. Die archäologischen Befundverfüllungen in dem Gebiet sind insgesamt weniger kalkhaltig als die Hangfuß- und Talkolluvien, was im Verhältnis für ein höheres Alter der Befundverfüllungen spricht. In den Hangfuß- und Talkolluvien hat noch keine Entkalkung stattgefunden, was auf eine eher jüngere Ablagerung der Sedimente deutet.

In Hinblick auf die Intensität der Erosion, des Transports und der Ablagerungsprozesse zeigt sich in den Senkenverfüllungen mit den niedrigsten Sandgehalten die ruhigste Verfüllung mit den niedrigsten Erosionsintensitäten. In den Befundverfüllungen nimmt der Sandgehalt bereits etwas zu, was auf eine verhältnismäßig höhere Erosions- und Ablagerungsintensität spricht. Die sandigsten Kolluvien befinden sich am Hangfuß (ONI und oberes Kolluvium aus ONII) und z. T. in den Tälern, die auf die intensivsten Erosions- und Ablagerungsprozesse hinweisen und in Zusammenhang mit ihrer Lage für eine erste flächige Erosion der Sedimente vom Hang sprechen.



(Abb.unterschrift S. 61)

4.1 Sedimentologie und Geochemie

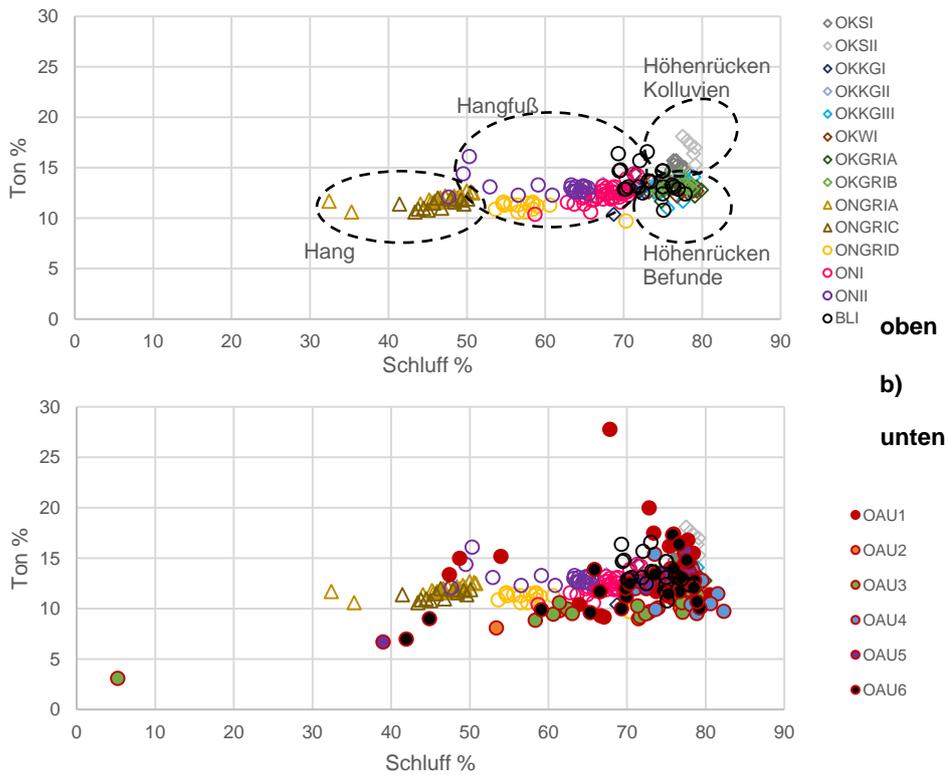


Abb. 4-1: Korngrößenverteilung aller Profile in Oechlitz und Bad Lauchstädt im Vergleich, a) Ton- & Sandgehalte, b) Ton- & Schluffgehalte, oben: kolluviale Ablagerungen Hochfläche/Hang/Hangfuß, unten: in den Tälern abgelagerte Kolluvien

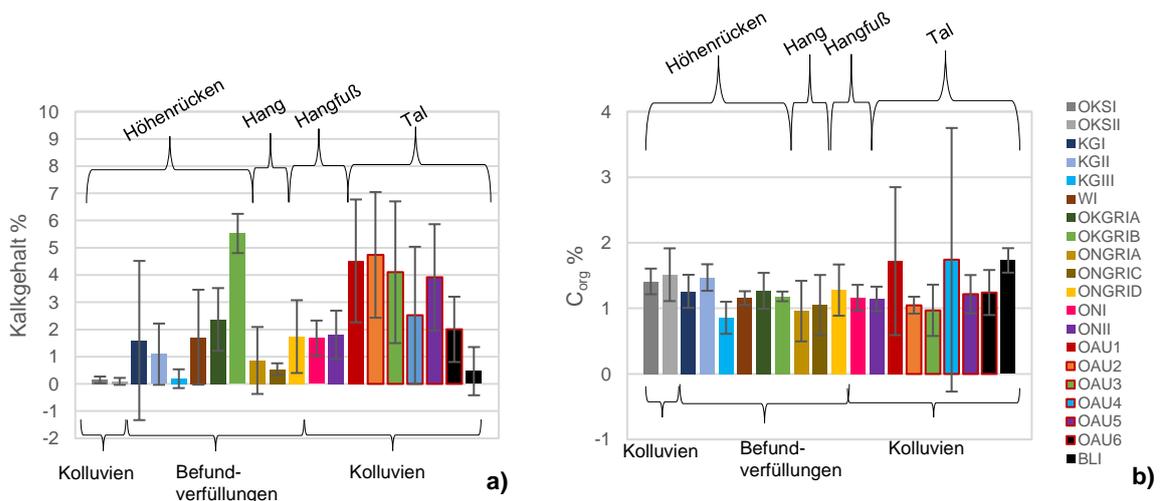


Abb. 4-2: Befundverfüllungen und Kolluvien in Oechlitz und Bad Lauchstädt im Vergleich, a) mittlere Kalkgehalte und b) mittlere organische Kohlenstoffgehalte

4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

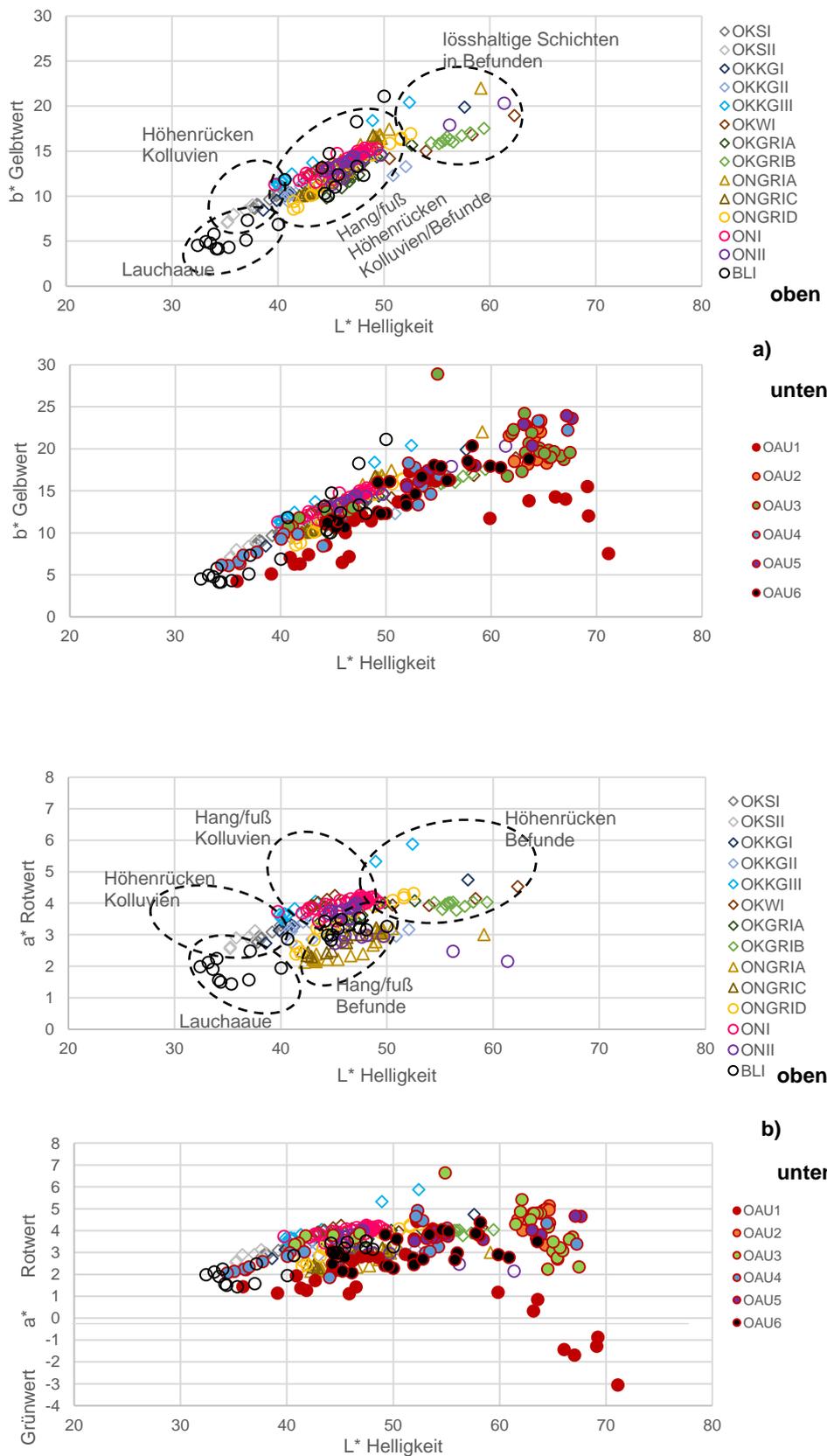
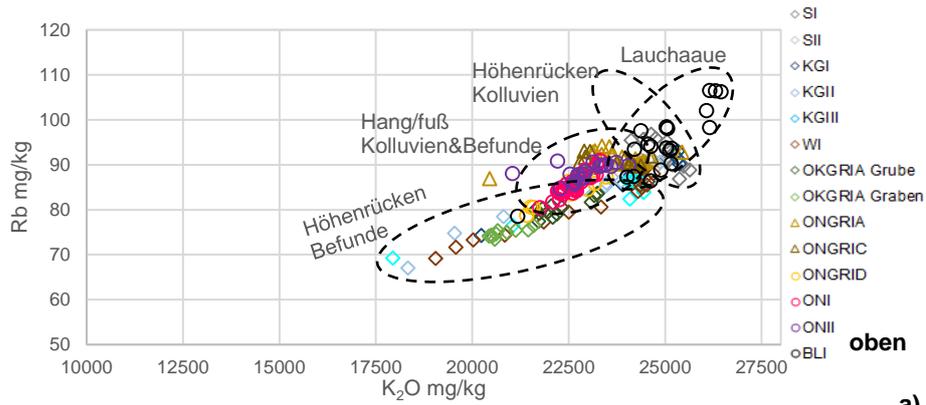
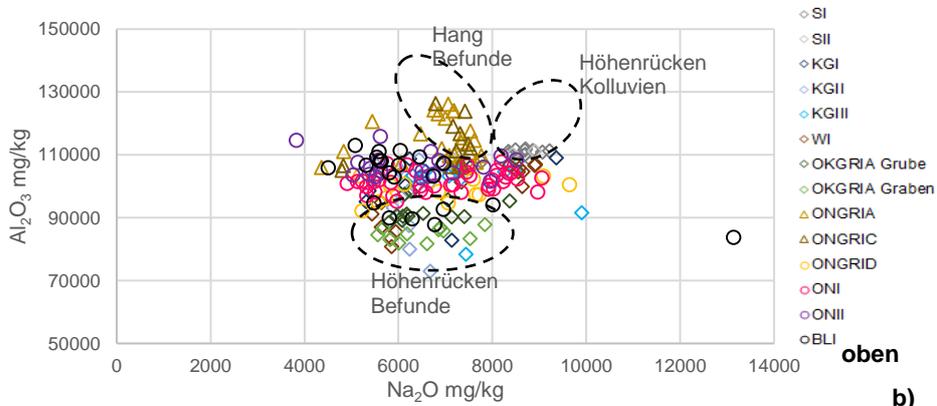
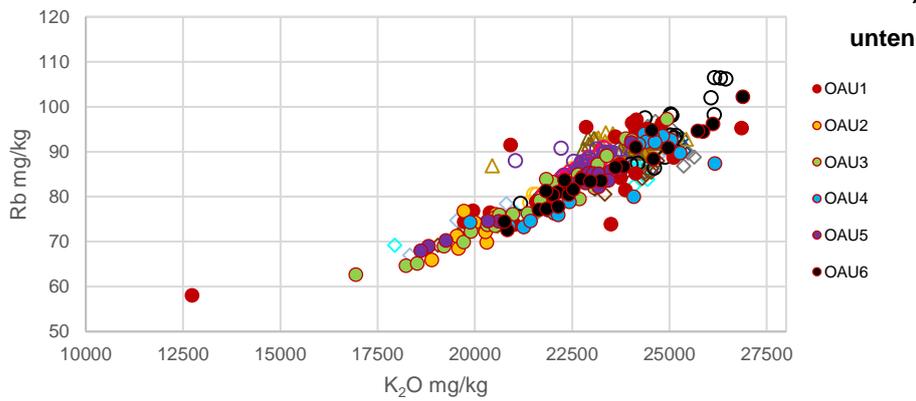


Abb. 4-3: Farbwerte der einzelnen Befundverfüllungen und Kolluvien in Oechlitz und Bad Lauchstädt im Vergleich, Gegenüberstellung der Helligkeit L* und dem a) Gelbwert b*, b) Rotwert a*, oben: kolluviale Ablagerungen Hochfläche/Hang/Hangfuß, unten: in den Tälern abgelagerte Kolluvien

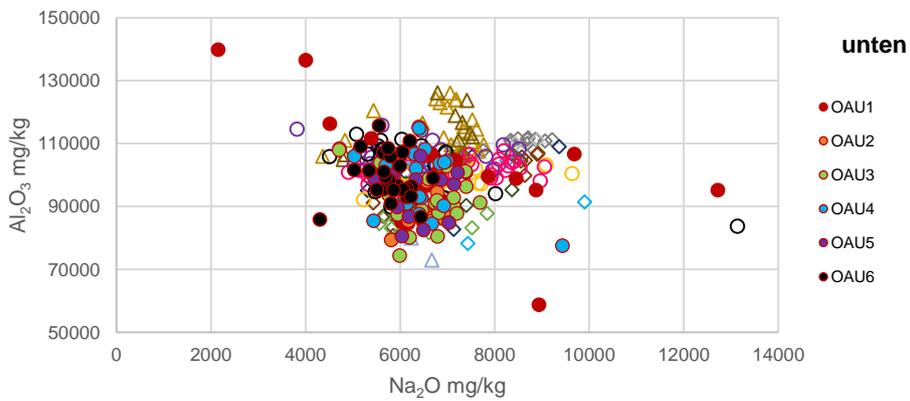
4.1 Sedimentologie und Geochemie



a)

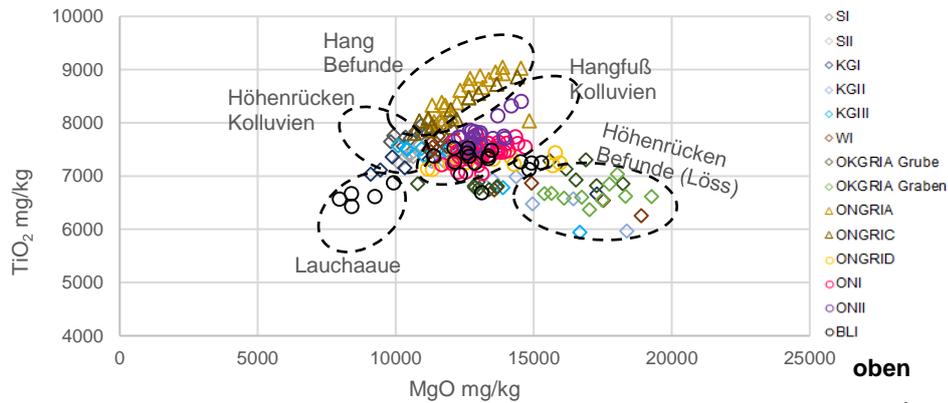


b)

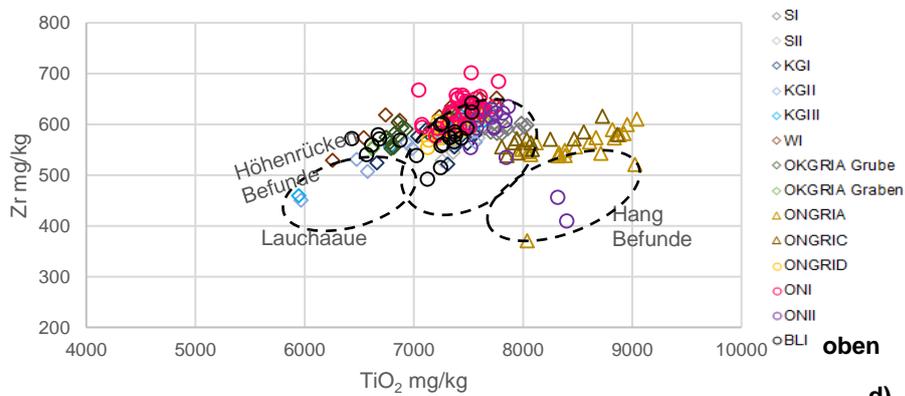
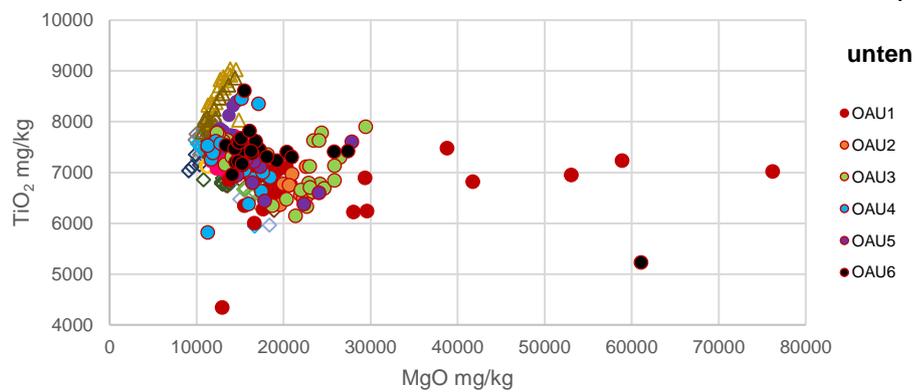


(Abb.unterschrift S. 65)

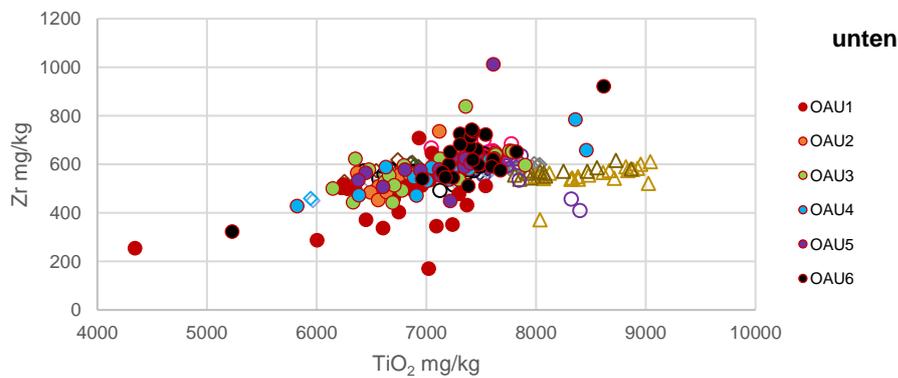
4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte



c)



d)



(Abb.unterschrift S. 65)

4.1 Sedimentologie und Geochemie

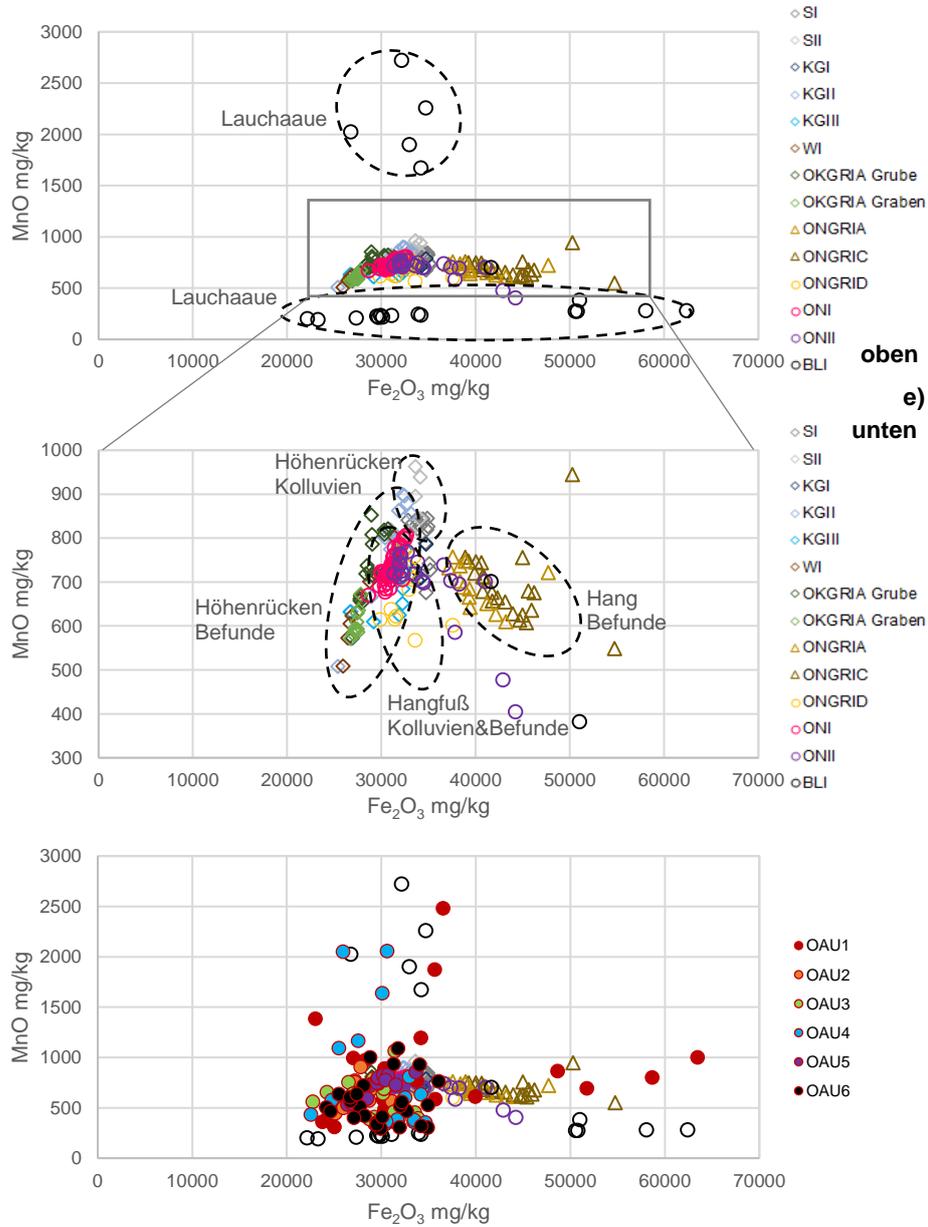


Abb. 4-4: Elementgehalte der Befundverfüllungen und Kolluvien in Oechlitz und Bad Lauchstädt im Vergleich, a-c) Kalium-, Natrium- und Magnesiumoxid auf der X-Achse als Anzeiger für Verwitterungsprozesse sind leicht löslich und verwitterbar, Rubidium, Aluminium- und Titanoxid auf der Y-Achse als verwitterungsresistente Elemente, d) Titanoxid und Zirkon gelten als Anzeiger für die Herkunft der Sedimente, e) Eisen- und Manganoxid als Anzeiger für Redoxbedingungen im Boden; oben: kolluviale Ablagerungen Hochfläche/Hang/Hangfuß, unten: in den Tälern abgelagerte Kolluvien

4.1.2 Profen

Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung zeigt hauptsächlich schluff-dominierte Sedimente (75-83 %), Tongehalte zwischen 12-15 % und Sandgehalte bei 5-10 %. Nur die sandigen Schwemmlösse in der untersten Verfüllung und die stärker tonhaltigen Kolluvien in der abflusslosen Senke (PRK8912) sowie in der einzelnen Grube (PRG8899) stechen in der Korngrößenverteilung heraus (Abb. 4-5). Die erhöhten Tongehalte verweisen auf eine beginnende Tonverlagerung durch Verwitterung oder zeigen bereits vorverwittertes Material, welches sich in der Senke abgelagert hat. Weiterhin auffällig ist ein erhöhter Sandgehalt in einem Braun-Schwarzerdehorizont (PDS4) auf der Anhöhe bei Tornau. Vermutlich wurden hier die feineren Korngrößen aufgrund der exponierten Lage im Übergang zum Hang z. T. durch hangaquatische Prozesse hangabwärts verlagert oder ausgeweht.

Kalkgehalt und organischer Kohlenstoffgehalt

Alle untersuchten Sedimente sind entkalkt, wobei die geringen Kalkgehalte in den Verfüllungen der archäologischen Befunde durch die Einmischung von kalkhaltigem Löss entstanden sind (Abb. 4-6 a). Auch der organische Kohlenstoffgehalt ist in allen untersuchten Profilen mit 0-1 % sehr niedrig (Abb. 4-6 b). Die Ergebnisse verweisen auf Verwitterungstätigkeiten im Boden sowie eine intensive landwirtschaftliche Nutzung.

Bodenfarbe

Im Vergleich der gemessenen Farbwerte zeigen die Gelb- und Rotwerte (b^* , a^*) eine sehr ähnliche Differenzierung (Abb. 4-7). Die dunkelsten, am wenigsten gelben und roten Sedimente liegen in den Braun-Schwarzerdehorizonten (PDS1-4) und der dunklen Verfüllung der einzelnen Grube (PRG8899). Die Sedimentablagerungen in den Grubenreihen (DGR5, 15, 33, 41/PRG7743-45) und den Kolluvien in der Senke werden verhältnismäßig heller, gelber und röter. Sie sind auch stärker mit Löss durchmischt. Die hellsten Sedimente mit den höchsten Gelbwerten sind die Schwemmlösse in der Senke (PRK8912).

Elementgehalte (Röntgenfluoreszenz)

Der Kaliumgehalt zeigt in den Braun-Schwarzerde-Böden und Grubenreihenverfüllungen eine hohe Streuung. Die höchsten Kaliumgehalte befinden sich in der einzelnen Grube (PRG8899) und in den Sedimentablagerungen in der Senke (PRK8912) (Abb. 4-8 a). In den Gruben der Grubenreihen zeigt sich eine Zweiteilung der Verfüllung mit den niedrigsten als auch den höchsten Natriumoxidgehalten (Abb. 4-8 b). Zurückzuführen ist dieser Unterschied auf die unterschiedliche Einmischung von Löss. Die verhältnismäßig niedrigsten Magnesiumoxidgehalte liegen in den Braun-Schwarzerdehorizonten auf der Anhöhe (PDS1-4) und in Kolluvien in der Senke (PRK8912). Die Magnesiumwerte in den Grubenreihenverfüllungen streuen stark aufgrund der Einmischung von Löss. Die einzelne Grube (PRG8899) zeigt eine Zweiteilung (Abb. 4-8 c).

Die Eisenoxidgehalte liegen in allen untersuchten Sedimenten/Profilen sehr nahe beieinander, nur in der einzelnen Grube (PRG8899) sowie in den Schwemmlössen in der Senke (PRK8912) sind leicht höhere

4.1 Sedimentologie und Geochemie

Gehalte erkennbar (Abb. 4-8 d). Die Bildung von Eisenoxiden kann in diesem Fall auf eine einsetzende Verbraunung in den Sedimenten hinweisen.

Die Titanoxid- und Zirkongehalte zeigen die identische Herkunft der Sedimente aus den lokalen Lössen (Abb. 4-8 e). Die vereinzelt stärker abweichenden Werte sind durch eingemischtes Fremdmaterial durch Bioturbation zurückzuführen.

Zusammenfassung

Insgesamt zeigen die geochemischen Eigenschaften in allen untersuchten Sedimenten Verwitterungsprozesse an, wie für die etwas niederschlagsreichere Region am Rande des Mitteldeutschen Trockengebietes erwartet (500-550 mm/a). Auch hier werden relative Altersbeziehungen zwischen den unterschiedlichen Sedimenten anhand der unterschiedlichen geochemischen und sedimentologischen Merkmale erkennbar. Die ältesten Braun-Schwarzerdehorizonte sind vollständig entkalkt und am dunkelsten in der Farbgebung. Sie unterscheiden sich auch deutlich von den kolluvialen Ablagerungen aufgrund ihrer einheitlichen Korngrößenverteilung sowie den Elementgehalten. Die Befundverfüllungen und Kolluvien sind in ihrer Korngrößenzusammensetzung deutlich heterogener, sind kalkhaltig und in der Farbgebung aufgrund der Lössmischung heller und gelber. Die Verfüllungen der Grubenreihen weisen den geringsten Sandgehalt auf und deuten damit auf eine insgesamt ruhige Verfüllung der Befunde.

4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

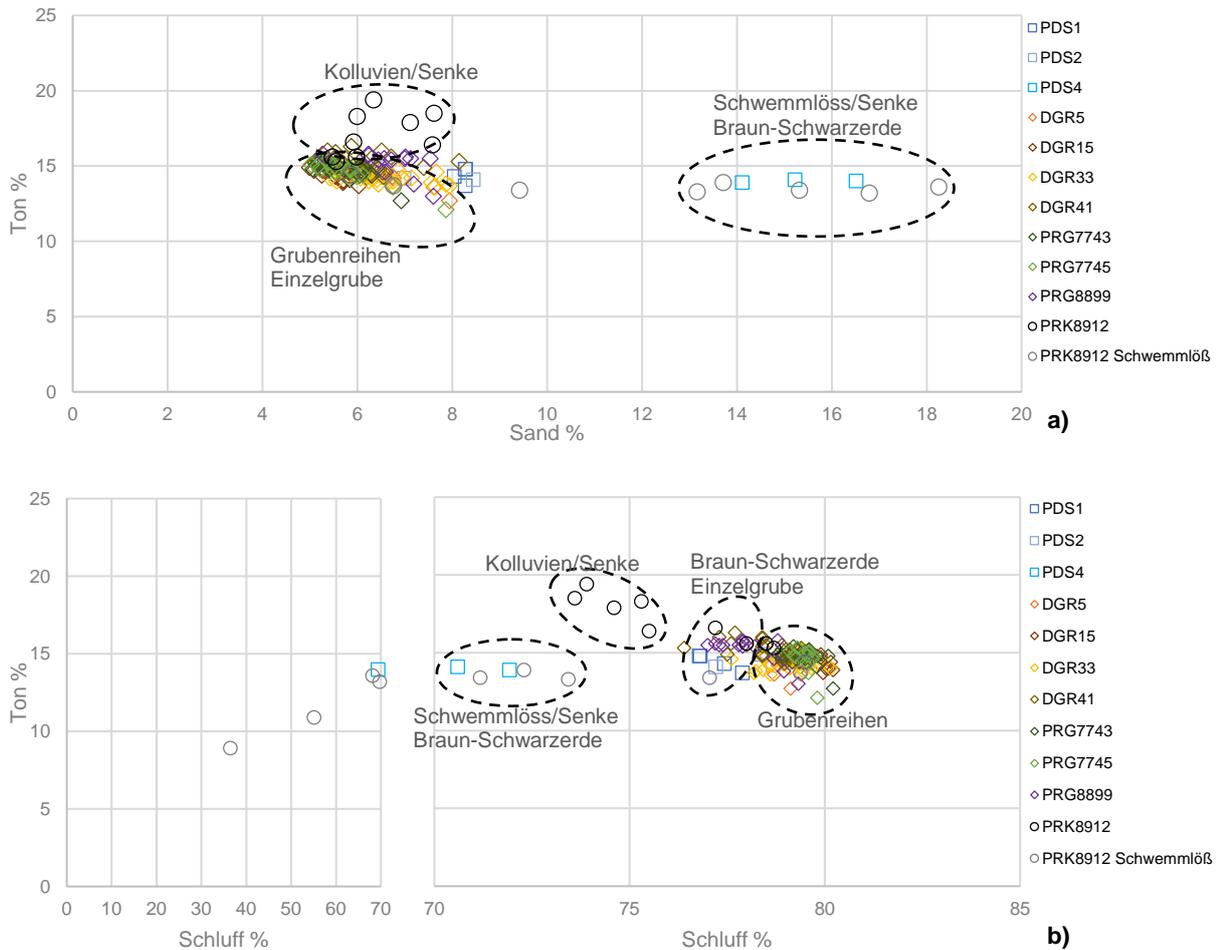


Abb. 4-5: Korngrößenverteilung der Braun-Schwarzerdehorizonte, Befundverfüllungen und Kolluvien in Profen im Vergleich, a) Ton- & Sandgehalte, b) Ton- & Schluffgehalte

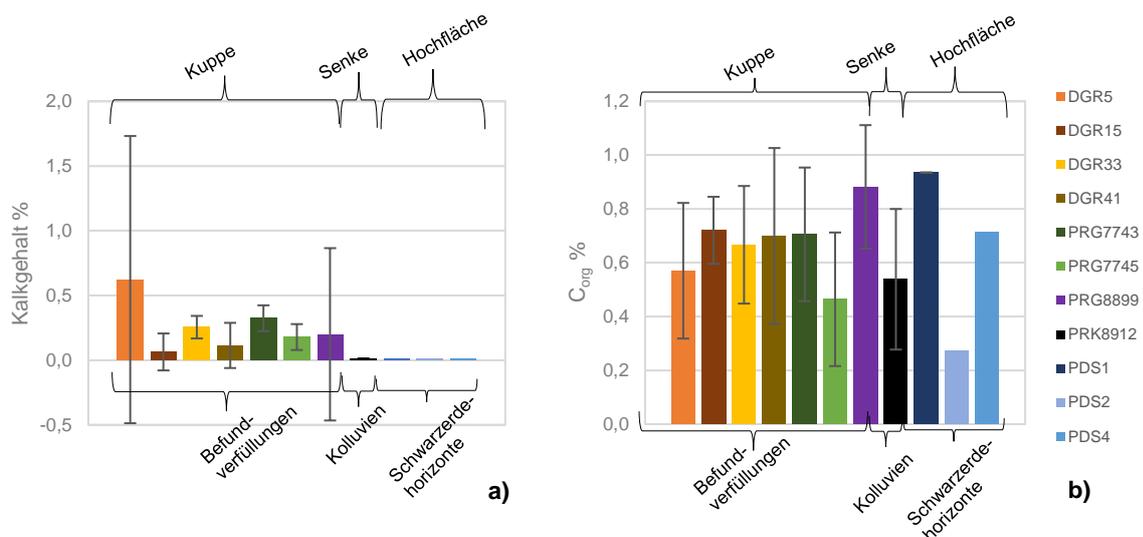
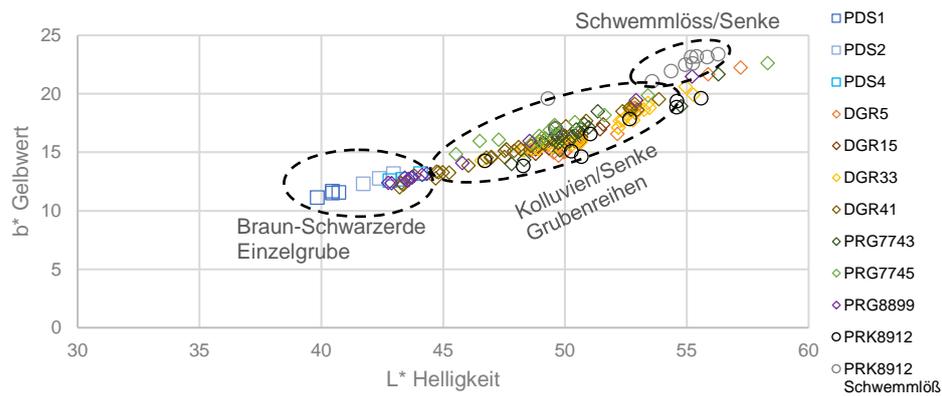
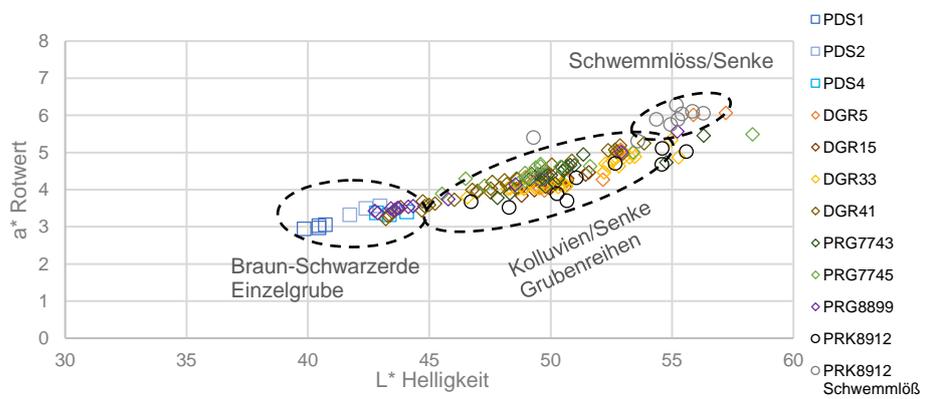


Abb. 4-6: Braun-Schwarzerdehorizonte, Befundverfüllungen und Kolluvien in Profen im Vergleich, a) mittlere Kalkgehalte und b) mittlere organische Kohlenstoffgehalte (keine Standardabweichung bei PDS1-4, da nur ein Wert)

4.1 Sedimentologie und Geochemie

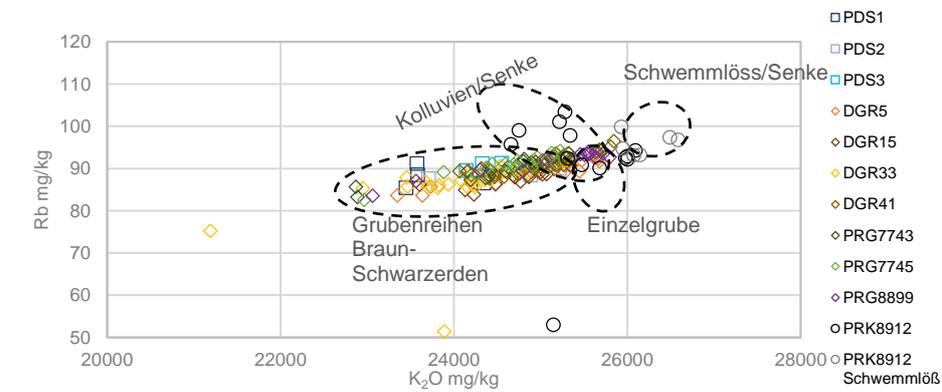


a)

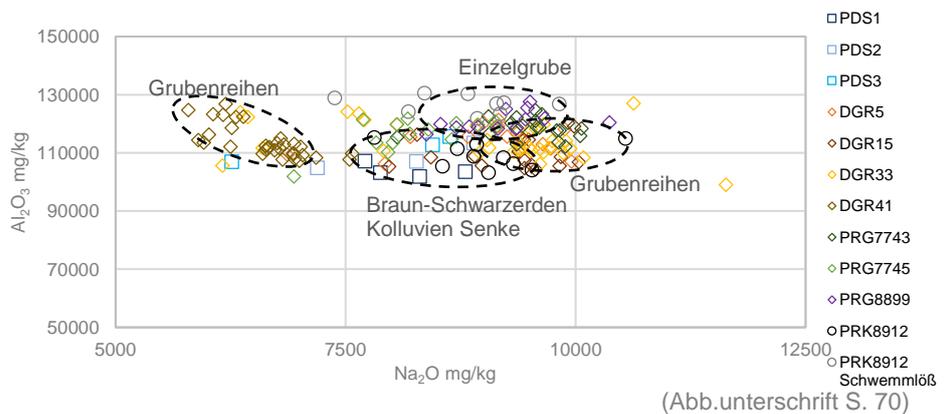


b)

Abb. 4-7: Farbwerte der Braun-Schwarzerdehorizonte, Befundverfüllungen und Kolluvien in Profen im Vergleich, Gegenüberstellung der Helligkeit L^* und dem a) Gelbwert b^* , b) Rotwert a^*



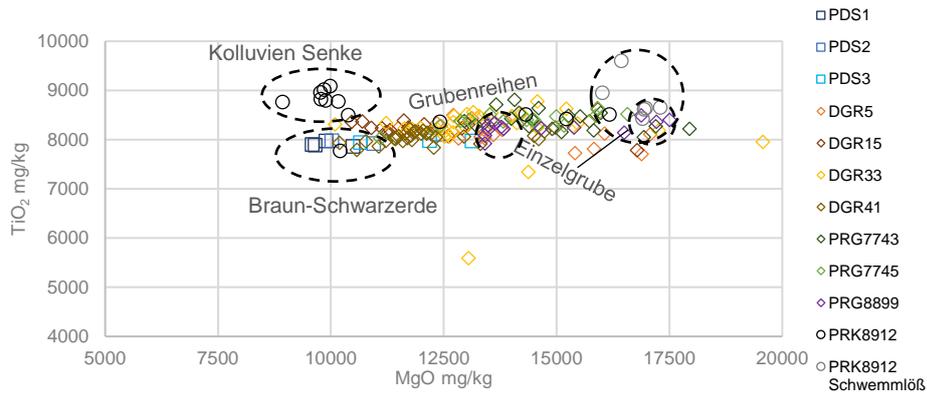
a)



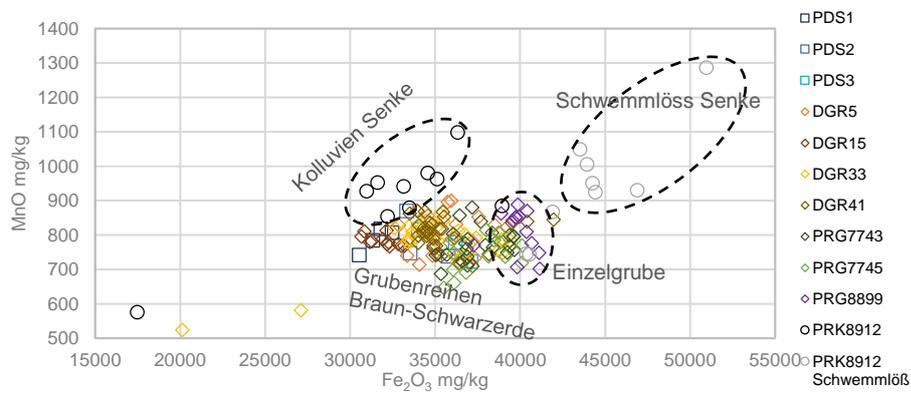
b)

(Abb.unterschrift S. 70)

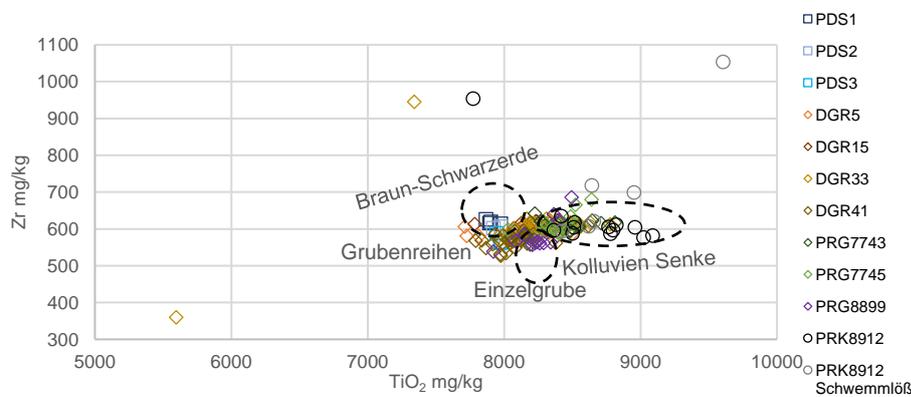
4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte



c)



d)



e)

Abb. 4-8: Elementgehalte der Braun-Schwarzerdehorizonte, Befundverfüllungen und Kolluvien in Profen im Vergleich, Erläuterungen zu a-e) siehe Abb. 4-4 Kap. 4.1.1

4.1.3 Osterweddingen

Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverhältnisse bleiben in den Grubenverfüllungen (OW27, OW41) und den Schwarzerdehorizonten (OW1-38) relativ ähnlich. Der Schluffanteil dominiert (67-81 %), die unterschiedlich mächtige Lössdecke und die entsprechend höhere oder geringere Einmischung der Geschiebesande aus dem Untergrund zeigt sich im entsprechend zu- oder abnehmenden Sandgehalt (5-20 %). Vor allem die Grube (OW41), die bis in den Geschiebesand hineinreicht, ist anhand des erhöhten Sandgehaltes deutlich zu erkennen. In der zweiten untersuchten Grube (OW27) wird eine Tonerreicherung an der Grubenbasis sichtbar (Abb. 4-9). Die Tongehalte liegen zwischen 10-15 %.

Kalkgehalt und organischer Kohlenstoffgehalt

Die Grubenverfüllung OW27 zeigt den höchsten Kalkgehalt auf. Der unterschiedlich hohe Kalkgehalt der untersuchten Schwarzerdehorizonte und Grubenverfüllungen gibt den unterschiedlichen Einfluss von Grundwasserschwankungen im Mikrorelief wieder (Abb. 4-10 a). Auch die Schwankungen im organischen Kohlenstoffgehalt zwischen 1-2.5 % erklären sich durch den unterschiedlichen Einfluss des Grundwassers. In den feuchteren Profilen wie in OW25 wird der Abbau von organischer Substanz gehemmt (Abb. 4-10 b) (Scheffer et al., 2010).

Bodenfarbe

Farblich liegen die untersuchten Sedimente recht eng beieinander (Abb. 4-11 a). Nur die Grubenverfüllungen mit einer Mischung aus den dunklen Schwarzerden mit den helleren Lössen bzw. dem Sand werden im Verhältnis heller und leicht gelber (L^* und b^*). Eine Differenzierung der Sedimente durch den Rotwert (a^*) spielt insgesamt kaum eine Rolle (Abb. 4-11 b).

Elementgehalte (Röntgenfluoreszenz)

Indizien für Verwitterung in den Sedimenten sind nur in geringem Maße vorhanden (Abb. 4-12). Die beiden Grubenverfüllungen unterscheiden sich von den Schwarzerdehorizonten hauptsächlich in den niedrigeren Kaliumoxidgehalten und den erhöhten Magnesiumoxidgehalten (Abb. 4-12 a-b). Die Differenzen im Vergleich der Schwarzerdehorizonte untereinander liegen im unterschiedlichen Einfluss des gestauten Niederschlagswassers und damit in der unterschiedlichen Verwitterungsintensität, die stattgefunden hat. Der Wassereinfluss ist deutlich in den Eisenoxidgehalten zu erkennen (Abb. 4-12 d). Am stärksten durch schwankende Wasserstände beeinflusst ist das Profil OW25 mit den höchsten Eisenoxidgehalten.

Zusammenfassung

Insgesamt finden aufgrund des Staunässehorizonts im Untergrund des Gebietes kaum Verwitterungsprozesse innerhalb der Schwarzerdehorizonte und der Befundverfüllungen statt. Der Staunässehorizont liegt in unterschiedlichen Tiefen unter der Oberfläche, so dass sich die untersuchten Profile in ihren geochemischen Eigenschaften z. T. geringfügig voneinander unterscheiden.

4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

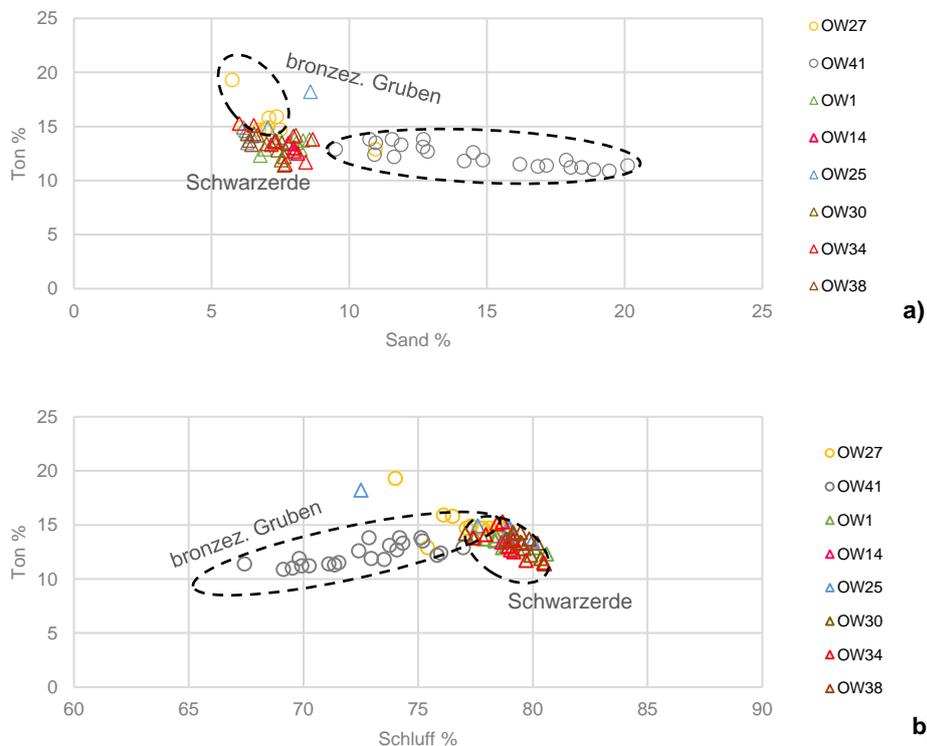


Abb. 4-9: Korngrößenverteilung der Schwarzerdehorizonte und Befundverfüllungen in Osterweddingen im Vergleich, a) Ton- & Sandgehalte, b) Ton- & Schluffgehalte

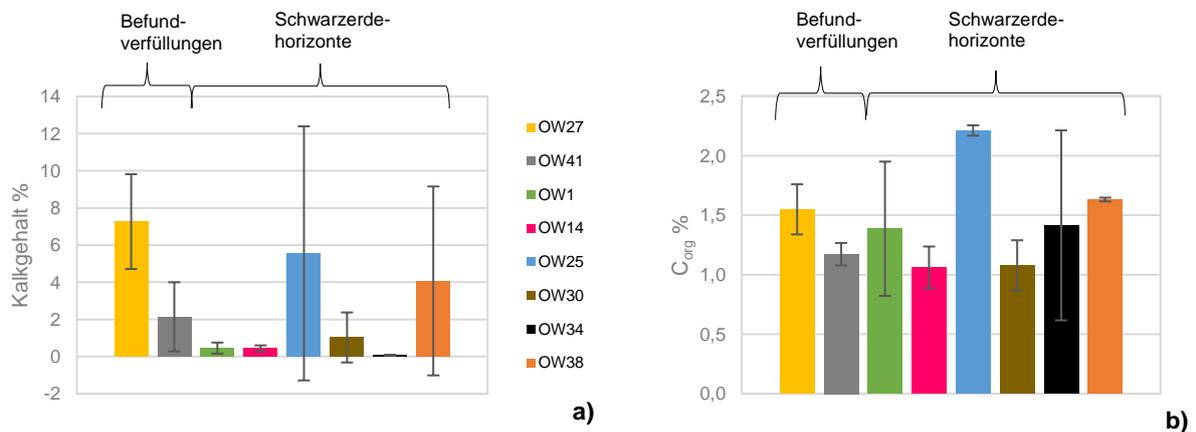


Abb. 4-10: Schwarzerdehorizonte und Befundverfüllungen in Osterweddingen im Vergleich, a) mittlere Kalkgehalte und b) mittlere organische Kohlenstoffgehalte

4.1 Sedimentologie und Geochemie

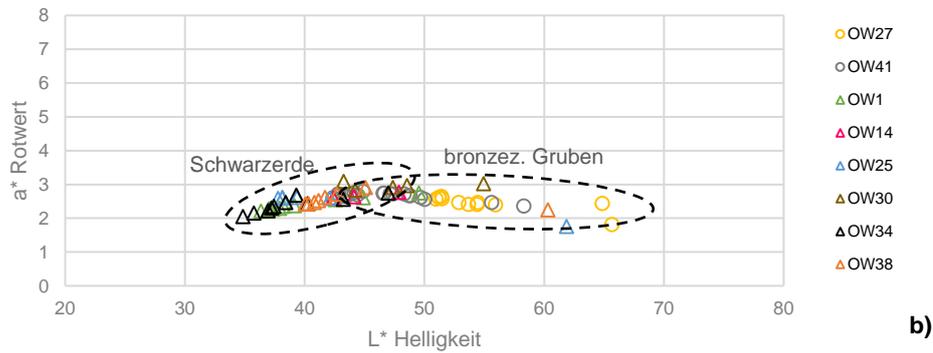
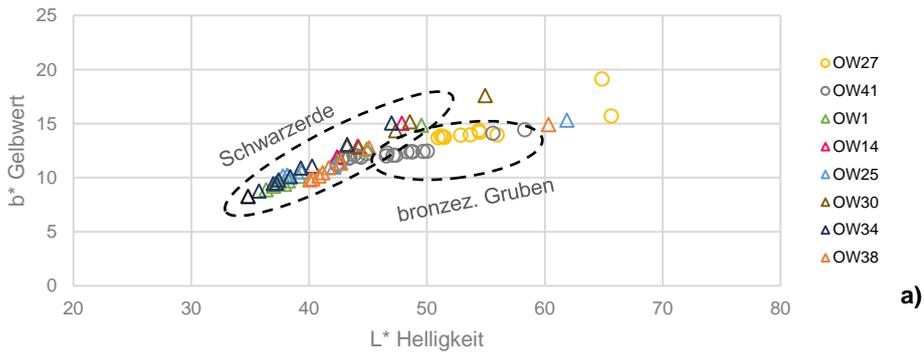
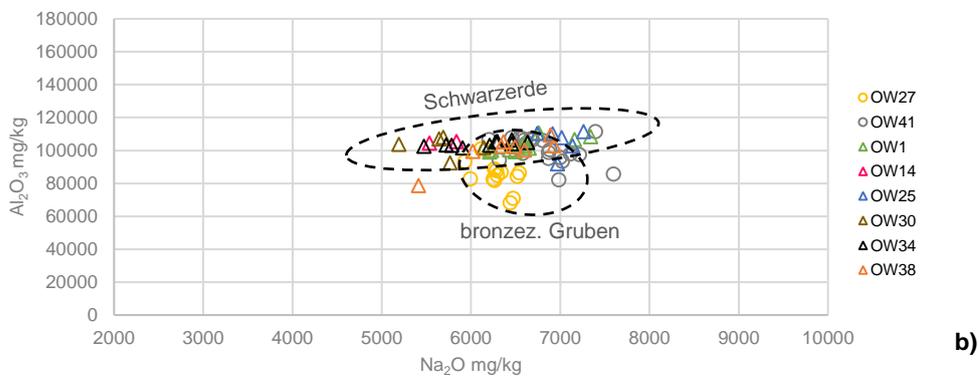
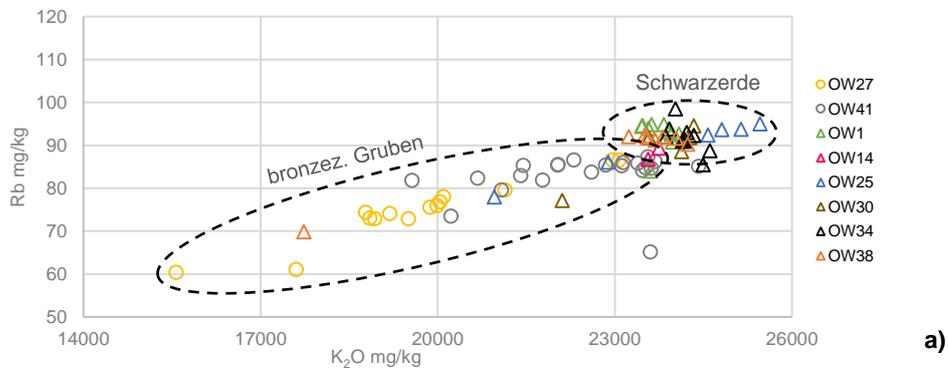
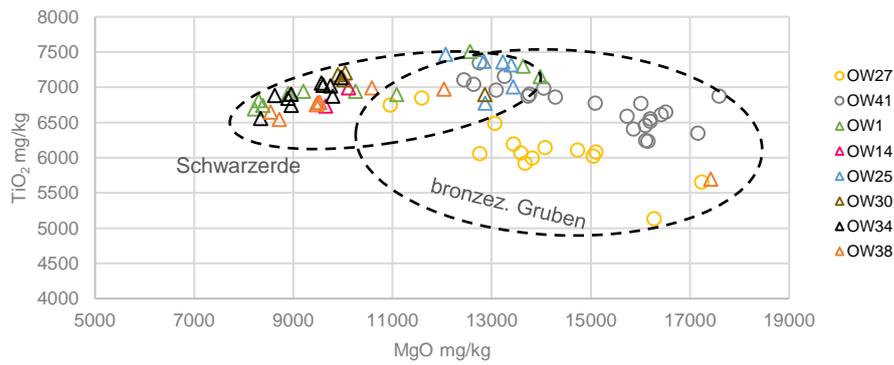


Abb. 4-11: Farbwerte der Schwarzerdehorizonte und Befundverfüllungen in Osterweddingen im Vergleich, Gegenüberstellung der Helligkeit L* und dem a) Gelbwert b*, b) Rotwert a*

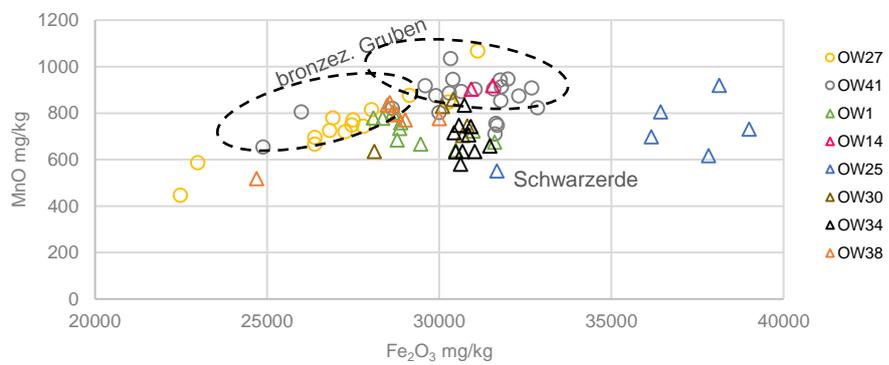


(Abb.unterschrift S. 74)

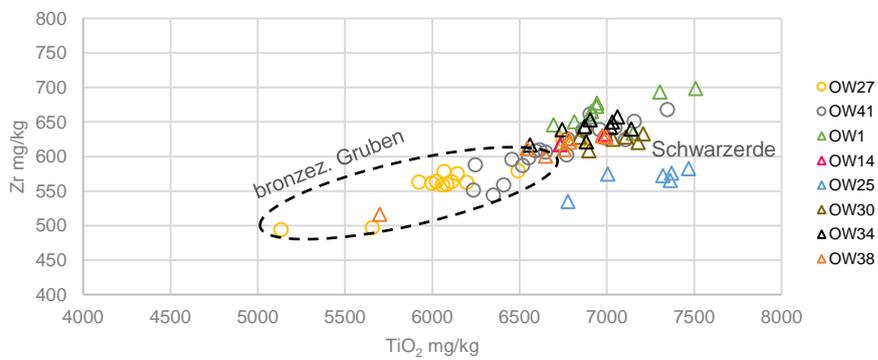
4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte



c)



d)



e)

Abb. 4-12: Elementgehalte der Schwarzerdehorizonte und Befundverfüllungen in Osterweddingen im Vergleich, Erläuterungen zu a-e) siehe Abb. 4-4 Kap. 4.1.1

4.1.4 Inden-Pier, Gldenbergr

Korngrössenverteilung

Im Vergleich der Korngrössenverteilung zeigen sich keine großen Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Kolluvien und Befundverfüllungen (Abb. 4-13). Nur die sandigen Ablagerungen der Rur fallen im Hangfuprofil (WW12/13 St. 9) auf. Die Sedimente sind von Schluff dominiert (70-80 %), der Tongehalt liegt zwischen 10-15 %, der Sandgehalt bei 5-15 %. Die Differenzen in der Korngrössenverteilung zeigen sich stärker innerhalb der Profile (siehe dazu auch die Tiefenfunktionen in der Beschreibung der Einzelprofile Anhang A).

Kalkgehalt und organischer Kohlenstoffgehalt

Die Kalkgehalte liegen im Mittel unter 0.5 % in den archäologischen Befunden sowie in den Kolluvien auf dem Gldenbergr. Die abgelagerten Sedimente sind durch die tiefgründige Verwitterung vollständig entkalkt (Abb. 4-14 a). Die teilweise etwas höheren Kalkgehalte in der rössenzeitlichen Grube (WW134/33) ebenso wie im Kreisgraben (WW134/32) sind auf die in den Befunden enthaltenen Knochenflitter sowie Ascherückstände zurückzuführen. Die Kolluvien und fluvialen Ablagerungen am Hangfuß (WW134/200, WW12/13 St. 9) zeigen verhältnismäßig höhere Kalkgehalte. Ursächlich hierfür sind der stetige Hangwasserabfluss sowie der Einfluss von Grundwasser, die das Sediment immer wieder sekundär aufkalken. In diesen Sedimenten ist auch der organische Kohlenstoffgehalt etwas höher (0.4-0.5 %), der sich aufgrund der höheren Feuchtigkeit besser erhalten hat (Abb. 4-14 b). In den Befundverfüllungen und Kolluvien auf dem Gldenbergr liegen die organischen Kohlenstoffgehalte niedriger (0.2-0.3 %).

Bodenfarbe

Anhand der Farbwerte sind die unterschiedlichen Profile nur wenig voneinander differenzierbar und es zeigt sich vor allem eine farbliche Unterscheidung der Sedimente innerhalb der Profile (Abb. 4-15). Dennoch ist zu erkennen, dass die Verfüllung der Rössener Grube (WW134/33) die dunkelste Farbgebung aufweist, gefolgt von den Hangfußkolluvien (WW12/13 St. 9, WW134/200) sowie der Grube in der Aue (WW134/60). Die hellsten, gelbsten und rtesten Sedimente befinden sich in den Befundverfüllungen und Kolluvien auf dem Gldenbergr (WW134/32, WW134/34, WW134/71, WW134/87, WW2011/48 St.1&2).

Elementgehalte (Röntgenfluoreszenz)

In den Elementgehalten fallen zuerst die gemessenen Werte der Kolluvien in dem Hohlweg und der berlagerungssituation der beiden metallzeitlichen Gräben auf dem Gldenbergr auf (WW2011/0048 St. 1&2, rosa- und magenta-farbene Kreise, Abb. 4-16). Die Abweichungen begründen sich in der unterschiedlichen Durchführung der Röntgenfluoreszenzanalyse. Die Proben dieser beiden Befunde wurden im Labor anhand einer Pulverschüttung mit einem portablen RFA-Gerät (Niton, XLt 700) gemessen, im Gegensatz zu den in Form von Presstabletten in einem stationären RFA-Gerät gemessenen Proben aller anderen untersuchten Profile (siehe dazu Schmidt-Wygasch, 2010). Die

4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

erhobenen RFA-Daten aus der Pulverschüttung werden zwar für die Interpretation der beiden Profile (WW2011/0048 St. 1&2) an sich angewendet, werden aber nicht in die folgende vergleichende Gesamtauswertung einbezogen.

Im Vergleich der Elementgehalte zeigen sich nur geringe Differenzierungen zwischen den einzelnen Profilen, d. h. die Verwitterung ist in allen Sedimenten ähnlich weit vorangeschritten. Die Werte der verwitterungsanfälligen Elemente Kalium, Magnesium und Natrium streuen breiter und deuten damit auf eine Differenzierung durch Verwitterungsprozesse innerhalb der Profile. Nur die fluvial abgelagerten Sande am Hangfuß zum Rurtal (WW12/13 St. 9) fallen im Vergleich deutlich auf.

Anhand der unterschiedlichen Eisen- und Mangangehalte zeigen sich die unterschiedlich hydromorph geprägten Sedimentablagerungen, die grundwasserbeeinflussten Hangfußkolluvien (WW12/13 St. 9, WW134/200 unten) sowie die in archäologischen Befunden teils bei temporär stehendem Wasser abgelagerten Verfüllungen (WW2011/0048 St. 2, WW134/32, WW134/34).

Die eng beieinander liegenden Titanoxid- und Zirkongehalte zeigen, dass es sich bei den meisten kolluvialen Ablagerungen um das gleiche Ausgangssediment, die lokalen Lössablagerungen, handelt. Der deutlich abweichende Wert aus der Materialentnahmegrube lässt auf den Eintrag von Fremdmaterial zurückschließen. Die abweichenden Werte aus dem Hangfußkolluvium (WW12/13 St. 9) zeigen die fluvial abgelagerten Sande der Rur.

Zusammenfassung

Insgesamt zeigen die geochemischen Eigenschaften der einzelnen Profile im Vergleich keine großen Unterschiede. Eine Differenzierung findet eher innerhalb der untersuchten Profile statt. Die Parabraunerden waren im Neolithikum im Gebiet bereits ausgebildet (Gerlach und Meurers-Balke, 2015b). Es wurde hauptsächlich der oberste Al-Horizont erodiert und in Kolluvien abgelagert. Diese vorverwitterten Sedimente in den natürlichen Tiefen im Relief und in den archäologischen Befunden waren dann nach ihrer Ablagerung weiteren Verwitterungsprozessen ausgesetzt, wodurch eine Differenzierung innerhalb der Profile entstand.

Die im Vergleich etwas sandigeren Korngrößen in den Hangfuß- und Talkolluvien (WW12/13 St. 9, WW134/200), aber auch in den kolluvialen Ablagerungen im Hohlweg (WW2011/0048 St. 1) auf dem Göldeberg, verweisen in Zusammenhang mit ihren höheren Mächtigkeiten auf schnelle Transportvorgänge durch stärkere Niederschläge zur Zeit ihrer Verfüllung.

4.1 Sedimentologie und Geochemie

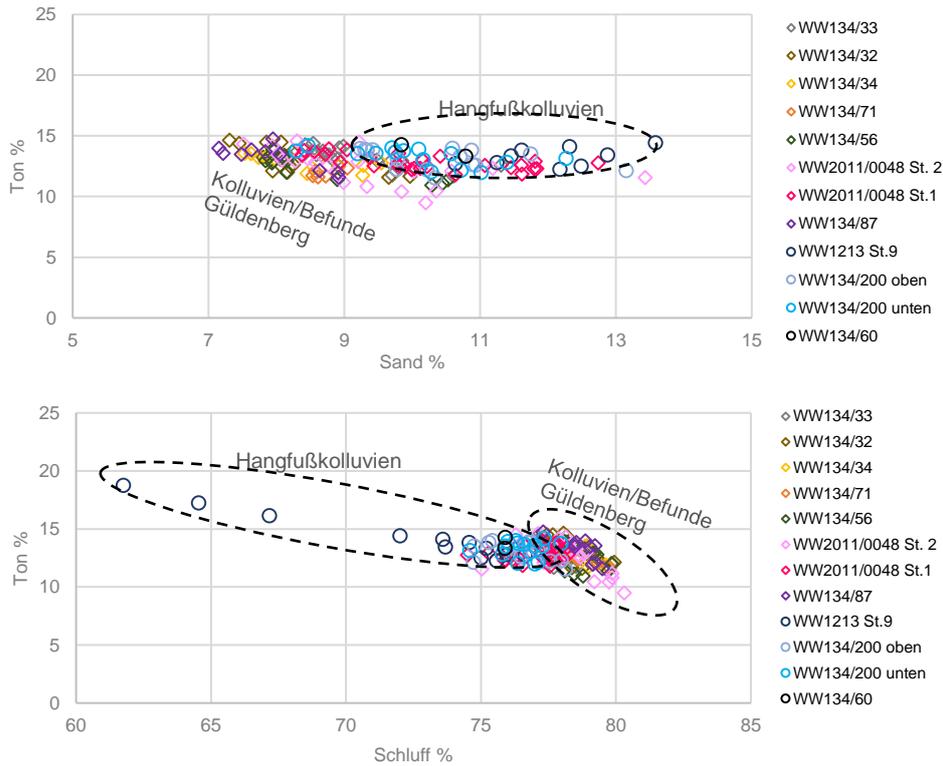


Abb. 4-13: Korngrößenverteilung der Befundverfüllungen und Kolluvien am Gündenberg, Inden/Pier im Vergleich, a) Ton- & Sandgehalte, b) Ton- & Schluffgehalte

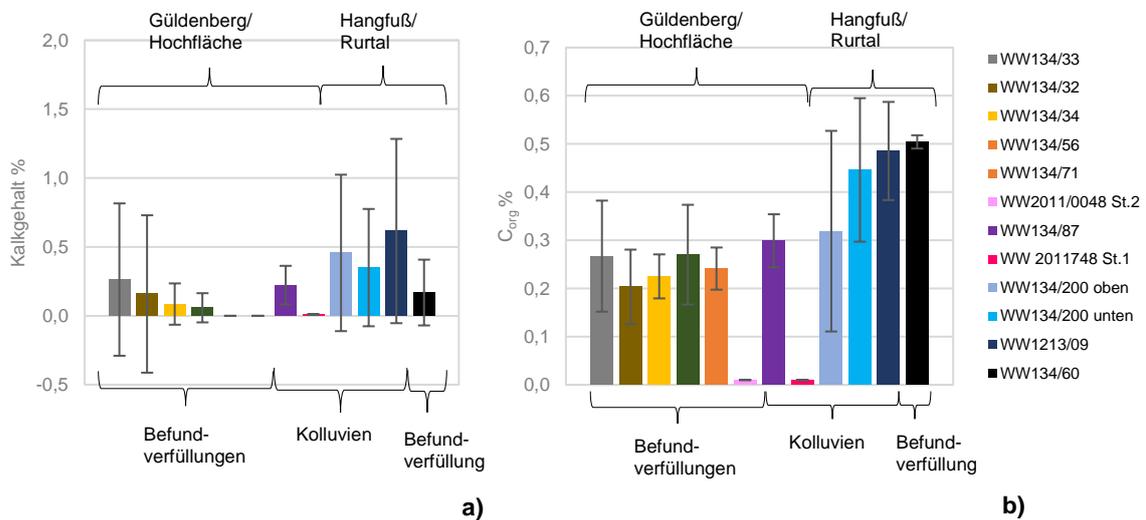


Abb. 4-14: Befundverfüllungen und Kolluvien am Gündenberg, Inden/Pier im Vergleich, a) mittlere Kalkgehalte, für WW2011/0048 St.1&2 wurde kein Kalkgehalt im Labor gemessen, und b) mittlere organische Kohlenstoffgehalte

4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

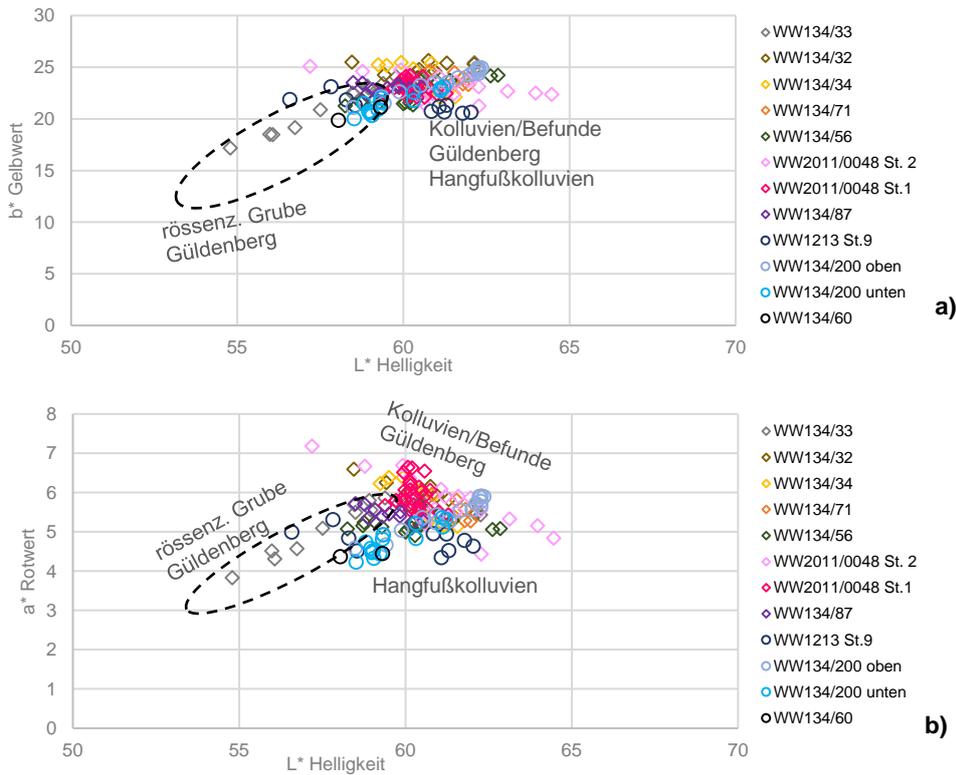
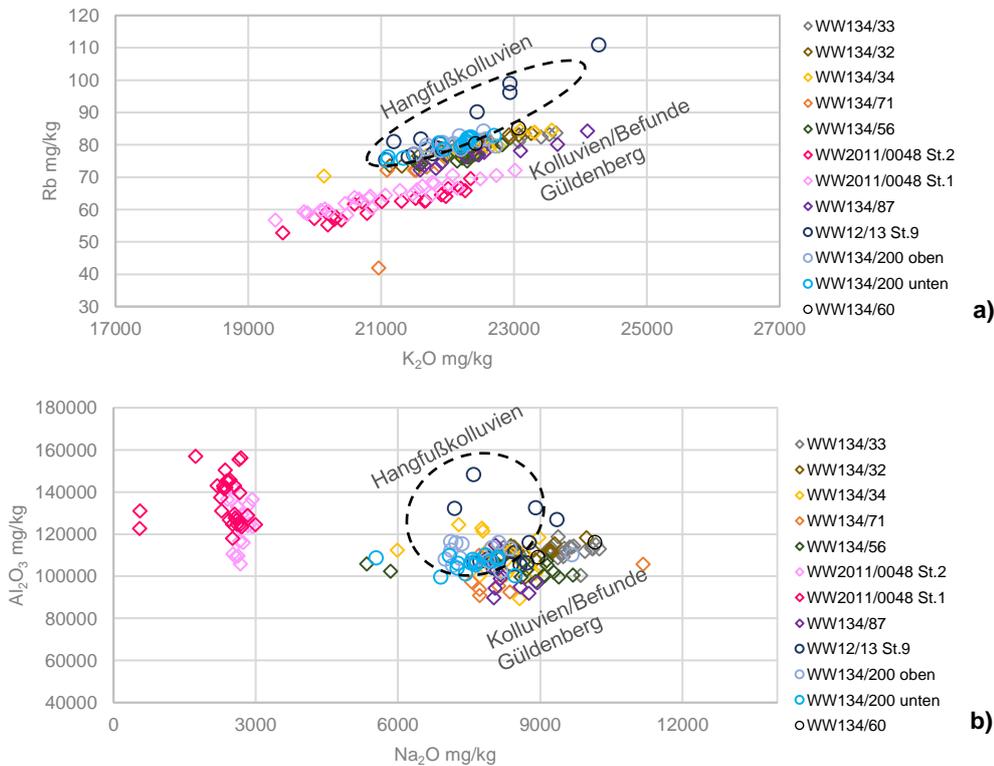


Abb. 4-15: Farbwerte der Befundverfüllungen und Kolluvien am Güldenberg, Inden/Pier im Vergleich, Gegenüberstellung der Helligkeit L* und dem a) Gelbwert b*, b) Rotwert a*



(Abb.unterschrift S. 79)

4.1 Sedimentologie und Geochemie

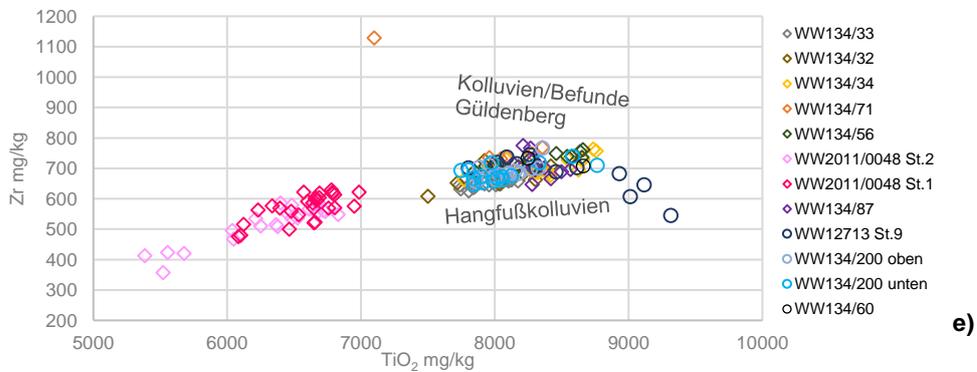
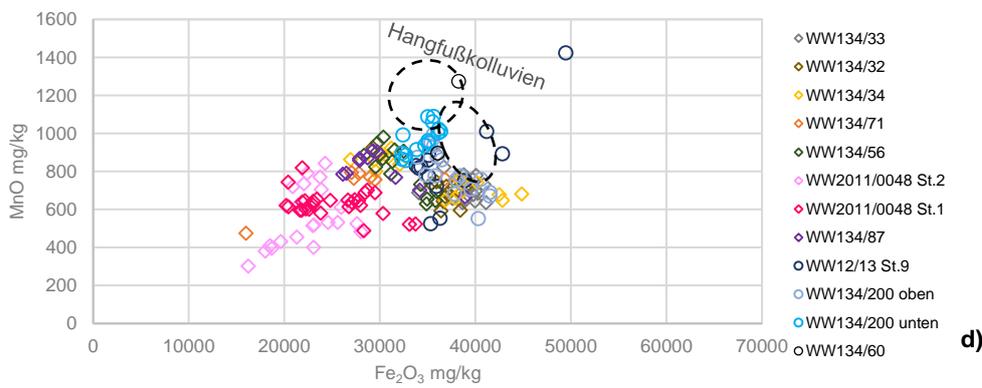
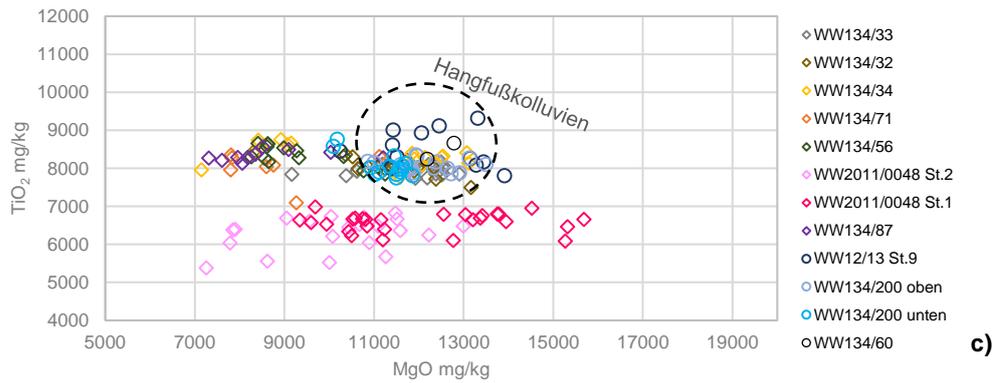


Abb. 4-16: Elementgehalte der Befundverfullungen und Kolluvien am Guldenberg, Inden/Pier im Vergleich, Erläuterungen zu a-e) siehe Abb. 4-4 Kap. 4.1.1

4.1.5 Überregionaler Vergleich

4.1.5.1 Die Lössе

Korngrößenverteilung

Die Lössе der unterschiedlichen Regionen zeigen, wie für diese äolischen Sedimente charakteristisch, eine Korngrößenverteilung mit einem Hauptanteil an schluffigen Sedimenten im Mittel zwischen 50-70 % sowie Sandanteilen von 9-25 % und 11-12 % Tonanteil (Abb. 4-17 a). Der Sandgehalt der Lössе in Osterweddingen in der Magdeburger Börde ist durch die Geschiebesande, die unter der wenig mächtigen Lössdecke z. T. ineinander übergehen, geprägt. Die höchsten Sandgehalte befinden sich in den Lössen im südlichen Sachsen-Anhalt in Oechlitz und Bad Lauchstädt sowie am Gölldenberg in Inden-Pier. Lokal differenzieren sich die Sandgehalte nochmals aufgrund ihrer unterschiedlichen Lage im Relief. Die Hänge in Oechlitz sind stellenweise bis auf die Geschiebelehne im Untergrund erodiert, so dass sandigere Sedimente sich mit dem erodierten Löss am Hangfuß mischen. Auf dem Höhenrücken wurden die feineren Korngrößen in östlicher Richtung an der komplett windungeschützten „Landzunge“ in der letzten Kaltzeit ausgeweht, so dass sich die Korngrößenverteilung zugunsten der sandigeren Komponenten verschiebt (Abb. 4-17 b). In Inden-Pier befinden sich die sandigsten Lössе am Übergang von Hangfuß zum Tal der Rur, beeinflusst durch die sandigen Ablagerungen des Fließgewässers (Abb. 4-17 c). Im Mitteldeutschen Trockengebiet liegen die sandigsten Lössablagerungen am Rand der Flussaue der Laucha bei Bad Lauchstädt (BLI). Dagegen sind die niedrigsten Sandgehalte der Lössе in Profen zu finden, obwohl sich das Gebiet landschaftlich gesehen im Übergang zu den Sandlössen der Leipziger Tieflandsbucht befindet. Die sandigen Schwemmlössе in der untersuchten Senke (PRK8912) weisen darauf hin (Abb. 4-17 d).

Kalkgehalt

Anhand der Kalkgehalte in den obersten Lösslagen werden die regionalen klimatischen Unterschiede deutlich. Während in der Niederrheinischen Bucht die Lössе bereits nahezu vollständig entkalkt sind und Verwitterungsprozessen unterlegen haben, sind die obersten Lösslagen im Mitteldeutschen Trockengebiet durchaus noch kalkhaltig (Abb. 4-18).

Bodenfarbe

Die Helligkeit (L^*) zeigt in der Unterscheidung der Lössе den geringsten Unterschied. Nur in Osterweddingen stellen sie sich z. T. als leicht heller heraus (Abb. 4-19 b-c). Auch die Gelbwerte (b^*) gehen ineinander über, wobei eine Tendenz der rheinischen Lössе in Richtung der höchsten Gelbwerte zu erkennen ist, teilweise erreichen die Lössе aus Osterweddingen sowie Oechlitz und Bad Lauchstädt ebenfalls eine sehr gelbe Farbgebung (Abb. 4-19 b/e). Sehr auffällig sind die Rotwerte (a^*) im Vergleich der Untersuchungsgebiete. Während die Rotwerte der Sedimente innerhalb der einzelnen Profile kaum eine Differenzierung zeigten, machen sich im regionalen Vergleich Unterschiede bemerkbar. Die höchsten Rotwerte zeigen sich bei Inden-Pier und Profen sowie z. T. in Oechlitz und Bad Lauchstädt, in Osterweddingen liegen sie deutlich niedriger. Die Ursache dafür liegt in der geringeren

4.1 Sedimentologie und Geochemie

Verwitterungsaktivität und damit geringeren Eisenoxidfreisetzung aufgrund der stetigen Grundwasserbeeinflussung in Osterweddingen (Abb. 4-19 a/d).

Elementgehalte (Röntgenfluoreszenz)

Die gemessenen Werte der Elementanalyse aus dem niederrheinischen Löss liegen verhältnismäßig nahe beieinander und zeigen einen relativ einheitlichen Verwitterungsgrad der äolischen Sedimente (Abb. 4-20). Auffällig sind die etwas höheren Titanoxid- und Zirkongehalte, die auf die unterschiedliche Herkunft der Lössen verweisen sowie die durch Verwitterungsprozesse bedingten niedrigsten Magnesiumoxidgehalte. Die Elementgehalte der mitteldeutschen Lössen streuen breiter, bedingt durch ihre unterschiedlichen Verwitterungsgrade und Reliefpositionen innerhalb der Untersuchungsgebiete. Auch die Lage der Untersuchungsgebiete im Mitteldeutschen Trockengebiet, wie im randlich gelegenen Profen mit dem Einfluss höherer Niederschläge oder wie Oechlitz, Bad Lauchstädt und Osterweddingen inmitten des niederschlagsarmen Kerngebietes, scheint keine Rolle zu spielen.

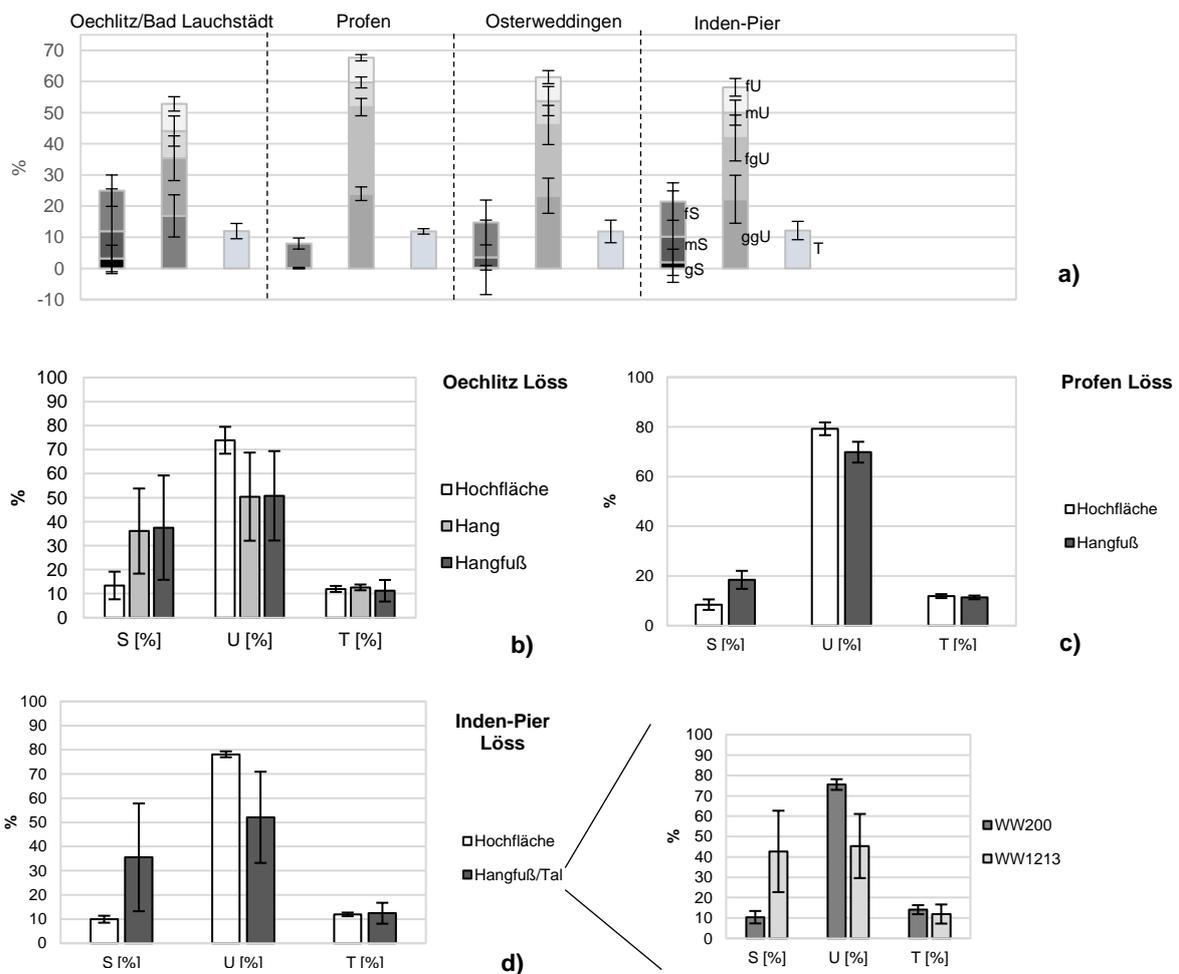


Abb. 4-17: Korngrößenverteilung im Löss, überregionaler Vergleich der gemittelten Werte mit Standardabweichung zwischen den a) Untersuchungsgebieten sowie den unterschiedlichen Reliefpositionen in b) Oechlitz, c) Profen, d) Inden-Pier

4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

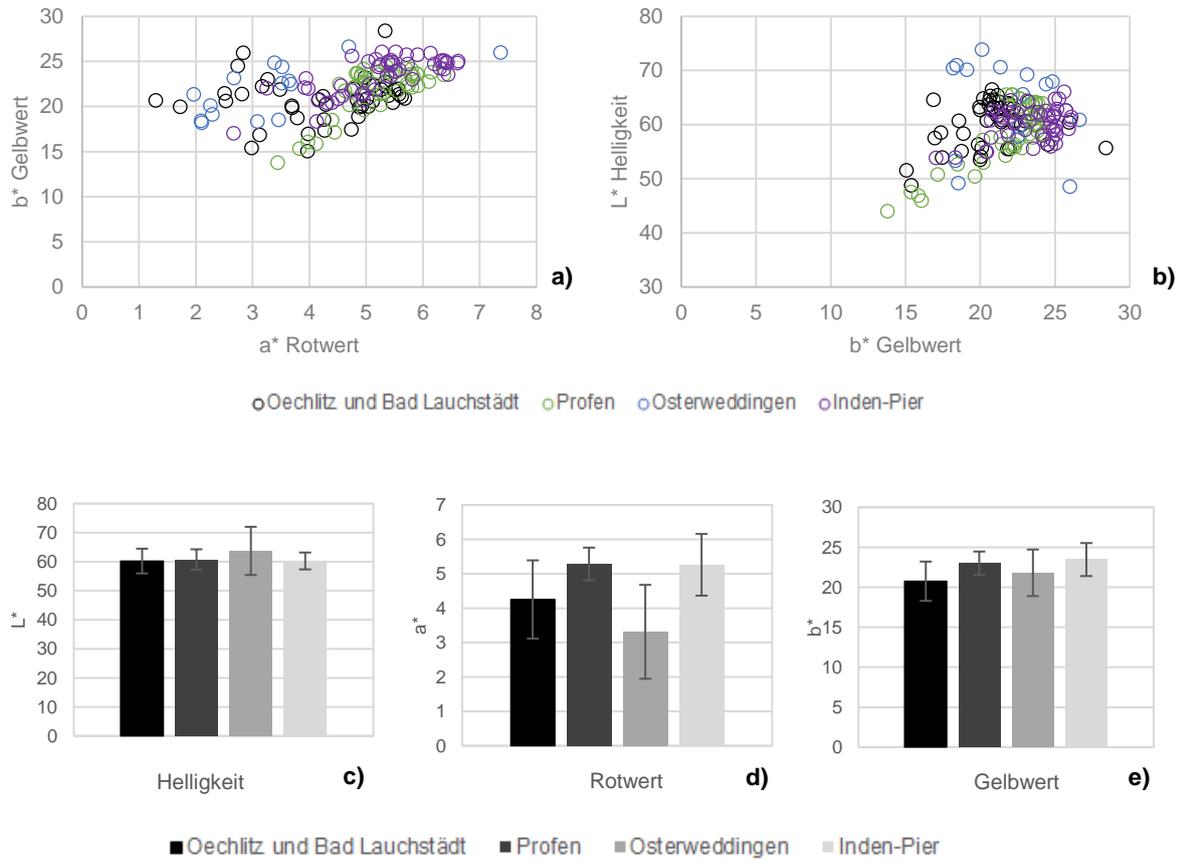


Abb. 4-18: Verhältnis zwischen a) dem Gelbwert b^* und Rotwert a^* und b) der Helligkeit L^* und dem Gelbwert b^* in den Lössen aus den unterschiedlichen Regionen in Sachsen-Anhalt und in der Niederrheinischen Bucht, c-d) gemittelte Farbwerte (L^* , a^* , b^*) mit Standardabweichung pro Untersuchungsgebiet

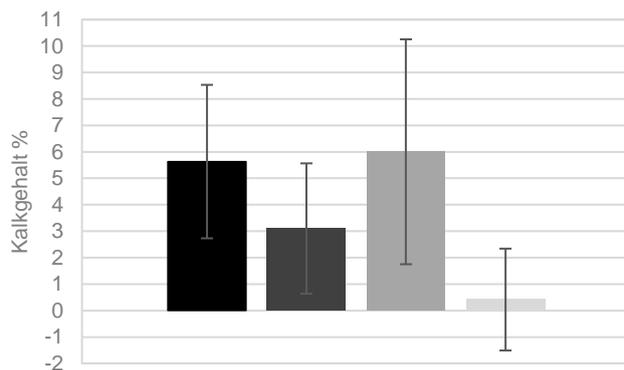


Abb. 4-19: Gemittelte Kalkgehalte der Lössen aus den unterschiedlichen Regionen in Sachsen-Anhalt und in der Niederrheinischen Bucht

4.1 Sedimentologie und Geochemie

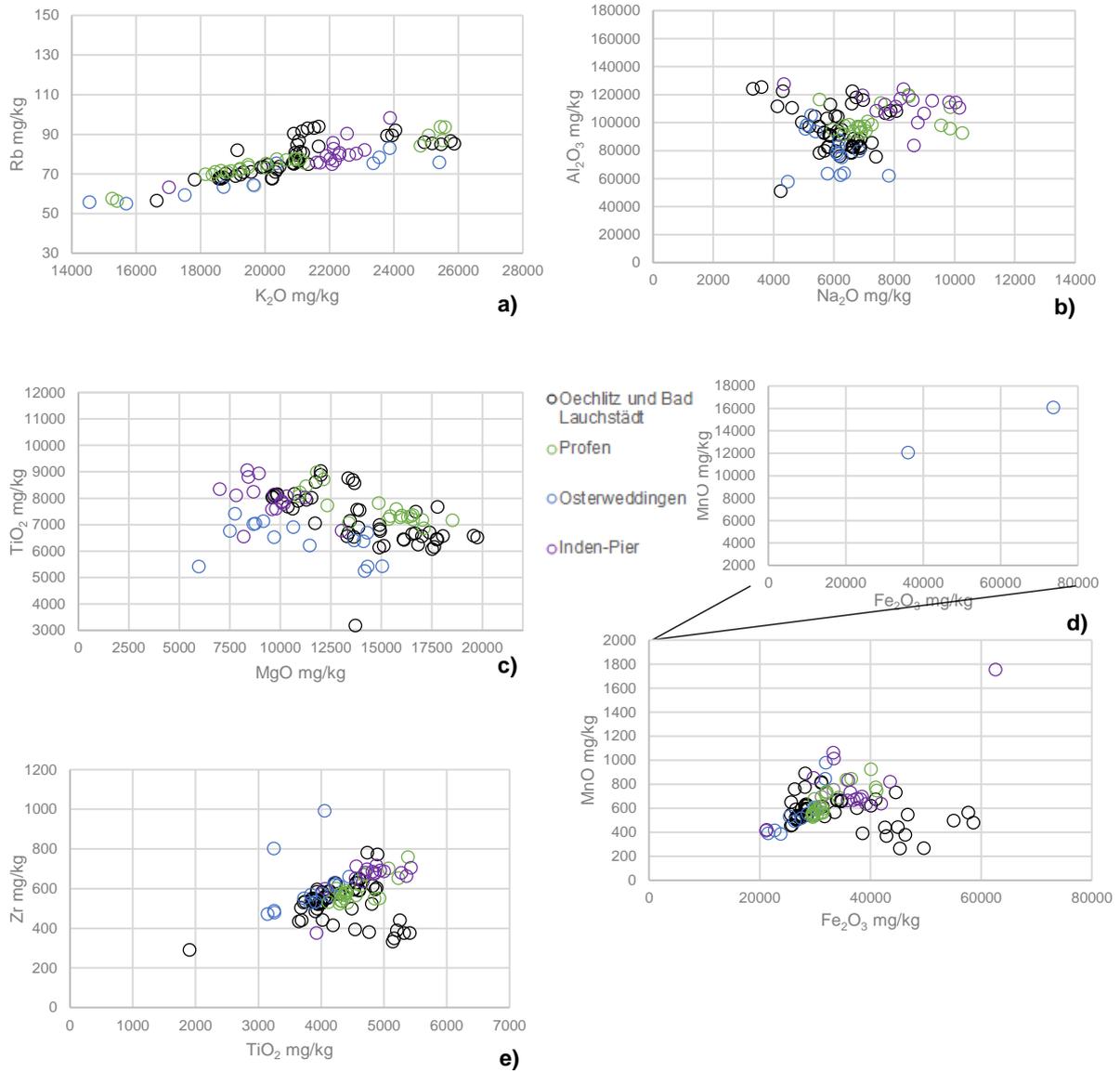


Abb. 4-20: Überregionaler Vergleich der Elementgehalte in den Lössen aus den unterschiedlichen Regionen in Sachsen-Anhalt und in der Niederrheinischen Bucht, Erläuterungen zu a-e) siehe Abb. 4-4 Kap. 4.1.1

4.1.5.2 Befundverfüllungen, Kolluvien, Bodenhorizonte

Im regionalen und überregionalen Vergleich der sedimentologischen und geochemischen Eigenschaften der Befundverfüllungen, Kolluvien und Bodenhorizonte werden ebenso wie in den Lössen Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede deutlich.

Korngrößenverteilung

Im überregionalen Vergleich der Korngrößengehalte wird die Dominanz der Schluffe (69-79 %) für alle Befundverfüllungen, Kolluvien und Bodenhorizonte sichtbar, wie für die lössbürtigen Braun-/Schwarzerden und Parabraunerden erwartet (Abb. 4-21 a). Die Korngrößenverteilung streut am stärksten in Oechlitz, da in den Hang-, Hangfuß- und Talbereichen pleistozäne Geschiebelehme und –sande teilweise direkt im Untergrund anstehen und sich in die lössbürtigen Kolluvien mischen. Die mittlere Korngrößenverteilung zeigt für Profen die verhältnismäßig höchsten Schluff- (79 %) und Tongehalte (15 %) an. Die Tongehalte verweisen auf höhere Verwitterungs- und Bodenbildungsprozesse, die aufgrund des feuchteren Klimas in der Randlage im Mitteldeutschen Trockengebiet auf den Boden einwirken. Allerdings zeigen sich im Vergleich am Güldenberg bei Inden-Pier in der Niederrheinischen Bucht mit ebenfalls stark verwitterten Böden insgesamt keine signifikant höheren Tongehalte ($\bar{\sigma}$ 13 %). Ursache hierfür ist die bereits fortgeschrittene Verwitterung der Böden zum Zeitpunkt ihrer Verlagerung. Die Parabraunerden im Rheinland waren schon zu Beginn der Besiedlung im Neolithikum ausgebildet (Gerlach und Meurers-Balke, 2015b; Langohr, 1988). Es wurde hauptsächlich der obere lessivierte, tonarme Horizont (Al) erodiert und als Kolluvien in natürlichen Reliefpositionen sowie in den archäologischen Befunden abgelagert, der im gesamten Untersuchungsgebiet am Güldenberg fehlt.

pH-Wert

Gemeinsam ist in allen Untersuchungsgebieten der pH-Wert, der immer ähnlich in einem alkalischen Bereich im Mittel zwischen 7-8 liegt (Abb. 4-21 b). Kurzfristige geringfügige Änderungen im pH-Wert in einen sauren Wertebereich aufgrund anaerober Bedingungen ergaben sich nur in den Auenbereichen der Stöbnitz bei Oechlitz und der Laucha bei Bad Lauchstädt. Für den Güldenberg bei Inden-Pier wurden pH-Werte aus dem Gebiet von Schmidt-Wygasch (2010) und Protze (2014) zum Vergleich herangezogen.

Kalkgehalt und organischer Kohlenstoffgehalt

Die Kolluvien, Befundverfüllungen und Schwarzerdeböden zeigen für Oechlitz, Bad Lauchstädt und Osterweddingen erhöhte Kalkgehalte an, dagegen sind sie in Profen und am Güldenberg bei Inden-Pier fast vollständig entkalkt (Abb. 4-22 a). Die Unterschiede haben verschiedene Ursachen. In Profen am Rande des Mitteldeutschen Trockengebietes und im niederrheinischen Inden-Pier herrschen aufgrund der feuchteren Klimate höhere Verwitterungsaktivitäten und damit eine stärkere Auswaschung der Kalke aus den Sedimenten. In Osterweddingen wird die Entkalkung durch den oberflächennahen

4.1 Sedimentologie und Geochemie

Stauässhorizont gehemmt. In Oechlitz und Bad Lauchstädt ist die Höhe des Kalkgehaltes stark relief- und auch altersabhängig (Kap. 4.1.1).

Der organische Kohlenstoffgehalt zeigt insgesamt für das Mitteldeutsche Trockengebiet und die Niederrheinische Bucht mittlere Werte von bis zu max. 2 % (Abb. 4-22 b). Solche Werte sind typisch für die Humusverarmung in den stark landwirtschaftlich genutzten Lössböden beider Regionen (Düwel et al., 2007; MULE und LAU, 1994).

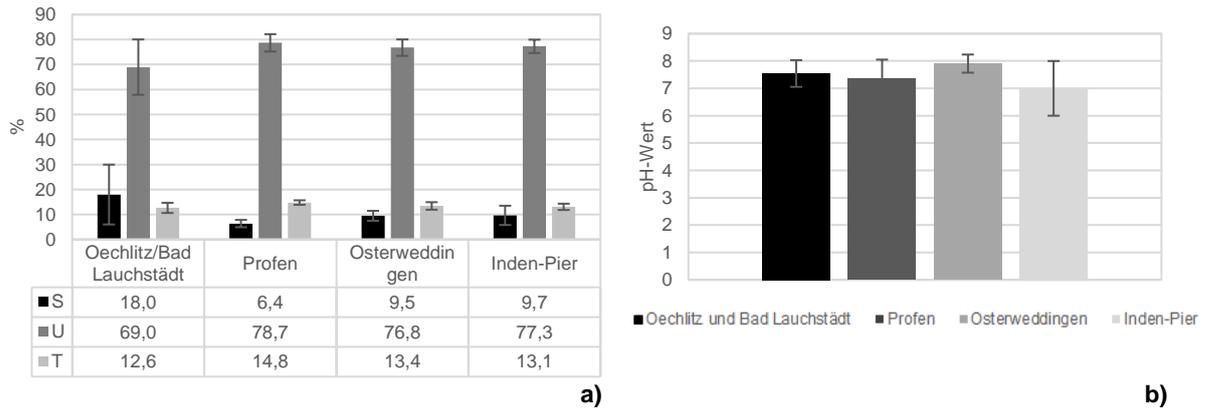


Abb. 4-21: Überregionaler Vergleich der a) Korngrößenverteilung und b) durchschnittliche pH-Werte in den Bodenhorizonten, Befundverfüllungen und Kolluvien

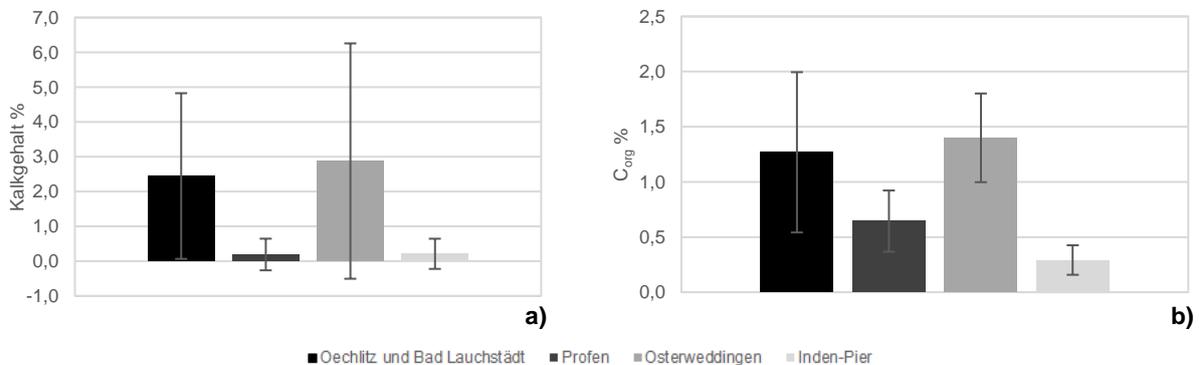


Abb. 4-22: Überregionaler Vergleich der a) gemittelten Kalkgehalte und b) der gemittelten organischen Kohlenstoffgehalte in den Bodenhorizonten, Befundverfüllungen und Kolluvien

Bodenfarbe

In der Farbgebung der Sedimente in Oechlitz, Bad Lauchstädt und Profen sind vor allem die Helligkeit (L^*) und der Gelbwert (b^*) zur Unterscheidung der unterschiedlichen Sedimente innerhalb der Gebiete hilfreich, der Rotwert (a^*) spielt lokal nur eine untergeordnete Rolle (Kap. 4.1.1/4.1.2). Auch in Osterweddingen zeigen sich in den im Labor im CIE-Lab-System gemessenen Farbwerten der kolluvialen Grubenverfüllungen und den Bodenhorizonten nur geringe Unterschiede, trotz der hydromorphen Überprägung der Sedimente und der durch Oxidation freigesetzten Eisenoxide, die eine bereits im Gelände deutliche rötliche Färbung des Sediments bewirkten (Kap. 4.1.4). In den untersuchten Böden bei Inden-Pier ist der Unterschied in den im Labor gemessenen Rotwerten ebenso

4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

nur sehr gering, obwohl auch hier im Gelände in den Kolluvien und Bodenhorizonten z. T. eine deutliche Rotfärbung des Sediments ins Auge fiel (siehe z. B. WW134/87, Anhang A, Kap. I.IV.I).

Eine Ursache für dieses „Missverhältnis“ zwischen Geländebestimmung und Labordaten liegt in der Homogenisierung der Sedimente im Vorfeld der Labormessung. Im Gelände sind beispielsweise rötliche Ummantelungen der Sedimente in einem Verbraunungshorizont (Bv) deutlich auffälliger und werden vom Betrachter entsprechend als rötlich angesehen. Wird daraus Probenmaterial entnommen und für die Messung im Labor getrocknet und homogenisiert, wird es dadurch heller. Zudem machen die im Gelände auffallenden rötlichen Beläge nur einen geringen Teil im gesamten Material aus. Nach der Homogenisierung fällt die rötliche Farbe bei der Messung nicht mehr so stark ins Gewicht wie bei der Betrachtung im Gelände. Außerdem muss unterschieden werden, um welche Art von Eisenoxiden es sich handelt. Nicht alle Eisenoxide zeigen klare Rottöne, wie z. B. Hämatit, sondern können auch stärker in eine orangene Farbgebung, z. B. Lepidokrokit, gelbbraune Farbgebung, z. B. Goethit, oder braune Farbgebung, z. B. Ferrihydrit, tendieren (Cornell und Schwertmann, 2003; Schwertmann, 1993; Schwertmann und Cornell, 2000; Schwertmann und Lentze, 1966). Da sich in den gemäßigten Klimaten typischerweise eher Lepidokrokit und Goethit bilden, ist der Gelbwert gegenüber dem Rotwert dominanter (Scheffer et al., 2010).

Allerdings zeigen sich im überregionalen Vergleich der Untersuchungsgebiete, wie auch bereits für die Lössе beschrieben (Kap. 4.1.5.1), die größten Unterschiede in der Rotfärbung (a^*) der Sedimente (Abb. 4-23 b/d). Die niederrheinischen Parabraunerden zeigen die höchsten Rotwerte, da sie bereits einer deutlichen Verwitterung und Bodenbildung, die mit der Freisetzung von Eisenoxiden einhergeht, unterlegen haben. Die höchsten Werte im Mitteldeutschen Trockengebiet zeigen die Braun-Schwarzerden bei Profen, die ebenfalls aufgrund ihrer Randlage stärkeren Verwitterungsprozessen ausgesetzt sind, im Gegensatz zu den Schwarzerden bei Oechlitz und Bad Lauchstädt. Die kaum verwitterten Feucht-Schwarzerden bei Osterweddingen in der Magdeburger Börde zeigen die geringsten Rotwerte. Die Gelbwerte (b^*) zeigen eine ähnliche Verteilung im Vergleich der Regionen untereinander (Abb. 4-23 a/e). Die Helligkeit (L^*) spielt hauptsächlich in der Unterscheidung zwischen Parabraunerde und Schwarzerde eine Rolle, innerhalb der Schwarzerderegion sind die Unterschiede aber nur gering (Abb. 4-23 a-c). Die dunkelsten Schwarzerden befinden sich bei Osterweddingen in der Magdeburger Börde. Im Vergleich der Untersuchungsgebiete zeigt sich auch die grundsätzliche Abhängigkeit der Helligkeit von Böden zu ihrem Gehalt an organischem Kohlenstoff (Spielvogel et al., 2004). Die hellen niederrheinischen Parabraunerden mit den niedrigsten organischen Kohlenstoffgehalten grenzen sich deutlich von den Schwarzerden ab (Abb. 4-23 f).

Elementgehalte (RFA)

Der Vergleich der Elementgehalte zeigt deutlich die unterschiedlichen regionalen Verwitterungsgrade, ebenso wie die unterschiedliche Zusammensetzung der Schwarzerden, Braun-Schwarzerden und Parabraunerden und deren Kolluvien. Ebenso werden die unterschiedlichen klimatischen und hydromorphen Eigenschaften in den Untersuchungsgebieten noch einmal deutlich.

Kalium, Natrium und Magnesium als verwitterungsanfällige Elemente im Boden spiegeln anhand der relativ breiten Streuung in den Gehalten vor allem die lokalen unterschiedlichen Verwitterungsgrade der

4.1 Sedimentologie und Geochemie

Sedimente wider. Eine überregionale Unterscheidung durch die Elementgehalte ist hier anhand der verwitterungsanfälligen Sedimente nicht eindeutig möglich. Vor allem wird in den Kalium- und Natriumgehalten eine ähnliche Tendenz in Profen sowie am Güldenberg bei Inden-Pier mit den bereits stärker verwitterten Böden hin zu höheren Gehalten sichtbar. Die Schwarzerden und Feucht-Schwarzerden aus Oechlitz, Bad Lauchstädt und Osterweddingen liegen dazu verhältnismäßig etwas niedriger. Die Magnesiumoxidgehalte streuen in allen Untersuchungsgebieten und lassen keine regionale und überregionale Differenzierung zu (Abb. 4-24 a-c).

Die Eisen- und Manganoxidgehalte als Anzeiger für eine hydromorphe Überprägung von Sedimenten zeigen vor allem in den Eisenoxiden eine relativ große Streuung in Inden-Pier, Oechlitz und Bad Lauchstädt sowie Profen, die sich aus der Lage der Sedimente unterschiedlich wasserbeeinflussten Reliefpositionen begründet. Die verhältnismäßig niedrigen Eisen- und Mangangehalte in Osterweddingen zeigen, dass die Böden unter permanentem Wassereinfluss stehen. Die Mangangehalte liegen im regionalen und überregionalen Vergleich nahe beieinander, die „Ausreißer“ in die höheren als auch die niedrigeren Wertebereiche stammen aus der Lauchaaue bei Bad Lauchstädt und zeigen stärkere Grundwasserschwankungen, durch die sich oxidierte und reduzierte Bereiche in den kolluvialen Ablagerungen ausgebildet haben (Abb. 4-24 d). Eisen als Anzeiger für Bodenbildungsprozesse, wie in Inden-Pier festgestellt, sind im überregionalen Vergleich nicht differenzierbar.

Anhand der Titanoxid- und Zirkongehalte zeigt sich die regional unterschiedliche Herkunft der lössbürtigen Sedimente. Die wenig verwitterten Schwarzerden bei Oechlitz und Bad Lauchstädt sowie Feucht-Schwarzerden bei Osterweddingen zeichnen sich gegen die stärker verwitterten Braunschwarzerden bei Profen sowie die Parabraunerden am Güldenberg bei Inden-Pier ab (Abb. 4-24 e).

4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

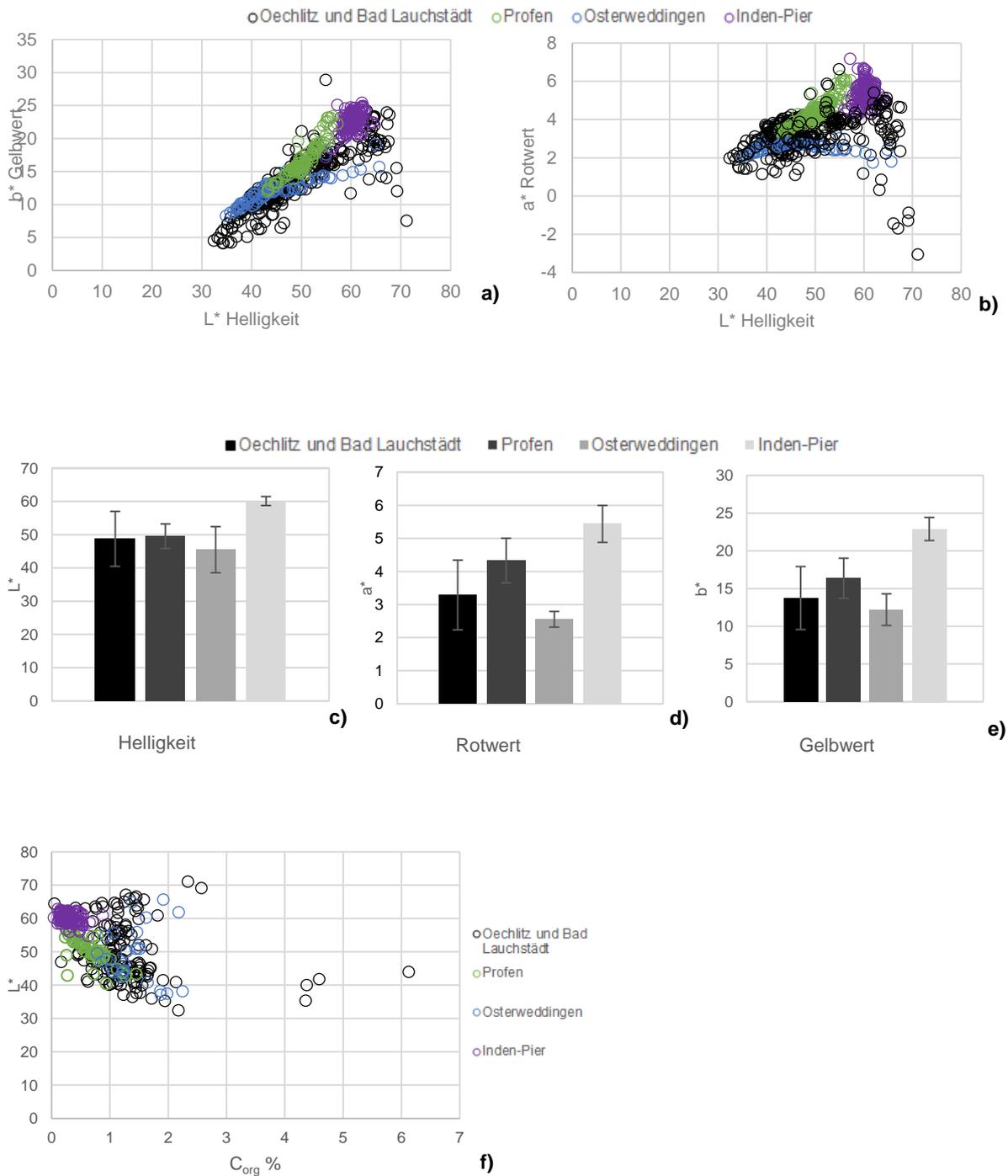


Abb. 4-23: Überregionaler Vergleich der Farbgebung in den Bodenhorizonten, Befundverfüllungen und Kolluvien der Untersuchungsgebiete, Verhältnis zwischen a) dem Gelbwert b^* und Rotwert a^* und b) der Helligkeit L^* und dem Gelbwert b^* , c-d) gemittelte Farbwerte (L^* , a^* , b^*) pro Untersuchungsgebiet, e) Verhältnis zwischen Helligkeit L^* und organischem Kohlenstoffgehalt (C_{org})

4.1 Sedimentologie und Geochemie

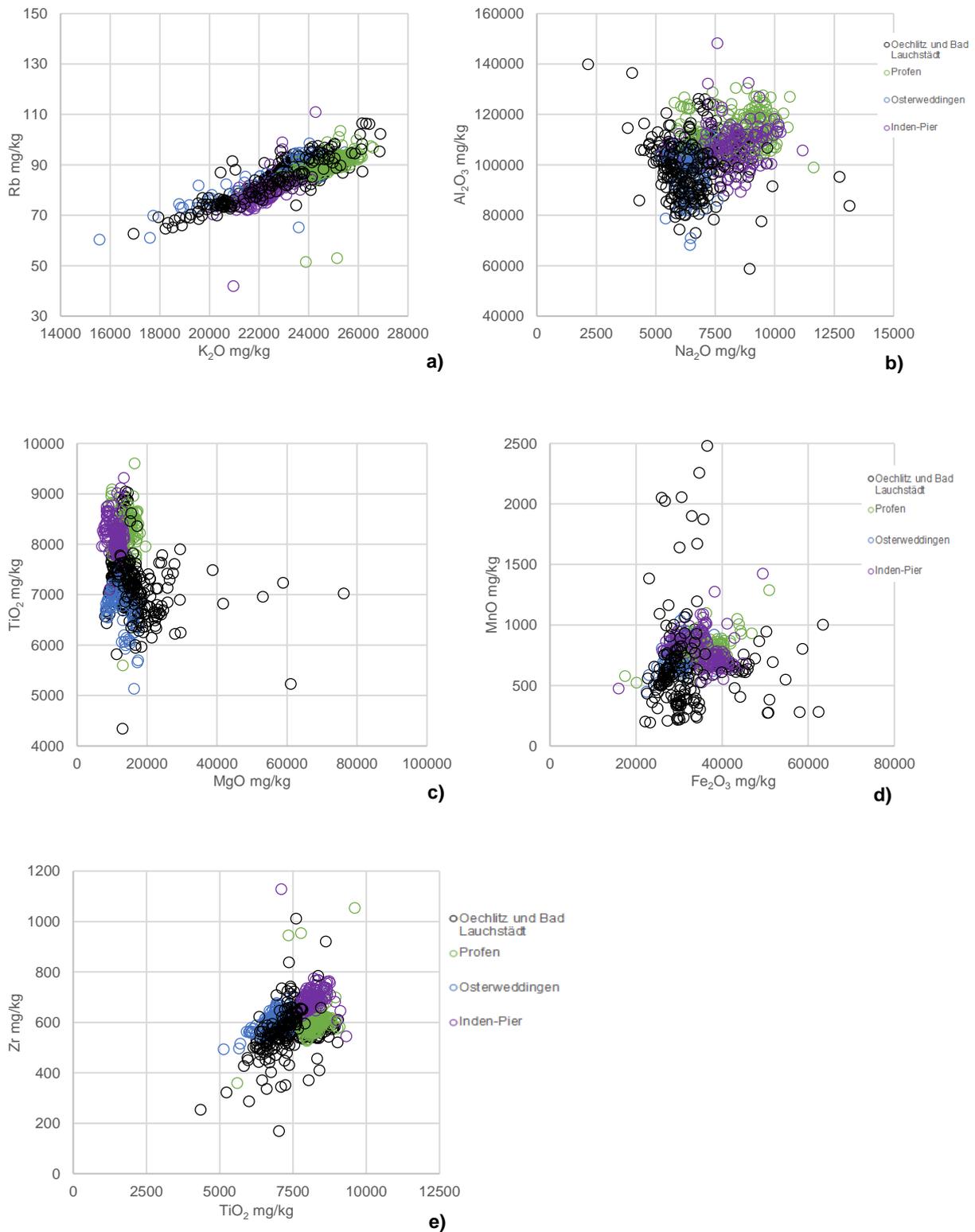


Abb. 4-24: Vergleich der Elementgehalte in den unterschiedlichen Untersuchungsgebieten, Erläuterungen zu a-e) siehe Abb. 4-4 Kap. 4.1.1

4.2 Optisch Stimulierte Lumineszenz

Insgesamt wurden im Mitteldeutschen Trockengebiet sowie in der Niederrheinischen Bucht 63 OSL-Datierungen an den kolluvialen Sedimentablagerungen in den archäologischen Befunden und in den natürlichen tiefen im Gelände sowie aus dem Löss im Cologne Luminescence Laboratory (CLL) datiert. Davon wurden 20 Proben an der Feinkornfraktion (4-11 μm) bestimmt, 43 Proben aus dem Mitteldeutschen Trockengebiet und aus der Niederrheinischen Bucht wurden anhand der Mittelkornfraktion (40-63 μm) datiert. Die Einzelbeschreibungen der datierten Proben befinden sich in Anhang A.⁶ Wie bereits in Kap. 3.2 beschrieben, wurden die Datierungen an der Mittelkornfraktion nicht nur zur Rekonstruktion der holozänen Landnutzungsgeschichte verwendet, sondern auch über das Verhalten der Sedimente während der Messung Rückschlüsse auf die Art und Weise der Verfüllung und den Transportprozess gezogen.

Die für die Bestimmung der Äquivalenzdosis gemessenen D_e -Werte lassen für die Proben der Mittelkornfraktion anhand der Kriterien *Verteilung* und *Over-dispersion* sowohl auf unvollständige Bleichung, postsedimentäre Durchmischung als auch auf gut gebleichte Sedimente schließen.

Nur wenige Proben zeigen die für relativ gut gebleichte homogene Sedimente als typisch erachteten Eigenschaften einer spitzen Verteilung der gemessenen D_e -Werte und einer Over-dispersion von weniger als 19 % (Abb. 4-25 a, zur Erläuterung siehe auch Kap. 3.2.4, Abb. 3-10 und 3-11).

Die Mehrheit der datierten Proben entspricht einer heterogenen Bleichung der Sedimente. Bei der Betrachtung der Heterogenität der Proben in Zusammenhang mit deren Lage im Profil (vereinfacht „oben, Mitte, unten“) sowie ihrem Ablagerungskontext in der Umgebung werden verschiedene Zusammenhänge deutlich.

Hohe Werte der Over-dispersion sind hauptsächlich in den unteren kolluvialen Ablagerungen zu finden (Abb. 4-25 a). Hauptursache dafür sind wahrscheinlich schnelle Transportprozesse, bei denen das Sediment während des Transports nicht vollständig gebleicht wird (z. B. OKKGII02, Anhang A, Kap. I.I.IV). Auch spielt dabei vor allem bei den archäologischen Befunden oft ein kurzer Transportweg eine Rolle für die unzureichende Belichtung des abgelagerten Sediments. Eine weitere mögliche Ursache für die hohe Over-dispersion kann auch eine kleinteilige Verfüllung, d. h. die kontinuierliche Verfüllung mit ausreichend gebleichtem Sediment in geringmächtigen Lagen sein, durch die im Zuge der Beprobung (Durchmesser Probenahmezylinder 60 mm) eine Vermischung unterschiedlich belichteter Sedimente entsteht. Diese Vermischung spiegelt sich in der Lumineszenzdatierung als eine breite Verteilung und Streuung der gemessenen einzelnen D_e -Werte wider. Ebenfalls kann für dieses Verteilungsmuster die Einmischung älteren Sediments aus dem Löss mit der kolluvialen Ablagerung aufgrund von Bioturbation, die gerade in den Grenzbereichen zwischen Schwarzerdekolluvium und dem Löss stark ausgeprägt ist, ursächlich sein. Einige der lumineszenzdatierten Ablagerungsalter, vor allem aus den unteren archäologischen Befundverfüllungen, sind aufgrund der zuvor genannten Ursachen in ihrem

⁶ Die OSL-Datierungen der Profile WW134/32-34, WW2011/0048 St. 1 und WW12/13 St. 9 erfolgten im Cologne Luminescence Laboratory (CLL) durch Frau Dr. A. Hilgers, Frau Dr. D. Hülle und Frau M.Sc. Geogr. S. Scheffler. Alle weiteren OSL-Datierungen aus der Niederrheinischen Bucht sowie aus dem Mitteldeutschen Trockengebiet erfolgten durch die Verfasserin selbst.

4.2 Optisch Stimulierte Lumineszenz

Ablagerungsalter überschätzt und werden nicht für die geochronologische Rekonstruktion der Kolluviations- und Landnutzungsgeschichte beider Regionen verwendet. Die detaillierte Auswertung zur Qualität der OSL-Alter befindet sich in der Beschreibung der Einzelprofile (Anhang A).

In den mittleren Kolluvien und Befundverfüllungen sind die Werte der Over-dispersion im Verhältnis zu den unteren und oberen kolluvialen Ablagerungen niedrig, was auf eine eher ruhige Verfüllung mit ausreichend Zeit zur Belichtung des Sediments hinweist (Abb. 4-25 a).

Auch in den oberflächennahen kolluvialen Ablagerungen sind die Werte der Over-dispersion hoch und die gemessenen D_e -Einzelwerte der Proben zeigen eine breite Verteilung (Abb. 4-25 a). Ursache hierfür ist eine postsedimentäre Durchmischung der abgelagerten oberflächennahen Sedimente durch menschlichen Eingriff durch die landwirtschaftliche Bearbeitung sowie durch Bioturbation und der Durchwurzelung des Bodens.

Die landwirtschaftliche Bearbeitung des Bodens ist in Probe ONI09 deutlich zu erkennen (Anhang A, Kap. I.I.XI). Der Pflughorizont wurde als Referenz für ein eindeutig postsedimentär durchmischtes, heterogen gebleichtes Sediment beprobt. Die Verteilung und Streuung der gemessenen einzelnen D_e -Werte der Probe ist hoch und es konnte kein Ablagerungsalter bestimmt werden. Im oberflächennahen Bereich des Bodens ist der Einfluss der Durchwurzelung von Pflanzen neben der Bioturbation am größten und bewirkt eine, wenn auch geringe, Durchmischung des Sediments (Hanson et al., 2015; Meysman et al., 2006; Rink et al., 2013; Wilder et al., 2007).

Die oberen archäologischen Befundverfüllungen haben im Verhältnis zu den datierten oberen natürlichen kolluvialen Ablagerungen etwas niedrigere Over-dispersion-Werte, da der Großteil der archäologischen Befunde von einer weiteren kolluvialen Ablagerung überdeckt werden und damit vor dem „Einfluss von oben“ etwas besser geschützt sind. Diese Kolluvien werden meist für das Anlegen des archäologischen Planums entfernt (Abb. 4-25 a).

Der Vergleich der Ergebnisse der OSL-Datierungen zeigt, dass eine Unterscheidung in schnelle und langsame Transportprozesse bei der Ablagerung von Sedimenten anhand der OSL-Datierungen nur bedingt möglich ist. Vor allem die Unterscheidung, ob es sich um eine langsame kleinteilige Verfüllung mit geringmächtigen Lagen handelt, bei der die Sedimente zwar vollständig gebleicht sind, aber viele unterschiedlich alte Sedimente miteinander vermischt werden, oder ob es sich um eine schnelle Ablagerung und damit unvollständige Bleichung der Sedimente handelt, ist nur in Zusammenhang mit der Aufnahme des Geländebefunds vor Ort sowie den geochemischen und sedimentologischen Analyseergebnissen aus den kolluvialen Ablagerungen möglich (wie auch in den Einzelbeschreibung der Profile in Anhang A beschrieben).

Ebenso ist eine Unterscheidung der Verfüllprozesse in quasi-natürlich oder durch den Menschen aktiv verfüllt, vor allem in Hinblick auf die untersuchten Verfüllungen der archäologischen Befunde, aufgrund der o. g. Parameter nicht möglich. Hier liefert der nach Kemp et al. (2014) angewendete Vergleich der Lumineszenzdatierungen aus den Verfüllungen der archäologischen Befunde mit den Lössaltern klare Hinweise. Es sind in allen Kolluvien deutliche Unterschiede zu den datierten Lössaltern zu sehen und es

4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen zur Erfassung der holozänen Landschaftsgeschichte

wird von einer quasi-natürlichen Verfüllung der Befunde ausgegangen, bei der der Mensch nur indirekt durch die Nutzung der Umgebung eine Rolle spielt (Abb. 4-25 b).

Eine Ausnahme bildet die rössenzeitliche Grube auf dem Gùldenbergr im niederrheinischen Inden-Pier (WW134/33, Anhang A Kap. I.IV.V). Hier zeigt die Probe (RÖG3) der Verfüllung aus dem seitlichen Teil der Grube ein zum Löss gleiches jungpaläolithisches bis altmesolithisches Ablagerungsalter (Grube 11.7 ± 0.6 ka, Löss 11.7 ± 1.2 ka). Die Grube wurde durch den Menschen z. T. aktiv verfüllt, was sich auch in den in der Hauptgrube eingebrachten Getreideabfällen widerspiegelt.

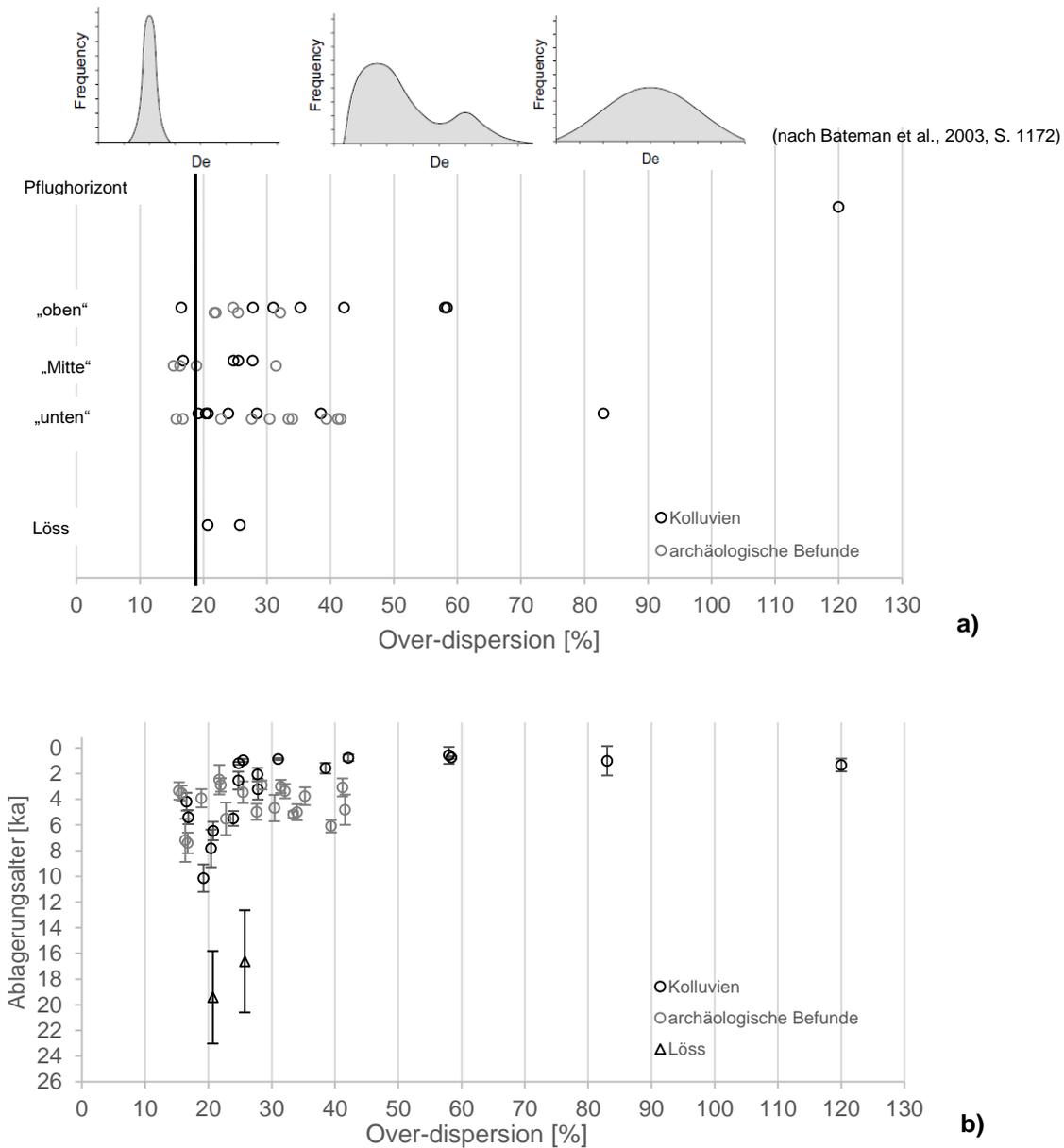


Abb. 4-25: a) Aufteilung der Werte der Over-dispersion (%) für die OSL-Proben der Mittelkornfraktion (40-63 μ m) b) Gegenüberstellung der Lumineszenzalter und der Over-dispersion für die Kolluvien, Verfüllungen archäologischer Befunde und Lössablagerungen

5 Archäologische Befundverfüllungen im offsite-Kontext

Die Verfüllungen archäologischer offsite-Befunde, wie sie in der vorliegenden Arbeit untersucht wurden, erweisen sich als wertvolle Geoarchive zur Rekonstruktion der Kolluviations- und Landnutzungsgeschichte. Sie bilden Sedimentfallen im Nutzungsbereich der Menschen außerhalb der Siedlungen und liefern daher ebenso Informationen zur Rekonstruktion der Kolluviations- und Nutzungsgeschichte dieser Bewirtschaftungsräume. Dabei stellen die unterschiedlichen kolluvialen Lagen die Sedimentationsphasen und damit Phasen einer höheren Nutzungsintensität dar. Die Phasen einer Verwitterung und Bodenbildung zeigen Ruhephasen in der Sedimentation und so auch in der Nutzungsintensität an. Die „Verfüllungsgeschichte“ des Befundes kann Aussagen zur Nutzung der Umgebung, aber auch dessen Funktion und Nutzung selbst machen (Gerlach, 2012; Gerlach und Hilgers, 2011). Die Verfüllung eines Befundes weist darauf hin, dass die einst intentionell geschaffene Struktur im Boden keine Funktion mehr für den Menschen hat und daraufhin entweder aktiv verfüllt, bzw. quasi-natürlichen Verfüllprozessen überlassen wird. Die OSL-Datierung kann den Funktionsverlust des Befundes für den Menschen chronologisch einordnen, aber auch in Zusammenhang mit den geochemischen und sedimentologischen Eigenschaften Hinweise zu Art und Weise der Verfüllung geben (Kap. 4.2). Dabei bedeutet eine Verfüllung durch quasi-natürliche Prozesse ein Verlassen der Struktur, d. h. der Befund wurde nicht mehr genutzt und sich selbst überlassen. Ein aktives Verfüllen durch den Menschen hingegen weist auf eine bewusste Aufgabe der Struktur hin, d. h. sie wurde nicht mehr benötigt und z. B. zugeschaufelt (Abb. 5-1).

In der Frage nach einer quasi-natürlichen oder menschlich intentionellen Verfüllung wurde nur für die rössenzeitliche Grube auf dem Güldenbergr bei Inden-Pier eine teilweise Verfüllung durch den Menschen festgestellt (WW134/33, Anhang A, Kap. I.IV.V). Für die meisten untersuchten Gruben kann eine Verfüllung durch den Menschen ausgeschlossen und von einer quasi-natürlichen Verfüllung ausgegangen werden. Auch makroskopisch gibt es keine Hinweise auf eine intentionelle menschliche Verfüllung der Befunde. In durch den Menschen verfüllten Gruben und Gräben würden schon makroskopisch gröbere Sedimente wie kantige Aggregate sichtbar werden, wie auch Lisá et al. (2015) in ihren Untersuchungen feststellen. Demnach wurden die archäologischen Befunde in den Untersuchungsgebieten, nachdem sie keine Funktion für den Menschen mehr hatten, sich selbst überlassen und durch quasi-natürliche Prozesse verfüllt.

5 Archäologische Befundverfüllungen im offsite-Kontext

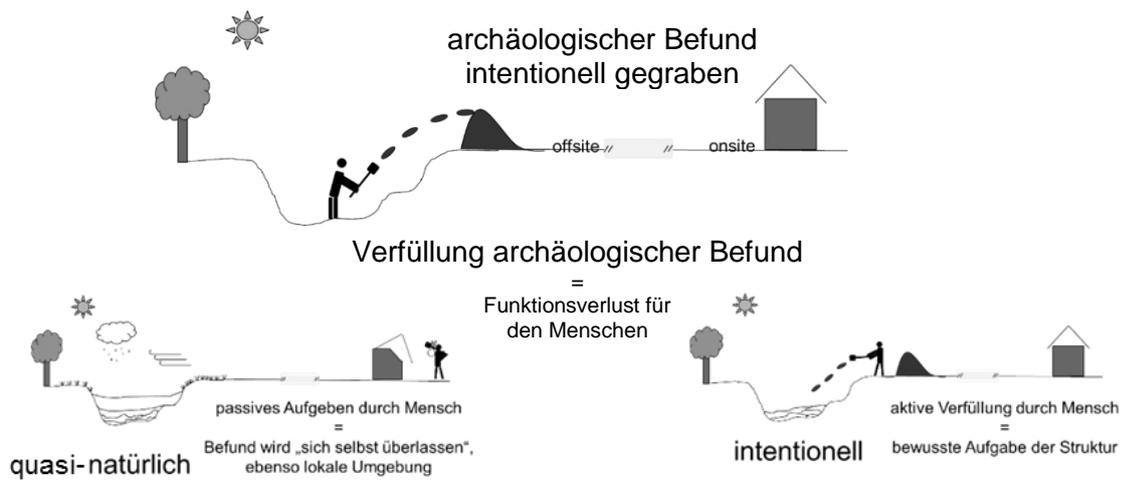


Abb. 5-1: Vereinfachte Darstellung der Funktion eines archäologischen Befunds und dessen Funktionsverlust für den Menschen im kulturellen Kontext



Abb. 5-2: „Zweigeteilte“ Verfüllung archäologischer Befunde, Längs- und Querschnitte a-b) Gruben einer Grubenreihe, c) bronzezeitlicher Kreisgraben, d-e) Schlitzgräben, f) spätbronzezeitliche Grube, g) archäologischer Befund mit „einheitlicher“ Verfüllung; h-i) bronzezeitlicher Kreisgraben mit eingeflossener unterer Verfüllung, j)

5.1 „Zweiteilige“ Befundverfüllungen

laminierte Verfüllung in einem Graben; teilweise sind „Verbraunungsschatten“ um die archäologischen Befunde zu erkennen

In den meisten untersuchten Befunden sowohl aus dem Rheinland als auch aus dem Mitteldeutschen Trockengebiet zeichnete sich makroskopisch ein typisches zweiteiliges Verfüllmuster aus, d. h. nur wenige Befunde beinhalteten eine einteilige Verfüllung. Die Beschreibungen „zweiteilig“ und „einteilig“ beziehen sich im Folgenden auf die sichtbaren Muster in den Befundverfüllungen. Die sedimentologischen und geochemischen Untersuchungen zeigen z. T. weitere Aufteilungen innerhalb der Befundverfüllungen.

5.1 „Zweiteilige“ Befundverfüllungen

Die archäologischen Befunde aus dem Mitteldeutschen Trockengebiet waren mit einer geschichteten Verfüllung aus geringmächtigen löss- und schwarzerdehaltigen Schichten im unteren Bereich und einer (oder mehrerer) homogenen, bis zu mehreren Dezimetern mächtigen, schwarzerdehaltigen Verfüllschicht im oberen Bereich verfüllt (Abb. 5-2 a-f). Eine ähnliche, allerdings weniger kontrastreiche, „Zweiteilung“ zeigte sich auch stellenweise in den niederrheinischen Befunden. Im unteren Befundbereich befinden sich geschichtete Sedimentablagerungen aus der Parabraunerde und dem Löss, der obere Bereich besteht aus einer einheitlichen Verfüllung durch Kolluvien aus den Horizonten der Parabraunerde. Zum Teil waren die unteren Verfüllungen auch fein laminiert. Solche Ablagerungen sind in den offen stehenden Befunden durch die sortierte Korngrößenablagerung in stehendem Wasser, welches sich kurzfristig nach starken Niederschlagsereignissen im Befund gesammelt haben muss, entstanden (Abb. 5-2 j). Auch war im Gelände häufig eine Verfüllrichtung erkennbar, aus der die Sedimente in den Befund flossen (Abb. 5-2 i).

Diese unruhige Verfüllung im unteren Befundbereich schlägt sich auch in den geochemischen und sedimentologischen Eigenschaften nieder, wie beispielhaft an einer archäologischen Befundverfüllung eines Kreisgrabens (OKKGII) aus Oechlitz dargestellt (Anhang A, Kap. I.I.IV). Die unteren Befundverfüllungen tragen sowohl die Eigenschaften des eingeflossenen Lösses als auch die der Schwarzerde (Abb. 5-3). Die OSL-Alter aus den unteren Befundverfüllungen sind meist aufgrund der unvollständigen Bleichung der Sedimente durch einen schnellen Transportprozess über einen kurzen Transportweg überschätzt. Die dunklen Schwarzerde- bzw. hellen Parabraunerdesedimente stammen von der Oberfläche aus der unmittelbaren Umgebung, die eingeschwemmten Lösses aus den nach dem Bau noch unbewachsenen Befundwänden. Nach diesen ersten Verfüllvorgängen scheint sich das System zunächst zu stabilisieren und der Befund steht eine gewisse Zeit lang offen, bevor der Befund vollständig verfüllt wird.

5 Archäologische Befundverfüllungen im offsite-Kontext

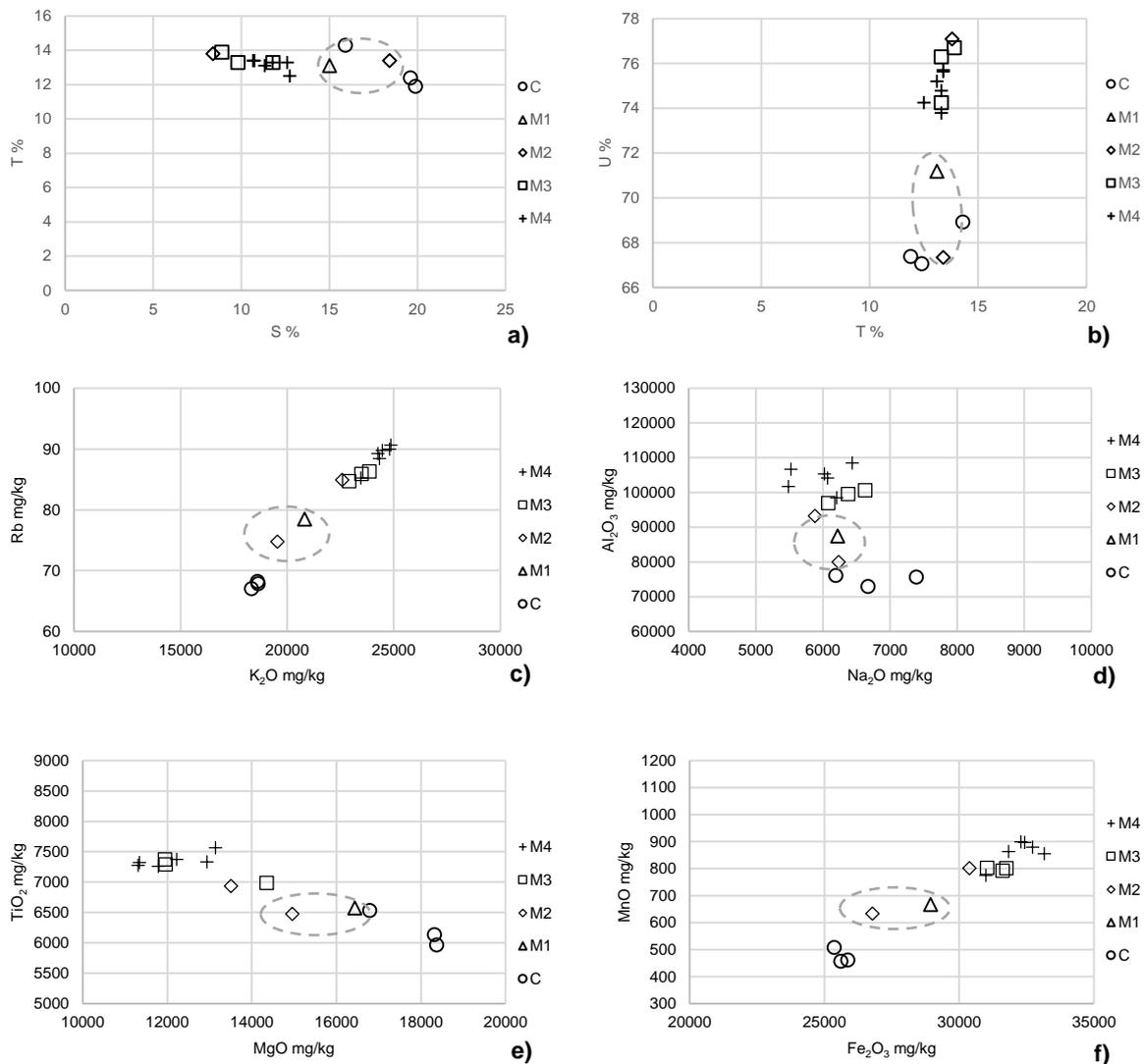


Abb. 5-3: Korngrößenverteilung a) von Sand und Ton, b) Schluff und Ton, c-f) Elementgehalte eines bronzezeitlichen Kreisgrabens (OKKGII) bei Oechlitz, die grauen Kreise zeigen die geschichteten unteren Befundverfüllungen, die in ihren Werten „zwischen“ denen aus dem Löss und der Schwarzerdeverfüllung liegen

Die auf den geschichteten Bereich folgende Verfüllung der Befunde ist in der Geländeansicht deutlich einheitlicher mit Sediment aus dem Oberboden verfüllt, es tritt keine oder nur eine geringe Einmischung von Löss auf. Anhand der sedimentologischen und geochemischen Ergebnisse können in den Befundverfüllungen verschiedene kolluviale Schichten durch ihre Verwitterungsgrade unterschieden werden.

In der Niederrheinischen Bucht am Güldenbergr bei Inden-Pier lassen sich stellenweise die erodierten lessivierten Oberbodenhorizonte (Al) in den rein durch quasi-natürliche Prozesse verfüllten archäologischen Befunden vor allem anhand der verhältnismäßig niedrigen Tongehalte wiederfinden, wie in Abbildung 5-4 anhand des Verhältnisses zwischen Sand- und Tongehalt dargestellt. Die Kolluvien aus dem Al befinden sich im untersten Bereich der Befunde (Abb. 5-4 a-c), sind aber auch im mittleren Verfüllbereich zu finden (Abb. 5-4 d).

5.1 „Zweiteilige“ Befundverfüllungen

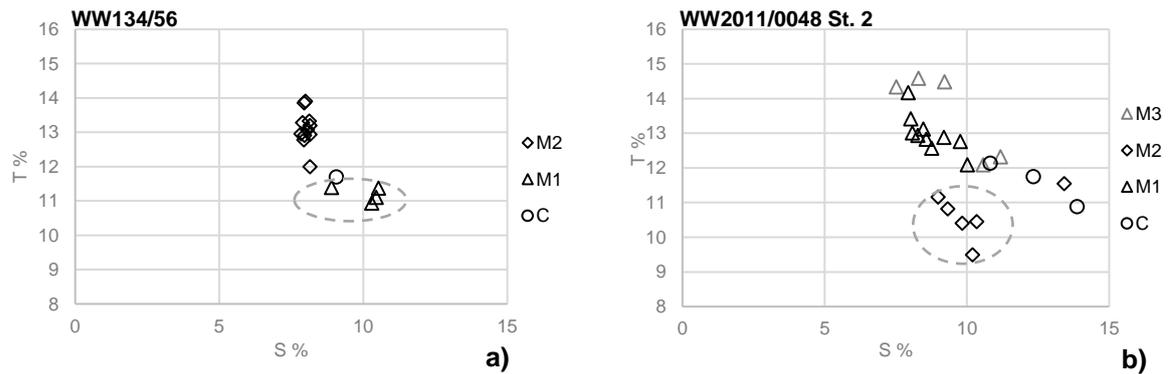


Abb. 5-4: Erosierte Al-Horizonte (grau umrandet) am Güldenbergraben bei Inden-Pier, Niederrheinische Bucht, als kolluviale Ablagerungen in den archäologischen Befunden, a) latènezeitliche Grube (WW134/56), b) Überschneidungsbereich mittellatène- und hallstattzeitlicher Gräben (WW2011/0048 St. 2)

In den OSL-Datierungen aus den einheitlichen Verfüllungen zeigen sich meist verhältnismäßig gut gebleichte Sedimente im Vergleich zu den OSL-Datierungen aus den unteren Verfüllbereichen (z. B. Abb. 5-5 a). Es ist daher anzunehmen, dass das Sediment sowohl einem Transportprozess als auch einem Transportweg unterlag, die eine ausreichende Belichtung des Sedimentes gewährleisteten. Anhand der Indizien aus der Sedimentologie, Geochemie und den OSL-Datierungen zu urteilen, wird die Verfüllung der archäologischen Befunde durch quasi-natürliche Erosionsprozesse infolge einer zunehmend intensiven Nutzung der Landschaft durch den Menschen ausgelöst.

Die in den archäologischen Befunden zuoberst abgelagerten kolluvialen Sedimente zeigen in den Lumineszenzdatierungen eine breite Verteilung der gemessenen D_e -Werte (Beispiel OKKGII04, Abb. 5-5 b). Eine unvollständige Bleichung oder postsedimentäre Durchmischung der Sedimente könnte in Zusammenhang mit der Lage unmittelbar unter der rezenten Oberfläche und dem potentiellen Einfluss einer landwirtschaftlichen Bearbeitung sowie dem Einfluss von Bioturbation stehen. Viele der prähistorischen Befunde sind teilweise noch bis heute in der Landschaft als flache Dellen im Gelände zu erkennen. Beispielsweise war auch der bandkeramische Brunnen von Erkelenz-Kückhoven bis ins 20. Jahrhundert als Mulde noch in der Landschaft sichtbar (Weiner, 1992). Daher ist auch denkbar, dass der Mensch zur vereinfachten Bewirtschaftung der Ackerflächen eine Nivellierung des Geländes vorgenommen hat und die noch sichtbaren Restbefunde durch den Auftrag von Fremdmaterial verfüllte. Das bedeutet, dass die datierten Sedimente aus den obersten Bereichen der Befundverfüllungen mit Fremdmaterial durchmischt sein könnten.

Anhand der Zirkon- und Titanoxidgehalte, die eine unterschiedliche Herkunft der Sedimente detektieren können, zeigt sich anhand der geringen Abweichungen kein starker Eintrag von Fremdmaterial, wie an den Beispielen zweier bronzezeitlicher Kreisgrabenverfüllungen in Oechlitz (OKKGI-II, Abb. 5-5 c-d) sichtbar wird. Die Ähnlichkeit zwischen Pflughorizont und dem obersten Kolluvium im Kreisgraben (OKKGII) deutet aber auf eine Durchmischung der obersten Bodenbereiche durch (Tiefen)pflügen hin.

5 Archäologische Befundverfüllungen im offsite-Kontext

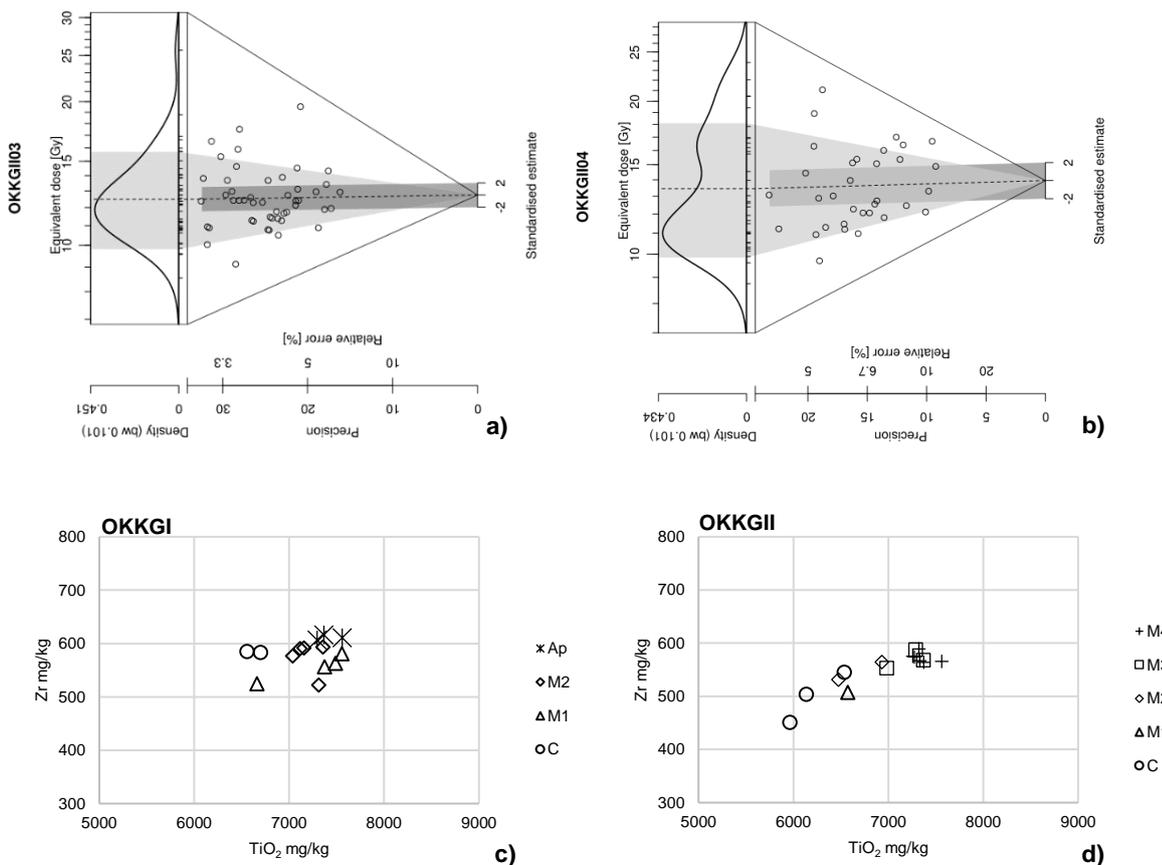


Abb. 5-5: Vergleich der Verfüllungen zweier bronzezeitlicher Kreisgräben, Oechlitz, Abanico Plot der OSL-Datierung aus dem a) mittleren und b) obersten Kolluvium (OKKGI02 und OKKGI04), c-d) Zirkon- und Titanoxidgehalte der Verfüllungen (OKKGI-II)

Die beobachtete Zweiteilung der kolluvialen Ablagerungen scheint typisch für viele archäologische Befundverfüllungen, wie z. B. auch Bartels et al. (2003) in neolithischen Kreisgrabenanlagen bei Dresden/Sachsen, Hönscheidt (2002) in Gruben eines neolithischen Siedlungsareals bei Vaihingen an der Enz/Baden-Württemberg oder auch Plath (2011) für mittelneolithische Kreisgrabenanlagen zeigen. Dieser Verfülltyp stellt nicht nur ein Phänomen neolithischer Befunde dar, wie sich in den metallzeitlichen Befunden in den Untersuchungsgebieten zeigt. Die beschriebenen Beobachtungen aus dem Gelände und die Interpretation der Untersuchungsergebnisse zu den unteren Verfüllbereichen in archäologischen Befunden korrelieren ebenso mit verschiedenen experimentell-archäologischen Untersuchungen zu den Verfüllvorgängen archäologischer Befunde aus Großbritannien sowie dem Rheinland (Boelicke et al., 1977; Boelicke et al., 1976; Boelicke et al., 1979a; Boelicke et al., 1981; Boelicke et al., 1979b; Crabtree, 1971; Jewell, 1963; Jewell und Dimbleby, 1966; Kuper et al., 1974; Reynolds, 1985; Reynolds und Wyman, 1989).

Die heterogene Verfüllung im unteren Bereich steht in unmittelbarem zeitlichen Zusammenhang mit der Konstruktion des Befundes. Die Vegetation in der Umgebung wird durch den „Bau“ des archäologischen Befundes weitgehend zerstört, d. h. der Boden ist durch die fehlende Vegetation stärker erosionsgefährdet. Mit dem nächsten, auch nur geringen Niederschlagsereignis wird das Sediment in den Befund eingespült. Bereits einzelne Tropfen reichen aus, um das Sediment aus der Befundwand

5.1 „Zweiteilige“ Befundverfüllungen

herauszuschlagen und an der Sohle abzulagern. Erst stärkere Niederschlagsereignisse erodieren den Oberboden aus der Umgebung und lagern diesen im unteren Bereich der Befunde ab (Lisá et al., 2015). So entstehen die unterschiedlichen Schichtungen, die im Falle der Schwarzerde-Löss-Böden zu den kontrastreichen Schichtungen führen.

Die Erosion und Ablagerung von Sedimenten findet hauptsächlich in den ersten Wochen und im ersten Jahr nach der Konstruktion statt, danach stabilisiert sich das System durch die nachwachsende Vegetation (Bell et al., 1996; Kuper et al., 1974; Reynolds, 1985). Vor allem die Ränder und die Oberfläche um die Befunde sowie deren Sohle werden schnell wiederbewachsen und damit stabilisiert. Die Wände des Befundes bleiben zunächst über einen längeren Zeitraum vegetationslos (Abb. 5-6, 5-7, 5-8) (Boelicke et al., 1981). Kuper et al. (1974) stellen als hauptsächliche Transportmedien vor allem Schnee und Niederschläge in den Wintermonaten fest. Nachdem die ersten Ablagerungen im Befund stattgefunden haben und die Ränder und die Sohle des Befundes wieder bewachsen sind, bleibt dieser zunächst für einige Zeit stabil. Eine komplette Stabilisierung konnte im Grabenversuch bei Kinzweiler auf der Aldenhovener Platte nach sieben Jahren dokumentiert werden (Boelicke et al., 1981) (Abb. 5-8).

Die Stabilisierung des Befundes erfolgt neben der nachwachsenden Vegetation auch über den Eintrag von Sedimenten, die sich im unteren Befundbereich an den Seitenwänden im Übergang zur Befundsohle als Schüttungen ablagern und die Wände so von unten stützen (Abb. 5-9) (Crabtree, 1971). Zusätzlich wird die Stabilität der Seitenwände durch die bindigen Lössböden unterstützt. Der Löss besitzt aufgrund der Kohäsion der schluffigen Partikel, der Kornsortierung und der karbonatischen Zementation eine hohe Böschungstabilität bei Böschungswinkeln zwischen 45-60° (Hardenbicker und Hecht, 2000; Miao und Wang, 1991; Mitchell, 1993; Pécsi, 1996). Auch die Neigungswinkel der Wände der meisten untersuchten Befunde liegen zwischen 45-70° und sind damit relativ stabil.

5 Archäologische Befundverfüllungen im offsite-Kontext

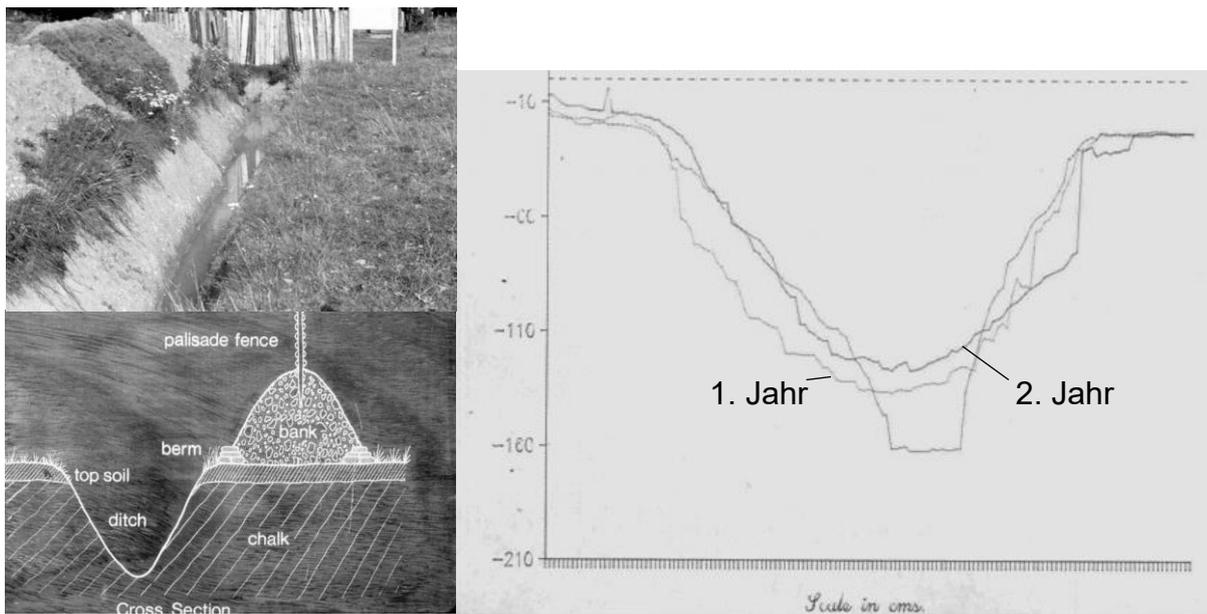


Abb. 5-6: Aufzeichnung der quasi-natürlichen Verfüllung des künstlich angelegten Spitzgrabens, Butser Ancient Farm Project (Reynolds, 1985; Reynolds und Wyman, 1989)

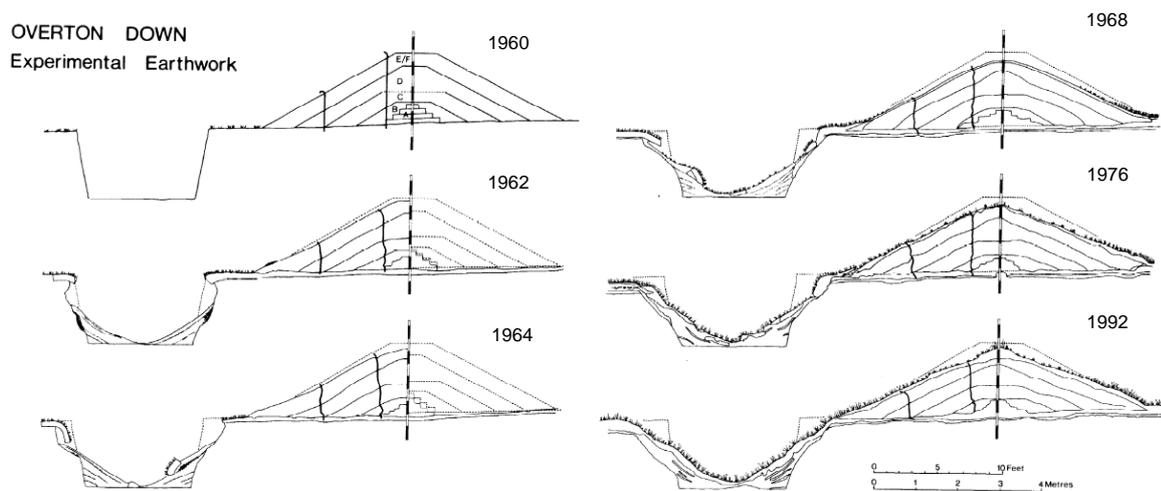


Abb. 5-7: Profilentwicklung des experimentell angelegten Erdwerks bei Overton Down während der quasi-natürlichen Verfüllung 1960-92 (Bell et al., 1996, S. 71/235)

5.1 „Zweiteilige“ Befundverfüllungen

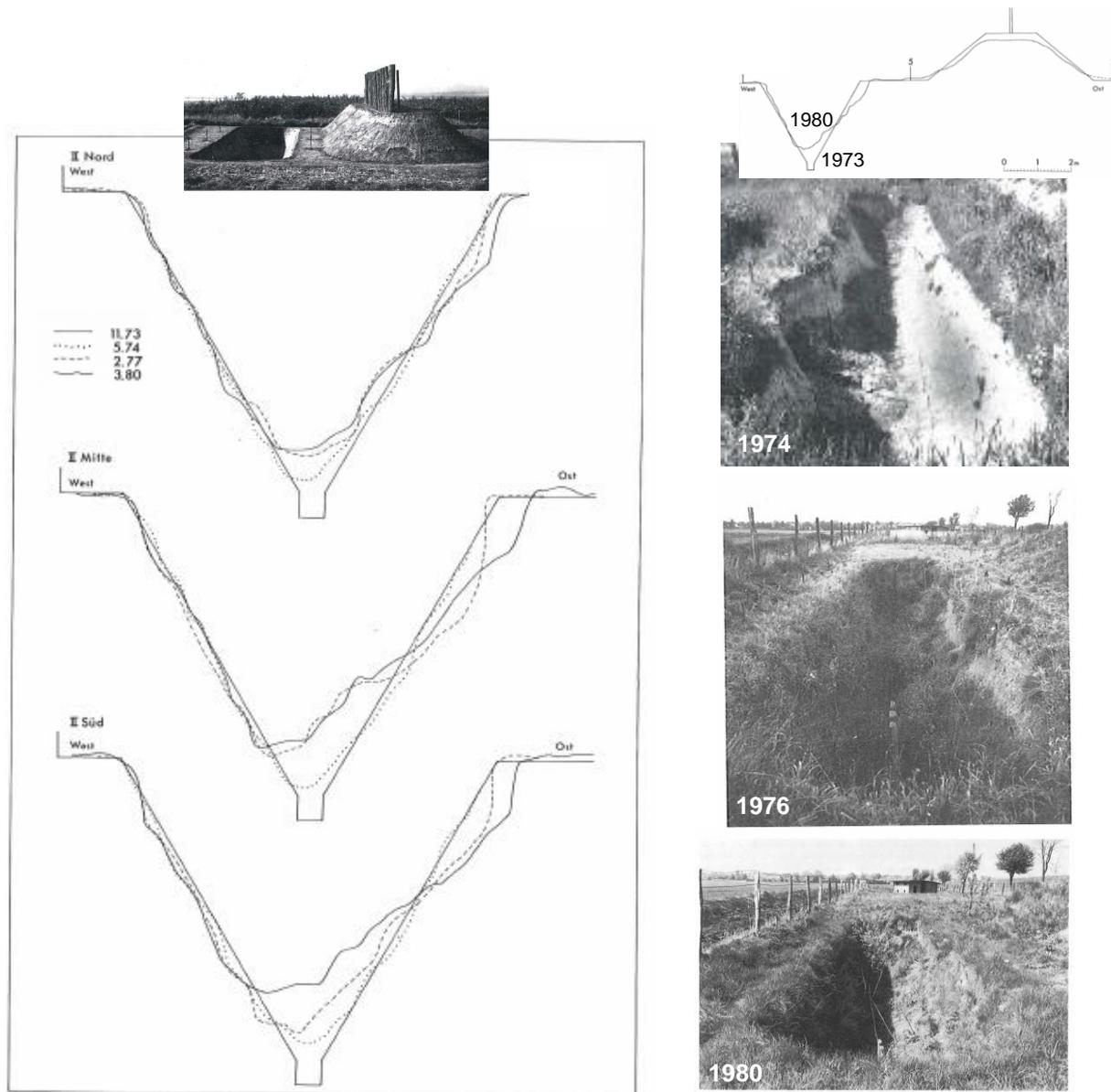


Abb. 5-8: Dokumentation quasi-natürlicher Verfüllvorgang Spitzgraben (1973-1980), Versuchsgelände Kinzweiler, Aldenhovener Platte, Rheinland (Boelicke et al., 1977, S. 543; Boelicke et al., 1981, S. 267/269/273/275)

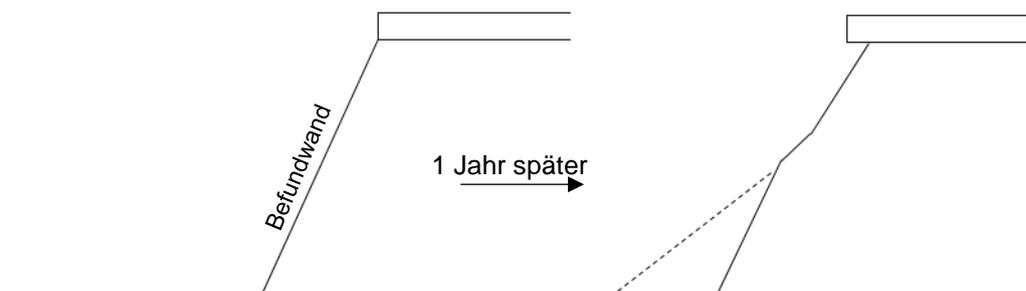


Abb. 5-9: Schema der ersten Erosionsprozesse innerhalb eines Jahres nach der Konstruktion eines Befundes (nach Crabtree, 1971, S. 238)

5.2 „Einteilige“ Befundverfüllungen

In der Niederrheinischen Bucht sowie dem Mitteldeutschen Trockengebiet wurden nur einige wenige archäologische Befunde dokumentiert, in deren Verfüllung keine Schichtung im unteren Verfüllbereich sichtbar wurde (Abb. 5-2 g). An den OSL-Altern aus solchen Befunden im Mitteldeutschen Trockengebiet (z. B. Abb. 5-10 a, PRG8899) zeigte sich durch die relativ enge Verteilung der D_e -Werte und die niedrigen Over-dispersion-Werte eine ausreichende Belichtung der Sedimente während des Transports, die damit ein ruhiges, allmähliches Zufließen der Befunde implizieren. Die geochemischen Eigenschaften der einteiligen Befundverfüllungen zeigen Verwitterungsmerkmale innerhalb der Verfüllungssedimente, wie an dem Beispiel einer einzelnen Grube (PRG8899, Profen) deutlich wird (Abb. 5-10 b-d).

Mögliche Ursachen für das Fehlen der Schichtung könnten Säuberungs- und Instandhaltungsmaßnahmen der archäologischen Befunde sein. Die eingeflossenen Sedimente wurden immer wieder entfernt, so lange der Befund eine Funktion für den Menschen hatte. Ein Beispiel für eine Instandsetzungsmaßnahme ist der Landgraben unter der Grubenreihe auf dem Höhenrücken in Oechlitz (OKGRIB, Kap. I.I.VII). Im Gelände wurde eine zweiphasige Konstruktion des Grabens sichtbar. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die Seitenwände an dieser Stelle einbrachen und es zu einer Verschüttung des ersten breiteren Grabens kam. Der Graben wurde erneuert und vertieft.

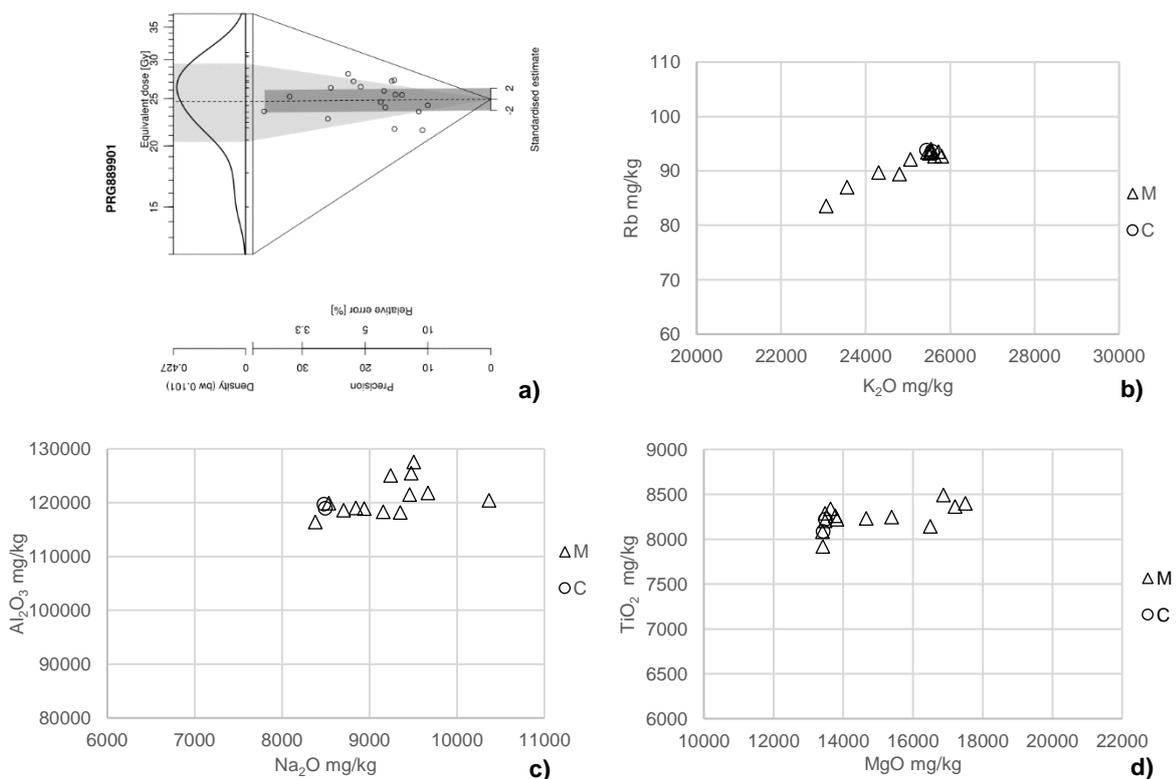


Abb. 5-10: „Einteilige“ Grubenverfüllung (PRG8899) bei Profen a) Abanico Plot einer OSL-Datierung aus dem unteren Verfüllbereich und die Elementgehalte b) Kalium, Rubidium, c) Natrium, Aluminium, d) Magnesium, Titan

5.3 „Verbraunungsschatten“ um archäologische Befunde

Um die archäologischen Befunde in der Niederrheinischen Bucht und im Mitteldeutschen Trockengebiet in Profen entwickelten sich durch Verwitterungsvorgänge Verbraunungsschatten in den Lössen aus. Sie sind je nach den klimatischen Gegebenheiten und dem Alter der Befunde in den Untersuchungsgebieten unterschiedlich stark ausgeprägt.

Bei Profen legten sich leichte Verbraunungszonen wie Schatten um die untersuchten Gruben der beiden bronzezeitlich datierten Grubenreihen (Abb. 5-2 b). Diese „Verbraunungsschatten“ waren deutlicher an den Seiten der archäologischen Befunde und schmaler unterhalb der Befunde ausgeprägt. Auch die untersuchte neolithische einzelne Grube (PRG8899) zeigte seitlich sowie unterhalb einen Verbraunungsschatten auf (Abb. 5-2 g). Im Vergleich der Grubenverfüllungen selbst mit den sie umgebenden verbrauchten Zonen sind die Verwitterungs-, Verlagerungs- und Bodenbildungsprozesse anhand der geochemischen und sedimentologischen Merkmale allerdings kaum wahrnehmbar.

Die Entstehung dieser Bv-Zonen korreliert also mit den unterschiedlichen Entstehungsaltern der archäologischen Befundverfüllungen.

In der Niederrheinischen Bucht ist aufgrund des atlantisch geprägten Klimas der Bv-Horizont in den Parabraunerden stärker ausgebildet als im Mitteldeutschen Trockengebiet. Hier zeigt sich die Orientierung dieses Horizontes an den Befunden vor allem in einer unterschiedlich stark ausgeprägten Lamellenfleckenzone⁷. Diese entsteht durch eine Differenzierung in der Textur und der Ausbildung feinelaminierter Tonhütchen und ist sowohl in den Befundverfüllungen als auch außerhalb ausgebildet (WW134/87, /32, /33, /34, siehe Kap. I.IVI, -IV-VI). Auffällig dabei sind die Orientierung der Lamellen entlang der Befundgrenzen sowie deren kräftigere Ausbildung unterhalb der Befunde. Im Gegensatz dazu sind die Lamellen seitlich der Befunde sowie innerhalb der Verfüllung weniger deutlich ausgebildet. Die mikromorphologischen Untersuchungen führen die verschiedenen Ausprägungen der Lamellenfleckenzone auf den unterschiedlichen Einfluss von Verwitterungsprozessen in und unterhalb der Grube zurück (Kehl, 2014). Die Lamellenfleckenzone unterhalb der offenstehenden Befunde hat eine größere Nähe zu der Oberfläche und liegt damit stärker in der Verwitterungszone als die Lamellenfleckenzone seitlich der Befunde. Die Ausbildung der Lamellen innerhalb der Gruben kann auch durch den Eintrag von Asche und dem daraus resultierenden höheren Kaliumgehalt deutlicher ausgeprägt werden (Courty et al., 1989; Slager und van de Wetering, 1977), wie auch die leicht erhöhten Kaliumgehalte in der rössenzeitlichen Grubenverfüllung (WW134/33), aber auch in den metallzeitlichen Befunden (WW134/32&34) bestätigen. Die Ausbildung der Lamellenfleckenzone geschah somit individuell während Bau, Nutzungszeit sowie dem Verfüllen der Befunde in unterschiedlichen Zeiten im Holozän.

⁷ Begriff nach Lieberoth (1959); Lieberoth (1963)

5.4 Archäologische „Rätsel“befunde

Wie in vorherigen Kapiteln erläutert, können anhand von geochemischen und sedimentologischen Untersuchungen sowie OSL-Datierungen über die Verfüllprozesse archäologischer Befunde aus dem offsite-Kontext Aussagen zur Nutzung sowohl der Befunde selbst als auch ihrer Umgebung gemacht werden. Gerade auch für archäologisch nicht eindeutig datierbare, fundfreie Befunde, wie z. B. Grubenreihen und Schlitzgruben, kann eine geochronologische Einordnung der Verfüllungen anhand der OSL-Datierung von überaus großem Wert sein.

Im nächsten Kapitel erfolgt eine Darstellung der Befundgattung „Grubenreihen“, wie sie nur in den Untersuchungsgebieten in Sachsen-Anhalt zu finden sind und ihre erste chronologische Einordnung anhand der OSL-Datierung. „Schlitzgruben“ als weitere „Rätselbefunde“ sind sowohl aus dem Rheinland als auch aus Sachsen-Anhalt bekannt. Daher wird ein erster überregionaler Vergleich der bisherigen Untersuchungsergebnisse der geochemischen Analysen sowie erste OSL-Datierungen aus Schlitzgrubenverfüllungen aus Sachsen-Anhalt vorgestellt und denen aus dem Rheinland gegenübergestellt.

5.4.1 Grubenreihen

Grubenreihen bestehen aus „perlenartig“ aneinander gereihten Gruben, die vor allem aufgrund ihrer regionalen Beschränkung auf Großbritannien (siehe z. B. Cameron et al., 2010; Carter, 1996; Rees, 2002; Strong, 1988) und Mitteldeutschland und ihrer bisher ungeklärten Funktion der Archäologie einige Fragen aufgeben. Die Verbreitung dieser Grubenbefunde in Mitteldeutschland umfasst die Regionen nord- bis südöstlich des Harzes bis in die Leipziger Tieflandsbucht und folgt damit weitestgehend der räumlichen Ausdehnung des Mitteldeutschen Trockengebiets mit seinen fruchtbaren Lössböden und ist für Mitteleuropa bisher singulär (Abb. 5-11 a) (Nebelsick, 2007).

Verschiedene archäologische Großgrabungen im Vorfeld linearer Großbauwerke im nordwestlichen Sachsen (Stäuble, 2002) und in Sachsen-Anhalt (Glaser, 2006), ebenso wie in den beiden Untersuchungsgebieten Oechlitz und Profen im südlichen Sachsen-Anhalt, brachten eine große Anzahl dieser linearen Bauwerke zutage. Schätzungen anhand der bisher dokumentierten Länge und Dichte der Befunde zufolge befinden sich im gesamten Verbreitungsgebiet bis zu 10000 km dieser Gruben- und Grabensysteme (Schunke, 2009). Im Rahmen der ICE-Neubaustrecke Erfurt-Halle/Leipzig wurden auf dem Abschnitt, der in Sachsen-Anhalt in weiten Teilen über die Querfurter Platte verläuft, insgesamt ca. 6 km Grubenreihen und Gräben (Schunke, 2009), in den Vorfeldern des Tagebaus Profen bisher mehr als 0.5 km archäologisch dokumentiert (LDA, 2012, unveröff.-a; b; 2015, unveröff.).

Die Konstruktion der Grubenreihen ist lokal unterschiedlich ausgeprägt, sie variieren in Tiefe und Form und sind teilweise, wie z. B. die Grubenreihen bei Oechlitz, in bereits bestehende Gräben eingetieft. Im Planum sind sie als einzelne Gruben oder als Gräben sichtbar (Abb. 5-12 a-d). Auch ihr Verlauf in der Landschaft zeigt keine Regelmäßigkeit. Sie verlaufen nicht immer geradlinig, verzweigen sich mehrfach oder laufen inmitten des Geländes aus (Abb. 5-11 b-c). Auch ist kein klarer Bezug zum Relief oder zu Besiedlungen zu erkennen.

5.4 Archäologische „Rätsel“befunde

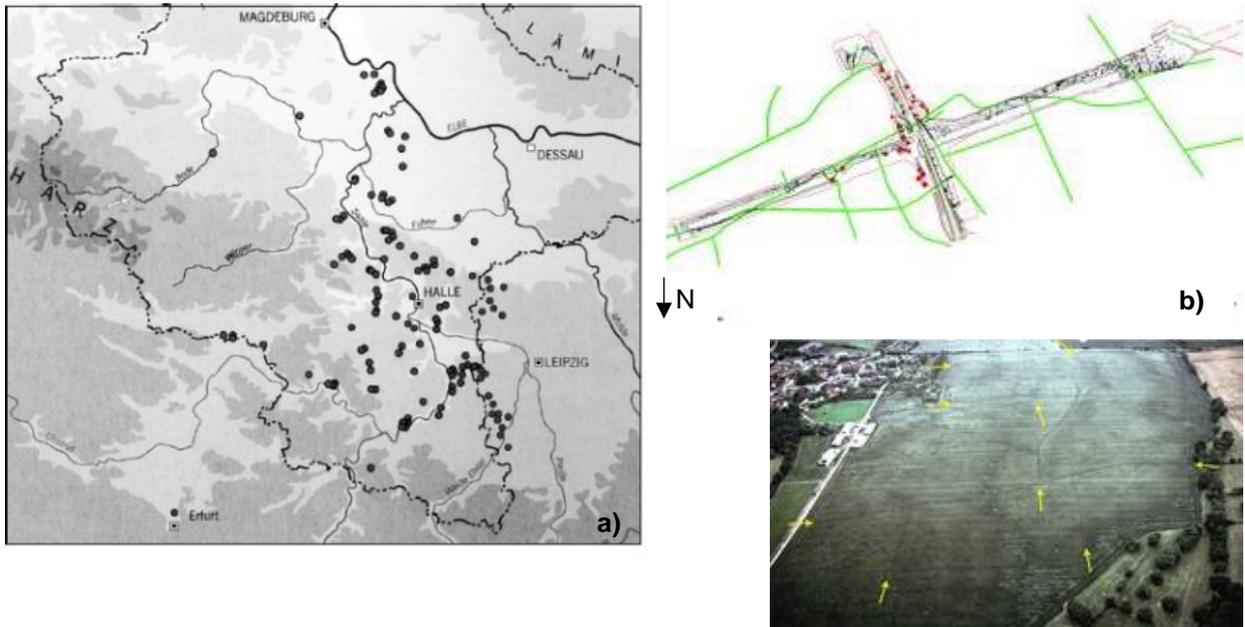


Abb. 5-11: a) Verbreitung der Grubenreihen in Sachsen und Sachsen-Anhalt (Nebelsick, 2007, S. 283), b-c) Beispiel für ein „Netz“ von Grubenreihen über den Oechlitzer Höhenrücken (Schunke, 2009)

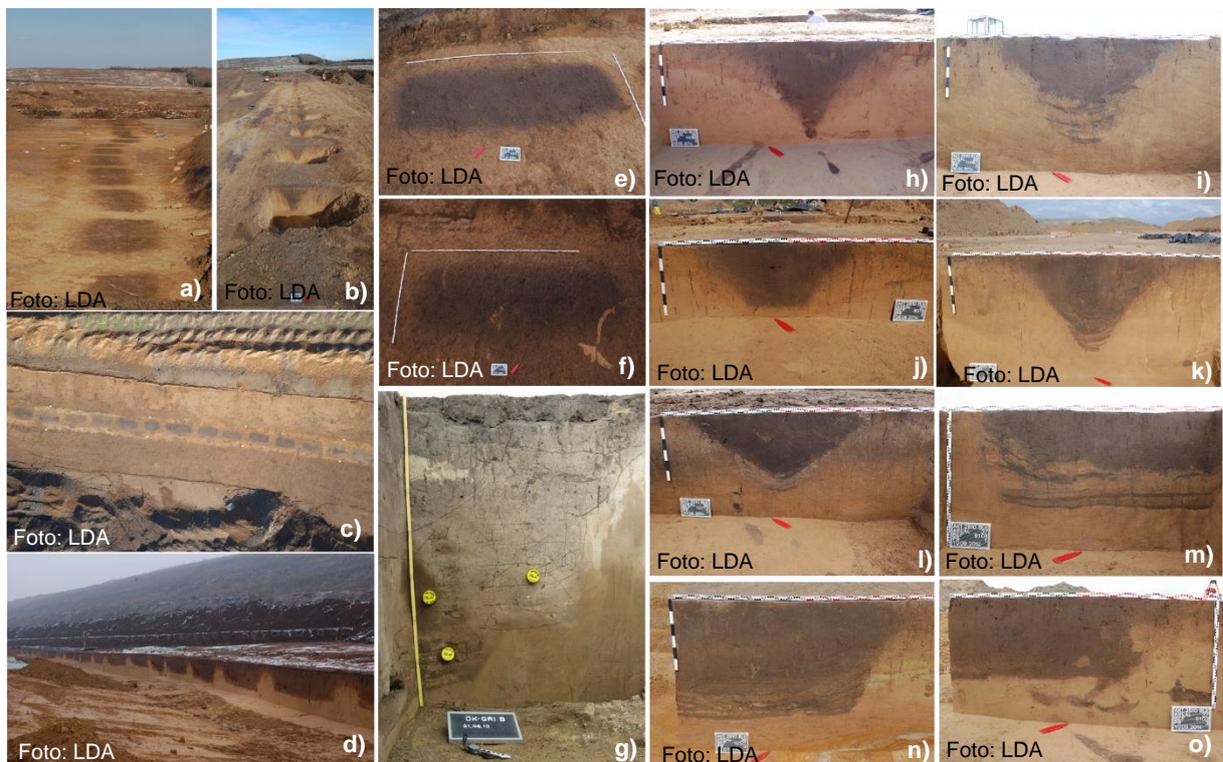


Abb. 5-12: Vielfalt der Formen von Grubenreihen in den Untersuchungsgebieten Oechlitz und Profen, a-c) Ansichten im Planum, der Verlauf ist nicht immer geradlinig, d) Ansicht im Längsprofil, auch die Formenvielfalt und die unterschiedlichen Verfüllweisen werden e-f) im Planum sowie g-l) im Querschnitt, in h) ist die Grubenreihe in einen bestehenden Graben eingetieft, und m-o) im Längsschnitt deutlich

Erste Vermutungen über ihren Nutzen reichen von Verteidigungsstellungen über Maßnahmen zum Schutz vor Erosion oder zur Wasserableitung bis zu einer Nutzung für rituelle Zwecke oder als Fallgruben. Diese Vermutungen wurden aber aufgrund der unterschiedlichen Tiefe, Form und Bauweise der Gruben sowie ihrem nicht gegebenen Bezug zum Landschaftsrelief ausgeschlossen (Cameron et al., 2010; Schunke, 2009; Stäuble, 2002). Nach heutigem Kenntnisstand wird eine Nutzung dieser linearen Bauwerke zur Strukturierung und Besitzabgrenzung in der offenen Landschaft als „landschaftsgestaltende Bauwerke“ (Stäuble, 2002, S. 10) angenommen wie sie auch noch heute vor allem aus den norddeutschen Knicklandschaften, in denen Hecken einerseits die Ackerfluren und ihren Bewuchs vor Winderosion schützen sollen und andererseits den Besitz der Ackerfluren kennzeichnen, bekannt sind.

Auch für die Grubenreihen in Großbritannien gilt die Funktion als Abgrenzung als wahrscheinlichste Erklärung. Nach Halliday (1982) bilden Grubenreihen „...a visible landscape feature forming both conceptual and a physical boundary demarcating two or more separate entities and reflecting a conscious cultural relationship with the wider landscape and possibly other perceived supernatural dimensions.“ (in Cameron et al., 2010, S. 26). Auch Cameron et al. (2010) vermuten aufgrund ihrer regelhaften Konstruktion mit einer lokalen einheitlichen Länge, Abstand, Größe und Form der Grubenreihen, eine Art visuelle Orientierung im Gelände zur Abgrenzung von Landarealen und verbinden damit sowohl einen symbolischen als auch funktionellen Nutzen.

Eine Datierung der Gruben könnte entscheidende Hinweise zur zeitlichen Einordnung der Grubenreihen liefern. Allerdings fehlt in vielen Fällen ein eindeutiger Bezug zu Siedlungen oder anderen datierenden archäologischen Strukturen in der Landschaft, was die zeitliche Zuordnung und damit auch die Interpretation zur Nutzung deutlich erschwert. Nur in wenigen Fällen ist eine relative chronologische Einordnung zu archäologisch datierbaren Befunden möglich, die die Gruben schneiden oder von ihnen „umgangen“ werden (Schunke, 2009; Stäuble, 2002). Erste zeitliche Einordnungen für den Bau und die Nutzung von Grubenreihen gehen in die Bronzezeit.

Auch die Datierung über archäologische Funde aus der Verfüllung der Gruben in Mitteleuropa ist aufgrund des spärlichen und meist nur bruchstückhaft erhaltenen keramischen Fundmaterials erschwert (Glaser, 2006). Die Keramikscherben befinden sich meist nur als eine Art Fundschleier sowohl im oberen Verfüllungsbereich innerhalb als auch außerhalb der Gruben. Sie wurden durch die rezente Bearbeitung durch den Pflug oder durch Bioturbation eingearbeitet und datieren somit ausschließlich einen „terminus post quem“ für das Ende des Verfüllprozesses. Schlechte Erhaltung und lokale Konzentration der Keramikfunde deuten darauf hin, dass die Scherben an diesem bestimmten Ort „entsorgt“ wurden, da die Gruben zu diesem Zeitpunkt nur noch als „kleine Dellen“ in der Landschaft zu erkennen waren, d. h. bereits zum Großteil verfüllt waren. Wie lange die Gruben letztendlich genutzt wurden und wann ihre Funktion für die Menschen verändert wurde oder verloren ging, bleibt bisher spekulativ. Stäuble (2002) beispielsweise geht von einer über 500 Jahre langen Nutzung einer Grubenreihe bei Schkeitbar/Sachsen aus. Gründe hierfür sind eine Fundkonzentration früheisenzeitlicher Keramik in einem Abschnitt der Gruben, in dem eine Pfostenreihe den Befund schneidet sowie Hinweise auf ein Ersetzen der Grubenreihe durch Palisaden in der jüngeren Bronzezeit (bis frühen Eisenzeit). Weitere datierbare

5.4 Archäologische „Rätsel“befunde

Keramikfunde aus Grubenreihen in Sachsen zeigen zu einem kleinen Teil bandkeramische Scherben, bestehen aber in der Hauptsache aus jung-jüngstbronzezeitlicher bis früheisenzeitlicher Keramik, wie auch beispielsweise die Grubenreihen bei Zauschwitz als jung-jüngstbronzezeitlich (Übergang Bronzezeit D zu Hallstatt A) eingeordnet werden (in Nebelsick, 2007). Ähnlich dazu gehen archäologische Untersuchungen von Grubenreihen in Großbritannien von einer Anlage solcher Strukturen ab der frühen Schnurkeramik bis in die römische Kaiserzeit aus (z. B. Barber, 1985; Cameron et al., 2010; Carter, 1996).

Auch die untersuchten Grubenreihen in Oechlitz und Profen befinden sich in einem offsite-Kontext. Anhand archäologisch eindeutig datierbarer Befunde, die die Grubenreihen umgehen, wie z. B. neolithische Befunde, werden die Gruben entlang der untersuchten ICE-Neubaustrecke in den Zeitraum der späten Bronzezeit bis frühen Eisenzeit eingeordnet. Beispielsweise schneidet ein frühlatènezeitliches Grab (~ 400 v. Chr.) die Grubenreihen, die zu diesem Zeitpunkt bereits mindestens zu zwei Dritteln verfüllt gewesen sein müssen. Allerdings müssen die Grubenstrukturen bei Oechlitz wohl noch bis in das Mittelalter sichtbar gewesen sein, da sich noch die mittelalterlichen Gemarkungsgrenzen an deren Verlauf orientierten (Schunke, 2009). In Profen wurde eine Konzentration von Keramikbruchstücken in einer Grube dokumentiert, die nach bisherigen Einschätzungen in die späte Bronzezeit datiert werden (LDA, 2012, unveröff.-b; 2015, unveröff.).

Die Lumineszenzalter datieren die Sedimentablagerungen in den Gruben der untersuchten Grubenreihen beider Untersuchungsgebiete von Mitte bis Ende der späten Bronzezeit bis in die frühe Eisenzeit (Abb. 5-13). Dies impliziert einen relativ schnellen Verfüllprozess der Gruben von ca. 600 bis max. 1800 Jahren sowie eine Entstehung der Grubenreihen vor der mittleren Bronzezeit. Bei einer angenommenen frühbronzezeitlichen Entstehung würde das einen Nutzungszeitraum der Grubenreihen von ca. 500 Jahren bedeuten, bevor sie in der mittleren Bronzezeit verfüllt wurden und würde den von Stäuble (2002) angenommenen Nutzungszeitraum von ca. 500 Jahren der Grubenreihe bei Schkeißen in Sachsen bestätigen.

Die beiden neolithischen Alter aus den unteren Verfüllungen der beiden Gruben aus Profen (PRG774302 und DGR4101) resultieren aus einer unvollständigen Bleichung der Sedimente aufgrund eines schnellen Verfüllvorgangs der Grubenbasis (siehe Kap. I.II.II-III). Die Ablagerungsalter sind daher deutlich überschätzt. Im Gegensatz dazu stehen die beiden untersten datierten Grubenfüllungen einer Grubenreihe in Oechlitz, die in die mittlere bis zum Beginn der späten Bronzezeit datieren (OKGRIB11 und OKGRIA04). Diese beiden Datierungen stellen plausible Alter der ersten Verfüllung der Grubenreihen dar.

Der Landgraben, in dem die Grubenreihe auf dem Oechlitzer Höhenrücken verläuft, zeigt eine Zweiphasigkeit, die auf eine Nachbesserung durch den Menschen deutet (Abb. 5-12 g). Das Ablagerungsalter der Sedimente im unteren Grabenabschnitt wird in das Spätneolithikum bis in die frühe Bronzezeit datiert (OKGRIB09, Abb. 5-13). Der seitliche Grabenabschnitt, datiert in das Mittelneolithikum bis in die frühe Bronzezeit (OKGRIB10), ist damit älter als der untere Grabenabschnitt. Allerdings weist das OSL-Alter auch eine große Fehlerspanne auf und die gemessenen Einzelwerte streuen sehr stark.

5 Archäologische Befundverfüllungen im offsite-Kontext

Das Alter ist daher wahrscheinlich überschätzt und als ungesichert einzustufen. Hilfreich zur chronologischen Einordnung der unterschiedlichen Bauphasen ist allerdings die hohe Verteilung der D_e -Werte, die aus einer unvollständigen Bleichung und damit kurzen Belichtungszeit des Sediments resultiert und auf einen Versturz der Grabenwand hinweisen könnte. Unter dieser Voraussetzung erscheint eine nachträgliche Tieferlegung des verstürzten Grabens möglich und liefert damit einen Nachweis für Säuberungen und Ausbesserungen der Graben- und Grubenstrukturen, die bereits mehrfach in den Befunden vor Ort festgestellt wurden (Schunke, 2009).

Mit der Datierung des Grabens unterhalb der Grubenreihe in das Spätneolithikum bis in die frühe Bronzezeit und der Datierung der untersten Grubenverfüllung in die frühe bis späte Bronzezeit engt sich der Zeitraum der Entstehung der Grubenreihen auf die frühe Bronzezeit ein.

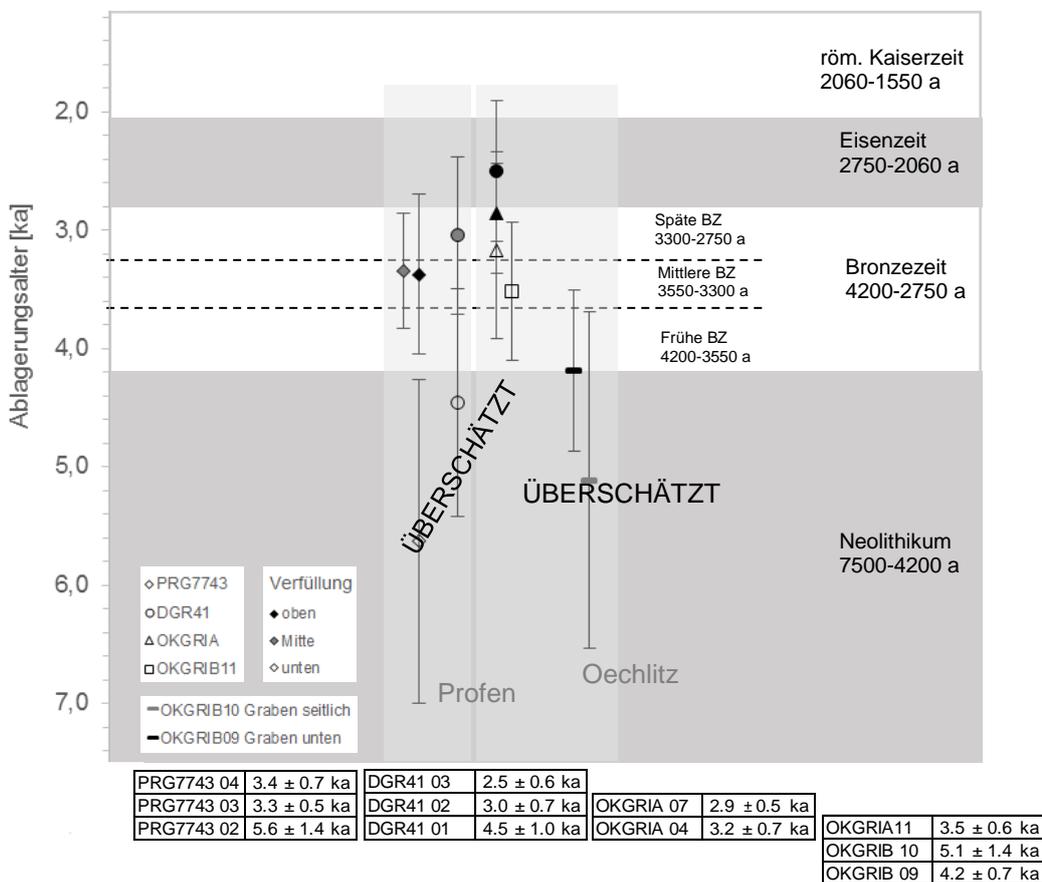


Abb. 5-13: OSL-datierte Ablagerungsalter aus vier Gruben verschiedener Grubenreihen in Profen und Oechlitz

Die Frage der Art und Weise der Verfüllung der Gruben, intentionell durch den Menschen zugeschaufelt oder durch quasi-natürliche Prozesse zugeflossen, wurde bereits in Kapitel 5 in Zusammenhang aller untersuchter archäologischer Befunde ausführlich erläutert. Die Grubenverfüllungen zeigen keine Anzeichen auf eine menschliche Verfüllung, wie auch Stäuble (2002) in seinen Untersuchungen feststellt.

5.4 Archäologische „Rätsel“befunde

Viele der Gruben in Profen und Oechlitz sind im unteren Bereich geschichtet, während sich im oberen Bereich eine homogene dunkle Verfüllung befindet. Manche Gruben sind hingegen auch durchgängig homogen verfüllt (Abb. 5-12). Die geochemischen und sedimentologischen Merkmale der Verfüllungen zeigen die stark lössgeprägten unteren Verfüllungsbereiche sowie die Homogenität der oberen Verfüllsedimente (Abb. 5-3, Kap. 5.1). Es fanden kaum Verwitterungsprozesse in den Verfüllsedimenten nach der Ablagerung statt. Die unruhige Verfüllung im unteren Bereich steht in Zusammenhang mit einer schnellen Verfüllung unmittelbar während oder nach dem Bau der Grubenreihen in der frühen Bronzezeit, da die den Boden schützende Vegetation in der unmittelbaren Umgebung sowie innerhalb der Gruben fehlte. Danach wurde der Befund durch die nachwachsende Vegetation zunächst stabilisiert. Die folgende relativ homogene Verfüllung der Gruben erfolgte dann zu einem Zeitpunkt, Mitte bis Ende der späten Bronzezeit bis in die frühe Eisenzeit, in dem die Umgebung der Grubenreihen wieder stärker durch den Menschen genutzt wurde, so dass die Vegetationsbedeckung lichter wurde und Erosionsprozesse wieder verstärkt einsetzen konnten.

Unter der Annahme, dass die Grubenreihen als eine Art Grenzmarken in der Landschaft fungierten, ergibt sich für das Landschaftsbild in der Bronzezeit ein Wandel zu einer intensiveren und großflächigeren Nutzung auf den Hochflächen und in den Kuppenbereichen bei Oechlitz und Profen. Damit die Grenzmarken auch in der Landschaft weithin sichtbar waren, muss von einer Entfernung der Vegetation durch den Menschen ausgegangen werden. Die entstandenen Flächen in den Zwischenräumen der Grubenreihen wurden bewirtschaftet und verursachten mit der Zeit die Verfüllung der Gruben, wie auch Cameron et al. (2010); Glaser (2006) sowie Stäuble (2002) annehmen.

Schunke (2009) stellt im südlichen Sachsen-Anhalt fest, dass die Grubenreihen auch noch im Mittelalter sichtbar gewesen sein müssen, da sich die Gemarkungsgrenzen der Gebiete nach ihnen richteten. Vermutlich blieb die Bewirtschaftung der Flächen innerhalb dieser Grenzen bis ins Mittelalter bestehen, so dass mindestens noch leichte Dellen der Gruben im Gelände sichtbar waren, die erst in der Neuzeit im Zuge der Vergrößerung der wirtschaftlichen Betriebsflächen überpflügt wurden und aus dem Landschaftsbild verschwanden. Denkbar ist aber auch, dass die Gebiete im Laufe der Metallzeiten, vor allem ab der Eisenzeit, nicht mehr weiter genutzt wurden und wieder bewaldeten, so dass die Strukturen unter der dichten Vegetationsdecke konserviert wurden. Erst als durch den erhöhten Bevölkerungsdruck ab dem Mittelalter weite Flächen zur Bewirtschaftung urbar gemacht wurden, verschwanden die „Reststrukturen“ gänzlich aus dem Landschaftsbild.

5.4.2 Schlitzgruben

Ein weiterer „Rätselbefund“ der Archäologie sind die sog. Schlitzgruben. Ihren Namen erhielten sie aufgrund ihrer charakteristischen, nach unten schmal zulaufenden Form. Im oberen Teil sind sie meist wannenförmig ausgebildet mit Längen zwischen 2.5-3.0 m, Breiten zwischen 0.25-1.2 m und Tiefen von bis zu 4.0 m (Abb. 5-16). Verbreitet sind sie vor allem in Mitteleuropa und werden in vielen archäologischen Untersuchungen aus z. B. Deutschland, Frankreich oder den Niederlanden beschrieben (Achard-Corompt und Riquier, 2013; Ertlen et al., 2010; Lenneis, 1990; Lippmann, 1985; Rehfeld, 2012; Reys, 2010/11; Struck, 1984; van Wijk, 2006). Ihre Anordnung im Gelände ist sehr unterschiedlich, von perlenartig aufgereiht über kreisförmige bis hin zu unregelmäßigen Anordnungen der Schlitzgruben. Auch orientieren sie sich nicht an Himmelsrichtungen.

Ihre ursprüngliche Nutzung und Funktion ist noch nicht eindeutig geklärt. Häufig wurden Schlitzgruben in offsite-Situationen in wüst gefallenen Siedlungen angelegt, oder sie befanden sich randlich der Siedlungen in der Nähe lichter Waldränder (Gerlach, 2015). Die Lage in diesen potentiellen Wildwechselzonen sowie der Fund eines geopferten Hirschkalbs in einer Schlitzgrube in Sachsen-Anhalt (Hüser, 2010; Hüser und Döhle, 2011) legen, ebenso wie die Argumentation von Friederich (2001), eine Funktion als Fall- oder Jagdgrube nahe. Auch sind bis heute solche Systeme zur Jagd von Wild in Benutzung (z. B. Jordhøy, 2008). In einem Ausschnitt des Sächsischen Meilenblatts von 1806 sind nördlich des Tagebaus Profen sog. „Jägerritzen“ vermerkt, die in ihren länglichen Formen stark an die vorgeschichtlichen Schlitzgruben erinnern (Abb. 5-14). Weitere Interpretationen zu ihrer Funktion reichen von Gruben zur Gerbung von Leder über Webgruben bis hin zu Aufbewahrungsgruben, die aber als eher unwahrscheinlich erscheinen (Übersichten dazu in Biermann, 2001; Eckmeier, 2015).

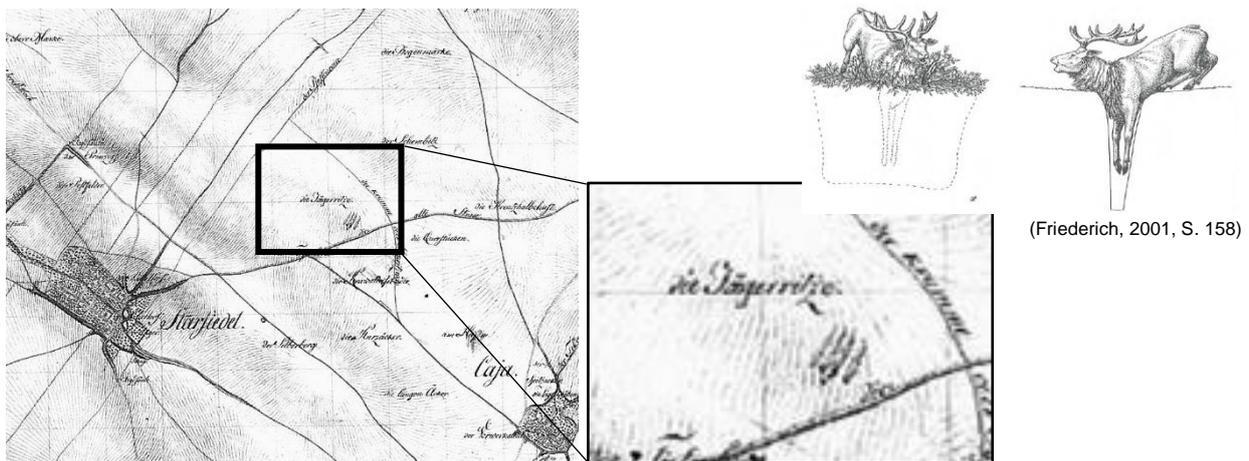


Abb. 5-14: „Jägerritzen“ in einem Ausschnitt des Sächsischen Meilenblatts von 1806 (Staatsbibl. Berlin-Preuß. Kulturbesitz) nördlich des Tagebaus Profen

5.4 Archäologische „Rätsel“befunde

Schlitzgruben sind aufgrund ihrer überwiegenden Fundleere bisher über die archäologische Datierung zeitlich nicht näher einzuordnen. Sie tauchen aber immer wieder in Zusammenhang mit Siedlungsplätzen auf und werden aufgrund stratigraphischer Beziehungen zu datierbaren Befunden als neolithisch eingestuft. Beispielsweise werden auf einem Fundplatz bei Pulheim im Rheinland Schlitzgruben von bronzezeitlichen Befunden geschnitten, ebenso wie in Prießnitz, südliches Sachsen-Anhalt. Hier schneidet eine bronzezeitliche Grube die Schlitzgrube (Abb. 5-15 a). Auf dem Fundplatz Merzenich, mit mehr als 70 Schlitzgrubefunden in einer bandkeramischen Siedlung, wird ein bandkeramisches Wandgräbchen von einer Schlitzgrube geschnitten (Abb. 5-15 b, Eckmeier, 2015). Auf dem Fundplatz Titz-Hasselsweiler schneiden die Schlitzgruben eine Pfostenreihe aus dem Mittelneolithikum.⁸ Ein erster in-situ-Fund eines Bruchstücks aus dem Rand einer Keramik konnte aus einer rheinischen Schlitzgrube geborgen werden (Abb. 5-15 c). Eine exakte Datierung war bisher noch nicht möglich. Erste Hinweise zur Herkunft und Alterseinschätzung gehen möglicherweise in die Swifterbant-Kultur (5000-3400 v. Chr.), einer im Übergang zwischen Mesolithikum und Neolithikum in den Niederlanden beheimateten Gesellschaft (Eckmeier, 2015; Weber und Rüdiger, 2015).



Abb. 5-15: Schlitzgrube, a) schneidet bandkeramisches Wandgräbchen, Merzenich, Rheinland, b) wird von bronzezeitlicher Grube geschnitten, Prießnitz, Sachsen-Anhalt, c) Ansicht der Randscherbe aus einer Schlitzgrube bei Pulheim im Rheinland

⁸ Die Schlitzgrubefunde aus dem Rheinland wurden in der Bachelorarbeit von Dähling (2014) zusammengefasst.

5 Archäologische Befundverfüllungen im offsite-Kontext

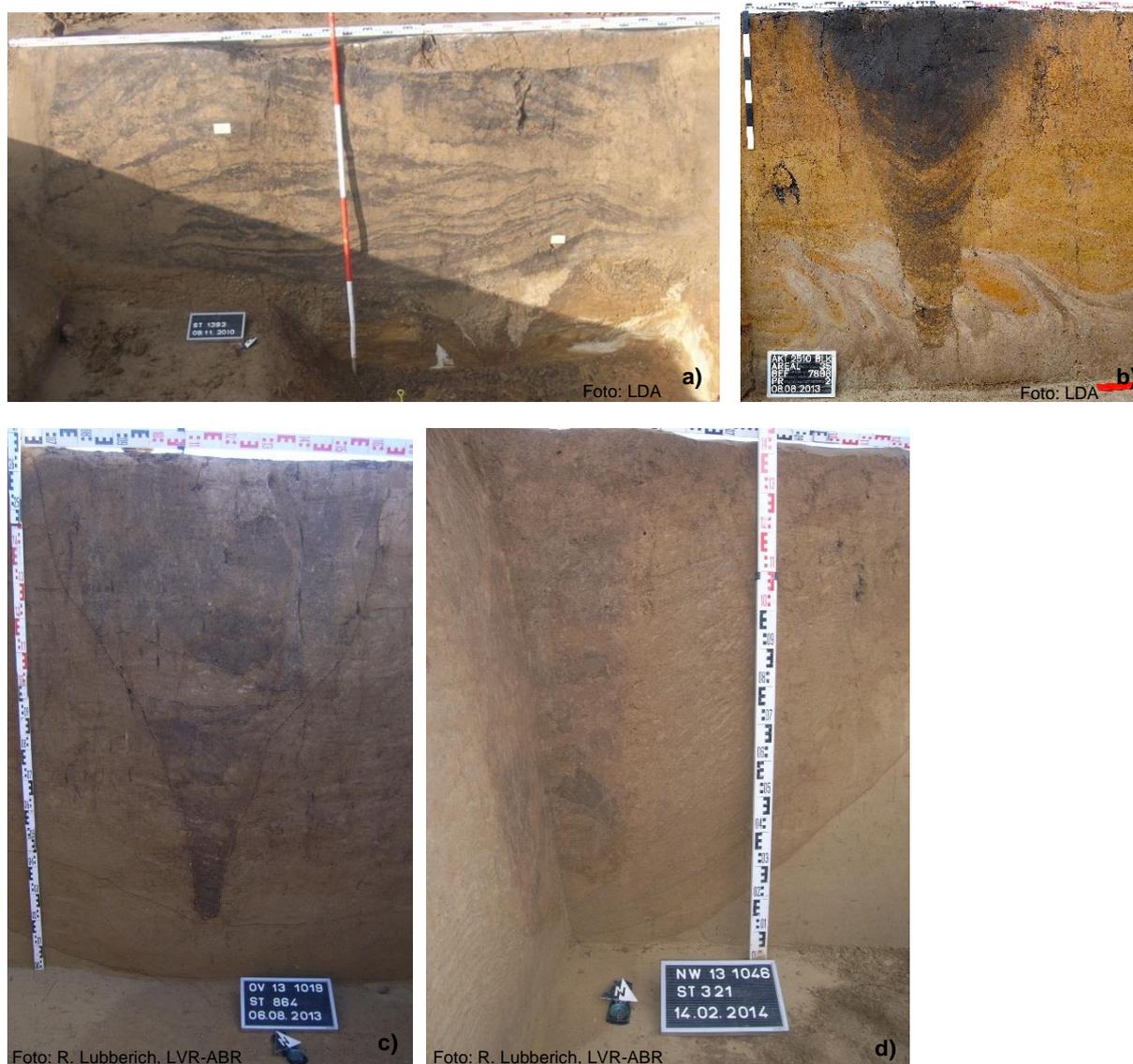


Abb. 5-16: Ansicht der Verfüllung von Schlitzgruben aus a) Prießnitz/Sachsen-Anhalt im Längsschnitt und b) Profen/Sachsen-Anhalt im Querschnitt, c) Rommerskirchen/Rheinland und d) Pulheim/Rheinland mit kantigen verfüllten Aggregaten

Im Rheinland und in Sachsen-Anhalt wurden in den letzten Jahren zum ersten Mal Schlitzgruben anhand verschiedener naturwissenschaftlicher Methoden untersucht. Es erfolgten, neben der üblichen Dokumentation nach der bodenkundlichen Kartieranleitung der Profile im Gelände, verschiedene geochemische sowie sedimentologische Analysen an den verfüllten Sedimenten (Dähling, 2014; Eckmeier et al., 2008; Lauer et al., 2013; Lauer et al., 2014a). Auch wurden bereits die Zeiträume der Verfüllung einiger Schlitzgruben aus dem Rheinland mittels der OSL-Datierung bestimmt (Wessel,

5.4 Archäologische „Rätsel“befunde

2014). Einige OSL-Datierungen aus Schlitzgruben im südlichen Sachsen-Anhalt bei Prießnitz⁹ werden hier erstmals vorgestellt.

Gemein ist den meisten untersuchten Schlitzgruben aus beiden Regionen eine bereits makroskopisch sichtbare Laminierung vor allem im unteren Verfüllbereich der Gruben (Abb. 5-16 a-c). Diese resultiert aus einer eher schnellen Verfüllung kurz nach ihrer Bauphase. Eine weitere Rolle dürfte auch die schmale Form der Gruben mit steilen Wänden gespielt haben, die aufgrund ihrer Steilheit und den großflächigen Seitenwänden eine gute Angriffsfläche für Erosion bieten. Der obere Bereich ist ebenso wie in den meisten untersuchten archäologischen Befunden deutlich homogener ausgeprägt. In den rheinischen Schlitzgruben sind teilweise auch größere, bruchstückartige Aggregate in den Sedimenten zu erkennen, die auf eine intentionelle menschliche Verfüllung hinweisen könnten (Abb. 5-16 d) (Eckmeier, 2015).

Die sedimentologischen und geochemischen Analysen der Schlitzgrubenverfüllungen aus dem Rheinland zeigen nach Eckmeier et al. (2008) keine signifikanten Unterschiede zwischen der Verfüllung und dem umgebenden Sediment. Im Vergleich von offsite- zu onsite-Befunden, also zu den Verfüllungen der benachbarten Siedlungsgruben, liegen die Gehalte an Stickstoff und organischem Kohlenstoffgehalt in den Schlitzgruben deutlich niedriger, wohingegen der Phosphatgehalt ähnlich hoch liegt, d. h. beide Grubentypen sind durch den Menschen beeinflusst. Erhöhte Anteile an Black Carbon in den Schlitzgruben deuten auf eine anthropogene Brandwirtschaft (Eckmeier et al., 2008). Auch Lauer et al. (2014b) weisen Black Carbon in Schlitzgrubenverfüllungen aus dem Rheinland und auch aus Sachsen-Anhalt nach. Weiterhin untersuchen sie den Nährstoffstatus und die Phosphatgehalte für Neolithikum und Bronzezeit anhand der Verfüllungen der Schlitzgruben und Grubenreihen beider Regionen. Sie stellen fest, dass zu beiden prähistorischen Zeiten in beiden Regionen ein ähnlicher Nährstoffgehalt und Gehalt an für Pflanzen verfügbarem Phosphat im Boden vorhanden ist und können keine Auslaugung des Bodens durch die menschliche Bewirtschaftung feststellen. Trotzdem schließen sie eine Düngung des Bodens nicht aus (Lauer et al., 2013; Lauer et al., 2014a).

Im Vergleich der OSL-Ergebnisse der Schlitzgruben aus dem Rheinland und Sachsen-Anhalt stellen sich sehr ähnliche Verfüllzeiträume heraus. Die Lumineszenzalter zeigen eine Ablagerung der Sedimente zwischen 9.0-5.0 ka und fanden damit hauptsächlich im Neolithikum und teilweise im Übergang von Mesolithikum zu Neolithikum statt (Abb. 5-17).

Zwei OSL-Alter aus dem unteren verfüllten Grubenbereich aus Prießnitz zeigen eine mesolithische Entstehung. Ob es sich hier um eine Überschätzung der Alter handelt, kann nicht eindeutig beantwortet werden. Einerseits zeigt sich anhand der relativ niedrigen Werte für die Over-dispersion von jeweils 22 % zwar ein gewisser Grad an unvollständig gebleichten Sedimenten, wenn, wie für die Proben aus dem südlichen Sachsen-Anhalt, von dem Richtwert für die Over-dispersion von 19 % ausgegangen wird. Solche Over-dispersion-Werte sind aber auch in den neolithischen OSL-Altern aus den Schlitzgruben zu finden (Tab. 5.1). Das bedeutet, der Gehalt an unvollständig gebleichtem Sediment kann nicht die

⁹ OSL-Datierungen (Quarz, 40-63 µm), Fr. Dr. D. Hülle, Cologne Luminescence Laboratory (CLL) (Hülle et al., 2014), vollständige Auflistung siehe Anhang B

5 Archäologische Befundverfüllungen im offsite-Kontext

Hauptursache für die mesolithischen Alter sein. Möglicherweise könnten hier Löss und Schwarzerde abgelagert worden sein, die bei ihrem Transport in die Schlitzgrube keiner Belichtung ausgesetzt waren. Das hieße, dass die Sedimente aufgrund der guten „Vorbleichung“ nur wenig streuen und die Overdispersion daher relativ niedrig ist, aber die in unterschiedlichen Zeiträumen belichteten Sedimente ein „Mischalter“ abgeben. Der Transportvorgang bleibt hierbei spekulativ. Möglicherweise kann es sich um eine anthropogene intentionelle Verfüllung der Schlitzgruben handeln, allerdings sprechen die insgesamt relativ gut gebleichten Sedimente in den OSL-Datierungen und die eindeutige Unterscheidung zwischen den OSL-Altern der Verfüllungen und dem Löss eher dagegen (nach Kemp et al., 2014). Für eine anthropogene intentionelle Verfüllung sprechen die in manchen rheinischen Schlitzgruben dokumentierten großen eckigen Aggregate, die gegen ein Einfließen des Sediments bei quasi-natürlichen Erosions- und Ablagerungsprozessen sprechen (Abb. 5-16 d). Andererseits fehlt für die eindeutige chronologische Einordnung den Schlitzgruben aus Prießnitz in das Mesolithikum der Vergleich zu ähnlichen Datierungen aus weiteren Schlitzgruben. Aus den Schlitzgruben im Rheinland gibt es keine mesolithischen Alter, die OSL-Datierungen sind hier alle in das Neolithikum einzuordnen. Auch Radiokohlenstoffdatierungen aus den rheinischen Schlitzgruben ergeben ebenso neolithische Alter (Abb. 5-17) (Eckmeier, 2015). Auch die in-situ-gefundene Scherbe aus der rheinischen Schlitzgrube würde mit den bisherigen neolithischen Datierungen sehr gut übereinstimmen, wenn sich diese tatsächlich als eine Keramik der Swifterband-Kultur herausstellen sollte, bleibt aber bisher spekulativ.

Die „Obergrenze“ bis zur vollständigen Verfüllung der Schlitzgruben in Prießnitz gibt die datierte bronzezeitliche Grube an, die eine Schlitzgrube schneidet. D. h. in der Bronzezeit müssen die Schlitzgruben, ebenso wie die rheinischen Schlitzgruben, verfüllt gewesen sein. Eine regionale zeitliche Unterscheidung ist aber nicht auszuschließen. Beispielsweise zeigen Radiokohlenstoffdatierungen aus Schlitzgruben in Frankreich ein Alter zwischen 5000-4000 BC (^{14}C -Alter) und werden damit in das Neolithikum datiert. Allerdings lässt sich in den französischen Schlitzgruben auch eine Nutzung bis in die Metallzeiten (^{14}C : 3100-2600 BC) nachweisen (Ertlen et al., 2013).

Eine endgültige Aussage zur Funktion der Schlitzgruben bleibt damit weiterhin vor dem Hintergrund der hier vorgestellten Ergebnisse offen. In Zusammenhang mit den Ergebnissen aus den o. g. Untersuchungen und der Lage außerhalb aktiver Besiedlung wird eine kurzzeitige Nutzung der Schlitzgruben als Wildfalle wahrscheinlich (Eckmeier, 2015; Friederich, 2001).

5.4 Archäologische „Rätsel“befunde

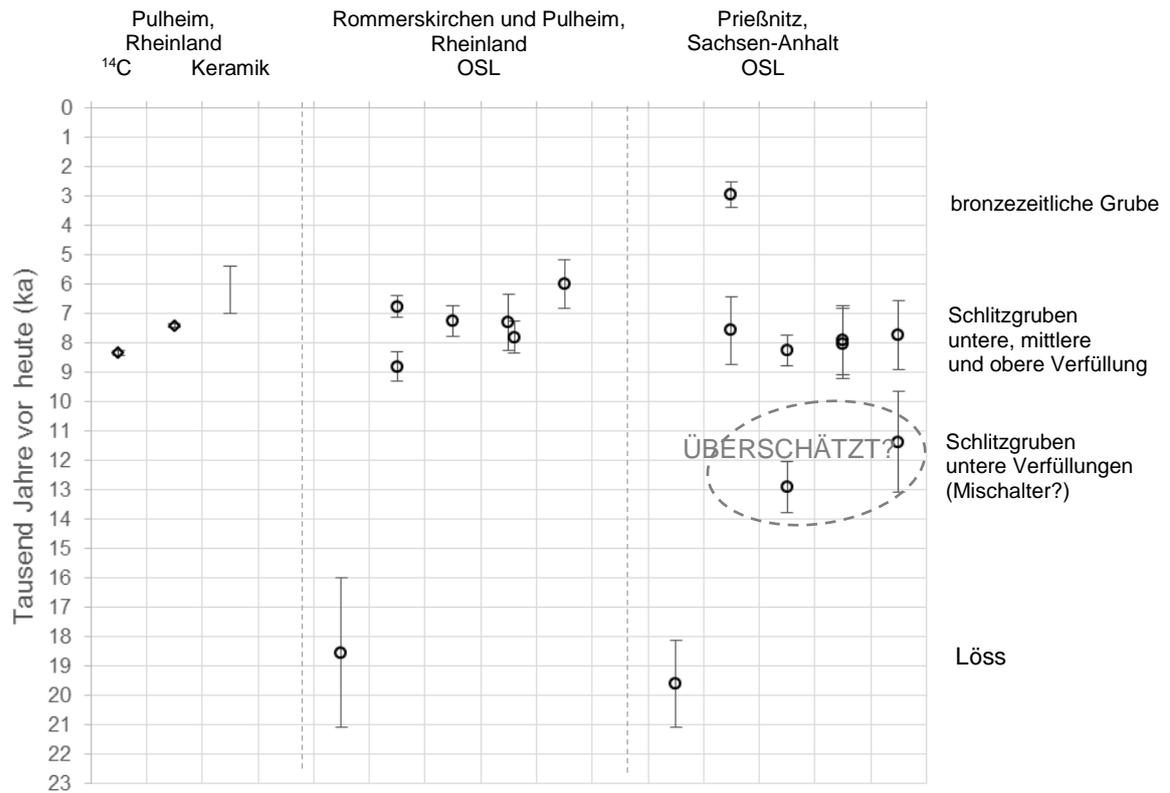


Abb. 5-17: Vergleich der Radiokohlenstoffdatierungen und der potentiell mesolithisch-neolithischen Keramik mit den OSL-Datierungen aus den rheinischen und sachsen-anhaltinischen Schlitzgruben (Tabelle ergänzt nach Eckmeier, 2015, S. 73; Wessel, 2014)

6 Die holozäne Landschaftsgeschichte ...

Die einzelnen Ergebnisse der bodenkundlichen Aufnahme im Gelände, der sedimentologischen und geochemischen Analysen und der OSL-Datierungen aus den kolluvialen Ablagerungen in den natürlichen Tiefen im Gelände als auch in archäologischen offsite-Befunden sowie den Braun-/Schwarzerde-Böden wurden in den vorhergehenden Kapiteln 4 und 5 vorgestellt (detaillierte Beschreibungen der Ergebnisse in den Anhängen A-C). Diese Ergebnisse bilden die Grundlage zur Rekonstruktion der holozänen Landschaftsgeschichte in den einzelnen Untersuchungsgebieten im Mitteldeutschen Trockengebiet sowie in der Niederrheinischen Bucht, die im folgenden Kapitel dargestellt werden. In Zusammenhang der aus den Untersuchungsgebieten erarbeiteten regionalen Landschaftsentwicklungen mit den bereits vorhandenen wissenschaftlichen regionalen Erkenntnissen erfolgt schließlich ein überregionaler Vergleich der beiden Altsiedellandschaften auf den fruchtbaren Lössböden in der Niederrheinischen Bucht und dem Mitteldeutschen Trockengebiet (Kap. 7).

6.1 ... in Oechlitz und Bad Lauchstädt

Die geoarchäologischen Untersuchungen in den landwirtschaftlichen Nutzungsgebieten (offsite) im Rahmen der archäologischen Grabung im Vorfeld des ICE-Trassen-Baus auf der Querfurter Platte zeigen im südlichen Teil des Mitteldeutschen Trockengebietes bei Oechlitz und Bad Lauchstädt folgende Entwicklung der Landnutzungsgeschichte:

Höhenrücken

Die kolluvialen Sedimente in den Dellen auf dem Höhenrücken (OKSI-II) sind die einzigen Sedimente, in denen in die Tiefe gehende einheitliche Verwitterungsprozesse zu erkennen sind. Auch sind sie, im Gegensatz zu allen anderen untersuchten Sedimentablagerungen in Oechlitz, fast vollständig entkalkt. Die verhältnismäßig feinkörnigen Kolluvien deuten auf eine eher ruhige kontinuierliche Verfüllung der Dellen auf der Hochfläche (Abb. 4-1, Kap. 4.1.1). Das zeigt auch die gute Bleichung der Sedimente in den OSL-Datierungen (Anhang A, Kap. I.I.I-II). Die untersten kolluvialen Ablagerungen datieren mit 6.2 ± 1.3 ka (OKSI03), 6.8 ± 1.1 ka (OKSII01) und 5.3 ± 0.6 ka (OKSII02) in das frühe bis mittlere Neolithikum und stellen damit die ältesten kolluvialen Ablagerungen im Gebiet bei Oechlitz dar (Abb. 6-9). Die Erosion setzt auf der Hochfläche ab dem beginnenden Neolithikum ein und kennzeichnet damit den Beginn der Nutzung des Höhenrückens durch den Menschen in diese Zeit.

Ab dem Endneolithikum bis in die Bronzezeit nahm die Nutzung der Fläche auf dem Höhenrücken zu. In der Bronzezeit bestimmten vor allem Kreisgräben, die Hügelgräber umrandeten (OKKGI-III), aber auch Grubenreihen (OKGRIA-B) das Landschaftsbild. Die in die Bronzezeit datierten Ablagerungen in den archäologischen Befunden, aber auch in den Dellen, sind mächtiger als die neolithischen Kolluvien und verweisen in Zusammenhang mit ihren einheitlichen geochemischen Merkmalen und den etwas erhöhten Sandgehalten auf eine schnellere Verfüllung durch intensivere Erosions- und Ablagerungsprozesse. Im Vergleich der OSL-Datierungen der Kreisgräben zu den Grubenreihen beginnt die Verfüllung der Gräben etwas früher, zwischen Spätneolithikum und mittlerer Bronzezeit, wahrscheinlich in der frühen Bronzezeit (3.9 ± 0.6 ka, OKKGII03), und endet in der mittleren Bronzezeit

(3.6 ± 0.4 ka, OKKGI04). Zu dieser Zeit beginnt auch in etwa die Verfüllung der Grubenreihe (3.5 ± 0.6 ka, OKGRIB11 und 3.2 ± 0.7 ka, OKGRIA04) und dauert bis in die späte Bronzezeit bis frühe Eisenzeit (2.9 ± 0.5 ka, OKGRIA07) an. Die OSL-Datierung des unter der Grube liegenden Grabenabschnitts zeigt einen möglichen Ablagerungszeitraum im Übergang zwischen Endneolithikum und früher Bronzezeit (4.2 ± 0.7 ka, OKGRIB09). Auch die Dellen des Mikroreliefs wurden in dieser Zeit vollständig verfüllt (3.8 ± 0.6 ka, OKSII03, 3.2 ± 0.8 ka, OKSI04). Zudem führt ein archäologisch in die Bronzezeit datierter Weg quer über den Höhenrücken. Die OSL-Alter aus der Spurrinne (3.9 ± 0.8 ka, Spät/Endneolithikum-späte Bronzezeit, OKWI01) und der kolluvialen Verfüllung (2.5 ± 0.2 ka, frühe bis mittlere Eisenzeit, OKWI03) des Weges bestätigen eine Nutzung bis zum Ende der Bronzezeit.

Zum Zeitpunkt der geoarchäologischen Untersuchung auf dem Höhenrücken waren die originären Schwarzerdehorizonte (Axh) vollständig erodiert. Die entlang der Grabungsgrenzen aufgeschlossenen Bodenprofile zeigten einen 25-35 cm mächtigen Pflughorizont¹⁰ (Ap), der direkt auf dem Löss auflag (Abb. 6-1).



Abb. 6-1: Bodenaufbau Kuppe Oechlitz

Catena Südhang

Auch am Südhang lag der Pflughorizont direkt auf dem Löss auf, ein Schwarzerdehorizont wurde nicht angetroffen (Abb. 6-2). Die stellenweise etwas mächtigeren Pflughorizonte deuten auf ein Mikrorelief am Hang. Mit einer Länge von 360 m und einem Höhenunterschied von 22 m von der Kuppe bis zur Tallinie verläuft der Südhang mit einem gleichmäßigen Gefälle von 6.1 %. In dem Tal fließt der Oechlitzer Grund, ein kleines, zur Entwässerung des Gebietes künstlich angelegtes Fließgewässer¹¹, welches in östlicher Richtung in die Stöbnitz mündet.

Im unteren Hangbereich lag der Pflughorizont an einer Stelle (OS7) direkt auf den Geschiebelehmen, die eigentlich darüber liegenden Lössen waren hier vollständig erodiert. Im Bereich von Hangfuß bis in

¹⁰ Dokumentation der Pflughorizonte bei Bef.nr. 15242/OKSI, Bef.nr. 35679/OKSII, Bef.nr. 35678/OKWI, Bef.nr. 28291/OKKGI

¹¹ freundl. mündl. Mitteilung Anwohner Oechlitz

Catena Nordhang

Der Nordhang hat mit einer Länge von 350 m und einem Höhenunterschied von 10 m zwischen dem Höhenrücken und dem Trockental ein Gefälle von 2.8 %. In diesem Tal entwässert die Dressel periodisch das Gebiet. Die Mächtigkeiten der Bodenhorizonte des nordexponierten Hanges wurden entlang der Grabungsgrenze durchgängig aufgeschlossen. Die Dokumentation erfolgte anhand von 15 Einzelprofilen, von denen fünf für die sedimentologische und geochemische Analyse in Pflughorizont und Untergrundsediment beprobt wurden (ONIIIA&B). Weiterhin wurde durch das Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt ein Geoprofil (Bef.nr. 25873) angelegt, welches bis an den Hangfuß reichte (LDA, k.a., unveröff.). Die am Hangfuß akkumulierten Sedimente wurden an zwei verschiedenen Stellen aufgeschlossen (ONI&ONII). Die Sedimente im Trockental wurden anhand einer Rammkernsondierung (OAU6) dokumentiert.

Im oberen Hangbereich lag der Pflughorizont direkt auf dem anstehenden Löss, dieser war im mittleren Hangbereich vollständig bis auf die pleistozänen Geschiebelehne erodiert. Die Mächtigkeiten des Pflughorizonts schwankten zwischen 25-55 cm, der für eine Schwarzerde typische Oberbodenhorizont (A_{sh}) fehlte im gesamten Hangbereich (Abb. 6-4).

Im Bereich des Hangfußes am Nordhang traten relativ abrupt recht mächtige Schwarzerdekolluvien von 1.60-2.70 m auf (ONI und ONII). In den Sedimentablagerungen am Hangfuß (ONI) waren z. T. Holzkohlefragmente vorhanden, die aufgrund ihrer schlechten Erhaltung auf relativ jung abgelagerte Sedimente hinweisen. Denn organische Makroreste wie Holzkohlen werden aufgrund der chemischen Prozesse in alkalischen Böden schnell aufgelöst (Ascough et al., 2011; Braadbaart et al., 2009; Rebollo et al., 2008). Die geborgenen Holzkohlestücke waren im Profil zwar noch zu erkennen, aber schon so stark zersetzt, dass sie nicht im Verbund entnommen werden konnten. Die Holzkohle befand sich also noch nicht so lange im Sediment, als dass sie vollständig zersetzt werden konnte und bestätigt somit ein eher junges Ablagerungsalter der Kolluvien (siehe dazu auch Anhang A, Kap. I.I.XI).

Auch die geochemischen Merkmale der Hangfußsedimente (ONI&ONII) geben im lokalen Vergleich aller Kolluvien Hinweise auf ein jüngeres Ablagerungsalter (Kap. 4.1.1) und zeigen unterschiedlich vorverwitterte Sedimente. Die deutlich gröberen Korngrößen mit einem verhältnismäßig höheren Sandgehalt deuten auf schnellere flächige Ablagerungsprozesse, ebenso wie die schlechte Bleichung der Sedimente, die in den OSL-Messungen sichtbar wurde (Anhang A, Kap. I.I.XI-XII). Die Ablagerungsalter dokumentieren eine erste geringmächtige flächige Kolluviation am Nordhang in der Zeit zwischen römischer Kaiserzeit bis in das frühe Mittelalter (1.4 ± 0.3 ka, ONI03), die aber vor allem in Mittelalter bis in die Neuzeit stattfand (0.9 ± 0.1 ka, ONI04 und spätmittelalterlich-neuzeitlich/ONI07 und ONII03, neuzeitlich/ONII04) (Abb. 6-9). Von einer intensiven Erosion während der Völkerwanderungszeit ist nicht auszugehen, da sich die Lebensbedingungen für die Menschen im Gebiet, ebenso wie in ganz Deutschland und Mitteleuropa, zunehmend verschlechterten und starke Wanderungsbewegungen auslösten, so dass viele Gebiete entvölkert waren und die Vegetation ihre Umgebung zurückeroberte und den Boden vor Erosion schützte. Auch aus dem Untersuchungsgebiet bei Oechlitz liegen keine Hinweise auf eine Besiedlung in der Umgebung während der Völkerwanderungszeit vor (LDA, k.a., unveröff.). Das deutet darauf hin, dass in Hinblick auf die

6.1 ... in Oechlitz und Bad Lauchstädt

fehlenden Nachweise einer Besiedlung des Gebietes zu dieser Zeit der Nordhang bis mindestens zu Beginn der Völkerwanderungszeit, wahrscheinlich sogar bis zu Beginn des Mittelalters landwirtschaftlich nicht genutzt wurde und keine flächige Erosion bis an den Hangfuß stattfand.

Die Untersuchungen von Arndt (2002; 2003; 2004; 2006) zur mittelalterlichen bis neuzeitlichen Kulturlandschaftsentwicklung auf der Querfurter Platte bestätigen eine flächige landwirtschaftliche Nutzung der fruchtbaren Böden aufgrund der starken Bevölkerungszunahme erst ab dem Mittelalter. Bis dahin waren weite Flächen der Querfurter Platte noch nahezu flächendeckend bewaldet. Erste Rodungen in den Gebieten begannen ab dem 14. Jahrhundert, allerdings war die geringste Ausdehnung der Wälder, wie von Bork et al. (1998) in Mitteleuropa für diesen Zeitabschnitt angenommen, auf der Querfurter Platte noch nicht erreicht. Infolge der flächigen Rodungen, wie die Karten zur Landnutzung im 15.-18. Jahrhundert zeigen (Abb. 6-3), wurde die den Wasserhaushalt regulierende Vegetation größtenteils zerstört, was erhöhte Wasserabflüsse zur Folge hatte, die wiederum verstärkte Erosionstätigkeiten im Gebiet auslösten. Bis Anfang des 19. Jahrhunderts waren die Wälder weitestgehend aus dem Landschaftsbild der Querfurter Platte verschwunden und die Landwirtschaft prägte das neue Landschaftsbild (Arndt, 2002).

Nur lokal setzten auf dem Nordhang bis an den Hangfuß in der Erosionsrinne/Grubenreihe lineare Erosions- und Ablagerungsprozesse bereits ab der mittleren Bronzezeit ein (2.9 ± 0.5 ka, ONGRID01).

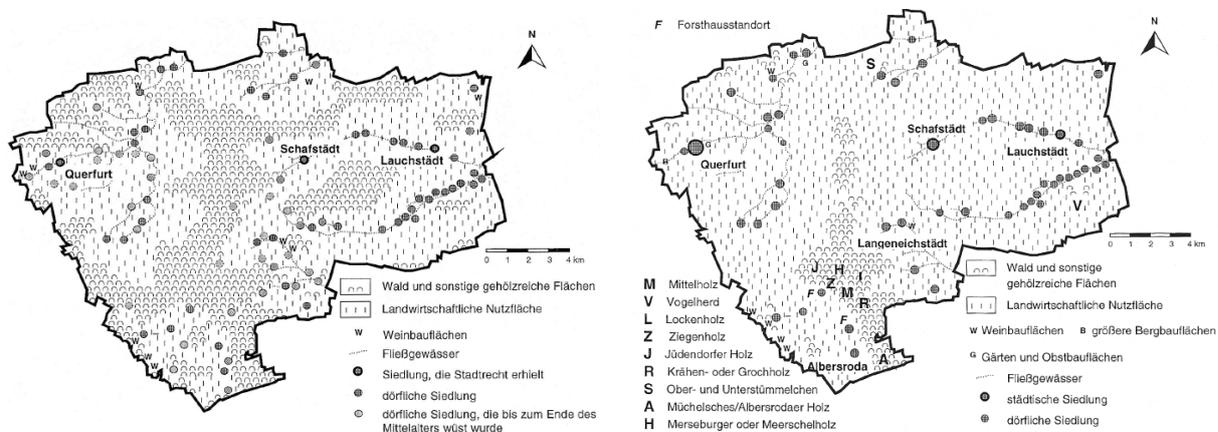


Abb. 6-3: Wandel der Landnutzung auf der Querfurter Platte im a) Hoch- und Spätmittelalter (15./16. Jh.) und b) Mitte des 18. Jahrhunderts (Arndt, 2002, S. 4/S. 6)

In der Tallinie erreichten die Schwarzerdekolluvien Mächtigkeiten von bis zu 1.40 m (OAU6). Darunter befanden sich 4.60 m mächtige Schwemmlösse. Die in den oberen dunklen Kolluvien (bis 1.40 m u. GOK) im Tal enthaltenen Holzkohle- und Ziegelflitter verweisen auf ein eindeutig durch den Menschen beeinflusstes Sediment. Der durchgängig vorhandene Kalkgehalt der im Tal abgelagerten Kolluvien (OAU6) zeigt keine Auswaschung durch Verwitterung und deutet somit auf eher jünger abgelagerte Sedimente. Ebenso sind sie hydromorph durch Schwankungen im Grundwasserspiegel überprägt, sedimentologische und geochemische Hinweise auf ein ehemaliges stetig fließendes Gewässer waren aber nicht vorhanden. Das Tal war immer wieder durch Feuchtphasen geprägt, worauf

6 Die holozäne Landschaftsgeschichte ...

der Wechsel zwischen Mollusken-führenden (zw. 0.30-1.40 m und 2.70-4.40 m) und Mollusken-freien Sedimentablagerungen deutet, wie auch heute die Dressel das Gebiet noch periodisch entwässert.

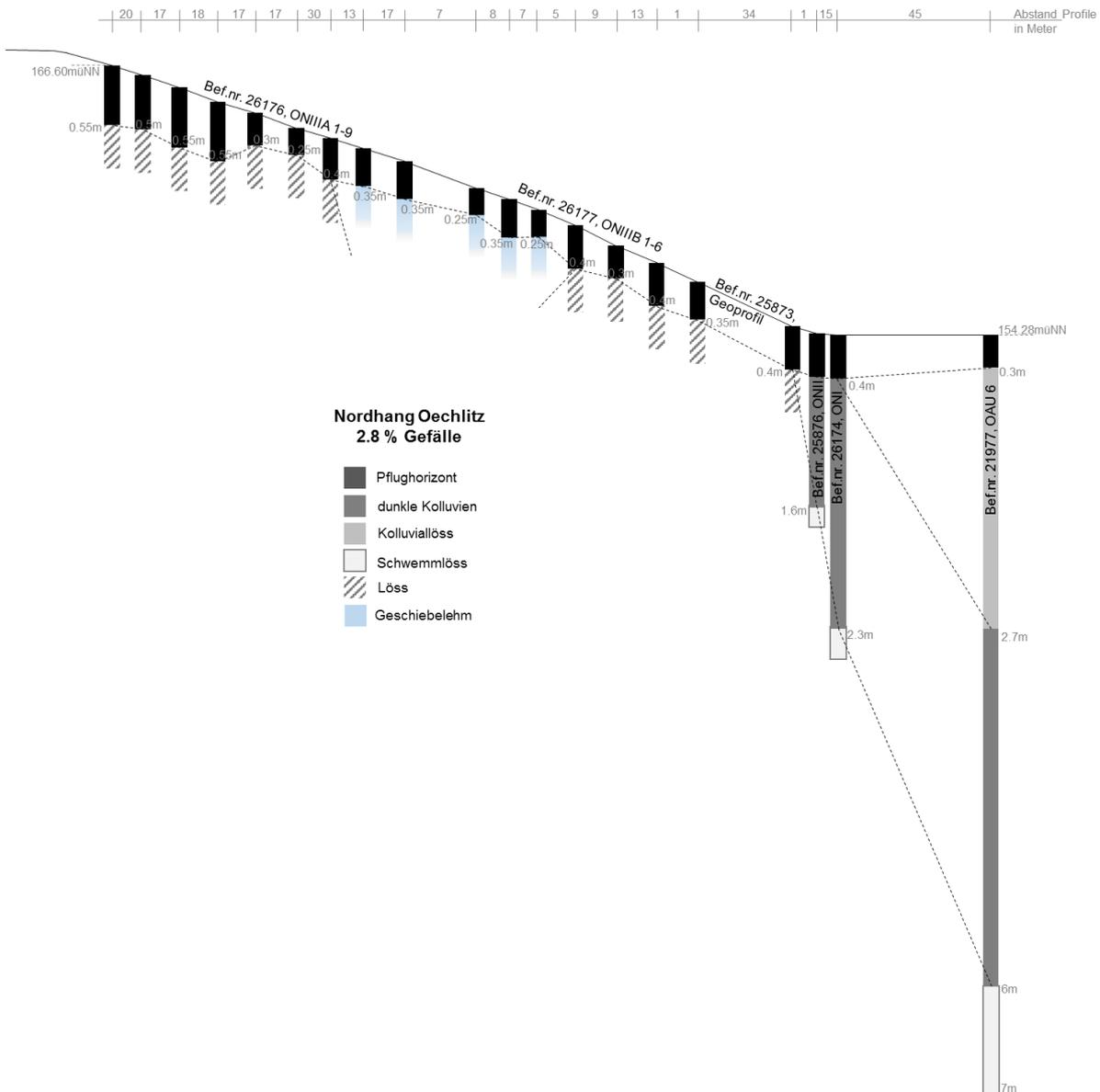


Abb. 6-4: Schematische Darstellung der Hangcatena am Nordhang bei Oechlitz. Der Pflughorizont von 25-55 cm belegt eine flächige landwirtschaftliche Nutzung des Gebietes vom Höhenrücken bis in die Talbereiche. Das belegt auch der auf Höhenrücken und Hang durchgängig fehlende Schwarzerdehorizont. Dieser liegt als kolluviale Ablagerung im Tal bis in 6 m Tiefe unter der heutigen Geländeoberfläche.

Die beschriebenen Hangverläufe sind typisch für die flachwellige Querfurter Platte, wie auch Schröder (1995) in einer Untersuchung zur Bodenerosion auf der Querfurter Platte zeigt (Abb. 6-5). Die Erosion setzt vor allem in den unteren Hangbereichen ein und die Akkumulation der erodierten Sedimente findet am Hangfuß und in den Tälern statt. Eine intensive Nutzung des Bodens erreicht durch eine extensive Landwirtschaft auf den Höhen und in den Hangbereichen auch in einer Landschaft wie der Querfurter Platte mit geringer Reliefenergie einen hohen Bodenabtrag. So werden die ursprünglichen

Schwarzerdehorizonte an den Hängen bis auf den Löss zu Pararendzinen erodiert (Schröder, 1986; Schröder und Backhaus, 1991; Schröder und Löwa, 1991). Unterhalb der Kolluvialschwarzerden befinden sich in den Hangfußbereichen und Tälern der Querfurter Platte z. T. mächtige Schwemmlössschichten, die bereits während der Weichsel-Kaltzeit aufgrund von Solifluktionvorgängen und Flächenabspülungen verlagert wurden. So tritt an manchen Hängen bereits der pleistozäne Geschiebemergel direkt unter dem Pflughorizont an die Oberfläche (Carlsen, 1989; Richter et al., 2003).

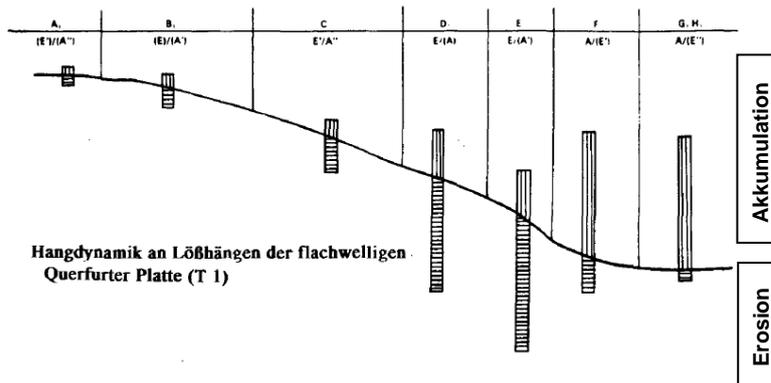


Abb. 6-5: Schematische Darstellung einer Hangcatena nördlich von Querfurt mit typischen Erosions-/Akkumulationsraten für die Querfurter Platte (Schröder, 1995, S. 253)

Osthang/Stöbnitzau

Der nach Osten exponierte Hang verläuft mit einem Gefälle von 2.4 % bis in die Talsohle der Stöbnitzau. Auf der ganzen Hanglänge waren die Schwarzerden vollständig erodiert und der Pflughorizont lag direkt auf dem Löss auf. Um einen Querschnitt durch die Sedimentablagerungen im Talsohlen-Auenbereich zu erhalten, wurden an vier verschiedenen Stellen Bohrungen durchgeführt. Die Bohrungen OAU2 und OAU1 bilden die beiden äußeren Punkte am Übergang vom Hangfuß zum Talboden und nahe des Ufers der Stöbnitz ab, die Bohrungen OAU3 und OAU4 wurden ergänzend innerhalb der Talaue angelegt (Abb. 6-7).

Insgesamt zeigten die Bohrungen in der Talaue Mächtigkeiten der Sedimentablagerungen von bis zu 8.00 m. Die Schwemmlösse im untersten Bereich befanden sich in Tiefen ab 2.0-7.0 m u. GOK gefolgt von Schwarzerdekolluvien mit Mächtigkeiten zwischen 0.80-3.7 m u. GOK. Darüber lagerten weitere kolluviale Lössen, die mit Mächtigkeiten zwischen 1.0-3.0 m bis an die Oberfläche reichten.

Im untersuchten Querschnitt der Stöbnitzau wurden nur wenige Ablagerungen des Fließgewässers dokumentiert. Es wurden nur stellenweise, in unmittelbarer Nähe zur Stöbnitz selbst (OAU1/OAU4), erhöhte Tongehalte im Wechsel mit sandigeren Lagen als Merkmal für Ablagerungen von Fließgewässern zwischen den kolluvialen Ablagerungen nachgewiesen. Die randlichen Talbereiche waren durch kolluvial abgelagerte Hangsedimente dominiert (OAU2/OAU3).

Die untersuchten Sedimente in der Talsohle wiesen in allen vier Profilen hydromorphe Merkmale auf. Der stetige Einfluss der Grundwasserschwankungen in der Aue führte zu oxidierten rötlich-gelben

Schichten mit Rostflecken, ebenso zu reduzierten Sedimenten, die durch den stetigen Wassereinfluss grau gefärbt wurden. In den untersuchten Sedimenten in der Talsohle traten auch in den tieferen Bereichen (OAU1) und den stärker durch Reduktion gekennzeichneten grauen Schichten vereinzelt Eisenflecken auf, die auf ein zeitweises Trockenfallen auch bis in tiefere Bereiche hinwiesen. Auch die Ausfällung von Kalk in den unteren Schwemmlössschichten und die Ausbildung von Kalkkonkretionen und Lösskindl können nur in einem zeitweise trockenen Milieu stattgefunden haben. In Zusammenhang der stark unterschiedlichen Schwankungshöhen des Grundwassers und den Wechseln zwischen Mollusken-führenden und -freien Sedimentablagerungen wird von einer phasenweise feuchten Talsohle ausgegangen. Die erhöhten Kalkgehalte in den oberflächennahen, nicht durch Grundwasser beeinflussten Sedimenten geben Hinweise auf einen relativ jungen Ablagerungszeitraum, in dem noch keine Entkalkung stattfand. Die unteren grundwasserbeeinflussten Sedimente wurden sekundär aufgekalkt.

Die Pollenanalyse datiert die dunklen Sedimentablagerungen aus der Bohrung nahe der Stöbnitz (OAU1) aufgrund der hohen Gehalte an Roggen- und Kornblumenpollen und deren erste Vorkommen in der Region im südlichen Mitteldeutschen Trockengebiet in das Mittelalter bis in die Neuzeit. Auch zeigen sich für diese Zeiträume typische hohe Anteile von Siedlungsanzeigern. Ebenso überwiegt der Anteil an Nichtbaumpollen gegenüber den Baumpollen (vor allem Kiefer- und Birkenpollen), die für eine offene Landschaft und ein stark landwirtschaftlich geprägtes Landschaftsbild stehen. Dieser menschliche Einfluss wird noch deutlicher in einem überdurchschnittlich hohen Anteil an mikroskopisch kleinen Holzkohlefragmenten in den dunklen Kolluvien in unmittelbarer Nähe zur Stöbnitz (Hellmund, 2005; 2016). In den gleichen dunklen Kolluvien wurden bereits im Gelände Holzkohleflitter dokumentiert, ebenso wie Ziegel- und Keramikflitter, die einen eindeutigen menschlichen Einfluss in der Umgebung dokumentieren.

Damit datieren die kolluvialen Löss, die sich z. T. über den dunklen Kolluvien abgelagert haben (OAU1, OAU4), in die Neuzeit. Das bedeutet, dass der Schwarzerdehorizont am Osthang des Oechlitzer Höhenrückens vom Mittelalter an bis in die Neuzeit vollständig erodiert worden sein muss, so dass der Löss in den Hangbereichen bis an die Oberfläche gelangte. Der Löss wurde anschließend aus dem Hang erodiert und im Tal abgelagert. In Zusammenhang mit den Untersuchungsergebnissen von Arndt (2003), der flächige Rodungen auf der Querfurter Platte ab dem Mittelalter beschreibt, kann auch für den Höhenrücken bei Oechlitz von einer großflächigen Rodung des Gebietes, vor allem der Hochfläche und der Hänge ausgegangen werden. Die vegetationslose Oberfläche konnte so durch auftretende Niederschläge und deren oberflächlichen Abfluss von den Hängen rasch erodiert und in den Tälern abgelagert werden.

Die hohen Holzkohleanteile verstärken noch einmal mehr die bereits dunkle Färbung der Schwarzerdekolluvien. Im Vergleich der holzkohlereichen Schwarzerdekolluvien im Tal der Stöbnitz (OAU1, OAU4) zu den Schwarzerdekolluvien in den Dellen auf dem Höhenrücken (OKSI/OKSII) sind die Talkolluvien z. T. noch dunkler (Abb. 4-3, Kap. 4.1.1). Im weiteren Vergleich dieser Kolluvien mit den dunklen Kolluvien aus dem östlichen und nördlichen Tal bei Oechlitz (OAU2/OAU3/OAU6) wird ebenfalls sichtbar, dass diese weniger reich an organischen Kohlenstoffen sind, obwohl sie Holzkohleflitter

6.1 ... in Oechlitz und Bad Lauchstädt

enthalten (Abb. 6-6). Daran wird die intensivere Nutzung des Osttals durch den Menschen, an dessen Hängen sie bereits seit dem Neolithikum siedelten (Schunke, 2009), sichtbar.

Auch die dunklen Kolluvien im Auenbereich der Laucha bei Bad Lauchstädt (BLI) zeigen einen hohen Anteil an organischen Kohlenstoffen und damit eine sehr dunkle Färbung der abgelagerten Sedimente, vergleichbar zu den dunklen Kolluvien aus der Stöbnitzaue (Abb. 6-6). Die OSL-Datierung zeigt, dass diese dunklen organikreichen Ablagerungen aus der Lauchaue ebenfalls Ende des Frühmittelalters (1.1 ± 0.1 ka, BLI04) bis in das Spätmittelalter (0.7 ± 0.1 ka, BLI07) dort abgelagert wurden (Abb. 6-9). Auch das Gebiet bei Bad Lauchstädt wurde seit dem Mittelalter großflächig gerodet und landwirtschaftlich genutzt, so dass eine flächige Erosion der Hänge bis in die Täler seit dieser Zeit stattgefunden hat. Das Ablagerungsalter des untersten Schwarzerdekolluviums im Hangfuß-Talbereich an der Laucha liegt im Frühmesolithikum (10.1 ± 1.1 ka, BLI03). Damit entsteht eine Lücke in der Kolluviationsgeschichte von ca. 9000 Jahren. Ob während dieses Zeitraums eine Kolluviation stattgefunden hat oder die kolluvialen Ablagerungen aus dieser Zeit durch die Laucha erodiert und abtransportiert wurden, kann nicht abschließend geklärt werden. Sicher ist, dass die unmittelbare Umgebung nachweislich in Spätneolithikum bis in die frühe Bronzezeit (Schnurkeramik und Aunjetitzer Kultur) besiedelt war.

Insgesamt zeigt sich eine Kolluviationsgeschichte, die bereits im Neolithikum mit der Bildung geringmächtiger, punktuell auftretender Kolluvien auf dem Höhenrücken beginnt und bis in die Eisenzeit mit zunehmender Intensität und Extensität auf die Hänge voranschreitet (Abb. 6-8 a-c). Während der römischen Kaiserzeit und der Völkerwanderungszeit fanden nur geringe Erosionsaktivitäten im Gebiet statt (Abb. 6-8 d). Eine durch intensive menschliche Nutzung ausgelöste flächige Kolluviation bis in die unteren Hangbereiche und Täler begann allerdings erst ab dem Mittelalter bis in die Neuzeit (Abb. 6-8 e).

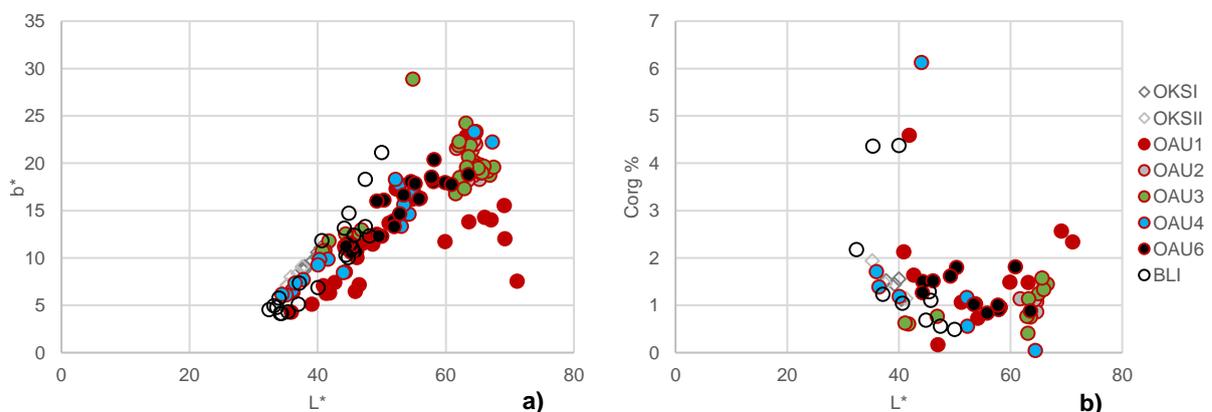


Abb. 6-6: Farbgebung und organischer Kohlenstoffgehalt der kolluvialen Ablagerungen in den Dellen auf dem Höhenrücken und in den Tälern und Flussauen in Oechlitz und Bad Lauchstädt a) Helligkeit gegen Gelbwert, b) Helligkeit gegen organischen Kohlenstoffgehalt

6 Die holozäne Landschaftsgeschichte ...

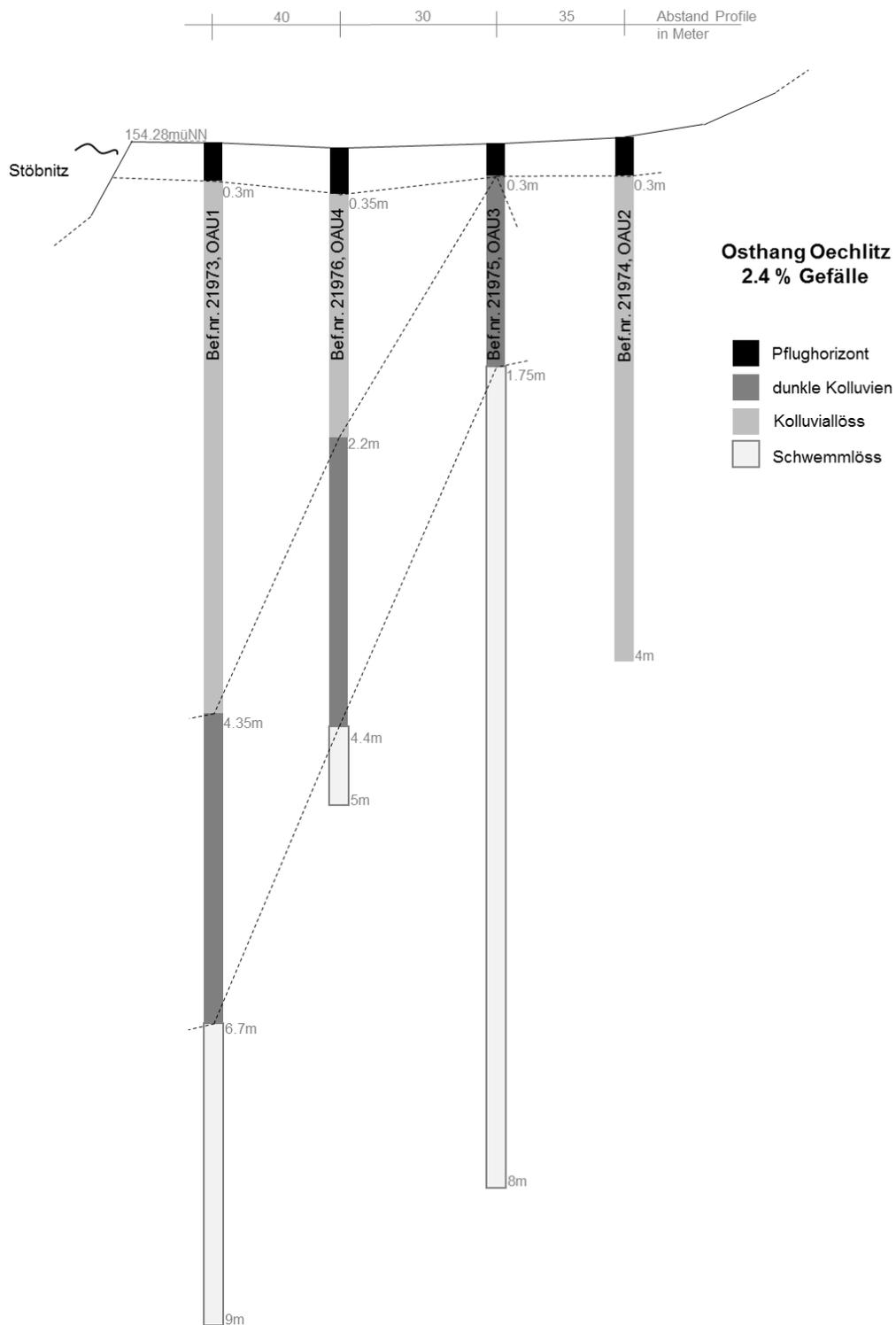


Abb. 6-7: Schematische Darstellung vom Fuße des Osthangs bis in die Stöbnitzau bei Oechlitz. Die vier Rammkernsondierungen reichen bis in eine maximale Tiefe von 9 m. Die vom Hang abgelagerten Schwarzerdekolluvien mit Mächtigkeiten bis zu 2.3 m sind z. T. von weiteren kolluvialen Lössen aus dem Hang überdeckt.

6.1 ... in Oechlitz und Bad Lauchstädt

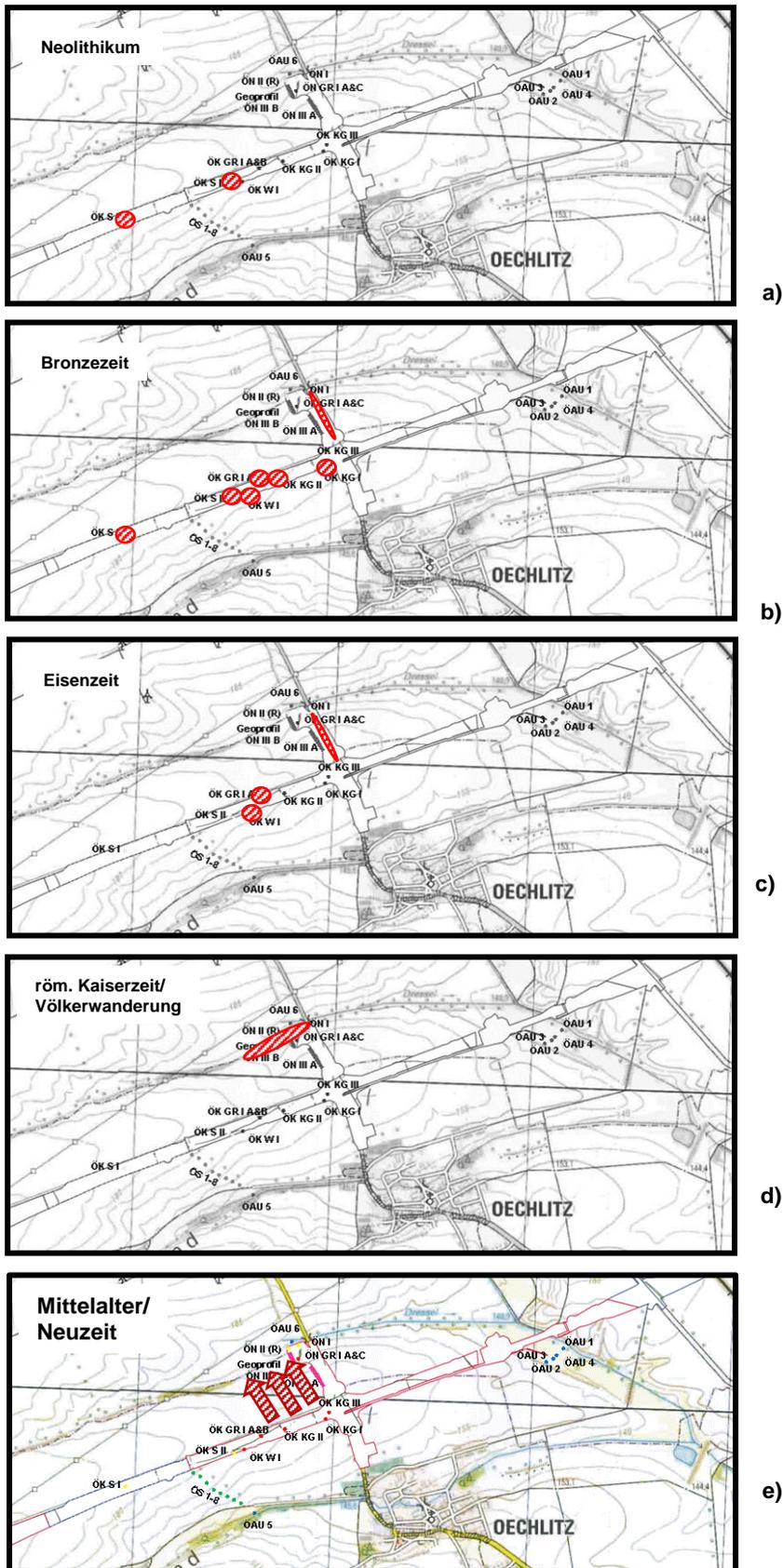


Abb. 6-8: Kolluviationsgeschichte im Bereich des Oechlitzer Höhenrückens ab dem Neolithikum bis in die Neuzeit (a-e) (Kartengrundlage TK50, © GeoBasis-DE; LVermGeo, 2005). Die rot markierten Flächen zeigen die einzelnen Erosionsflächen und deren qualitatives Ausmaß (nähere Erläuterung dazu im Text letzter Abschnitt S. 125)

6 Die holozäne Landschaftsgeschichte ...

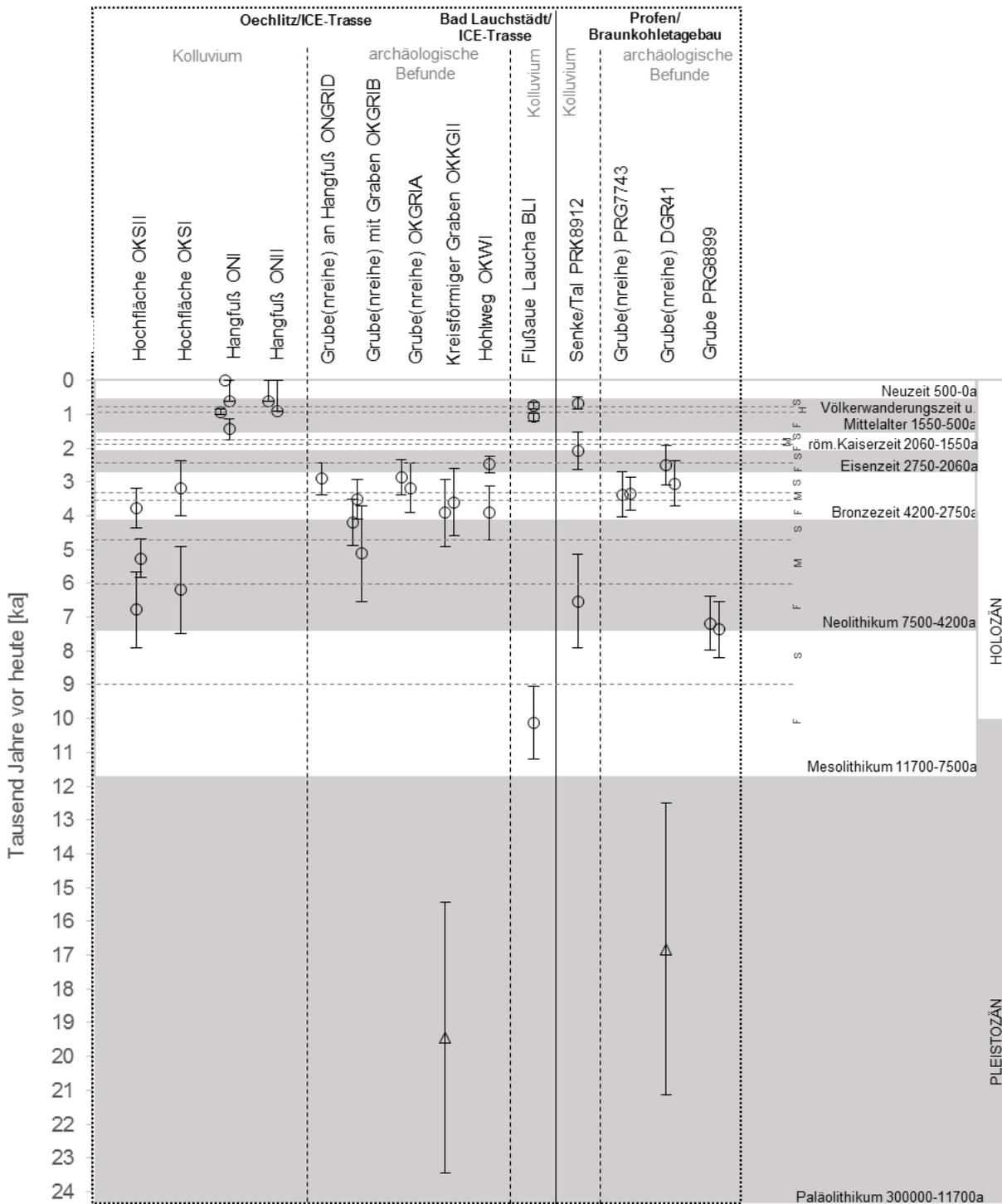


Abb. 6-9: Vergleich der OSL-Datierungen aus den verschiedenen kolluvialen Ablagerungen und dem Löss aus den Untersuchungsgebieten Oechlitz, Bad Lauchstädt und Profen im südlichen Mitteldeutschen Trockengebiet (F = Früh-, M = Mittel-, S = Spät-, H = Hoch-)

6.2 ... in Profen

Auch für das Gebiet bei Profen stellte sich die Frage nach der Intensität der Kolluviations- und Nutzungsgeschichte der hügeligen Hochflächen im Wirtschaftsraum zwischen den Siedlungen entlang der Flussauen der Elster und der Rippach. Vor allem fehlten bisher die Nachweise einer neolithischen Bewirtschaftung der archäologisch untersuchten Flächen, trotz des Vorhandenseins neolithischer Besiedlung in der Region und des für die Bewirtschaftung prädestinierten Gebiets mit seinen seichten Kuppen und Hängen und den fruchtbaren Lössböden in unmittelbarer Nähe der Siedlungsstandorte.

Die untersuchte offsite-Situation auf einer Anhöhe in der Nähe des devastierten Ortes Tornau zeigte nur wenige archäologische Befunde. Der Fund eines schnurkeramischen Grabes sowie das Grab eines germanischen Kriegers verweisen auf eine Nutzung der exponierten Fläche als Bestattungsort im Neolithikum sowie der Völkerwanderungszeit. Befunde, die auf eine Besiedlung hinweisen, wurden nicht verzeichnet. Auf der flachwelligen Anhöhe wurden vollständige Braun-Schwarzerde-Bodenprofile mit unterschiedlich mächtigen Verbraunungshorizonten (Bv) angetroffen (PDS1-4).

Auf der Anhöhe bei Domsen sowie in den untersuchten Kuppenbereichen bei Schwerzau lag der Pflughorizont direkt auf dem Löss auf und es wurden keine Braun-Schwarzerdehorizonte in situ angetroffen. In diesen Kuppenbereichen befanden sich mehrere archäologische Befunde, davon wurden Gruben aus zwei Grubenreihen (DGR5-41, PRG7743-45) sowie eine einzelne Grube (PRG8899) untersucht.

Die OSL-Datierungen (alle folgenden OSL-Datierungen in Abb. 6-9) aus der Grubenreihe bei Domsen zeigen eine Verfüllung, die ab der frühen Bronzezeit bis in die frühe Eisenzeit beginnt (3.0 ± 0.6 ka und 2.5 ± 0.5 ka, DGR4102&03). Beendet wird die Verfüllung mit einer spätbronzezeitlich bis späteisenzeitlichen Sedimentablagerung, welche sich sowohl im obersten Grubenbereich als auch flächig in der Umgebung ausbreitet. Auch die Verfüllung der Grubenreihe auf einer Kuppe im Gelände bei Schwerzau beginnt in der frühen Bronzezeit bis in die frühe Eisenzeit (3.3 ± 0.5 ka und 3.4 ± 0.7 ka, PRG774302&03). Auf dem gegenüberliegenden Kuppenbereich liegt die einzelne fundfreie und damit archäologisch nicht datierbare Grube (PRG8899), in der sich spätmesolithische bis frühneolithische Kolluvien abgelagert haben (7.4 ± 1.0 ka und 7.2 ± 0.8 ka, PRG889901&02).

Beide Hänge zeigten ab den Kuppenbereichen bis in die abflusslose Senke (PRK8912) gekappte Bodenprofile. Der Schwarzerdehorizont war vollständig erodiert, so dass der Pflughorizont direkt auf dem Löss auflag. In der abflusslosen Senke befand sich über den 2 m mächtigen sandigen Schwemmlössschichten ein ca. 20 cm mächtiger dunkler Horizont. Dieser spiegelt den ehemaligen Schwarzerdehorizont (fAh) und damit die ehemalige Oberfläche wider, die mit einem OSL-Alter von 6.5 ± 1.4 ka in das Spätmesolithikum bis ins Mittelneolithikum (PRK891201) datiert. Die unterhalb abgelagerten Schwemmlöse sind damit älter als mittelneolithisch bis spätmesolithisch und zeigen die Formung der Oberfläche im Zuge von Solifluktion und flächenhaften Hangabspülungen während der letzten Kaltzeit. Auf den begrabenen Schwarzerdehorizont folgt ein weiteres schmales dunkles Kolluvium. Dessen Ablagerung ist zeitlich zwischen Neolithikum und Eisenzeit/Römerzeit eingeordnet, da die OSL-Datierung das darüberliegende Kolluvium in die frühe Eisenzeit bis späte römische Kaiserzeit (2.1 ± 0.5 ka, PRK891202) datiert. Die sehr ähnlichen sedimentologischen und geochemischen

Merkmale des dunklen Kolluviums und des ehemaligen Schwarzerdehorizonts zeigen einen gleichen Verwitterungsgrad (Kap. 10.2.5) und implizieren damit eine zu der Entstehung des Schwarzerdehorizonts relativ zeitnahe Erosion. Es handelt sich wahrscheinlich um ein neolithisch abgelagertes Kolluvium. Die oberste kolluviale Ablagerung in der Senke datiert in das Hoch- bis Spätmittelalter (0.7 ± 0.2 ka, PRK891203). Die oberen kolluvialen Ablagerungen sind aufgrund ihrer helleren Farbgebung eindeutig mit Löss durchmischt. Der Abtrag des Schwarzerdehorizonts muss also bereits vor der römischen Kaiserzeit so weit vorangeschritten gewesen sein, dass der darunterliegende Löss ebenfalls erodiert wurde und zusammen mit der Schwarzerde in der Senke abgelagert wurde.

Zusammengefasst zeigt sich für die Sedimentations- und Kolluviationsgeschichte in der Region Profen mit den Schwemmlössen in der Senke eine erste Formung des Reliefs in der letzten Kaltzeit. Die erste Nutzung des Menschen und dessen erste Eingriffe seine Umgebung spiegeln sich ab dem frühen Neolithikum in den kolluvialen Ablagerungen in der einzelnen Grube sowie im ehemaligen Schwarzerdehorizont und dem darüberliegenden wahrscheinlich neolithischen Kolluvium in der abflusslosen Senke wider (Abb. 6-10 a). Die geringe Mächtigkeit dieser kolluvialen Ablagerung zeigt keine sehr intensive Nutzung des Gebietes im Neolithikum. Ab dem Mittelneolithikum bis in die frühe Bronzezeit deutet sich eine zwischenzeitliche Ruhephase in der Sedimentation an, in der die Landschaft weniger intensiv genutzt wurde. Zu Beginn der Bronzezeit erhöhte sich die menschliche Aktivität im Gebiet wieder, durch den Menschen geschaffene Grubenreihen durchzogen das Gebiet (Abb. 6-10 b). Diese Zeit bedeutet auch eine Aktivitätsphase in der Kolluviation. Ein flächiger Abtrag bis in die Täler und Senken ist allerdings erst wieder in der frühen Eisenzeit bis in die späte römische Kaiserzeit zu verzeichnen (Abb. 6-10 c-d). Während der Völkerwanderungszeit bis in das frühe Mittelalter herrschte aufgrund der großen Wanderungsbewegungen und der Bevölkerungsabnahme und damit der geringen Nutzung vieler Gebiete in Mitteleuropa, wie auch in Profen, eine relative Stabilität in der Formung der Landschaft (Abb. 6-10 e). Eine weitere Phase intensiver Nutzung beginnt mit dem Hochmittelalter, die Bevölkerung nimmt deutlich zu und macht eine intensive Bewirtschaftung großer Flächen notwendig, die eine flächige Erosion im Gelände und die Ablagerung der Sedimente aus den Kuppen- und Hangbereichen bis in die Senken und Täler bewirkt (Abb. 6-10 f).

6.2 ... in Profen

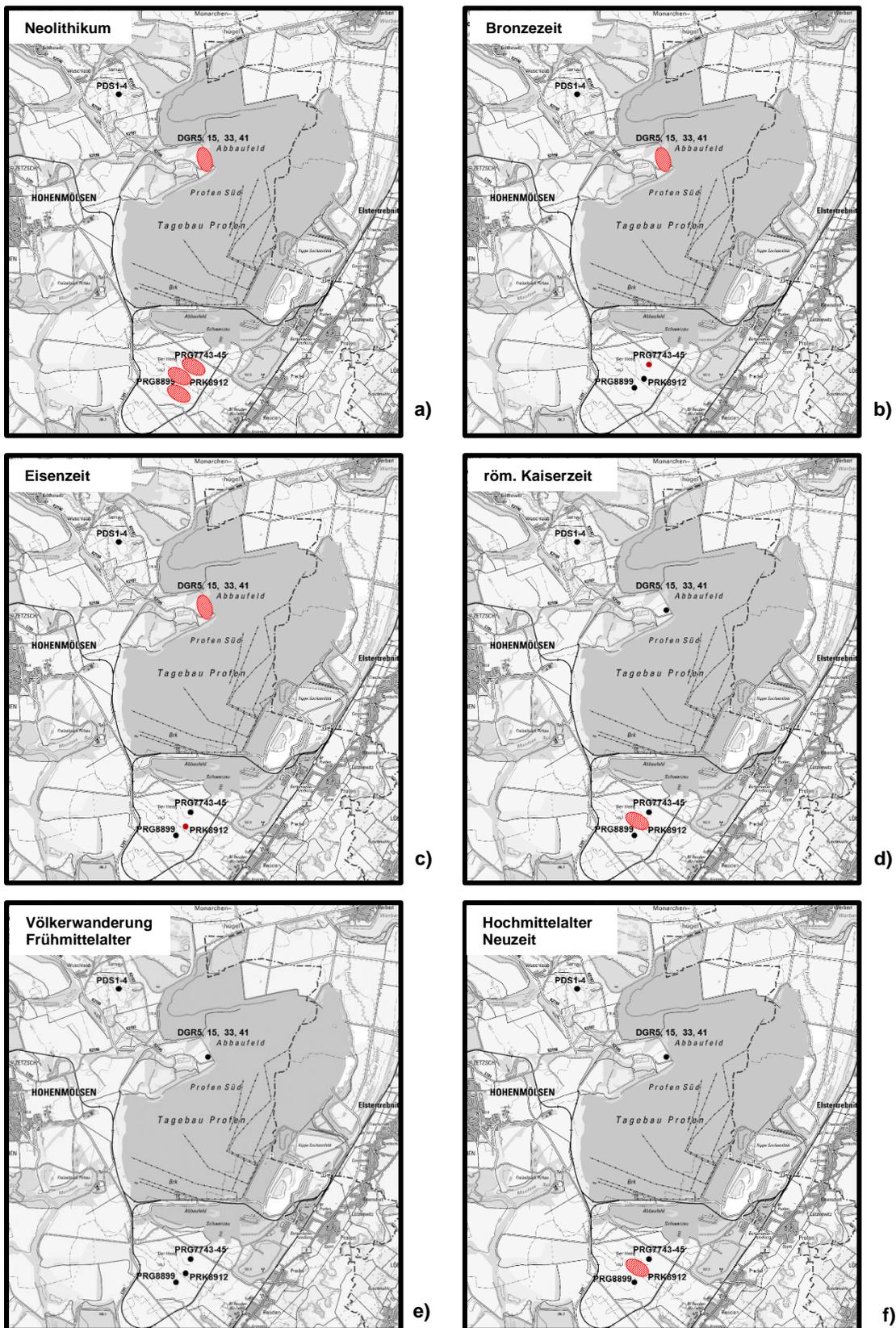


Abb. 6-10: Kolluviationsgeschichte bei Profen ab dem Neolithikum bis in die Neuzeit (a-f), (Kartengrundlage TK50, © GeoBasis-DE; LVerGeo, 2005). Die rot markierten Flächen zeigen die einzelnen Erosionsflächen und deren qualitatives Ausmaß (nähere Erläuterung dazu im Text letzter Abschnitt S. 130)

6.3 ... in Osterweddingen

Im Gegensatz zu Oechlitz, Bad Lauchstädt und Profen ist das Untersuchungsgebiet bei Osterweddingen in der Magdeburger Börde durch ein flachwelliges Relief gekennzeichnet. Auf der gesamten Untersuchungsfläche von 34 ha mit fruchtbarsten Feucht-Schwarzerdeböden wurden nur wenige archäologische Befunde dokumentiert. Die Frage nach der geringen Dichte an menschlichen Spuren lässt sich über den Vergleich der sedimentologischen und geochemischen Eigenschaften der Böden sowie der beprobten archäologischen Befunde erklären.

Die Schwarzerdehorizonte (OW1-38) und Schwarzerdekolluvien in den beiden Gruben (OW27, OW41) sind in ihren geochemischen Eigenschaften sehr ähnlich. Der Kalkgehalt sowie der organische Kohlenstoffgehalt schwanken je nach Relief und Grundwassereinfluss. Im Vergleich der Grubenverfüllungen mit den Schwarzerdehorizonten zeigt sich in allen Profilen eine Dominanz der hydromorphen Merkmale. Eisen und Mangan zeichnen den unterschiedlich starken Grundwassereinfluss in den Profilen nach. Die stärkste Grundwasserbeeinflussung ist im Schwarzerdeprofil OW25 zu verzeichnen. Auch die Grube OW41 ist im Verhältnis zur anderen Grube OW27 stärker hydromorph überprägt und weist ähnliche Werte zu den untersuchten Schwarzerde-Profilen auf. Die sandigeren Sedimente, in die die Grube OW41 hineinreicht, sind durchlässiger und die Grubenverfüllung damit ebenso wie die Schwarzerden in situ gleich durch das Grundwasser beeinflusst. Die Grubenverfüllung OW27 ist aufgrund der tonigen Schicht an der Basis der Grube stärker nach unten abgedichtet und das Grundwasser hat einen geringeren Einfluss auf die Verfüllsedimente. So zeigen die geochemischen Merkmale für diese Grube eine leichte Verwitterung innerhalb der Verfüllung an. Die geochemischen Eigenschaften der Grube OW41 dagegen entsprechen den Schwarzerdehorizonten. Das bedeutet wiederum, dass sich die geochemischen Eigenschaften der Schwarzerden mindestens seit der Bronzezeit erhalten haben müssen.

Insgesamt bedeutet das für die Schwarzerdeböden bei Osterweddingen eine durch die Jahrhunderte andauernde Erhaltung ihrer geochemischen Eigenschaften aufgrund des permanenten Grundwassereinflusses und der dadurch nur in geringem Maße stattfindenden Verwitterungsaktivitäten. Die gute Erhaltung der Bodeneigenschaften impliziert somit auch eine Erhaltung der Fruchtbarkeit des Bodens über die Jahrhunderte hinweg. Die wenigen dokumentierten archäologischen offsite-Befunde bezeugen somit eine vorwiegend agrarische Nutzung des Gebietes.

6.4 ... am Güldenberg, Inden-Pier

Die geoarchäologischen Untersuchungen der kolluvialen Ablagerungen am Güldenberg bei Inden-Pier zeigen eine kontinuierliche Nutzung des Gebietes seit dem Neolithikum:

Neben den kolluvialen Verfüllungen der archäologischen Befunde wurden auch kolluviale Ablagerungen in einem Hohlweg und einer Delle auf dem Güldenberg untersucht. Sowohl die archäologischen Datierungen als auch die Datierungen der Sedimente durch die Optisch Stimulierte Lumineszenz (Abb. 6-12) dokumentieren eine Nutzung des Gebietes im Neolithikum, vor allem im Jungneolithikum (zwei Gruben aus der Rössener Kultur, 4.5 ± 0.5 ka WW134/33RÖG1 und 4400-4200 v. Chr. WW134/87¹²), und ab den Metallzeiten (Umfassungsgräben für Bestattungen, WW2011/0048 St. 2¹³, 2.9 ± 0.3 ka WW134/32KRE1, 3.5 ± 0.2 ka WW134/34UMF1 sowie WW134/56¹⁴), bis in Mittelalter und Neuzeit (WW134/71¹⁵). Die kolluvialen Ablagerungen im Hohlweg und der Delle auf dem Güldenberg beginnen erst ab der späten Bronzezeit bis in das Hochmittelalter (je 3.0 ± 0.3 ka WW2011/0048 OSL1&3, 2.3 ± 0.7 ka WW1348702 sowie 0.8 ± 0.1 ka WW2011/0048 OSL6). Allerdings könnten sich unterhalb der in die Bronzezeit datierten kolluvialen Ablagerungen im Hohlweg noch ältere als spätbronzezeitliche Kolluvien befinden, da die untersten Kolluvien mit der Anlage des Profils nicht erreicht wurden (WW2011/0048 St. 1, siehe Anhang A, Kap. I.IV.II).

Die hydromorphen Eigenschaften und die Laminierung der Sedimente der untersten Verfüllsedimente der bronze- und eisenzeitlichen Befunde auf dem Güldenberg deuten auf stärkere Niederschlagsereignisse in diesem Zeitraum hin, die die kolluvialen Ablagerungen in den Befunden auslösten. Das Niederschlagswasser konnte nicht schnell genug im Boden versickern, lief in die offen stehenden Gruben und Gräben ab und transportierte gleichzeitig die Verfüllsedimente in die Befunde. Das Wasser stand zeitweise in den Befunden, so dass sich die unterschiedlichen Korngrößen differenziert ablagerten und sich die stellenweise feine Laminierung in den Verfüllungen ausbildete (WW2011/0048 St. 1, WW134/32, WW134/34).

Auch die archäologisch in die Römer- bis Neuzeit datierte Lehmentnahmegrube (WW134/71) zeigt eine hydromorphe Prägung der Verfüllsedimente, aber keine sichtbare Laminierung wie in den zuvor genannten archäologischen Befunden auf dem Güldenberg. Es handelt sich um vorverwitterte Sedimente, die die hydromorphen Merkmale „ererb“ hatten und vermutlich durch kräftige Niederschlagsereignisse in die Grube gelangten¹⁶.

Die kolluvialen Ablagerungen am Hangfuß und im Talbereich der Ruraue östlich des Güldenbergs beginnen ab der römischen Kaiserzeit bis in das Mittelalter (1.8 ± 0.2 ka WW12/13 St. 9 OSL9-5,

¹² archäologische Datierung, freundl. Mitteilung Frau Dr. Ulla Münch, LVR-Amt f. Bodendenkmalpflege, Außenstelle Titz, siehe auch Anhang A, Kap. I.IV.I

¹³ archäomagnetische Datierung, Frau Dr. Elisabeth Schnepf, Universität Leoben, siehe auch Anhang A, Kap. I.IV.III

¹⁴ archäologische Datierung, freundl. Mitteilung Herr Dr. Udo Geilenbrügge und Willi Schürmann, LVR-Amt f. Bodendenkmalpflege, Außenstelle Titz, siehe auch Anhang A, Kap. I.IV.VIII

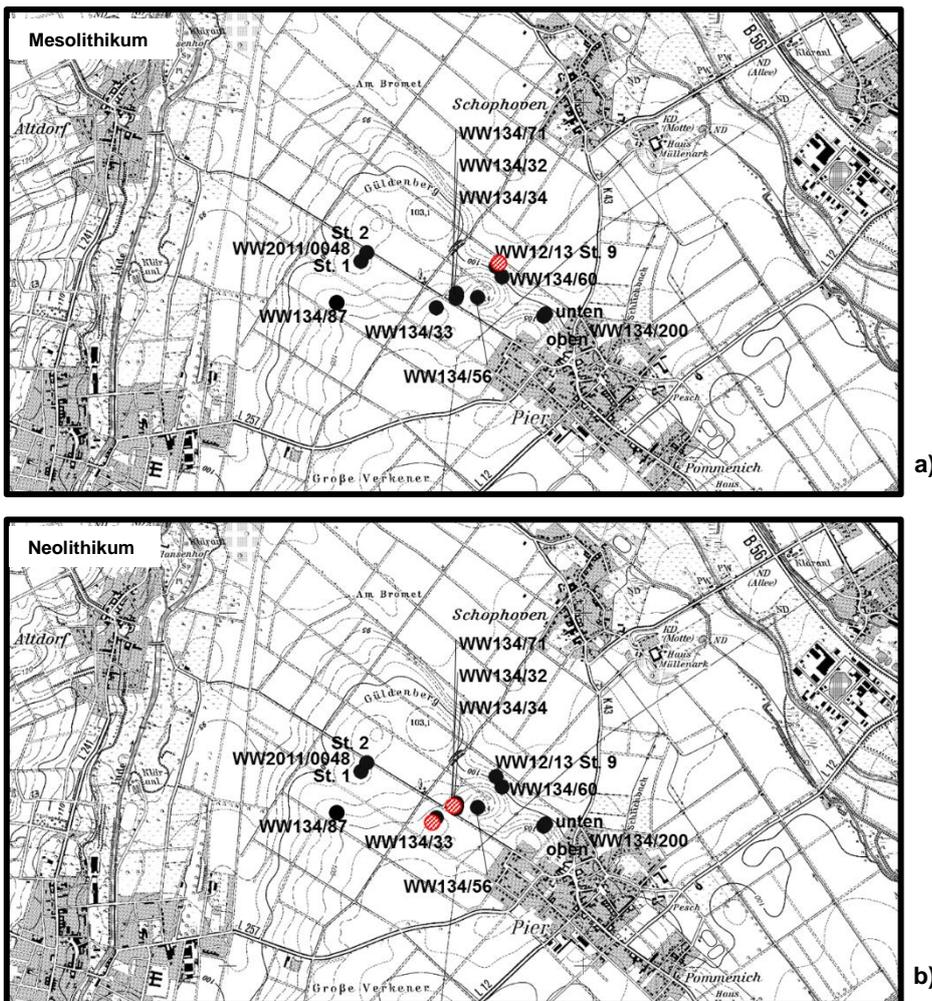
¹⁵ archäologische Datierung, freundl. Mitteilung Herr Dr. Udo Geilenbrügge und Willi Schürmann, LVR-Amt f. Bodendenkmalpflege, Außenstelle Titz, siehe auch Anhang A, Kap. I.IV.IX

¹⁶ Mikromorphologie, Herr. Dr. Martin Kehl (Kehl, 2014), siehe auch Anhang A, Kap. I.IV.IX

6 Die holozäne Landschaftsgeschichte ...

0.5 ± 0.6 ka OSL9-6, WW134/200¹⁷), d. h. die flächige Nutzung der Hochflächen und der Hänge fand hier mit dem „Einzug“ der Römer in die Niederrheinische Bucht statt, die das Gebiet nun intensiv und flächendeckend nutzten. Im Umkehrschluss bedeutet das eine Bewaldung der Hänge bis zum Ende der Metallzeiten. Die archäologisch undatierte Grube (WW134/56) aus dem Auenbereich der Rur lässt sich über die geochemischen und sedimentologischen Ergebnisse mit den Kolluvien am Hang vergleichen. Auch die vom Hang erodierten und in die Grube verfüllten Sedimente sind hydromorph geprägt. Innerhalb der kolluvialen Verfüllung scheint keine sehr intensive Verwitterung stattgefunden zu haben, daher wird es sich, ähnlich zu den Hangfußkolluvien, um eine eher jüngere Verfüllung handeln.

Die menschliche Nutzung sowie die Kolluviation am Gùldenbergr fanden ab dem Neolithikum bis heute relativ kontinuierlich statt. Die ersten Ablagerungen von Hochflutlehmen im Rurtal fanden bereits zum Ende des Mesolithikums statt (Abb. 6-11 a). eine intensive Nutzung größerer Flächen ist vor allem ab den Metallzeiten hauptsächlich auf der Hochfläche des Gùldenbergr zu verzeichnen (Abb. 6-11 c-d). Ab der römischen Kaiserzeit bis in die Neuzeit wurden auch die Hänge und Täler in die Bewirtschaftung einbezogen (Abb. 6-11 e-f).



(Abb.unterschrift S. 135)

¹⁷ archäomagnetische Datierung, Frau Dr. Elisabeth Schnepf, Universität Leoben, siehe auch Anhang A, Kap. I.IV.X

6.4 ... am Güldenbergr, Inden-Pier

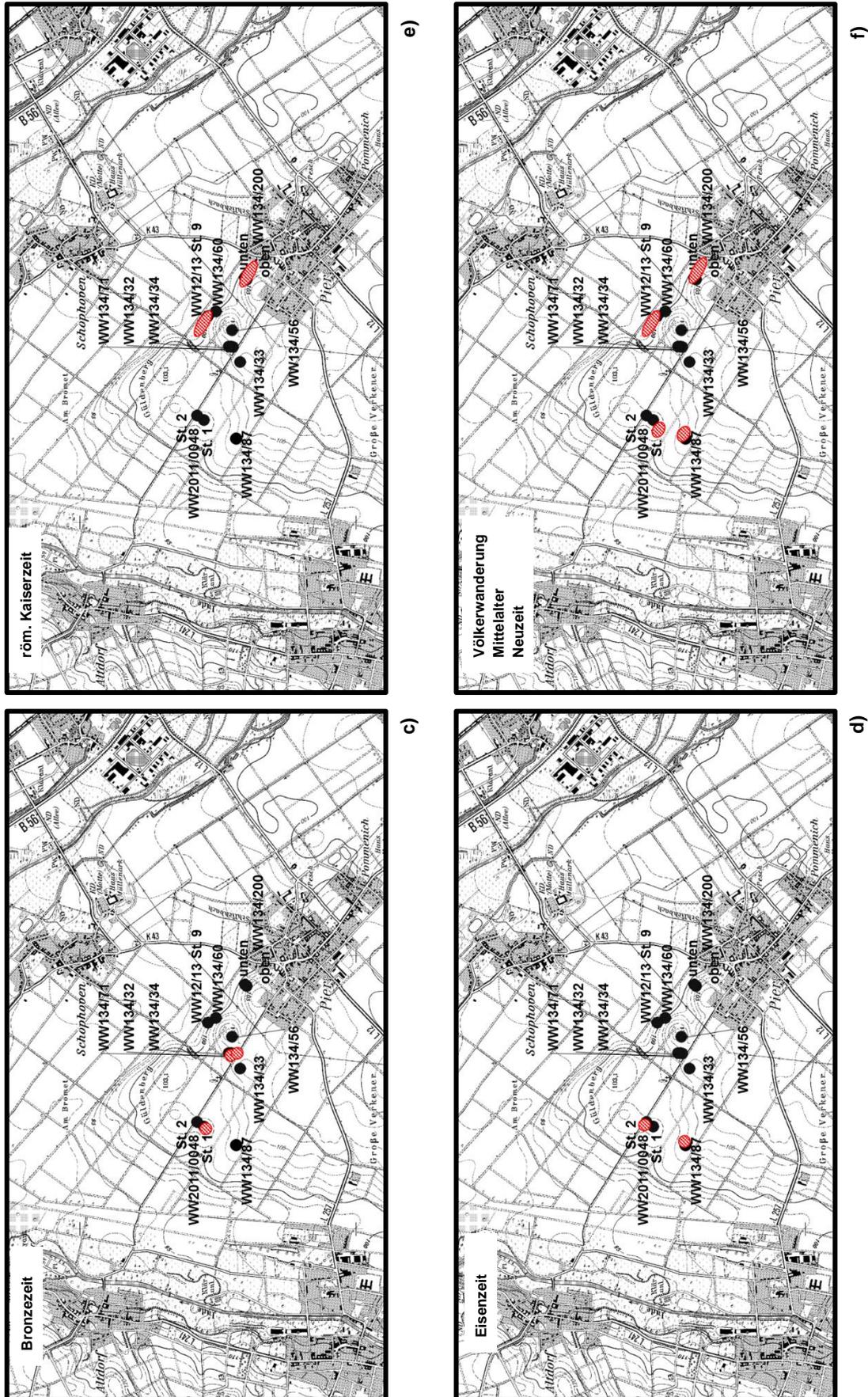


Abb. 6-11: Kolluviationsgeschichte am Güldenbergr bei Inden-Pier ab dem Mesolithikum bis in die Neuzeit (a-f), (TK25; Geobasis NRW, 2008). Die rot markierten Flächen zeigen die einzelnen Erosionsflächen und deren qualitative Ausmaß (nähere Erläuterung dazu im Text letzter Abschnitt S. 134)

6 Die holozäne Landschaftsgeschichte ...

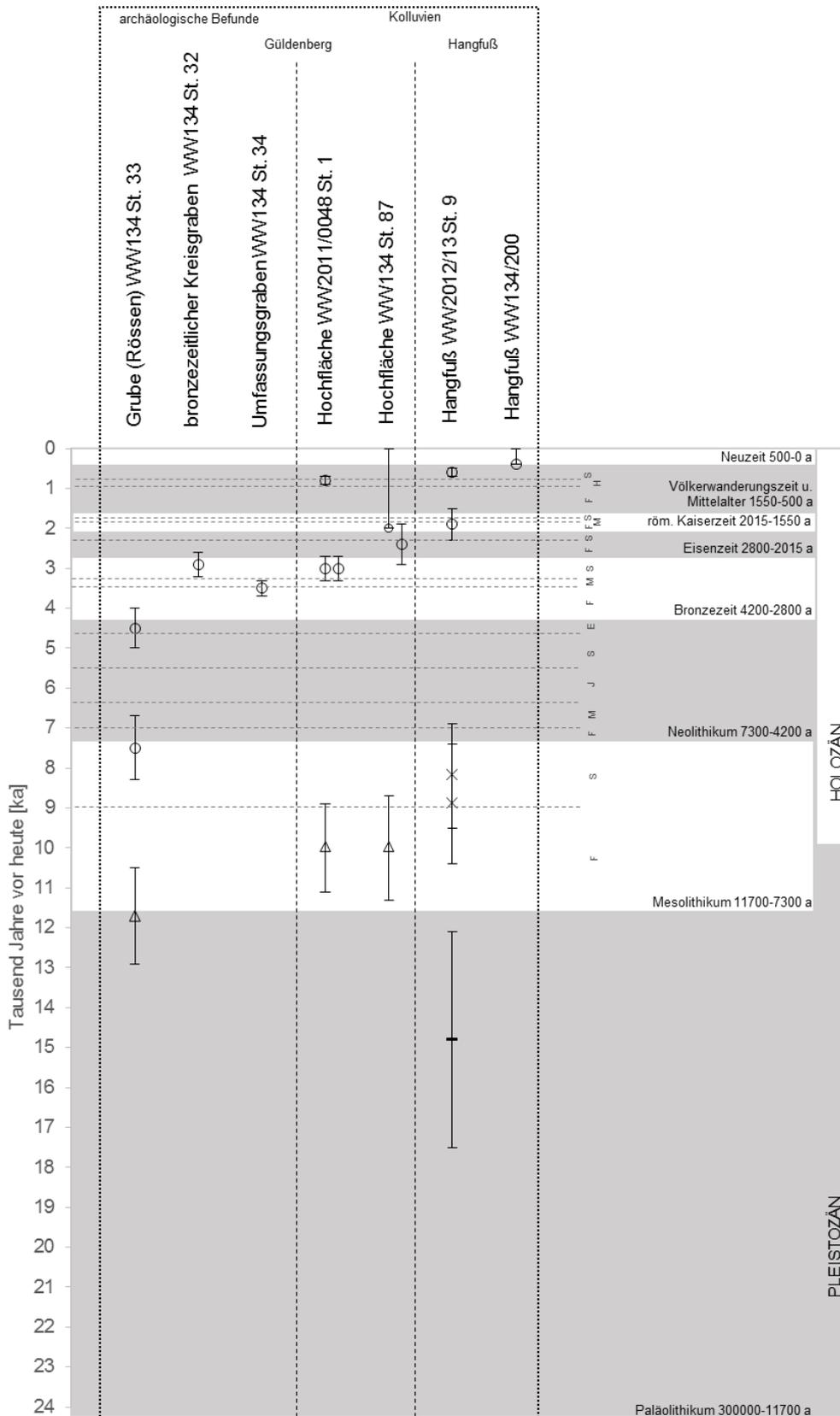


Abb. 6-12: Vergleich der OSL-Datierungen verschiedener kolluvialer Ablagerungen und dem Löss am Guldenberg bei Inden-Pier, Niederrheinische Bucht (F = Früh-, M = Mittel-, J = Jung-, S = Spät-, E = End-, H = Hoch-)

7 Schlussfolgerungen - Der Vergleich der holozänen Landschaftsgeschichte in Mitteldeutschem Trockengebiet und Niederrheinischer Bucht

Die zur geochronologischen Rekonstruktion der Landnutzungsgeschichte erhobenen OSL-Alter aus den kolluvialen Geoarchiven im offsite-Kontext zeigen für beide Regionen eine nahezu kontinuierliche Landnutzungsgeschichte der letzten 10000 Jahre.

Vor allem die Kolluviationsgeschichte für das Mitteldeutsche Trockengebiet zeigt eine kontinuierliche Nutzung der Landschaft in den untersuchten Gebieten. Abbildung 7-1 zeigt die OSL-Datierungen (schwarz) aus den archäologischen Befunden sowie den Kolluvien aus den Dellen des Mikroreliefs, in den Hangfußbereichen, Senken, Trockentälchen und Tälern von Fließgewässern. Diese ergänzen die bereits vorgenommenen OSL- und TL-Datierungen aus den angrenzenden Gebieten, dem nördlichen Harzvorland (Bode et al., 2003) sowie aus dem Leipziger Tiefland (Tinapp, 2008; Tinapp et al., 2008) (graue Markierung, siehe auch Kap. 1.1). Die Datierungen zeigen eine kontinuierliche Kolluviation seit dem frühen Neolithikum bis in die Eisenzeit. Die Anzahl der kolluvialen Ablagerungen verdichtet sich vor allem ab dem Beginn der Bronzezeit und dann wieder ab dem frühen Mittelalter. Für die Eisenzeit werden erstmals kolluviale Ablagerungen datiert. Eine relative Ruhephase in der Sedimentation und damit Formungsruhe in der Landschaft zeigt sich während der römischen Kaiserzeit.

Anhand der Vielzahl der abgebildeten OSL-Alter in Abbildung 7-2 wird die bereits sehr gut untersuchte Kolluviationsgeschichte in der Niederrheinischen Bucht deutlich (graue Markierungen) (aus Fischer, 2010; Fischer et al., 2010; Fischer et al., 2012; Fischer et al., 2015; Gerlach et al., 2014; Gerlach et al., 2011; Hilgers und Zander, 2011; Schmidt-Wygasch, 2010; Schulz, 2006). Die Lumineszenzdatierungen (schwarz) aus den Kolluvien und Befundverfüllungen am Güldenberg bei Inden-Pier bestätigen und ergänzen die ausgewiesenen Kolluviationsphasen von Schulz (2006), Fischer (2010) und Protze (2014) für die niederrheinische Lössregion (Abb. 7-3). Am Güldenberg bei Inden-Pier zeigt sich zu Beginn sowie im ausgehenden Neolithikum im Übergang zur frühen Bronzezeit insgesamt eine Kolluviation geringen Ausmaßes, ebenso wie in der Altdorfer Delle und am Gillbach. Im direkt benachbarten Elsbach- und Indetal dagegen fehlen Hinweise auf eine neolithische Kolluviation.

Aktivitätsphasen in der Kolluviation finden vor allem in den Übergängen der jeweiligen Epochen, wie in Endneolithikum bis in die frühe Bronzezeit oder von der späten Bronzezeit bis in die frühe Eisenzeit, statt. Ruhephasen in der kolluvialen Sedimentation zeigen sich vor allem in den „Hochphasen“ der jeweiligen Epochen.

7 Schlussfolgerungen - Der Vergleich der holozänen Landschaftsgeschichte in Mitteldeutschem Trockengebiet und Niederrheinischer Bucht

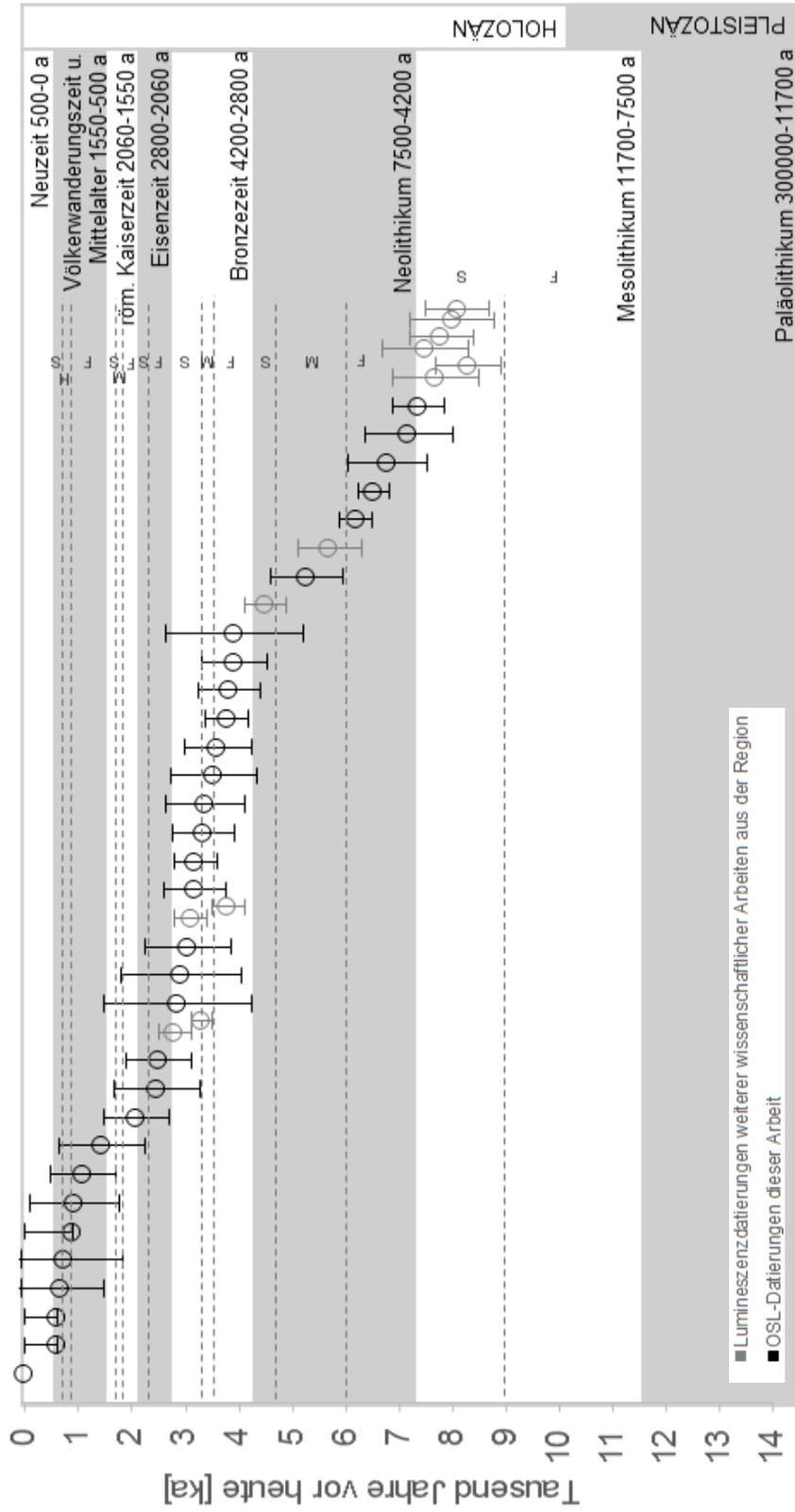


Abb. 7-1: OSL-Datierungen zur Kolluviationsgeschichte ab dem Holozän im Mitteldeutschen Trockengebiet (F = Früh-, M= Mittel-, S = Spät-, H = Hoch-)

Niederrheinische Bucht

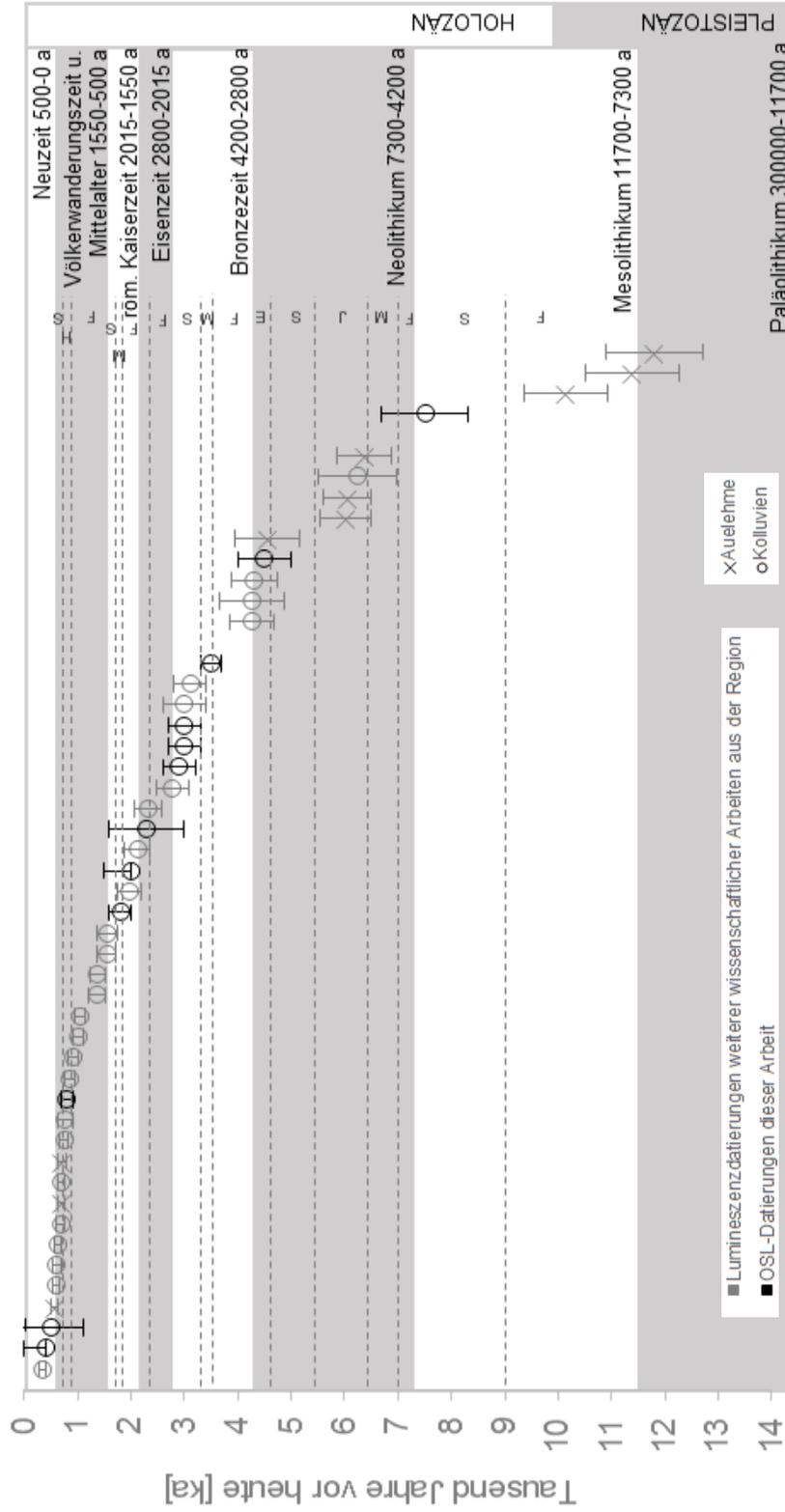


Abb. 7-2: OSL-Datierungen zur Kolluviationsgeschichte aus der Niederrheinischen Bucht (F = Früh-, M = Mittel-, J = Jung-, S = Spät-, E = End-, H = Hoch-)

7 Schlussfolgerungen - Der Vergleich der holozänen Landschaftsgeschichte in Mitteldeutschem Trockengebiet und Niederrheinischer Bucht

Kulturstufe	Kolluviation nach SCHULZ (2007) Seitental Elsachtal (Otzenrath) und Altdorfer Delle (Inden)	Kolluviation nach FISCHER (2010) Einzugsgebiet des Gilbaches	Kolluviation Einzugsgebiete des Ellebachtals (Otzenrath) und Indetals PROTZE (2014)	Pollenzonen Nach KALIS & MEURERS-BALKE in BRUNOTTE et al. 1994	Kolluviation Güldenbergrurtal, bei Inden-Pier (diese Arbeit)
Spätmittelalter – Neuzeit	E	M ₃	E B	Subatlantikum	Kolluviation
	RG 2		E B(?) S(?)		
Hochmittelalter	D	M ₂	E		Kolluviation
	RG 1		S B		
Frühmittelalter	Bodenbildung		E		Kolluviation
	C		S B		
Römerzeit	Bodenbildung		E S		Kolluviation
	Bodenbildung ?		B		
	B		E S B E S		
Metallzeiten	Bodenbildung	M ₃	B		Kolluviation
	A		E S		
Bronzezeit	Bodenbildung		B	Kolluviation	
			S		
Neolithikum	geringfügige Kolluviation möglich	(M)Bht	Hiatus	Atlantikum	Kolluviation
Mesolithikum	keine Kolluviation	keine Kolluviation	B	Boreal	Kolluviation
			E		

Abb. 7-3: Vergleich der Kolluviationsphasen am Güldenbergrurtal, Inden-Pier mit den von Schulz (2006), Fischer (2010) und Protze (2014) ausgewiesenen Bodenbildungs-, Stabilitäts- und Erosionsphasen in der Niederrheinischen Bucht (ergänzt nach Protze, 2014, S. 125, Band 1)

7.1 Neolithikum (5500/5300-2200 v. Chr.)

Aus der Gesamtbetrachtung der in der vorliegenden Arbeit erstellten holozänen Kolluviationsgeschichte der einzelnen Untersuchungsgebiete zeigen sich im Kontext der OSL-Datierungen, sedimentologisch-geochemischen Analyseergebnisse mit der Archäologie folgende Entwicklungen der Landnutzungsgeschichte in den einzelnen Regionen sowie im überregionalen Vergleich:

Sowohl im Mitteldeutschen Trockengebiet als auch in der Niederrheinischen Bucht wird anhand der OSL-Datierungen eine Kolluviations- und Landnutzungsgeschichte erfasst, die mit dem Mesolithikum beginnt. In der Niederrheinischen Bucht werden Ablagerungen von Auelehmen in der Indeaue (Schmidt-Wygasch, 2010) bereits im Übergang von Paläolithikum zu Mesolithikum und im Übergang von Mesolithikum zu Neolithikum datiert. In Mitteldeutschland zeigen sich erste kolluviale Ablagerungen im Hangfuß-Flussauenbereich der Laucha bei Bad Lauchstädt (Abb. 7-1) bereits im Übergang von Mesolithikum zum Neolithikum (Abb. 7-2). Auch Tolksdorf et al. (2013) zeigen an einem archäologischen Fundplatz im Rhein-Main-Gebiet, dass auch im Mesolithikum der Mensch bereits in seine Landschaft eingriff und lokale Sedimentumlagerungen auslöste. Ebenso datieren Reiß et al. (2009) zwei kolluviale Ablagerungen an Talböden in der Dithmarscher Geest bei Albersdorf (Schleswig-Holstein) in das Mesolithikum.

7.1 Neolithikum (5500/5300-2200 v. Chr.)

Sowohl die Niederrheinische Bucht als auch das Mitteldeutsche Trockengebiet wurden zu Beginn des Neolithikums aufgrund ihrer fruchtbaren Lössböden und Klimagunst nahezu flächendeckend besiedelt. Seitdem begann auch der Eingriff des Menschen in seine Umwelt, der von nun an das Landschaftsbild durch die Schaffung von Freiflächen für Siedlungen und Landwirtschaft prägte. Insgesamt umfasst das Neolithikum ca. 3000 Jahren eine lange Zeit der kontinuierlichen Veränderung und Weiterentwicklung in der Bevölkerung und ihren Lebensweisen (Knörzer et al., 1999; Müller, 1995; Preuß, 1989), die sich auch in Rheinland und Mitteldeutschland widerspiegeln.

Mitteldeutsches Trockengebiet

Im Verlauf des Neolithikums machte sich eine stellenweise kontinuierliche Zurückdrängung der Wälder bis zum Ende des Neolithikums bemerkbar (Altermann und Kühn, 1995). „Die neolithische Besiedlung war also auch im Mitteldeutschen Trockengebiet offenbar von Beginn an mit einer Zurückdrängung des Waldes verbunden“ (Müller, 1953, S. 53). Auch Pollennachweise von Kulturfolgern wie Getreide, Spitzwegerich, Beifuß oder Brennnessel machen erste Eingriffe des Menschen nachweisbar (Litt, 1992a; b). Durch die Verdrängung der Wälder und Bewirtschaftung der entwaldeten Flächen entstanden bereits im Frühneolithikum erste bodenerosive Prozesse und es kam zur Ablagerung von Auelehmen. Auch kam es durch erhöhten Wasserabfluss zu einer rückschreitenden Tiefenerosion der Flüsse, die das Relief der Lösslandschaft prägte (Litt, 1992a; b; Mania, 1995b). Insgesamt wurde die Landschaft des Mitteldeutschen Trockengebietes durch den Eingriff des Menschen in ihrer Form aber nur gering verändert. Das lokale Erosionsgeschehen spielt sich noch weitgehend auf den Hochflächen ab.

Bereits die frühneolithischen Siedlungsareale liegen sowohl im nördlichen als auch im südlichen Teil des Mitteldeutschen Trockengebietes in der Hauptsache in den Übergangsbereichen der Hänge zu den Fluss- und Bachniederungen (Hohle, 2012; Schlette, 1980), wie z. B. der Stöbnitzau bei Oechlitz, der

7 Schlussfolgerungen - Der Vergleich der holozänen Landschaftsgeschichte in Mitteldeutschem Trockengebiet und Niederrheinischer Bucht

Elster- oder Rippachau im Gebiet bei Profen sowie der Sülzeau bei Osterweddingen (Kap. 2.6, Abb. 2-11/17/19). Deren bewaldete Täler wurden als Waldweiden für das Vieh genutzt (Schlette, 1980). Die fruchtbaren Löss-Schwarzerden auf den ausgedehnten Flächen im „Hinterland“ der Besiedlungen, weg von den Fließgewässern, wurden für die ackerbaulichen Tätigkeiten genutzt. Der Abtrag des Bodens durch diese menschlichen Eingriffe blieb in den untersuchten Gebieten aber nur gering. Die spätmesolithischen bis mittelneolithischen Ablagerungen befinden sich, wie auf dem Höhenrücken bei Oechlitz, in kleinen Dellen im Mikrorelief. Auch Helbig und Köppen (2006) finden in ihren geoarchäologischen Untersuchungen im Zuge einer archäologischen Grabung im nordöstlichen Harzvorland in der Nähe von Quedlinburg geringmächtige neolithische Kolluvien, die das Mikrorelief auskleideten.

Auch können die neolithischen Kolluvien wie in Profen in nur geringmächtigen Lagen in Zusammenhang mit dem ehemaligen Schwarzerdeoberboden in Senken liegen. Das spätmesolithisch bis mittelneolithisch datierte Kolluvium aus der Senke sowie eine in den gleichen Zeitraum datierte Grube auf einem Kuppenbereich geben erste Hinweise auf eine Nutzung des Gebietes bei Profen seit dem Übergang von Mesolithikum in das Neolithikum. Es wurden also hauptsächlich Areale auf den Hochflächen, aber auch in den Hangbereichen gerodet und wirtschaftlich genutzt.

Unter der Voraussetzung, dass die Schlitzgrubenbefunde bei Osterweddingen ebenso wie die Schlitzgruben aus dem Rheinland und bei Prießnitz im Mitteldeutschen Trockengebiet in das Spätmesolithikum bis in das frühe Neolithikum datieren (Kap. 5.4.2), ist auch für das Gebiet in der Magdeburger Börde und seinen fruchtbaren Feucht-Schwarzerden von einer frühesten Nutzung durch die bandkeramischen Siedler auszugehen. Vermutlich haben sich auch hier in der flachwelligen Ebene durch die Nutzung stellenweise schmale Kolluvien in den kleinen, flachen Dellen abgelagert, die aber aufgrund der intensiven, rezenten landwirtschaftlichen Bearbeitung im Pflughorizont aufgehen und so heute nicht mehr nachzuweisen sind. Auch Seils (1999) und Tinapp (2008) bestätigen für das südliche Sachsen-Anhalt und das Leipziger Tiefland eine nur lokale und wenn, dann sehr geringmächtige Ausbildung neolithischer Kolluvien.

Niederrheinische Bucht

Im Rheinland befanden sich die neolithischen Siedlungen vor allem an den Talrändern auf den Hochflächen, aber auch in trockenen Tälern, wie z. B. bei Düren-Arnoldsweiler, in der Nähe von oberflächennahem Grundwasser, das durch den Bau von Brunnen erreicht werden konnte, oder aber auch an Fließgewässern (Gerlach und Meurers-Balke, 2015a; b; Weiner, 2012). Ackerbauliche Tätigkeiten fanden nur auf kleinen Flächen statt, so dass, trotz der beginnenden Rodungen zum Erwerb von Holz für den Bau der Langhäuser, die nahezu flächendeckende Vegetation weitestgehend intakt blieb (Gerlach und Meurers-Balke, 2015b; Knörzer et al., 1999). In Pollendiagrammen wurden die ackerbaulichen Tätigkeiten kaum sichtbar, allerdings war eine Veränderung in den Baumpollen in Richtung lichtliebender Gehölze zu verzeichnen, die auf eine Ausdünnung der Wälder schließen lassen. Diese verwandelten sich bis in das Jungneolithikum in stark bewirtschaftete Wälder, in denen vor allem Eichen auftraten, bis sie im Spät- und Endneolithikum sich zu sehr lichten, „parklandschafts-ähnlichen“, von der Hasel dominierten Wäldern entwickelten. Erst jetzt, durch die sukzessive Entwaldung der

7.1 Neolithikum (5500/5300-2200 v. Chr.)

Flächen und dem gesunkenen Wasserbedarf des geringeren Baumbestandes bilden sich Fließgewässer in den bis dato trockenen kleinen Tälern aus (Becker, 2005; Gerlach und Meurers-Balke, 2015b).

Mit der kleinflächigen Bewirtschaftung durch den Menschen griff die Erosion auch nur „stellenweise“ in den Boden ein und die mobilisierten Sedimente wurden lediglich über kurze Distanzen in dem leicht welligen, pleistozän entstandenen Mikrorelief abgelagert (Gerlach und Meurers-Balke, 2015b). Im großräumigen Zusammenhang der Niederrheinischen Lösslandschaft konnten in verschiedenen Gebieten neolithische kolluviale Ablagerungen in kleinräumigem Maßstab nachgewiesen werden. Die mittel- bis jung-, sowie endneolithisch datierten Kolluvien kleiden das Mikrorelief aus. Sie sind in flachen Dellen im unteren Hangbereich wie bei Düren-Arnoldsweiler (Gerlach et al., 2012; Gerlach et al., 2011) oder in einer natürlichen Rinnenstruktur wie bei Bergheim-Paffendorf (Fischer et al., 2010) abgelagert. Kolluviale Ablagerungen für das Endneolithikum im Übergang zur frühen Bronzezeit können bereits auch in Tallagen, wie in der Bachau des Pulheimer Bachs, abgelagert sein (Fischer et al., 2015).

Das neolithische Landschaftsbild im Umfeld des Güldenbergs war hauptsächlich durch die Veränderung der Flussablagerungen von Inde und Rur geprägt. Erste Hochflutlehme im Gebiet lassen sich ab dem Jungpaläolithikum bis ins Spätneolithikum nachweisen (siehe auch Hilgers und Zander, 2011; Merkel et al., 2014; Schmidt-Wygasch, 2010). Obwohl die Region nachweislich seit dem frühen Neolithikum besiedelt war und der Güldenberg zu dieser Zeit durch den Menschen auch landwirtschaftlich genutzt wurde, wie der Fund der Getreidereste in einer rössenzeitlichen Grube bestätigt, blieb der Eingriff des Menschen nur gering. Kolluviale Ablagerungen außerhalb der archäologischen Befunde fehlen. Demnach fand im Neolithikum auch hier eine menschliche Nutzung ausschließlich auf kleinen Flächen statt, die von „intakter“ Vegetation umgeben waren und so verhinderten, dass am Güldenberg eine großflächige Erosion ausgelöst wurde.

Vergleich

Weder in Mitteldeutschem Trockengebiet noch in der Niederrheinischen Bucht kam es in Hinblick auf die geringe Mächtigkeit der Kolluvien während des Neolithikums zu einer intensiven Nutzung des Bodens. Auch blieb die Bewirtschaftung auf kleine Flächen hauptsächlich auf Hochflächen und Hangbereiche begrenzt. Die Vegetation blieb in weiten Teilen der Landschaften intakt und schützte den Boden vor intensiver Erosion. In beiden Regionen, stärker ausgeprägt in der Niederrheinischen Bucht, zeigt sich eine relative Formungsruhe in der Landschaft etwa ab dem Mittelneolithikum. In dieser Zeit ist ebenfalls ein Rückgang in der Bevölkerung in beiden Gebieten zu verzeichnen (Kap. 2.6).

Ein interessanter Aspekt ist hierbei die Frage von Friederich und Wollenweber (2014) nach Wasserschöpfstellen, bzw. Brunnen aus der ältesten Linienbandkeramik. Für Mitteldeutschland konnten zwar bisher eine Vielzahl an Wasserschöpfstellen und Brunnen für die ältere bis jüngere mitteldeutsche Linienbandkeramik festgestellt werden, jedoch „fehlen“ bisher solche Befunde aus der ältesten Linienbandkeramik. Die Annahme der Autoren ist, dass die ersten Besiedler zu Beginn des Neolithikums noch offenes, bzw. oberflächennahes Wasser in der Region antrafen, aber durch deren Bewirtschaftung ausgelöste Kolluviation eine Überdeckung der gut erreichbaren Wasserressourcen stattfand, so dass ein verstärkter Brunnenbau ab der älteren Linienbandkeramik notwendig wurde.

7 Schlussfolgerungen - Der Vergleich der holozänen Landschaftsgeschichte in Mitteldeutschem Trockengebiet und Niederrheinischer Bucht

Für die untersuchten Gebiete kann, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, aufgrund der kleinflächigen Bewirtschaftung und der geringen Erosionstätigkeit nicht von einer Überdeckung der Wasserquellen ausgegangen werden. Möglicherweise siedelten sich die Menschen in der älteren bis jüngeren Linienbandkeramik an Tälern an, die nicht in unmittelbarer Nähe zu einer offenen Wasserquelle lagen, wie auch Gerlach und Meurers-Balke (2015a; 2015b) für viele kleine Täler ohne Fließgewässer für das Niederrheingebiet während des Neolithikums annehmen.

7.2 Bronze- und Eisenzeit (2200-750 v. Chr. und 750-60 v. Chr.)

Die bronze- und eisenzeitliche Bevölkerungsentwicklung war geprägt durch intensive gesellschaftliche Veränderungen. Sozialstrukturen differenzierten sich aus und Hierarchien entstanden. Aufgrund der zunehmenden Bevölkerung wurden die bisher besiedelten Flächen und vor allem die bewirtschafteten Flächen ausgeweitet (Altermann und Kühn, 1995; Hänsel, 2010; Herrmann, 1989; Horst, 1989b; Metzner-Nebelsick et al., 2010). In Verbindung mit der Flächenknappheit an fruchtbaren Böden und den nun stärker hierarchisch organisierten Sozialstrukturen kam es zu gesteigerten Besitzansprüchen, z. T. mit kriegerischen Auseinandersetzungen (Horst, 1989b). Natürliche Ressourcen, wie Salz oder Erze, wurden erschlossen und verarbeitet, Kupferlegierungen, Bronze und Eisen wurden gewonnen. Das Handwerk differenzierte sich aus (Hänsel, 2010; Horst, 1989a; Müller, 2002; Seyer, 1989; Walter, 1989; Weber, 2007). Auch wurden Handelsbeziehungen mit anderen Regionen und Kulturen erweitert und verstärkt.

Mitteldeutsches Trockengebiet

Das Mitteldeutsche Trockengebiet war im Übergang von Neolithikum zur Bronzezeit, mit Ausnahme der mittleren Bronzezeit, vor allem durch die Aunjetitzer Kultur (2300-1550 v. Chr.) und bis in die Eisenzeit relativ kontinuierlich dicht besiedelt (Beier und Einicke, 1994; Rösler, 1989). Vor allem die Spätbronzezeit ist als eine siedlungsintensive Phase mit der Urnenfelder Kultur (1300-800 v. Chr.) als eine der bedeutendsten wirtschaftlichen Kräfte in Mitteleuropa archäologisch sowie pollenanalytisch gut belegt (Meller, 2015; Müller, 1953; Wagner, 1992). Generell nahmen die Siedlungen ab der Bronzezeit vor allem in den Tallagen aufgrund der weiterhin anwachsenden Bevölkerung flächenmäßig zu (Altermann und Kühn, 1995). Durch den gestiegenen Bevölkerungsdruck und die Knappheit an fruchtbaren Böden gewann die Viehwirtschaft an Bedeutung. Auch die Salzgewinnung und die Herstellung von Bronze und später auch von Eisen waren vor allem im südlichen Teil des Mitteldeutschen Trockengebietes weit verbreitet, was starke Rodungsaktivitäten mit sich brachte (Nebelsick, 2007). Große gerodete Flächen, weithin sichtbare Gräberfelder und ein sich netzartig durch die Landschaft ziehendes „Geflecht“ an Landgräben und Grubenreihen prägten die Umgebung vor allem ab der mittleren Bronzezeit.

Die fruchtbaren Lössböden wurden ab der Bronzezeit durch den Menschen vielfältig und intensiv genutzt, was weitreichende Folgen für den Boden und die Umformung der Landschaft nach sich zog. Kolluviale Ablagerungen als Anzeichen einer intensiven und extensiven Nutzung der Landschaft durch den Menschen wurden in Mitteldeutschland hauptsächlich im Übergang des ausgehenden Neolithikums bis in die frühe Bronzezeit und dann wieder in der späten Bronzezeit bis in die frühe Eisenzeit analog zu den siedlungsintensiven Phasen nachgewiesen (Bode et al., 2003; Dreibrodt et al., 2013; Litt, 1988).

7.2 Bronze- und Eisenzeit (2200-750 v. Chr. und 750-60 v. Chr.)

Auch die Flüsse lagerten nun wieder Auelehme ab (Tinapp, 2002). Für die Eisenzeit wurden keine kolluvialen Ablagerungen in der Region nachgewiesen, trotz der weiterhin relativ dichten Besiedlung und intensiven Nutzung der Landschaft während dieser Zeit.

Die geoarchäologischen Untersuchungen zur Bronze- und Eisenzeit zeigen regionale Disparitäten in der Art und Weise sowie der Intensität der Nutzung der untersuchten Gebiete:

Ab der mittleren Bronzezeit diente der Oechlitzer Höhenrücken als Bestattungsort mit zahlreichen Hügelgräbern, die sich bis in die Hangbereiche ausweiteten. Auch Grubenreihen durchzogen das Gebiet. Es zeigt sich eine intensive Nutzung der Landschaft, die für den Bau der Anlagen flächig gerodet werden musste und eine hohe Erosion erwarten lässt. Tatsächlich wurden aber in den Bereichen vom Hangfuß bis in die Täler in Oechlitz keine metallzeitlichen kolluvialen Ablagerungen aus einer flächigen Kolluviation angetroffen. Nur in einer hangabwärts verlaufenden Grubenreihe wurden lineare Erosionsprozesse bis in den unteren Hangbereich während der Eisenzeit sichtbar. Dagegen zeigte sich auf der Hochfläche eine relativ kontinuierliche Nutzung und auch Kolluviation über die gesamten Metallzeiten hinweg. Die untersuchten Kreisgräben um Hügelgräber sowie Gruben einer Grubenreihe auf der Hochfläche wurden bis in die späte Bronzezeit vollständig verfüllt. Ebenso wurden dort die flachen Dellen des Mikroreliefs bis in die mittlere Bronzezeit bzw. bis in die frühe Eisenzeit vollständig aufgefüllt. Daran schließt sich die kolluviale frühe bis mittlere eisenzeitliche Verfüllung eines noch in der Bronzezeit genutzten Weges an. Die unterschiedliche Kolluviation zwischen Hochfläche und Hang zeigt, dass vor allem die Hänge in irgendeiner Form stabilisiert worden sein müssen, um eine Erosion der Böden am Hang bis in die Täler zu verhindern. Wahrscheinlich blieben die unteren Hangbereiche bis in die Täler bewaldet, wie auch Dreibrodt et al. (2009) an einem bronzezeitlichen Bestattungsort bei Bornhöved feststellen. Die Hochfläche dagegen blieb weiterhin offen.

Auch das Gebiet bei Profen wurde in der Bronze- und Eisenzeit kontinuierlich genutzt. Ein Netz von Grubenreihen zog sich auch hier durch die Landschaft. Die Verfüllung der Gruben im Kuppenbereich erfolgte bis in die späte Bronzezeit bis frühe Eisenzeit. Die Intensität der Nutzung scheint aber nicht hoch genug gewesen zu sein, um eine flächige Erosion bis in die Täler auszulösen. Erst ab der frühen Eisenzeit bis in die späte römische Kaiserzeit wurde die Nutzungsintensität im Gebiet höher, so dass flächige Erosionsprozesse stattfanden, die die Sedimente bis in die Senken transportierten. Allerdings gab es im Gebiet aber auch weitere nur wenig oder sogar ungenutzte Flächen, wie beispielsweise die Anhöhe bei Domsen mit nur wenigen Bestattungsbefunden, die bis heute noch nahezu vollständige Braun-Schwarzerdeprofile aufweist.

Die Diversität in der Nutzung der Gebiete bei Oechlitz, Bad Lauchstädt und Profen hatte möglicherweise verschiedene Ursachen. Zum einen zeigen die Gebiete unterschiedliche Reliefeigenschaften. Die Gebiete bei Oechlitz und Bad Lauchstädt auf der Querfurter Platte sind stärker zertalt und weisen ein kleinteilig gegliedertes Relief mit vielen schmalen Höhenrücken auf. Auf kleinem Raum liegen Besiedlungen und Wirtschaftsräume in unmittelbarer Nachbarschaft dicht zusammen. Die Siedlungen sind in der Nähe zu Fließgewässern oder oberflächennahem Grundwasser im Schutze der Täler angelegt, die landwirtschaftlichen Nutzflächen befinden sich auf den Höhenrücken. Die durch die Bewirtschaftung der Flächen ausgelöste Kolluviation konnte sich also direkt auf die lokalen

7 Schlussfolgerungen - Der Vergleich der holozänen Landschaftsgeschichte in Mitteldeutschem Trockengebiet und Niederrheinischer Bucht

Wasserressourcen auswirken. Möglicherweise schützten die Menschen die offenen, bzw. oberflächennahen Wasserquellen vor der Verschüttung und Verunreinigung durch den Bodenabtrag von den Hängen, in dem sie die unteren Hangbereiche ungenutzt ließen, so dass die vorhandene Vegetation den Boden stabilisieren konnte. Im Gegensatz dazu ist das untersuchte Gebiet bei Profen zwischen der Elster im Südosten und der Rippach im Nordwesten vor allem im südlichen Teil weitläufig und nicht wie die Querfurter Platte durch eine Vielzahl sich einschneidender Täler durchzogen. Siedlungen, Wirtschaftsräume und Wasserressourcen lagen in größerer Entfernung zueinander. Die Bewirtschaftung der Flächen wirkte sich daher nicht unmittelbar auf die lokalen Wasserressourcen aus. So war eine Stabilisierung der Hänge nicht unbedingt notwendig.

Die entferntere Lage der Siedlungen zu den landwirtschaftlich genutzten Gebieten bei Profen könnte ein weiterer Grund für die regionalen Nutzungsdisparitäten sein. Die Siedlungsplätze befanden sich auch während der Bronzezeit größtenteils noch an den Rändern der Flussauen, wie z. B. am Tagebau Profen westlich von Hohenmölsen an der Rippach. Die landwirtschaftlich genutzten Areale lagen vermutlich in unmittelbarer Nähe weg von den Auen hinter den Siedlungen. Die untersuchten Flächen im südlichen Gebiet bei Profen-Schwerzau sind noch etwas weiter abseits der Siedlungsgebiete und wurden wahrscheinlich weniger für die Landwirtschaft und hauptsächlich zur Gewinnung von Brennholz genutzt, das für die Herstellung von Bronze und Eisen und vor allem auch für die Salzgewinnung eine wichtige Rolle spielte (Nebelsick, 2007). Gerade die Holzgewinnung für die Salinen in den angrenzenden Regionen waren noch bis in das Mittelalter ein wichtiger regionaler Wirtschaftszweig (Holztransport durch Flößen in Elsterfloßgraben, siehe dazu z. B. Schulz, 2009). Vermutlich wurde das Gebiet bei Profen hauptsächlich zur Holzgewinnung verwendet und die Landwirtschaft fand näher an den Siedlungen statt. Auch in Osterweddingen könnte die Entfernung der Fläche zu den Siedlungen an der Sülzeau die Ursache der geringen Befunddichte sein.

Niederrheinische Bucht

Eine Zunahme der Landnutzung und die Ausbildung eines Parklandschaft-ähnlichen Aussehens im Endneolithikum (Gerlach und Meurers-Balke, 2015b; Knörzer et al., 1999) gingen im Rheinland mit einer Steigerung der Erosionstätigkeit seit dem Übergang vom Neolithikum bis weit in die Bronzezeit einher. Im Gegensatz dazu stehen die archäologisch und archäobotanisch nur selten nachgewiesenen früh- und mittelbronzezeitlichen Besiedlungsspuren aus dem Rheinland, besonders im Vorfeld der Braunkohletagebaugebiete (Becker, 2005; Joachim, 1998; Meurers-Balke und Kalis, 2006; Simons, 1989). Die Siedlungsaktivitäten der späten Bronzezeit, vor allem der Urnenfelder Kultur (1300 – 800 v. Chr.), und der nachfolgenden frühen Eisenzeit können hingegen für das ganze Rheinland archäologisch und archäobotanisch zweifelsfrei nachgewiesen werden (Geilenbrügge, 2010; Meurers-Balke und Kalis, 2006). Auch im Tagebaugelände lassen sich spätbronzezeitliche und eisenzeitliche Besiedlungsspuren auf einem der wenigen und größten bronzezeitlichen Fundplätze im Rheinland am Güldenberg belegen, zu denen auch die untersuchten archäologischen Grabenbefunde zählen. Allerdings fehlte im Gebiet bisher der Nachweis der landwirtschaftlichen Nutzung, kolluviale Ablagerungen aus dieser Zeit wurden bisher nicht dokumentiert (Protze, 2014).

7.2 Bronze- und Eisenzeit (2200-750 v. Chr. und 750-60 v. Chr.)

Die in dieser Arbeit untersuchten metallzeitlichen Befunde auf dem Güldenberg bestätigen eindeutig die Nutzung des Gebietes durch den Menschen während der späten Bronze- und Eisenzeit. Erste großräumigere Erosionsvorgänge, möglicherweise ausgelöst durch die Bautätigkeit oder aber auch durch eine landwirtschaftliche Nutzung, fanden ebenfalls auf der Hochfläche statt. Die teils mächtigen kolluvialen Ablagerungen in einem Hohlweg sowie in einer Senke auf dem Güldenberg deuten auf eine klar erhöhte menschliche Aktivität. Landwirtschaftliche Nutzung schien im Gebiet stattzufinden, allerdings in einer vergleichsweise geringeren Intensität als es Meurers-Balke und Kalis (2006) anhand archobotanischer Untersuchungen insgesamt für das Rheinland annehmen.

In den kolluvialen Ablagerungen der Gräben sowie im Hohlweg wird eine teilweise starke hydromorphe Überprägung der Sedimente sichtbar. Diese lassen für die Metallzeiten im Rheinland starke Niederschlagsereignisse mit erhöhten Oberflächenabflüssen annehmen, die zeitweise in den Befunden gestanden haben müssen und sie letztendlich verfüllten. Die Kombination von erhöhter menschlicher Tätigkeit und einem erosionsanflligeren Boden mit stärkeren und andauernden Niederschlagsereignissen führte zu einer stellenweise flächigen Erosion, vor allem auf der Hochfläche und den oberen Hangbereichen des Güldenbergs.

Auf den untersuchten Flächen auf dem Güldenberg fanden zum Ende der Bronzezeit bis in die Eisenzeit hinein also erste flächenhafte Abtrge statt, die dort aber das Tal der Rur noch nicht erreichten. Die mittleren und unteren Hangbereiche wurden noch nicht genutzt, so dass eine Erosion bis in das Tal ausblieb.

Analog dazu zeigen sich ähnliche Ergebnisse aus dem nahe gelegenen Elsbachtal. Becker (2005) weist für Bronze- und Eisenzeit anhand archobotanischer Untersuchungen auf einen deutlichen Wandel im landwirtschaftlichen System während dieser Zeit hin. Die im Pollenarchiv erkennbaren Folgen waren eine starke Entwaldung und ein deutliches Einsetzen einer Wiesen- und Weidewirtschaft seit dem Beginn der frühen Eisenzeit (ab etwa 750 v. Chr.), dessen Prozess einen ersten Höhepunkt (ab etwa 200 v. Chr.) in der vorrömischen jüngeren Eisenzeit fand. Die Beweidung im Elsbachtal fand an den Hangflächen statt, löste aber keinen flächenhaften Abtrag des Bodens aus, sondern eher eine lineare Abtragung bis in die Täler (Protze, 2014). Konträr dazu zeigt sich die Entwicklung in der Altdorfer Delle. Hier belegt Schulz (2006) eine durchgängige Kolluviation zu Beginn der Bronzezeit bis in die späte Eisenzeit. Er postuliert eine lokal differenzierte Besiedlung und Bewirtschaftung der Altdorfer Delle sowie des Elsbachtals, was sich in den geoarchäologischen Untersuchungen für das Gebiet um den Güldenberg bei Inden-Pier bestätigt.

Insgesamt zeigt sich in der Bronzezeit eine Ausdehnung der genutzten Flächen bis auf die oberen Hangbereiche. Die unteren Hänge und Täler bleiben bis dahin weitestgehend unberührt. Lokal lassen sich in geringfügigem Maße aber im Rheinland bereits erste Kolluviationsvorgänge erkennen. Ab der Eisenzeit wird die wiesen- und weidewirtschaftliche Nutzung der Talbereiche durch die dort abgelagerten Kolluvien deutlich.

Vergleich

In der Bronze- und Eisenzeit fanden die bisher gravierendsten Eingriffe in die Natur statt, einhergehend mit den großen Umwälzungen und Veränderungen in der Gesellschaft sowie der starken

7 Schlussfolgerungen - Der Vergleich der holozänen Landschaftsgeschichte in Mitteldeutschem Trockengebiet und Niederrheinischer Bucht

Weiterentwicklung und Diversifizierung des Handwerks sowie den „technischen“ Neuerungen, wie beispielsweise der Einsatz von Metallen zur Pflugerstellung für die Landwirtschaft. Gemeinsam ist dem Rheinland und dem Mitteldeutschen Trockengebiet eine aktive Landschaftsgestaltung durch den Menschen, der flächige Rodungen der den Boden schützenden Vegetation vornahm und damit im Allgemeinen im Vergleich zum Neolithikum eine intensivere Kolluviation auslöste. Die Intensität der Flächennutzung war aber innerhalb der Regionen, aufgrund eines unterschiedlichen Bedarfs zum Schutz von Wasserressourcen sowie an Flächen zur landwirtschaftlichen Bearbeitung oder der Holzgewinnung lokal unterschiedlich ausgeprägt.

Im Mitteldeutschen Trockengebiet ebenso wie in der Niederrheinischen Bucht spiegeln sich die geochronologisch erfassten Erosions- und Ablagerungsprozesse hauptsächlich in der frühen und späten Bronzezeit wider. In der mittleren Bronzezeit herrscht in beiden Gebieten eine relative Ruhephase in der Kolluviation vor. Die genutzten Flächen dehnen sich bis auf die oberen Hangbereiche aus. Die unteren Hänge und Täler bleiben noch weitestgehend unberührt. Lokal lassen sich in geringfügigem Maße aber im Rheinland bereits erste Kolluviationsvorgänge erkennen.

In der Eisenzeit zeigt sich eine zunehmende lokale Differenzierung in beiden Regionen. Im Rheinland sind nun auch die Talbereiche in die Nutzung mit einbezogen, hier existiert eine Wiesen- und Weidenwirtschaft, die Kolluviation wird nun auch in den Tälern deutlich. In Oechlitz im Mitteldeutschen Trockengebiet ist zu dieser Zeit nur eine geringe Kolluviation auf den Hochflächen festzustellen – wie schon zuvor. In Profen kommt es hingegen in geringem Umfang zu Ablagerungen in der Senke. Mögliche Ursache für die relative Stabilität der Unterhang- und Talbereiche in Oechlitz könnte der Schutz der Wasserressourcen im Tal sein, im Gegensatz dazu war ein solcher Schutz für ein ohnehin trockenes Tal – wie bei Profen - nicht notwendig.

7.3 Römische Kaiserzeit (60 v. Chr.-455 n. Chr.)

In der römischen Kaiserzeit wurde Mitteldeutschland weiterhin durch germanische Stämme beherrscht, während das Rheinland als Provinz zum römischen Reich gehörte und die Römer die Herrschaft in der Region übernahmen.

Mitteldeutsches Trockengebiet

Eine landwirtschaftliche Nutzung der Untersuchungsgebiete in Mitteldeutschland kann während der römischen Kaiserzeit nur in geringem Umfang nachgewiesen werden. Möglicherweise datiert eine unterste geringmächtige kolluviale Ablagerung im nördlichen Hangfußbereich des Oechlitzer Höhenrückens in einen spätrömischen bis frühmittelalterlichen Kontext (siehe Kap. 6.1). Weitere Hinweise auf eine Nutzung des Gebietes während der römischen Kaiserzeit zeigten sich nicht.

Einzig in Profen wurde eine kolluviale Ablagerung in der Senke am Übergang von Eisenzeit zu römischer Kaiserzeit datiert, die auf eine flächenhafte Bewirtschaftung, wahrscheinlich weiterhin zur Holzgewinnung, der Böden auf den Kuppen und den Hängen zu dieser Zeit bedeuten. Auf der untersuchten Fläche bei Osterweddingen zeigten sich keine archäologischen Befunde aus dieser Zeit.

7.3 Römische Kaiserzeit (60 v. Chr.-455 n. Chr.)

Niederrheinische Bucht

Die Übernahme des Rheinlands durch die Römer ging in der Region mit einer flächendeckenden ländlichen Besiedlung und einer stark entwickelten Infrastruktur, technischen Neuerungen sowie einer intensiven Bewirtschaftung der Landschaft mit weiteren Rodungen einher (Knörzer et al., 1999), die das Vegetationsbild nachhaltig veränderten. Die bisher praktizierte Subsistenzwirtschaft geht in eine Latifundienwirtschaft mit der Versorgung von Militär und Städten über, die sich hauptsächlich auf den Getreideanbau stützte (Meurers-Balke et al., 1999; Schamuhn und Zerl, 2010; Wendt und Zimmermann, 2008).

Am Güldenbergrücken nutzte die römische ländliche Bevölkerung neben den bereits seit dem Neolithikum genutzten Löss-Hochflächen nun auch die Hangbereiche für landwirtschaftliche Tätigkeiten. Großflächige Erosionsprozesse griffen in den landwirtschaftlich genutzten Boden ein und verlagerten die Sedimente bis in die Hangfußbereiche der Rurau.

Auch in der Altdorfer Delle wurden mächtige, flächendeckende kolluviale Ablagerungen festgestellt (Schulz, 2006), die im Elsbachtal allerdings fehlen. Protze (2014) geht hier von starken Überschwemmungen aus, die das abgelagerte Sediment ausgetragen haben. Das Fehlen dieses Zeitintervalls in der Stratigraphie der Kolluvien spiegelt sich auch in fehlenden archäobotanischen Nachweisen für das selbe Gebiet wider, trotzdem eine intensive Entwaldung des Gebietes vor allem ab der frühen Eisenzeit bis in die vorrömische Eisenzeit stattfand (Becker, 2005). Zu Beginn der mittleren Kaiserzeit (80 - 120 n. Chr.) setzte die Erosion und kolluviale Ablagerung wieder ein, ging dann aber in eine relative Formungsruhe im Elsbachtal über (Protze, 2014; Schulz, 2006). Dies könnte in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Bau einer Wasserleitung zur Nutzung des Wassers des Elsbachs stehen. Das Tal wird nicht mehr bewirtschaftet, um das Wasser nicht zu verunreinigen. Erst zum Ende der mittleren römischen Kaiserzeit (1. Drittel des 3. Jh. n. Chr.) lassen sich wiederum verstärkte Erosions- und Ablagerungsprozesse nachweisen, die in der späten Kaiserzeit wieder abnehmen. Es fanden nur noch kleinere Erosionsereignisse statt und es herrschte eine relative Formungsruhe in der Landschaft vor (Protze, 2014). In der Altdorfer Delle dauerte die Kolluviation über die gesamte römische Kaiserzeit hinweg, auch während der Völkerwanderungszeit bis ins Mittelalter an (Schulz, 2006). Zum Ende der römischen Kaiserzeit kam es zu einem starken Rückgang aller landwirtschaftlichen Aktivitäten mit gleichzeitiger Wiederbewaldung der Gebiete (Becker, 2005). Die Landoberfläche gewann an Stabilität, durch die dichtere Vegetationsbedeckung der Böden fanden kaum noch Erosion und damit auch kaum Sedimenteintrag in die Täler statt. Die Kolluvienbildung ging zurück (Protze, 2014; Schulz, 2006).

Vergleich

Im Vergleich der Regionen zeigen sich in Mitteldeutschland nur wenige und geringmächtig ausgeprägte Kolluvien in den Talbereichen, im Gegensatz zu den teilweise bis zu 6-7 m mächtigen kolluvialen Ablagerungen im Rheinland. Die deutlich höhere Kolluviation zu Beginn und Ende der römischen Kaiserzeit erklärt sich durch die nahezu flächendeckende römische Nutzung der Lössflächen im Rheinland, die sich von den Hochflächen jetzt auch in die Hänge ausweitet. Von einer Bewirtschaftung

7 Schlussfolgerungen - Der Vergleich der holozänen Landschaftsgeschichte in Mitteldeutschem Trockengebiet und Niederrheinischer Bucht

der Hangbereiche kann stellenweise auch in Mitteldeutschland, wie z. B. in Profen, ausgegangen werden.

Bemerkenswert ist die relative Formungsruhe in der Landschaft während der „Blütezeit“ der römischen Kaiserzeit, wie Protze (2014) für die Niederrheinische Bucht feststellt, die trotz der hohen Nutzungsintensität kaum Kolluviation verursachte. Möglicherweise wurde die Umgebung der vor Erosion geschützt, in dem Gräben um die bewirtschafteten Flächen gezogen wurden, wie z. B. bei den archäologischen Ausgrabungen eines Gutshofs bei Niederzier im Rheinland beobachtet wurde (Knörzer und Meurers-Balke, 1990).

7.4 Völkerwanderungszeit und frühes Mittelalter (~500-1050 n. Chr.)

Mit dem Beginn der Völkerwanderungszeit begannen in ganz Mitteleuropa Wanderungsbewegungen, die durch ein sich verschlechterndes Klima und der gleichzeitigen Einwanderung der Hunnen aus östlicher Richtung ausgelöst wurden. Mit der „Entvölkerung“ großer Teile Nord- und Mitteleuropas, wie auch in Mitteldeutschland und im Rheinland, nahmen die ackerbaulichen Aktivitäten stark ab und es kam zu einer Wiederbewaldung vieler Flächen, die bis in das Frühmittelalter andauerte (Keiling, 1989; Leube, 1989).

Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht

In den untersuchten Gebieten im Mitteldeutschen Trockengebiet sowie im Bereich des Guldensbergs in der Niederrheinischen Bucht kam es zu einem Stillstand und damit zu einer relativen Formungsruhe in der Landschaft. Kolluviale Ablagerungen aus dieser Zeit wurden nicht dokumentiert.

Eine Ausnahme hinsichtlich einer kontinuierlichen Besiedlung und Bewirtschaftung während der Völkerwanderungszeit zeigt sich in der Altdorfer Delle in der Niederrheinischen Bucht, in der auch aus dieser Zeit mächtige kolluviale Ablagerungen nachgewiesen wurden (Schulz, 2006). Im Elsbachtal hingegen wurden Landwirtschaft und Besiedlungen aufgegeben. Aufgrund der Wiederbewaldung des Gebietes kam es zu einem Stillstand der Kolluviation. Es wurden keine neuen Sedimente in der Talsohle abgelagert, stattdessen fand eine Bodenbildung innerhalb der bereits vorhandenen kolluvialen Ablagerungen statt (Protze, 2014). Das Elsbachtal versumpfte (Becker, 2005). Es kommt also zu lokalen Disparitäten in der Entwicklung der Besiedlung und Bewirtschaftung innerhalb der Region (Schulz, 2006).

7.5 Hoch-/Spätmittelalter und Neuzeit (1050-1500 n. Chr. und ab 1500 n. Chr.)

Erst ab dem Frühmittelalter wurde die landwirtschaftliche Tätigkeit in beiden Regionen wiederaufgenommen. Die Bevölkerung nahm deutlich zu und das Klima verbesserte sich (Zolitschka et al., 2003). Durch die zunehmende Bevölkerung stieg auch der Bedarf an Siedlungsflächen sowie an Nahrung, so dass ein großflächiger Landesausbau begann. Die Gewinnung neuer Flächen ging mit großflächigen Rodungen einher. Im Hochmittelalter kam es zu einem wirtschaftlichen und kulturellen Aufschwung, einer starken Ausdehnung von Siedlungsflächen und einer Zunahme der Bevölkerung (Knörzer et al., 1999). Eine zeitweise Verschlechterung des Klimas in ganz Deutschland führte ab dem

Spätmittelalter bis in die Neuzeit („kleine Eiszeit“, 14. Jh.-Mitte 19. Jahrhundert) zu teilweise starken Erosionsevents (Bork et al., 1998).

Mitteldeutsches Trockengebiet

Im Mitteldeutschen Trockengebiet wurden die bis in das Mittelalter verbliebenen bewaldeten „Reserveflächen“ gerodet und die entstandenen großen Flächen für eine intensive Bewirtschaftung genutzt (Arndt, 2003). Die Landwirtschaft wurde nun wieder wichtigster wirtschaftlicher Zweig der Region. Die Agrarproduktion wurde intensiviert, neue Anbautechniken mit Wendepflug und Egge entstanden und neue Getreide wie z. B. Roggen wurden ausgesät (Gringmuth-Dallmer, 1989). Auch bis in die Neuzeit blieb das Gebiet weiterhin stark besiedelt, der fruchtbare Boden und die Gewinnung und Verarbeitung von Braunkohle, Salzen und Erzen waren immer noch wichtige wirtschaftliche Faktoren in der Region (Altermann und Kühn, 1995). Für die Ausweitung der landwirtschaftlichen Flächen fanden weitere Rodungen statt, auch wird der Wald forstwirtschaftlich genutzt (Mania, 1995b). Durch die Flächenausweitung für eine Großflächenwirtschaft, das Tiefenpflügen und den ganzjährigen Anbau von Monokulturen wurde die Auslaugung des Bodens sowie dessen flächenhaften Abtrag, aufgrund der fehlenden schützenden Vegetationsdecke, nochmals deutlich intensiviert (Arndt, 2003; Carlsen, 1989).

Auch in den untersuchten Gebieten im Mitteldeutschen Trockengebiet finden sich relativ mächtige kolluviale Lagen ab dem Frühmittelalter. In Oechlitz liegen diese als älteste Kolluvien in den Hangfußbereichen sowie in den Tälern und der Flussaue der Stöbnitz. Auch im Hangfußbereich im Übergang zur Talaue der Laucha bei Bad Lauchstädt traten mächtigere kolluviale Lagen auf. Die dunklen, organikreichen Sedimentablagerungen zeigen in beiden Gebieten bereits im Gelände einen gewissen Anteil an Holzkohlefragmenten, die sich in der Pollenanalyse aus der Stöbnitzaue bei Oechlitz mit einem sehr hohen Anteil an Holzkohleflittern bestätigten (Hellmund, 2016). Die Pollenanalyse zeigt ebenfalls hohe Gehalte an Roggen- und Kornblumpollen, die als typische Anzeiger für eine mittelalterliche bis neuzeitliche Landwirtschaft in Zusammenhang mit Siedlungsanzeigern und einem hohen Anteil an Nichtbaumpollen für eine offene Landschaft und ein stark landwirtschaftlich geprägtes Landschaftsbild stehen. Durch die Waldweide-Wirtschaft entsteht ein fließender Übergang zwischen Wald und Offenland, das Grünland in den feuchten Auen der Fließgewässer wird als Futtergrundlage für das Vieh erhalten (Arndt, 2002).

Die Ergebnisse der Pollenanalyse aus der Stöbnitzaue sind vergleichbar mit den Pollenanalysen aus der Helmeaue/„Goldene Aue“ (Hellmund et al., 2011a), Heimbürg/Nordharzvorland (Hellmund, 2005) oder dem Süßen See (Hellmund et al., 2011b), wo bereits großflächige Rodungen ab dem Mittelalter nachgewiesen werden konnten. Ebenso fanden im Gebiet bei Oechlitz, vergleichbar dazu auch Bad Lauchstädt, großflächige Rodungen statt. Aufgrund eines erhöhten Bedarfs an landwirtschaftlichen Nutzflächen griff der Mensch nun auch auf die bis dahin weitestgehend landwirtschaftlich ungenutzten Hänge zurück. Der hohe Anteil an Holzkohleflittern in den Flussauen weist möglicherweise in Zusammenhang mit den Rodungstätigkeiten auf ein Freihalten der Flächen an Hang oder in der Aue durch Brände hin. Die Untersuchungen von Arndt (2002; 2003; 2004; 2006) zur mittelalterlichen bis neuzeitlichen Kulturlandschaftsentwicklung bestätigen eine flächige Nutzung der fruchtbaren Böden auf der Querfurter Platte erst ab dem Mittelalter aufgrund der starken Bevölkerungszunahme und einem

7 Schlussfolgerungen - Der Vergleich der holozänen Landschaftsgeschichte in Mitteldeutschem Trockengebiet und Niederrheinischer Bucht

damit gewachsenen Ernährungsdruck. Bis dahin waren weite Flächen der Querfurter Platte noch nahezu flächendeckend bewaldet. Erste Rodungen in den Gebieten begannen ab dem 14. Jahrhundert, allerdings war die geringste Ausdehnung der Wälder, wie von Bork et al. (1998) in Mitteleuropa für diesen Zeitabschnitt angenommen, auf der Querfurter Platte noch nicht erreicht.

Im Gebiet bei Profen nahm die Nutzung der Flächen auf Kuppen und Hängen ab dem Mittelalter auch wieder zu, so dass die flächig erodierten Sedimente erneut in den Tälern und Senken abgelagert wurden. Das zeigen auch Helbig (2010) und Helbig und Köppen (2006) für das Gebiet bei Quedlinburg im nördlichen Harzvorland. Die Kolluviation in einer Rinnenstruktur im Tal beginnt ab dem Frühmittelalter und findet hauptsächlich in Hoch- und Spätmittelalter statt. Ebenfalls wurde das Gebiet bei Osterweddingen weiterhin landwirtschaftlich genutzt.

Niederrheinische Bucht

Auch im Rheinland kam es ab dem Mittelalter aufgrund der starken Bevölkerungszunahme und einem ebenso erhöhten Bedarf an Flächen für Besiedlung und Bewirtschaftung zu großflächigen Rodungen. Aufgrund der zunehmenden intensiven sowie extensiven Landnutzung griff die Erosion wieder stärker in den Boden ein, in deren Folge großflächige Sedimentverlagerungen hervorgerufen wurden und demzufolge hohe Kolluvienmächtigkeiten bis in die Neuzeit hinein nachweisbar sind, wie auch Becker (2005) und Schulz (2006) in ihren Archiven erkennen. Die erosionsintensivste Zeit ist also im Rheinland die Zeit von Spätmittelalter und 19./20. Jahrhundert (Schulz, 2006).

Auch am Göldeberg sind solche flächendeckenden Erosionsprozesse und deren kolluviale Ablagerungen sowohl in Senken/Dellen auf der Hochfläche als auch in den Hangfuß- bis in die Talauenbereiche zu finden, wie bereits einige Vorarbeiten an Elsbach, Inde sowie Rur darstellen, die sich in unmittelbarer Umgebung des Göldebergs befinden (Merkel et al., 2014; Protze, 2014; Schmidt-Wygasch, 2010; Schulz, 2006).

Vergleich

Zusammengefasst kann in beiden Regionen von einer flächendeckenden Bewirtschaftung der Hochflächen sowie der Hangbereiche ab dem Mittelalter bis Neuzeit ausgegangen werden, die eine flächenhafte starke Erosion, wie für ganz Deutschland typisch (Bork et al., 1998; Dreibrodt et al., 2010b), bis in die Hangfuß- und Talbereiche auslösten. Die z. T. hohen Mächtigkeiten der kolluvialen Ablagerungen in Mittelalter und Neuzeit sind vor allem in Zusammenhang mit der erhöhten Technisierung der landwirtschaftlichen Bearbeitung zu sehen.

7.6 Zusammenfassender Vergleich Mitteldeutsches Trockengebiet und Niederrheinische Bucht

Anhand des überregionalen Vergleichs der beiden Altsiedellandschaften im Mitteldeutschen Trockengebiet und der Niederrheinischen Bucht zeigen sich auf Grundlage der sedimentologisch-geochemischen Untersuchungen sowie der OSL-Datierungen Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede in der Landschaftsentwicklung und Kolluviationsgeschichte.

In beiden Regionen fanden bereits ab dem Neolithikum Eingriffe des Menschen in seine Umwelt statt. Die darauffolgenden Kolluviationsprozesse blieben zunächst aber nur gering und auf kleine Flächen auf den Hochflächen und in den Hangbereichen beschränkt.

In der Bronzezeit bis in die Eisenzeit intensivierte sich der menschliche Eingriff zusehends. In der Bronzezeit dehnen sich die genutzten Flächen dann bis auf die oberen Hangbereiche aus. Die unteren Hänge und Täler bleiben bis dahin weitestgehend unberührt. Lokal lassen sich in geringfügigem Maße aber im Rheinland bereits erste Kolluviationsvorgänge erkennen. Ab der Eisenzeit beginnen sich Unterschiede bemerkbar zu machen: Im Rheinland sind nun auch die Talbereiche in die Nutzung mit einbezogen, hier existiert eine Wiesen- und Weidenwirtschaft, die Kolluviation wird nun auch in den Tälern deutlich. In Oechlitz im Mitteldeutschen Trockengebiet ist zu dieser Zeit nur eine geringe Kolluviation auf den Hochflächen festzustellen – wie bereits zuvor im Neolithikum. In Profen kommt es hingegen in geringem Umfang zu Ablagerungen in der Senke. Mögliche Ursache für die relative Stabilität der Unterhang- und Talbereiche in Oechlitz könnte der Schutz der Wasserressourcen im Tal sein, im Gegensatz dazu war ein solcher Schutz für ein ohnehin trockenes Tal – wie bei Profen - nicht notwendig. Die römische Kaiserzeit ist die kulturelle Phase, in der sich die stärksten Unterschiede in der Kolluviation der beiden Regionen widerspiegeln. Im römischen Rheinland herrscht die bis dahin stärkste Nutzungsintensität der Landschaft vor, begründet in der Latifundienwirtschaft der römischen Bevölkerung. Große Flächen von den Hochflächen bis in die Täler werden genutzt, um das Militär und die Stadtbevölkerung zu versorgen. Im Mitteldeutschen Trockengebiet dagegen bleibt es mit den Germanen bei der gleichen Subsistenzwirtschaft wie in beiden Regionen in den Jahrtausenden zuvor. In der folgenden Völkerwanderungszeit sowie vom Mittelalter bis in die Neuzeit ist die Landnutzung und Kolluviation in beiden Regionen wieder gleich. Eine relative Ruhephase der Kolluviation in der Völkerwanderungszeit wandelt sich ab dem Mittelalter in eine großflächige Landnutzung mit hoher Intensität, die bis in die heutige Zeit andauert. Zusammengefasst kam es durch eine erhöhte Technisierung in der Landwirtschaft und der Nutzung der Hangbereiche im Rheinland seit der römischen Kaiserzeit und im Mitteldeutschen Trockengebiet ab dem Mittelalter zu einer flächigen Erosion, die die Sedimente bis in die Täler verlagerte und die bis in die heutige Zeit andauert.

Im überregionalen Vergleich lassen sich also regionale Unterschiede in den Kolluviationsphasen erkennen, obwohl es sich um ähnlich dicht und intensiv bewirtschaftete Altsiedellandschaften auf ähnlich fruchtbaren Böden handelt. Dies liegt an den kulturellen Unterschieden, die sich anhand des vorliegenden Vergleichs hauptsächlich an der in der römischen Kaiserzeit aufgetretenen Intensivlandwirtschaft bemerkbar machen. Darüber hinaus deutet sich an, dass bereits etwa ab der Eisenzeit lokale Unterschiede in der Landnutzung auch in der Kolluviationsgeschichte deutlicher werden

7 Schlussfolgerungen - Der Vergleich der holozänen Landschaftsgeschichte in Mitteldeutschem Trockengebiet und Niederrheinischer Bucht

können. Zusammengefasst lässt sich also aussagen, dass in ähnlichen Naturräumen sich hauptsächlich die kulturellen Unterschiede in den Bodenarchiven bemerkbar machen.

Insgesamt weisen die vorliegenden Ergebnisse auf eine relativ kontinuierliche Kolluviations- und damit auch Landnutzungsgeschichte im Mitteldeutschen Trockengebiet hin, die sich aber auf der lokalen Ebene, auf der Querfurter Platte sowie im Weißenfelder Lösshügelland, in der Intensität der Landnutzung in den einzelnen kulturellen Epochen voneinander unterscheiden. Auch in der Niederrheinischen Bucht lassen sich lokal unterschiedliche Landnutzungsintensitäten und Kolluviationsphasen dokumentieren. Interessant dabei ist, dass trotz einer kontinuierlichen Nutzungsintensität der Landschaft auch in Löss-Altsiedellandschaften die Täler bis in das Mittelalter stabil bleiben können. Danach erfolgt überall eine starke Verschüttung des alten Reliefs.

In der Zusammenschau der rheinischen Kolluviationsphasen zeigen sich relativ einheitliche Erosions- und Sedimentationsphasen für die Region, die vor allem in den Übergängen der verschiedenen Epochen in Zeiten kulturellen Umbruchs liegen (Abb. 7-3). Die Kolluviationsphasen korrelieren in beiden Regionen allerdings nicht immer mit der Bevölkerungsdichte der verschiedenen Epochen. Beispielsweise zeigt sich in der Niederrheinischen Bucht trotz der dichten Besiedlung der Region während der römischen Kaiserzeit eine relative Formungsruhe in der Landschaft. Im Vergleich hierzu findet beispielweise im Mitteldeutschen Trockengebiet die Kolluviation auch durchgängig in der Bronzezeit statt, obwohl nach archäologischen Erkenntnissen in der mittleren Bronzezeit ein deutlicher Bevölkerungsrückgang zu verzeichnen ist.

Die Ursachen dieser Disparitäten können auf Basis der vorliegenden Ergebnisse nicht abschliessend geklärt werden. Zur Klärung wären daher weitere interdisziplinäre naturwissenschaftliche Arbeiten in Verbindung mit der Archäologie wünschenswert, um einen umfassenderen Überblick, aber auch detaillierteren Einblick in die Entwicklung der Mensch-Umwelt-Beziehungen im Mitteldeutschen Trockengebiet seit dem Neolithikum zu erhalten und diese mit weiteren Altsiedelregionen hinsichtlich ihrer holozänen Landnutzungsgeschichte vergleichen zu können. Dazu bilden nicht nur die Kolluvien im natürlichen Mikro- und Makrorelief wichtige Archive zur Kolluviationsgeschichte, sondern auch die Verfüllungen der archäologischen offsite-Befunde, ohne die wichtige Informationen zur lokalen Landnutzung vollkommen verloren gegangen wären.

Die vorliegende Arbeit legt, wie bereits für die Niederrheinische Bucht geschehen, einen ersten Grundstein für einen überregionalen Vergleich der Landnutzungsgeschichte verschiedener Altsiedellandschaften und schafft eine Basis in der Datierung kolluvialer Archive für die Rekonstruktion der Landschaftsgeschichte in der Region Mitteldeutsches Trockengebiet.

8 Zusammenfassung

Das Mitteldeutsche Trockengebiet ist aufgrund der fruchtbaren Löss-Schwarzerden eine seit dem frühen Neolithikum (ab 5500/5300 v. Chr.) bewirtschaftete Altsiedellandschaft. Trotz der archäologisch sehr gut erschlossenen Besiedlungsgeschichte ist über die Mensch-Umwelt-Interaktionen vergleichsweise wenig bekannt. Um mehr über die holozäne Entwicklung der Landschaft und den Eingriff des Menschen in seine Umwelt seit Beginn des Ackerbaus zu erfahren, wurden in verschiedenen Gebieten des nördlichen und südlichen Mitteldeutschen Trockengebietes geoarchäologische Untersuchungen mit den archäologischen Grabungen interdisziplinär vor Ort verknüpft. Dazu wurden kolluvial abgelagerte Sedimente in natürlichen Reliefpositionen sowie in archäologischen offsite-Befunden anhand geochemischer und sedimentologischer Laboranalysen sowie der „Optisch Stimulierten Lumineszenz“ (OSL)-Datierung untersucht. Das Ziel der Untersuchungen war die Erarbeitung einer Charakterisierung und gut datierten regionalen Gliederung von Kolluvien und deren möglichen Zusammenhang mit archäologischen Siedlungsepochen für die Gebiete im mitteldeutschen Schwarzerdegebiet. Die Bodeneigenschaften der archäologischen Befundfüllungen sowie der kolluvialen Ablagerungen enthalten als Geoarchive wertvolle Informationen zur Landnutzung und Kolluviationsgeschichte holozäner Landschaften.

Anhand der geochemischen und sedimentologischen Eigenschaften sowie der OSL-Datierung an archäologischen Befundverfüllungen konnten zusätzlich Fragen zur Art und Weise ihrer Verfüllung beantwortet werden. Eine aktive Verfüllung der Befunde durch den Menschen konnte weitestgehend ausgeschlossen werden. Die archäologischen Befunde wurden sukzessive durch quasi-natürliche Prozesse verfüllt. Zusätzlich wurden erstmals anhand der OSL-Datierung Grubenreihen und Schlitzgruben, als „Rätselbefunde“ der Archäologie, chronologisch in die Bronzezeit, bzw. in das Neolithikum eingeordnet.

Die wenigen für das Mitteldeutsche Trockengebiet vorhandenen Informationen zur Landschaftsentwicklung und Kolluviationsgeschichte wurden anhand der geoarchäologischen Untersuchungen vor allem für die fruchtbaren Löss-Schwarzerde-Gebiete im südöstlichen Harzvorland deutlich erweitert (Abb. 8-1). Anhand der OSL-Datierung und der Pollenanalyse wurde hier eine nahezu kontinuierliche Kolluviationsgeschichte nachgewiesen.

8 Zusammenfassung

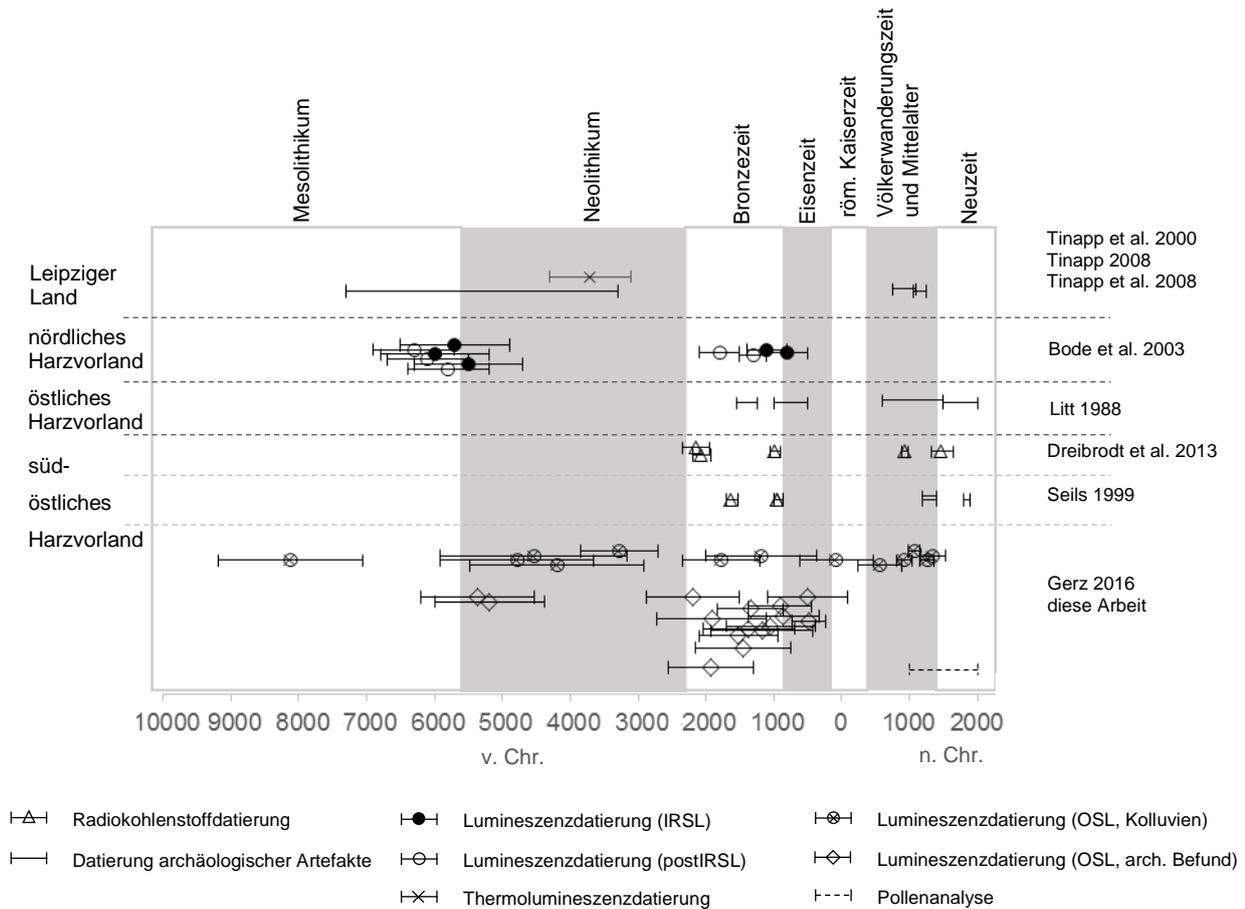


Abb. 8-1: Datierungen kolluvialer Ablagerungen im Mitteldeutschen Trockengebiet und angrenzender Gebiete

In einem weiteren Schritt wurden die neuen Erkenntnisse zur holozänen Landschaftsentwicklung und Kolluviationsgeschichte im Mitteldeutschen Trockengebiet mit dem Rheinland, einer weiteren Altsiedellandschaft mit ebenso fruchtbaren Löss-Parabraunerde-Böden, verglichen.

Geoarchäologisch ist die holozäne Landschaftsentwicklung im Rheinland, vor allem für die Niederrheinische Bucht bereits gut untersucht. Die geoarchäologischen Untersuchungen bei Inden-Pier am sog. „Güldenbergr“ ergänzen und bestätigen die bisher gewonnenen Erkenntnisse zur Kolluviations- und Landnutzungsgeschichte in der Region (z. B. Becker, 2005; Fischer, 2010; Protze, 2014; Schmidt-Wygasch, 2010; Schulz, 2006). Hier wurden ebenso wie im Mitteldeutschen Trockengebiet für die unterschiedlichen Gebiete innerhalb der Region Disparitäten in der lokalen Landschaftsentwicklung erkennbar.

In einem überregionalen Vergleich wurde der Blick besonders auf die Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Landschaftsentwicklung und Kolluviationsgeschichte beider Regionen hinsichtlich ihrer unterschiedlichen kulturellen und pedogenetischen Entwicklungen gelegt. Dabei stellte sich vor allem die Frage nach einer messbaren Auswirkung dieser Disparitäten auf den Boden.

8 Zusammenfassung

Der Mensch bildet den einflussreichsten Faktor in der Landschaftsentwicklung und das auch bereits seit dem frühen Neolithikum (ab 5500/5300 v. Chr.). In beiden Regionen fand bei ähnlicher Besiedlungsdichte und kleinräumiger Nutzungsweise der Gebiete ein verhältnismäßig geringer menschlicher Eingriff in die Landschaft statt, der eine ebenso ähnliche geringmächtige Kolluviation in den Dellen und Senken des Mikroreliefs hauptsächlich auf den Hochflächen und in den Hangbereichen auslöste.

Ein intensiver Eingriff des Menschen und eine aktive Gestaltung der Landschaft fanden in beiden Regionen ab der Bronzezeit (2200-750 v. Chr.) bis zum Ende der Eisenzeit (750-60 v. Chr.) statt. Für das Mitteldeutsche Trockengebiet wurden erstmals kolluviale Ablagerungen für die Eisenzeit nachgewiesen. In den Gebieten, die in direktem Zusammenhang mit Fließgewässern stehen, fand die Kolluviation hauptsächlich auf den Hochflächen und in den oberen und mittleren Hangbereichen statt, die unteren Hang- und Talbereiche blieben stabil. Möglicherweise steht dies in Zusammenhang mit den Fließgewässern in den Tälern vor Ort, die die Bevölkerung als wichtige Lebensgrundlage und für die Weidewirtschaft vor der Zerstörung durch die Kolluviation schützten.

Ab der römischen Kaiserzeit wurde die unterschiedliche regionale Nutzungsintensität der Landschaften deutlich. Im Rheinland zeigte sich vor allem der Einfluss der römischen Bevölkerung mit einer flächendeckenden ländlichen Besiedlung und stark technisierten Bewirtschaftung der Flächen, die eine erhöhte Kolluviation mit teilweise mächtigen Sedimentablagerungen bis in die Täler bewirkte. Währenddessen trat im Mitteldeutschen Trockengebiet eine relative Ruhephase in der Kolluviation ein, die dort bis in das frühe Mittelalter andauerte.

Ab dem Mittelalter (1050-1500 v. Chr.) nahm die Bevölkerung in den Regionen wieder zu und es setzten auch in Mitteldeutschem Trockengebiet und Rheinland großflächige landwirtschaftliche Tätigkeiten ein. Die Größe der zeitweise vegetationsfreien Flächen lösten in Zusammenhang mit den mechanischen Eingriffen in den Boden und wiederkehrenden feuchteren klimatischen Phasen mit hohen Niederschlagsereignissen während der „kleinen Eiszeit“ (15. – 19. Jh.), eine intensive Kolluviation aus. Seitdem kam es auch im Mitteldeutschen Trockengebiet in allen untersuchten Gebieten zu flächigen Erosionsprozessen, die die Sedimente bis in die Täler transportierten und dort ablagerten.

9 Abstract

Due to its fertile Loess-Chernozem soils, the arid Central German area ('Mitteldeutsches Trockengebiet') is an intensively used agricultural landscape since the early Neolithic (from 5500/5300 B. C.). Although its settlement history is documented rather well due to archaeological research, relatively little is known about human-environment-interaction which formed the landscape. To learn more about the development of the holocene landscape and the environmental influence of man since the beginnings of agriculture, geoarchaeological analyses were combined with archaeological excavations in several areas of northern and southern parts of the arid Central German area. Therefore, colluvial deposited sediments in natural relief positions and in archaeological offsite-findings were analyzed with geochemical and sedimentological laboratory analyses as well as with "Optically Stimulated Luminescence" (OSL) dating. The aim of the analysis was to elaborate a characterization for the exact dating and regional classification of colluvial deposits and their possible connections with archaeological settlement epochs for the areas of Central German Chernozem soils. As geoarchives, the soil characteristics of backfillings of archaeological records and colluvial deposits contain valuable information about land use and colluvial history of Holocene landscapes.

By looking at geochemical and sedimentological characteristics as well as the OSL-dating, additional questions regarding to the type of backfilling were solved. An active colluvial deposition through man could be widely excluded. The archaeological features were backfilled gradually via quasi-natural processes. Additionally, for the first time pit alignments and slot pits, as "enigma treatments" of archaeology, were classified chronologically as belonging to the Bronze Age respectively to the Neolithic period.

The few available information regarding the development of landscape and colluvial history were extended via geoarchaeological analysis particularly for the fertile Loess-Chernozem-areas in the south-eastern Harz foreland (Fig. 9-1). Based on the OSL-dating and pollen analysis, an almost continually colluvial history was verified.

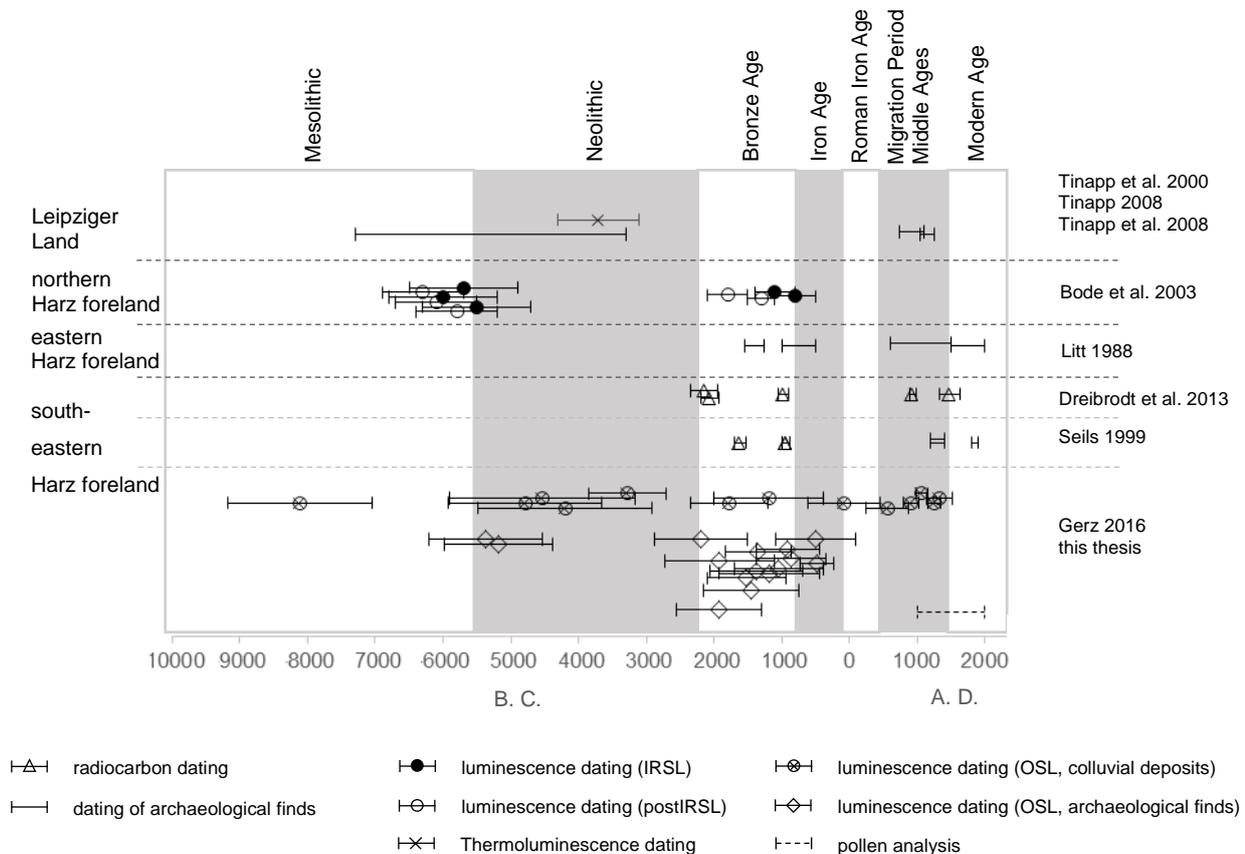


Fig. 9-1: OSL-dating of colluvial deposits in arid Central German Loess-Chernozem area and neighbouring areas

In an additional step, the new results for holocene landscape development und colluvial history in the arid Central German area were compared with the Rhineland, another ancient settlement area with equally fertile loess-luvisols.

In a geoarchaeological way, the Holocene landscape development in the Rhineland, especially in the Lower Rhine Embayment, is well known. Geoarchaeological studies of the so called “Güldenbergr” close to Inden-Pier add and confirm knowledge about colluvial and land use history in the region (e. g. Becker, 2005; Fischer, 2010; Protze, 2014; Schmidt-Wygasch, 2010; Schulz, 2006). Here, as well as in the arid Central German area, disparities in local landscape development could be recognized.

A large-scale comparison reveals differences in landscape development and colluvial history, mainly regarding their different cultural and pedogenetic developments. Questions arise if these disparities had effects on the soil conditions and if these can be distinguished from other influential factors such as climate, soil and people.

The most influential factor of landscape development since the early Neolithic period (from 5500/5300 B. C.) is human action. In both regions, with their similar population densities and small-scale usage of soil, a relatively small human influence in landscape took place. This influence lead to similar, relatively thin colluviation in the shallow sinks of the micro relief, mainly in the plateaus and upper slope ranges.

In both regions, man had intense influence and formed the different landscapes actively from the Bronze Age (2200 – 750 BC) until the end of Iron Age (750 – 60 B. C.). In the arid Central German area, for the first time colluvial deposits could be verified for Iron Age. In areas with direct relationship to running waters, colluviation occurred mainly in the higher plateaus and in the high and middle high slope ranges, the lower slope ranges and valleys stayed stable. Eventually, this has to be seen in context with rivers in the adjacent valleys. These served as an important basis of existence and for the pasture farming and have been protected by the population of destruction through colluviation accordingly.

Since the Roman Empire (from 60 B. C.), differing intensities of land use could be observed on a regional scale. In the Rhineland, the influence of Roman population was due to extensive rural settlement and highly engineered cultivation of the area; this effected an increased colluviation with partly thick sediments down to the valley. Meanwhile, in the arid Central German area, a rather calm phase of colluviation occurred, lasting until the early Middle Ages.

Since the Middle Ages (1050-1500 B. C.) the population grew again, which led to highly intense agriculture in the arid Central German area and the Rhineland. The size of the temporarily vegetation-free area due to mechanical cultivation and recurring humid climate phases with strong precipitation events led to an intense colluviation during the Little Ice Age (15th – 19th century). Several analyses reveal that erosion processes started by that time and last until today.

10 Literatur

- Achard-Corompt, N., Riquier, V. (Hrsg.), 2013. Chasse, culte ou artisanat? Les fosses «à profil Y-V-W»: structures énigmatiques et récurrentes du Néolithique aux âges des Métaux en France et alentour. Actes de la table ronde de Châlons-en-Champagne, 15.-16. novembre 2010. Suppl. à la Revue archéologique de l'est, 33.
- Arbeitsgruppe Böden 1994. Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Auflage. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten.
- Ad-hoc-Arbeitsgemeinschaft Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und Bundesanstalt für Geologie und Rohstoffe, 1999. Bodenübersichtskarte, BUEK200, CC4734 Leipzig. Bundesanstalt für Geologie und Rohstoffe. Hannover.
- Ad-hoc-Arbeitsgemeinschaft Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und Bundesanstalt für Geologie und Rohstoffe, 2005. Bodenübersichtskarte, BUEK200, CC5534 Zwickau. Bundesanstalt für Geologie und Rohstoffe. Hannover.
- Ad-hoc-Arbeitsgemeinschaft Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und Bundesanstalt für Geologie und Rohstoffe, 2008. Bodenübersichtskarte, BUEK200, CC3934 Magdeburg. Bundesanstalt für Geologie und Rohstoffe. Hannover.
- Adamiec, G., Aitken, M., 1998. Dose-rate conversion factors: update. *Ancient TL*, 16(2), S. 37-50.
- Ahorner, L., 1962. Untersuchungen zur quartären Bruchtektonik der Niederrheinischen Bucht. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 13, S. 24-105.
- Aitken, M. J., 1990. *Science-based dating in archaeology*. Longman archaeology series. Longman, London, 274 S.
- Aitken, M. J., 1994. Optical dating: a non-specialist review. *Quaternary Science Reviews*, 13(5-7), S. 503-508.
- Aitken, M. J., 1998. *An introduction to optical dating: the dating of Quaternary sediments by the use of photon-stimulated luminescence*. Oxford University Press, Oxford, New York, Tokyo, 267 S.
- Aitken, M. J., Tite, M. S., Reid, J., 1964. Thermoluminescent dating of ancient ceramics. *Nature*, 202, S. 1032-1033.
- Aitken, M. J., Zimmerman, D. W., Fleming, S. J., 1968. Thermoluminescent dating of ancient pottery. *Nature*, 219, S. 442-444.
- Albrecht, C., Kühn, P., 2011. Properties and formation of Black Soils on the Island of Poel (NE Germany). *Quaternary International*, 243(2), S. 305-312.
- Altemeier, T., 2011. Prozesse der Knochenerhaltung im bandkeramischen Gräberfeld Düren-Arnoldsweiler. Diplomarbeit, Geographisches Institut, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, unveröffentlicht.
- Altermann, M., 1995. Überblick über die Böden des mitteldeutschen Raumes. *Mitteilungen der deutschen bodenkundlichen Gesellschaft*. Exkursionsführer zur Jahrestagung 1995 in Halle, 77, S. 27-34.
- Altermann, M., Fiedler, H.-J., 1975. Substrat- und Bodenwechsel am nördlichen Lößrand des Schwarzerdegebietes der DDR. *Hercynia*, 12, S. 130-159.

10 Literatur

- Altermann, M., Kühn, D., 1995. Böden, Bodennutzung und Bodenschutz im mitteldeutschen Trockengebiet - am Beispiel der Querfurter Platte. Exkursion E. Mitteldeutsches Trockengebiet. Mitteilungen der deutschen bodenkundlichen Gesellschaft. Exkursionsführer zur Jahrestagung 1995 in Halle, 77, S. 229-278.
- Altermann, M., Mania, D., 1968. Zur Datierung von Böden im mitteldeutschen Trockengebiet mit Hilfe quartärgeologischer und urgeschichtlicher Befunde. *Thaer-Archiv*, 12(7), S. 539–557.
- Antoine, P., Rousseau, D.-D., Moine, O., Kunesch, S., Hatté, C., Lang, A., Tissoux, H., Zöller, L., 2009. Rapid and cyclic aeolian deposition during the Last Glacial in European loess: a high-resolution record from Nussloch, Germany. *Quaternary Science Reviews*, 28(25–26), S. 2955–2973.
- Arndt, O., 2002. Die Entwicklung der Kulturlandschaft auf der Querfurt-Merseburger Platte seit dem Mittelalter. *Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt*, 39(2), S. 3-20.
- Arndt, O., 2003. Entwicklung der agraren Landnutzung auf der Querfurt-Merseburger-Platte. In: Wollkopf, H.-F., Diemann, R. (Hrsg.), *Historische Landnutzung im thüringisch-sächsischen-anhaltinischen Raum*. Peter-Lang-GmbH, Frankfurt.
- Arndt, O., 2004. Hinweise zur Landschaftsentwicklung auf der Querfurt-Merseburger Platte aus historisch-geographischer Sicht. *Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt*, 41(2), S. 3-13.
- Arndt, O., 2006. Entwicklung der agraren Landnutzung im subherzynenen Schwarzerdegebiet am Beispiel der Querfurt-Merseburger Platte. Dissertation, Geographisches Institut, Universität Leipzig.
- Arnold, L. J., Roberts, R. G., 2009. Stochastic modelling of multi-grain equivalent dose (De) distributions: Implications for OSL dating of sediment mixtures. *Quaternary Geochronology*, 4(3), S. 204-230.
- Ascough, P. L., Bird, M. I., Francis, S. M., Lebl, T., 2011. Alkali extraction of archaeological and geological charcoal: evidence for diagenetic degradation and formation of humic acids. *Journal of Archaeological Science*, 38(1), S. 69-78.
- Auclair, M., Lamothe, M., Huot, S., 2003. Measurement of anomalous fading for feldspar IRSL using SAR. *Radiation Measurements*, 37(4–5), S. 487-492.
- Bachmann, G. H., Ehling, B.-C., Eichner, R., Schwab, M., 2008. *Geologie von Sachsen-Anhalt*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Bahn, B. W., Fieber, W., 2014. Exkursion zum Grab der Dolmengöttin rund um Langeneichstädt im Gedenken an Bodendenkmalpfleger Gerhard Schmidt. In: *Sachsen-Anhalt, L. f. D. u. A., e.V., A. G. i. S.-A. (Hrsg.), Archäologie in Sachsen-Anhalt*. 7/14, S. 299-303.
- Bailey, R. M., Arnold, L. J., 2006. Statistical modelling of single grain quartz De distributions and an assessment of procedures for estimating burial dose. *Dating the Quaternary: progress in luminescence dating of sediments*. *Dating the Quaternary: progress in luminescence dating of sediments*, 25(19–20), S. 2475–2502.
- Barber, J., 1985. The pit alignment at Eskbank Nurseries. *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland*, 51, S. 149–166.
- Bartels, R., Brestrich, W., de Vries, P., Stäuble, H., 2003. Ein neolithisches Siedlungsareal mit Kreisgrabenanlagen bei Dresden-Nickern. Eine Übersicht. *Arbeits- und Forschungsberichte zur Sächsischen Bodendenkmalpflege*(45), S. 97–135.
- Bateman, M. D., Boulter, C. H., Carr, A. S., Frederick, C. D., Peter, D., Wilder, M., 2007a. Detecting post-depositional sediment disturbance in sandy deposits using optical luminescence. *12th International Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating (LED 2008)*, 2(1–4), S. 57–64.

- Bateman, M. D., Boulter, C. H., Carr, A. S., Frederick, C. D., Peter, D., Wilder, M., 2007b. Preserving the palaeoenvironmental record in Drylands: Bioturbation and its significance for luminescence-derived chronologies. *Sedimentary Geology*, 195(1–2), S. 5-19.
- Bateman, M. D., Frederick, C. D., Jaiswal, M. K., Singhvi, A. K., 2003. Investigations into the potential effects of pedoturbation on luminescence dating. *LED 2002*, 22(10–13), S. 1169–1176.
- Becker, W. D., 2005. Das Elsbachtal – Die Landschaftsgeschichte vom Endneolithikum bis ins Hochmittelalter. *Rheinische Ausgrabungen*, 56, S.
- Behrens, H., 1980. Mensch und Umwelt im Neolithikum des Mittelelbe-Saale-Gebietes. In: Schlette, F. (Hrsg.), *Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg*. Halle (Saale), S. 33–40.
- Beier, H.-J., Einicke, R., 1994. Das Neolithikum im Mittelelbe-Saale-Gebiet und in der Altmark. Eine Übersicht und ein Abriss zum Stand der Forschung. *Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas*, 4, 363 S.
- Bell, M., Fowler, P. J., Hillson, S. W. (Hrsg.), 1996. *The experimental Earthwork Project 1960 - 1992*. CBA Research Report, 100, 294 S.
- Berthold, J., 2003. *Das Elsbachtal im Mittelalter und der frühen Neuzeit. Archäologie einer Kulturlandschaft*. Dissertation, Institut für vor- und frühgeschichtliche Archäologie, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- Biermann, E., 2001. *Alt- und Mittelneolithikum in Mitteleuropa. Untersuchungen zur Verbreitung verschiedener Artefakt- und Materialgruppen und zu Hinweisen auf regionale Tradierungen*. http://www.rheinland-archäologie.de/biermann2001_2003.pdf, 683 S.
- Bode, R., Lehmkuhl, F., Reinecke, V., Hilgers, A., Dresely, V., Radtke, U., 2003. Holozäne fluviale Geomorphodynamik in einem kleinen Einzugsgebiet am nördlichen Harzrand. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 53, S. 74-93.
- Boelicke, U., Koller, E., Kuper, R., Löhr, H., Lüning, J., Schwellnus, W., Stehli, P., Wolters, M., Zimmermann, A., 1977. *Untersuchungen zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte VII*. *Bonner Jahrbücher*, 177, S. 481-559.
- Boelicke, U., Kuper, R., Löhr, H., Lüning, J., Schwellnus, W., Stehli, P., Zimmermann, A., 1976. *Untersuchungen zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte VI*. *Bonner Jahrbücher*, 176, S. 299-317.
- Boelicke, U., von Brandt, D., Castelletti, L., Eckert, J., Hilbert, K., Kalis, A. J., Loftus, J., Lüning, J., Meurers-Balke, J., Pratt, G., Schwellnus, W., Stehli, P., Weiner, J., Wolters, M., Zimmermann, A., 1979a. *Untersuchungen zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte IX*. *Bonner Jahrbücher*, 179, S. 363-441.
- Boelicke, U., von Brandt, D., Drew, R., Eckert, J., Gaffrey, J., Kalis, A. J., Lüning, J., Schalich, J., Schwellnus, W., Stehli, P., Weiner, J., Wolters, M., Zimmermann, A., 1981. *Untersuchungen zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte XI*. *Bonner Jahrbücher*, 181, S. 251-285.
- Boelicke, U., von Brandt, D., Gaffrey, J., Grünewald, C., Hilbert, K., Krüger, W., Kuper, R., Lüning, J., Orzschig, C., Seeher, J., Schwellnus, W., Stehli, P., Wolters, M., Zimmermann, A., 1979b. *Untersuchungen zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte VIII*. *Bonner Jahrbücher*, 179, S. 299-362.
- Boenigk, W., 1978. *Die flussgeschichtliche Entwicklung der Niederrheinischen Bucht im Jungtertiär und Altquartär*. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 28, S. 1-9.

10 Literatur

- Bork, H.-R., Bork, H., Dalchow, C., Faust, B., Piorr, H.-P., Schatz, T., 1998. Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. Klett-Perthes, Gotha, 328 S.
- Bosinski, G., 2006. Paläolithikum und Mesolithikum im Rheinland. In: Kunow, J., Wegner, H. H. (Hrsg.), Urgeschichte im Rheinland. Rheinischer Verein für Denkmalpflege und Landschaftsschutz, S. 101-158.
- Bøtter-Jensen, L., McKeever, S. W. S., Wintle, A. G., 2003. Optically Stimulated Luminescence Dosimetry. Elsevier, Amsterdam.
- Braadbaart, F., Poole, I., van Brussel, A. A., 2009. Preservation potential of charcoal in alkaline environments: an experimental approach and implications for the archaeological record. *Journal of Archaeological Science*, 36, S. 1672–1679.
- Brückner, H., Gerlach, R., 2006. Georachäologie. In: Gebhardt, H., Glaser, R., Radtke, U., Reuber, P. (Hrsg.), *Geographie: Physische Geographie und Humangeographie*. Spektrum Akademischer Verlag, S. 513-516.
- Brunnacker, K., 1967. Grundzüge einer Löß- und Bodenstratigraphie am Niederrhein. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 18, S. 142-151.
- Brunnacker, K., 1978. Der Niederrhein im Holozän. *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen*, 28, S. 399-440.
- Brunotte, E., Immendorf, R., Schlimm, R., 1994. Die Naturlandschaft und ihre Umgestaltung durch den Menschen. *Kölner Geographische Arbeiten*, 63, 124 S.
- Burow, C., 2010. OSL-Datierung von spätglazialen und holozänen Sedimenten im Rahmen geoarchäologischer Untersuchungen bei Weeze-Vorselaer, Niederrhein. Bachelorarbeit, Geographisches Institut, Universität zu Köln, unveröffentlicht.
- Busskamp, R., Schmidt, K.-H., 2003. Mittlerer jährlicher Abfluss und Abflussvariabilität. In: *Länderkunde, L. f.* (Hrsg.), *Nationalatlas BRD. Klima-, Pflanzen- und Tierwelt*.
- Bußmann, J., 2014. Holozäne Sedimentdynamik im Umfeld der Varusschlacht. Dissertation, Kultur- und Geowissenschaften, Universität Osnabrück, 126 S.
- Bußmann, J., Stele, A., Härtling, J. W., Zielhofer, C., Fuchs, M. C., 2014. Holocene Sediment Dynamics in the Vicinity of a Roman battlefield near Osnabrück (NW-Germany). *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband*, 58(1), S. 97-117.
- Cameron, K., Cressey, M., Dunwell, A., Mitchell, S., Rees, A., Strachan, R., Suddaby, I., 2010. Excavations on the Route of the Dalkeith Northern Bypass, 1994–95 and 2006, *Scottish Archaeological Internet Report*, 44, 128 S.
- Carlsen, B., 1989. Bodenerosionsschutz als Maßnahme der Agrarökosystemgestaltung im Raum Querfurt. *Herzyna*, 26(4), S. 338-350.
- Carter, S., 1996. A radiocarbon dated pit alignment. *Tayside and Fife Archaeological Journal*, 2, S. 45-51.
- Cordier, S., Frechen, M., Tsukamoto, S., 2010. Methodological Aspects on luminescence dating of fluvial sands from the Moselle basin, Luxembourg. *Geochronometria*, 35, S. 67–74.
- Cornell, R. M., Schwertmann, U., 2003. *The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrences and uses*. Wiley VCH.
- Courty, M. A., Goldberg, P., Macphail, R. I., 1989. *Soils and Micromorphology in Archaeology*, Cambridge, UK.

- Crabtree, K., 1971. Overton Down Experimental Earthwork, Wiltshire 1968. Proceedings of the University of Bristol's Speleological Society, 12(3), S. 237-244.
- Cüppers, H., Rüger, C. B. (Hrsg.), 1985. Römische Siedlungen und Kulturlandschaften. Geschichtlicher Atlas der Rheinlande III/1-III/2 (unter Mitarbeit von Brigitte Beyer), 40 S.
- Dähling, K., 2014. Schlitzgruben im Rheinland. Bachelorarbeit, Steinmann Institut für Geologie, Mineralogie und Paläontologie, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, unveröffentlicht.
- Daniels, F., Boyd, C. A., Saunders, D. F., 1953. Thermoluminescence as a research tool. Science, 117(3040), S. 343-349.
- Debertin, K., Helmer, R. G., 1988. Gamma- and X-Ray Spectrometry with Semiconductor Detectors. North Holland, 402 S.
- Diemann, R., 1995. Landschaftliche Gliederung des mitteldeutschen Raumes. Mitteilungen der deutschen bodenkundlichen Gesellschaft. Exkursionsführer zur Jahrestagung 1995 in Halle, 77, S. 5-8.
- Dietmar, C., 2010. Angebagert. Archäologie im rheinischen Braunkohlenrevier. Eine Veröffentlichung der Stiftung zur Förderung der Archäologie im rheinischen Braunkohlenrevier. Sonderedition zum 20-jährigen Stiftungsjubiläum. Verlag Philipp von Zabern.
- Dietze, M., Kreutzer, S., Burow, C., Fuchs, M. C., Fischer, M., Schmidt, C., 2016. The abanico plot: Visualising chronometric data with individual standard errors. Quaternary Geochronology, 31, S. 12-18.
- Döring, J., 1996. Klimaverhältnisse am Ökohof Seeben, Univ. Halle-Wittenberg, Beiträge der wissenschaftlichen Tagung am 25.4.1996 in Halle/S.
- Döring, J., 2004. Zu den Klimaverhältnissen im östlichen Harzvorland. Herzynia, 37, S. 137-154.
- dos Santos Mendes, M., 2016. Römische Landnutzung in der Nordeifel. Der Einfluss römischer Siedlungs- und Verhüttungstätigkeit auf die Sedimente im oberen Einzugsgebiet der Urft. Dissertation, Fakultät Georessourcen und Materialtechnik. Geographisches Institut, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen.
- Dotterweich, M., 2008. The history of soil erosion and fluvial deposits in small catchments of central Europe: deciphering the long term interaction between humans and the environment – a review. Geomorphology, 101, S. 192-208.
- Dreibrodt, S., Jarecki, H., Lubos, C., Khamnueva, S. V., Klamm, M., Bork, H.-R., 2013. Holocene soil formation and soil erosion at a slope beneath the Neolithic earthwork Salzmünde (Saxony-Anhalt, Germany). Catena, 107, S. 1-14.
- Dreibrodt, S., Lomax, J., Nelle, O., Lubos, C., Fischer, P., Mitusov, A., Reiss, S., Radtke, U., Nadeau, M., Grootes, P. M., Bork, H.-R., 2010a. Are mid-latitude slopes sensitive to climatic oscillations? Implications from an Early Holocene sequence of slope deposits and buried soils from eastern Germany. Geomorphology, 122(3-4), S. 351-369.
- Dreibrodt, S., Lubos, C., Terhorst, B., Damm, B., Bork, H.-R., 2010b. Historical Soil Erosion by Water in Germany: Scales and Archives, Chronology, Research Perspectives. Quaternary International, 222(1-2), S. 80-95.
- Dreibrodt, S., Nelle, O., Lütjens, I., Mitusov, A., Clausen, I., Bork, H.-R., 2009. Investigations on buried soils and colluvial layers around Bronze Age burial mounds at Bornhöved (northern Germany): an approach to test the hypothesis of 'landscape openness' by the incidence of colluviation. The Holocene, 19(3), S. 487-497.

- DSK, 2012. Stratigraphische Tabelle von Deutschland Kompakt 2012. Deutsche Stratigraphische Kommission (Hrsg. Koordination und Gestaltung: M. Menning und A. Hendrich). GFZ, Potsdam.
- Duller, G. A. T., 2004. Luminescence dating of quaternary sediments: recent advances. *Journal of Quaternary Science*, 19(2), S. 183-192.
- Duller, G. A. T., 2008. Luminescence Dating: guidelines on using luminescence dating in archaeology. English Heritage, Swindon.
- Düwel, O., Siebner, C. S., Utermann, J., Krone, F., 2007. Gehalte an organischer Substanz in Oberböden Deutschlands 1:1000000. Bericht über länderübergreifende Auswertungen von Punktinformationen im FISBo BG & Karte. http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Produkte/Schriften/Downloads/Humusgehalte_Bericht.pdf?_blob=publicationFile&v=2, http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Produkte/Karten/Downloads/karte_gehalte_organischer_substanz_oberboden.pdf?_blob=publicationFile&v=3, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 61 S.
- Eckmeier, E., 2015. Schlitzgruben. In: Kunow, J., Trier, M. (Hrsg.), Archäologie im Rheinland 2014. Theiss Verlag, S. 72-74.
- Eckmeier, E., Gerlach, R., 2012. Characterization of archaeological soils and sediments using VIS spectroscopy. *Landscape Archaeology. Proceedings of the International Conference held in Berlin, 6th – 8th June 2012. eTopoi. Journal for Ancient Studies*, 3, S. 285-290.
- Eckmeier, E., Gerlach, R., Gehrt, E., Schmidt, M. W. I., 2007. Pedogenesis of Chernozems in Central Europe - A review. *Geoderma*, 139(3-4), S. 288-299.
- Eckmeier, E., Gerlach, R., Tegtmeier, U., Schmidt, M. W. I., 2008. Charred organic matter and phosphorus in black soils in the Lower Rhine Basin (Northwest Germany) indicate prehistoric agricultural burning. In: Fiorentino, G., Magri, D. (Hrsg.), Charcoals from the Past: Cultural and Palaeoenvironmental Implications. Proceedings of the Third International Meeting of Anthracology, Cavallino - Lecce (Italy), June 28th - July 1st 2004. BAR International Series. 1807, S. 93-103.
- Eckmeier, E., Pätzold, S., Lehndorff, E., Gerlach, R., 2011. Geochemische Untersuchungen von Böden zur Rekonstruktion der prähistorischen Landnutzungsgeschichte. Tagungsband Mitteldeutscher Archäologentag 2010, S.
- Ehwald, E., 1980. Zur Frage der Schwarzerdeentstehung unter Wald. In: Schlette, F. (Hrsg.), Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Halle (Saale), S. 21–28.
- Eichstädt, U., Mahn, E.-G., 1993. Vergleichende vegetationskundliche Untersuchungen an Windschutzhecken und anderen Heckentypen auf der Querfurter Platte (Mitteldeutsches Trockengebiet). *Phytocoenologia*, 23(1-4), S. 519-537.
- Eißmann, L., 1995. Abriß der Quartärgeologie des Saale-Elbe-Raums. *Mitteilungen der deutschen bodenkundlichen Gesellschaft. Exkursionsführer zur Jahrestagung 1995 in Halle*, 77, S. 13-22.
- Ertlen, D., Féliu, C., Michler, M., Schneider-Schwiegen, N., Schneikert, F., Thomas, Y., 2013. Les structures de type «fente» dans le Kochersberg (Alsace): un programme de recherche en cours de développement. avec la coll. de Séverine Braguier, Delphine Minni et Cécile Veber, Chasse, culte ou artisanat? Les fosses «à profil Y-V-W»: structures énigmatiques et récurrentes du Néolithique aux âges des Métaux en France et alentour. Actes de la table ronde de Châlons-en-Champagne, 15.-16. novembre 2010. Suppl. à la Revue archéologique de l'est, 33, 213-227 S.

- Ertlen, D., Feliu, C., Michler, M., Schneider-Schwieb, N., Schneikert, F., Thomas, Y., Minni, D., Véber, C., 2010. Les structures de type fente (Schlitzgruben) en Alsace, table ronde intitulée "Chasse, culte ou artisanat ? Les fosses «à profil en Y-V-W», structures énigmatiques et récurrentes du Néolithique aux âges des Métaux en France et alentour ", Châlons-en-Champagne, France.
- Fabig, I., 2007. Die Niederschlags- und Starkregenentwicklung der letzten 100 Jahre im Mitteldeutschen Trockengebiet als Indikatoren möglicher Klimaveränderungen. Dissertation, Naturwissenschaftliche Fakultät III. Agrar-, Geowissenschaften, Mathematik und Informatik, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 186 S.
- Feustel, R., 1989. Der Homo Sapiens und das Jungpaläolithikum. In: Herrmann, J. (Hrsg.), Archäologie in der Deutschen Demokratischen Republik. Denkmale und Funde. Band 1. Archäologische Kulturen, geschichtliche Perioden und Volksstämme. Konrad Theiss Verlag, S. 41-47.
- Fischer, P., 2010. Zur mittel- und jungquartären Relief- und Bodenentwicklung der nordwestlichen Kölner Bucht - Detailuntersuchungen der lössbedeckten Mittelterrassenlandschaft. Dissertation, Geographisches Institut, Universität zu Köln.
- Fischer, P., Hilgers, A., Kaltwasser, S., Kass, A., Protze, J., Lehmkuhl, F., Gerlach, R., 2010. Ein keltisch-römisches Gräberfeld in Bergheim-Paffendorf. Archäologie im Rheinland 2009, S. 54-57.
- Fischer, P., Hilgers, A., Protze, J., Kels, H., Lehmkuhl, F., Gerlach, R., 2012. Formation and geochronology of Last Interglacial to Lower Weichselian loess/palaeosol sequences – case studies from the Lower Rhine Embayment, Germany. Quaternary Science Journal, 61(1), S. 48–63.
- Fischer, P., Hilgers, A., Zander, A., 2015. Zur Landschaftsgeschichte des Pulheimer Baches. In: Bienert, H. (Hrsg.), Pulheimer Beiträge zur Geschichte und Heimatkunde. 39. Verein für Geschichte e.V. Pulheim, S. 1-16.
- Forrest, B., Rink, W. J., Bicho, N., Ferring, C. R., 2003. OSL ages and possible bioturbation signals at the Upper Paleolithic site of Lagoa do Bordoal, Algarve, Portugal. Quaternary Science Reviews, 22(10–13), S. 1279-1285.
- Friederich, S., 2001. Bad Friedrichshall-Knochendorf und Heilbronn-Neckargartach. Studien zum mittelpaläolithischen Siedlungswesen im mittleren Neckartal. Dissertation, Institut für Archäologische Wissenschaften. Abteilung III. Vor- und Frühgeschichte, Universität Frankfurt am Main.
- Friederich, S., 2007. La Scoperta del mese, un tell nel cuore dell'Europa. Un sito venuto alla luce in Sassonia evoca scenari tipici del Vicino Oriente. Archeo, 9, S. 10-11.
- Friederich, S., 2012. Die vorgeschichtliche Siedlungslandschaft am Beispiel von Großprojekten in Sachsen-Anhalt, AC Occasional Paper No. 6. Large-scale excavations in Europe: Fieldwork strategies and scientific outcome, 151-156 S.
- Friederich, S., Wollenweber, R., 2014. Bandkeramische Brunnenlandschaft in der Goldenen Aue. Umweltprobleme am Beginn der bäuerlichen Kultur? Archäologie in Deutschland, 2, S. 6.
- Fröhlich, M., Kegler, J. F., 2012. »Memento moriendum esse - Bedenke, dass du sterben musst.« Der Umgang mit dem Tod in der Stein- und Bronzezeit. In: Meller, H. (Hrsg.), Neue Gleise auf alten Wegen I. Wennungen und Kalzendorf. 19. Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Halle (Saale), S. 63-85.
- Fuchs, M., Fischer, M., Reverman, R., 2010. Colluvial and alluvial sediment archives temporally resolved by OSL dating: Implications for reconstructing soil erosion. Quaternary Geochronology, 5(2–3), S. 269-273.

10 Literatur

- Fuchs, M., Lang, A., 2009. Luminescence dating of hillslope deposits—A review. *Geomorphology*, 109(1–2), S. 17-26.
- Fuchs, M., Wagner, G. A., 2003. Recognition of insufficient bleaching by small aliquots of quartz for reconstructing soil erosion in Greece. *Quaternary Science Reviews*, 22(10–13), S. 1161-1167.
- Fuchs, M., Wagner, G. A., 2005. The chronostratigraphy and geoarchaeological significance of an alluvial geoarchive: Comparative OSL and AMS C-14 dating from Greece. *Archaeometry*, 47, S. 849-860.
- Fuchs, M., Will, M., Kunert, E., Kreutzer, S., Fischer, M., Reverman, R., 2011. The temporal and spatial quantification of Holocene sediment dynamics in a meso-scale catchment in northern Bavaria, Germany. *The Holocene*, 21(7), S. 1093–1104.
- Gaitzsch, W., 2010. Römische Siedlungsgrabungen im rheinischen Braunkohlenrevier. In: Kunow, J. (Hrsg.), *Braunkohlenarchäologie im Rheinland. Entwicklung von Kultur, Umwelt und Landschaft. Kolloquium der Stiftung zur Förderung der Braunkohlenarchäologie im Rheinischen Braunkohlenrevier in Brauweiler vom 5.-6. Oktober 2006*. S. 77-86.
- Galbraith, R. F., Green, P. F., 1990. Estimating the component ages in a finite mixture. *Nuclear Tracks and Radiation Measurements*, 17, S. 196-206.
- Galbraith, R. F., Roberts, R. G., 2012. Statistical aspects of equivalent dose and error calculation and display in OSL dating: An overview and some recommendations. *Quaternary Geochronology*, 11, S. 1–27.
- Galbraith, R. F., Roberts, R. G., Laslett, G., Yoshida, H., Olley, J. M., 1999. Optical dating of single and multiple grains of quartz from Jinmium Rock Shelter, Northern Australia: Part I, experimental design and statistical models. *Archaeometry*, 41(2), S. 339-364.
- Galbraith, R. F., Roberts, R. G., Yoshida, H., 2005. Error variation in OSL palaeodose estimates from single aliquots of quartz: a factorial experiment. *Radiation Measurements*, 39(3), S. 289-307.
- Gallelo, G., Pastor, A., Diez, A., La Roca, N., Bernabeu, J., 2013. Anthropogenic units fingerprinted by REE in archaeological stratigraphy: Mas d'Is (Spain) case. *Journal of Archaeological Science*, 40(2), S. 799-809.
- Gehrt, E., Geschwinde, M., Schmidt, M. W. I., 2002. Neolithikum, Feuer und Tschernosem – oder: Was haben die Linienbandkeramiker mit der Schwarzerde zu tun? *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 32, S. 21-30.
- Geilenbrügge, U., 2010. Ausgrabungen und Forschungen zu den Metallzeiten im rheinischen Braunkohlenrevier. In: Kunow, J. (Hrsg.), *Braunkohlenarchäologie im Rheinland. Entwicklung von Kultur, Umwelt und Landschaft. Kolloquium der Stiftung zur Förderung der Braunkohlenarchäologie im Rheinischen Braunkohlenrevier in Brauweiler vom 5.-6. Oktober 2006*. S. 53-58.
- Geilenbrügge, U., 2012. 25 Jahre Archäologie im Rheinischen Braunkohlenrevier. In: Kunow, J. (Hrsg.), *25 Jahre Archäologie im Rheinland 1987-2011*. LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland. Theiss Verlag, S. 298-305.
- Geilenbrügge, U., 2015. Das Indetal - eine metallzeitliche Kulturlandschaft. In: Otten, T., Kunow, J., Rind, M. W., Trier, M. (Hrsg.), *Archäologie in NRW 2010-2015. Archäologische Landesausstellung Nordrhein-Westfalen. Forschungen - Funde - Methoden. Schriften zur Bodendenkmalpflege in Nordrhein-Westfalen*. 11(2), S. 55-57.
- GLA, 1992. Geologische Übersichtskarte von Sachsen-Anhalt im Maßstab 1:400.000. Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Halle.

10 Literatur

- Geobasis NRW, 2008. Topographische Karte 1:25.000, Blatt 5104 Düren. Bezirksregierung NRW.
- Geobasis NRW, 2015. Karte von Tranchot 1806/07, Blatt 78 Jülich. Reproduktion Geobasis NRW. Bezirksregierung NRW.
- GD NRW, 2008. Bodenkarte von NRW 1:50.000, Grundlage: Topographische Karte 1:25.000, Blatt 5104 Düren (Geobasis NRW). Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen. Krefeld.
- Gerlach, R., 1993. Die natürlichen Grundlagen der Naturlandschaft oder "Wie alt ist die Aue?", Kulturlandschaft und Bodendenkmalpflege am unteren Niederrhein. Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland. Landschaftsverband Rheinland. Rheinisches Amt für Bodendenkmalpflege, S. 57-86.
- Gerlach, R., 2006. Holozän: Die Umgestaltung der Landschaft durch den Menschen seit dem Neolithikum. In: Kunow, J., Wegner, H. H. (Hrsg.), Urgeschichte im Rheinland. Rheinischer Verein für Denkmalpflege und Landschaftsschutz, S. 87-98.
- Gerlach, R., 2012. Geoarchäologie - Informationen aus den Böden. In: Kunow, J. (Hrsg.), 25 Jahre Archäologie im Rheinland 1987-2011. LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland. Theiss Verlag, S. 248-253.
- Gerlach, R., 2015. Das Schwarzerde-Ensemble: Horizonte, Baumwürfe, Gruben und Schlitzgruben. In: Kunow, J., Trier, M. (Hrsg.), Archäologie im Rheinland 2014. Theiss Verlag, S. 69-71.
- Gerlach, R., Eckmeier, E., 2012. Das Problem der "Schwarzerden" im Rheinland im archäologischen Kontext - ein Resümee. In: Stobbe, A., Tegtmeier, U. (Hrsg.), Verzweigungen. Habelt, Bonn, S. 105-124.
- Gerlach, R., Fischer, P., Eckmeier, E., Hilgers, A., 2012. Buried dark soil horizons and archaeological features in the Neolithic settlement region of the Lower Rhine area, NW Germany: Formation, geochemistry and chronostratigraphy. *Quaternary International*, 265(0), S. 191-204.
- Gerlach, R., Fischer, P., Hilgers, A., Protze, J., Meurers-Balke, J., 2014. Die Geschichte der neolithischen Siedlungsböden und des Ellebachtals. In: Cziesla, E., Ibeling, T. (Hrsg.), Autobahn 4, Fundplatz der Extraklasse. Archäologie unter der neuen Bundesautobahn bei Arnoldsweiler. S. 59-67.
- Gerlach, R., Hilgers, A., 2011. Grubenfüllungen als archäologische Quelle. In: Bork, H.-R., Meller, H., Gerlach, R. (Hrsg.), Umweltarchäologie - Naturkatastrophen und Umweltwandel im archäologischen Befund. Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte (Halle). (6), Halle (Saale), S. 27-36.
- Gerlach, R., Meurers-Balke, J., 2015a. Bäche ohne Wasser - die Geschichte der kleinen und mittleren Lössbäche im Rheinland. In: Kunow, J., Trier, M. (Hrsg.), Archäologie im Rheinland 2014. Theiss Verlag, S. 25-28.
- Gerlach, R., Meurers-Balke, J., 2015b. Neolithische Landschaften im Rheinland und in Westfalen. In: Otten, T., Kunow, J., Rind, M. W., Trier, M. (Hrsg.), REVOLUTION jungSTEINZEIT. Archäologische Landesausstellung Nordrhein-Westfalen. Schriften zur Bodendenkmalpflege in Nordrhein-Westfalen. 11(1), S. 170-177.
- Gerlach, R., Meurers-Balke, J., Kalis, A. J., Fischer, P., Hilgers, A., Protze, J., 2011. Erste Ergebnisse zur Umweltrekonstruktion in Düren Arnoldsweiler. Archäologie im Rheinland, 2010, S. 65-68.
- Glaser, H.-U., 2006. Pit alignments - Rätselhafte Grubenreihen? In: Meller, H. (Hrsg.), Archäologie auf der Überholspur. Ausgrabungen an der A38. Halle (Saale), S. 195-198.
- Goudie, A., 2006. *The Human Impact on the Natural Environment*. Blackwell Publishing.

10 Literatur

- Gringmuth-Dallmer, E., 1989. Landwirtschaft und Landesausbau in den germanisch-deutschen Gebieten vom 8.-13. Jh. In: Herrmann, J. (Hrsg.), Archäologie in der Deutschen Demokratischen Republik. Denkmale und Funde. Band 1. Archäologische Kulturen, geschichtliche Perioden und Volksstämme. Konrad Theiss Verlag, S. 238-248.
- Gringmuth-Dallmer, E., Altermann, M., 1985. Zum Boden als Standortfaktor ur- und frühgeschichtlicher Siedlungen. Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte, 68, S. 339-355.
- Grögler, N., Houtermans, F. G., Stauffer, H., 1958. Radiation damage as a research tools for geology and prehistory, Convengo sulle dotazioni con metodi nuclear. 5th Internazion Elettr Nucl Sezione Nuclear Rome, S. 5-15.
- Gronenborn, D., 2006. Letzte Jäger - Erste Bauern. Archäologie im Rheinland, 3, S. 18-23.
- Groten, S., 2016. Geochemische Untersuchungen von Schwarzerdebefunden bei Pulheim-Geyen. Masterarbeit, Institut für Geologie und Mineralogie, Universität zu Köln, unveröffentlicht.
- Gunreben, M., 1992. Schwarzerde-Relikte in Deutschland. Ein regionaler Vergleich von Böden ausgewählter Klimagebiete und Lößprovinzen. Dissertation, Geographisches Institut, Philipps-Universität Marburg, Marburg/Lahn, 183 S.
- Haase, D., Fink, J., Haase, G., Ruske, R., Pécsi, M., Richter, H., Altermann, M., Jäger, K.-D., 2007. Loess in Europe - its spatial distribution based on a European Loess Map, scale 1:2500000. Quaternary Science Reviews, 26, S. 1301-1312.
- Halliday, S. P., 1982. Later prehistoric farming in south-eastern Scotland. In: Harding, D. W. (Hrsg.), Later Prehistoric Settlement in South-East Scotland. Edinburgh, S. 74-91.
- Hänsel, B., 2010. Die Bronzezeit (2200-800 v. Chr.). In: von Schnurbein, S. (Hrsg.), Atlas der Vorgeschichte. Europa von den ersten Menschen bis Christi Geburt. Theiss, Stuttgart, S. 108-149.
- Hanson, P. R., Mason, J. A., Jacobs, P. M., Young, A. R., 2015. Evidence for bioturbation of luminescence signals in eolian sand on upland ridgetops, southeastern Minnesota, USA. Quaternary International, 362, S. 108-115.
- Hardenbicker, U., Hecht, C., 2000. Bodenphysikalische Prozesse und Ursachen der subterranean Erosion in Löß und Schwemmlöß im östlichen Harzvorland. Herzynia, 33, S. 31-41.
- Helbig, H., 2010. Schwerpunktgebiete und Fallbeispiele. In: Helbig, H., Möller, M., Schmidt, G. (Hrsg.), Bodenerosion in Sachsen-Anhalt. (BVB-Materialien. 15). Bundesverband Boden (BVB) e. V., S. 25-32.
- Helbig, H., Köppen, S. M., 2006. Geowissenschaftliche Interpretation von Befundsituationen B6n. Manuskript, unveröffentlicht. , 10 S.
- Hellmund, M., 2005. Pflanzenkohlen und Pollenkörner - Botanische Befunde. In: Meller, H. (Hrsg.), Querschnitt, Ausgrabungen an der B6n Benzingerode - Heimbürg. Archäologie in Sachsen-Anhalt. Sonderband. Halle (Saale), S. 15-22.
- Hellmund, M., 2016. Bericht der Pollenanalysen an Bohrprofilen aus der Stöbnitz-Aue bei Oechlitz, Lkr. Saalekreis. Labor für Archäobotanik. Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt. unveröffentlicht.
- Hellmund, M., Helbig, H., Nicolay, A., 2011a. Zur Zeitstellung der fluviatilen Sedimente in der Helme-Aue bei Niederröblingen, Kultur in Schichten. Archäologie am Autobahndreieck Südharz. Archäologie in Sachsen-Anhalt. Sonderband, 14, 29-34 S.

- Hellmund, M., Wennrich, V., 2014. Zur Vegetationsentwicklung im östlichen Harzvorland - Ein Pollendiagramm vom Süßen See, Lkr. Mansfeld-Südharz, Archäologie in Sachsen-Anhalt, 7, 40-54 S.
- Hellmund, M., Wennrich, V., Becher, H., Krichel, A., Bruelheide, H., Melles, M., 2011b. Zur Vegetationsgeschichte im Umfeld des Süßen Sees, Lkr. Mansfelder Land - Ergebnisse von Pollen- und Elementanalysen, Umweltarchäologie - Naturkatastrophen und Umweltwandel im archäologischen Befund. 3. Mitteldeutscher Archäologentag vom 07. bis 09. Oktober 2010 in Halle (Saale), 111-127 S.
- Henningsen, D., 2011. Einführung in die Geologie Deutschlands: 13 Tabellen. Elsevier, Spektrum Akad. Verl, Heidelberg.
- Henningsen, D., Katzung, G., 2002. Einführung in die Geologie Deutschlands. Spektrum-Akademischer Verlag, Stuttgart.
- Herrmann, J., 1989. Burgen und befestigte Siedlungen in der jüngeren Bronzezeit und frühen Eisenzeit. In: Herrmann, J. (Hrsg.), Archäologie in der Deutschen Demokratischen Republik. Denkmale und Funde. Band 1. Archäologische Kulturen, geschichtliche Perioden und Volksstämme. Konrad Theiss Verlag, S. 106-118.
- Hilden, D. (Hrsg.), 1988. Geologie am Niederrhein. Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 142 S.
- Hilgers, A., 2007. The chronology of Late Glacial and Holocene dune development in the northern Central European lowland reconstructed by optically stimulated luminescence (OSL) dating. Dissertation, Geographisches Institut, Universität zu Köln, 440 S.
- Hilgers, A., Gerlach, R., Fischer, P., 2011. Altersbestimmung und (Neu-)Interpretation von Landschaftsrelikten und archäologischen Befunden mit OSL-Datierung, Archäologie im Rheinland. Kunow, Jürgen, S. 26-28.
- Hilgers, A., Zander, A., 2011. Ergebnisbericht zur Lumineszenzdatierung (Probenserie Inden, WW 2007/18, sowie Inden 16). Auftraggeber: Dr. J. Thissen. Siftungsprojekt 173 und 234. Unveröffentlicht.
- Hohle, I., 2012. Die Älteste Linienbandkeramik von Zwenkau-Nord (Lkr. Leipzig), Frauen in GeoArchäologischer Forschung in Deutschland. Archäologische Informationen, 35, 75-88 S.
- Hönscheidt, S., 2002. Holozäne Bodenbildung, Bodenabtrag und Akkumulation am Beispiel bandkeramischer Siedlungsreste bei Vaihingen/Enz (nordwestlich von Stuttgart): Untersuchungen zur holozänen Landschaftsgeschichte im nordwestlichen Baden-Württemberg; mit 36 Tabellen. Dissertation, Institut für Geographie, Universität Stuttgart, Stuttgart, 272 S.
- Hooda, P., 2010. Trace elements in soils. Wiley, Chichester, 616 S.
- Horst, F., 1989a. Die Hallstattzeit - Beginn der Eisenzeit. In: Herrmann, J. (Hrsg.), Archäologie in der Deutschen Demokratischen Republik. Denkmale und Funde. Band 1. Archäologische Kulturen, geschichtliche Perioden und Volksstämme. Konrad Theiss Verlag, S. 123-149.
- Horst, F., 1989b. Die Stämme der Lausitzer Kultur und des Nordens in der jüngeren Bronzezeit. In: Herrmann, J. (Hrsg.), Archäologie in der Deutschen Demokratischen Republik. Denkmale und Funde. Band 1. Archäologische Kulturen, geschichtliche Perioden und Volksstämme. Konrad Theiss Verlag, S. 98-105.
- Hülle, D., 2011. Lumineszenzdatierung von Sedimenten zur Rekonstruktion der jungquartären Landschaftsentwicklung in der Mongolei. Dissertation, Geographisches Institut, Universität.
- Hülle, D., Gerlach, R., Gerz, J., 2014. Kurzbericht Prießnitz OSL. unveröffentlicht.

10 Literatur

- Huntley, D. J., Godfrey-Smith, D. I., Thewalt, M. L. W., 1985. Optical dating of sediments. *Nature*, 313(5998), S. 105-107.
- Huntley, D. J., Lamothe, M., 2001. Ubiquity of anomalous fading in K-feldspars and the measurement and correction for it in optical dating. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 38(7), S. 1093-1106.
- Hüser, A., 2010. Gefesselt Hirschkalb in Schlitzgrube. *Archäologie in Deutschland*, 2, S. 54.
- Hüser, A., Döhle, H.-J., 2011. Hirschkälber in bronzezeitlichen Schlitzgruben - zwei nicht alltägliche Befunde aus Mitteldeutschland. *Beiträge zur Archäozoologie und prähistorischen Anthropologie*, 8, S. 35-44.
- Hütt, G., Jaek, I., Tchonka, J., 1988. Optical dating: K-feldspars optical response stimulation spectra. *Quaternary Science Reviews*, 7(3-4), S. 381-385.
- Ickler, S., 2007. Bronze- und Eisenzeitliche Besiedlung im Stadtgebiet von Krefeld, mittlerer Niederrhein. Dissertation, Institut für Ur- und Frühgeschichte, Universität zu Köln, 723 S.
- IfL (Hrsg.), 2003. Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland, Band 2 – Natur und Umwelt I: Relief, Boden und Wasser. Leibniz-Institut für Länderkunde.
- Irsigler, F., 1982-2008. *Geschichtlicher Atlas der Rheinlande*. Publikationen der Gesellschaft für Rheinische Geschichtskunde ; 12, Abt. 1, N.F. Rheinland-Verlag, Köln.
- ISO, 2009. ISO 13320: Particle size analysis - Laser diffraction methods. International Organization for Standardization.
- Jacobs, Z., 2010. An OSL chronology for the sedimentary deposits from Pinnacle Point Cave 13B—A punctuated presence. *Journal of Human Evolution*, 59(3-4), S. 289-305.
- Jacobs, Z., Roberts, R. G., 2007. Advances in optically stimulated luminescence dating of individual grains of quartz from archeological deposits. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 16(6), S. 210-223.
- Jain, M., Ankjærgaard, C., 2011. Towards a non-fading signal in feldspar: Insight into charge transport and tunnelling from time-resolved optically stimulated luminescence. *Radiation Measurements*, 46(3), S. 292-309.
- Jarecki, H., Becker, M., 2012. Ergebnis als Auftrag In: Meller, H. (Hrsg.), *Neue Gleise auf alten Wegen I. Wennungen und Kalzendorf*. 19. Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Halle (Saale), S. 235-243.
- Jewell, P. A. (Hrsg.), 1963. *The experimental earthwork on Overton Down, Wiltshire, 1960*.
- Jewell, P. A., Dimbleby, G. W., 1966. *The Experimental Earthwork on Overton Down, Wiltshire, England: The First Four Years*. *Proceedings of the Prehistoric Society (New Series)*, 32, S. 313-342.
- Joachim, H.-E. (Hrsg.), 1998. *Bronze- und Eisenzeit*. *Geschichtlicher Atlas der Rheinlande II.3.1/3.4* (unter Mitarbeit von Eva Nagel), 76 S.
- Joachim, H.-E., 2007. Die ältere Eisenzeit. In: Clemens-Sels-Museum, Neuss, S. (Hrsg.), *Bronzestreif am Horizont: 1000 Jahre vor Kelten, Römern und Germanen*. Neuss, S. 33-38.
- Johnson, M. O., Mudd, S. M., Pillans, B., Spooner, N. A., Keith Fifield, L., Kirkby, M. J., Gloor, M., 2014. Quantifying the rate and depth dependence of bioturbation based on optically-stimulated luminescence (OSL) dates and meteoric ¹⁰Be. *Earth Surface Processes and Landforms*, 39(9), S. 1188-1196.

- Jordhøy, P., 2008. Ancient wild reindeer pitfall trapping systems as indicators for former migration patterns and habitat use in the Dovre region, southern Norway. *Rangifer*, 8(1), S. 79-87.
- Junge, F. W., Novenko, E., Seifert-Eulen, M., Boettger, T., 2008. Early Saalian landscape dynamics in the Saale-Elbe region (Profen opencast mine, Central Germany): fluvial sedimentation, vegetation history and geochemistry. *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, 159(2), S. 221-235.
- Kabata-Pendias, A., Pendias, H., 2001. *Trace Elements in Plants and Soils*. CRC Press.
- Kadereit, A., Kühn, P., Wagner, G. A., 2010. Holocene relief and soil changes in loess-covered areas of south-western Germany: The pedosedimentary archives of Bretten-Bauerbach (Kraichgau). *Quaternary International*, 222(1-2), S. 96-119.
- Kainz, W., String, P., Knauf, C., Möbes, A., Hartmann, K.-J., Feldhaus, D., 1999. *Bodenatlas Sachsen-Anhalt. Teil I: Beschreibung der Bodenlandschaften und Böden. Teil II: Thematische Karten*.
- Kalis, A. J., Merkt, J., Wunderlich, J., 2003. Environmental changes during the Holocene climatic optimum in central Europe - human impact and natural causes. *Quaternary Science Reviews*, 22(1), S. 33-79.
- Kalis, A. J., Meurers-Balke, J., 1994. Die Nacheiszeit (Holozän): Die Vegetationsgeschichte. In: Brunotte, E., Immendorf, R., Schlimm, R. (Hrsg.), *Die Naturlandschaft und ihre Umgestaltung durch den Menschen. Erläuterungen zur Hochschulexkursionskarte Köln und Umgebung. Kölner geographische Arbeiten*. 63, S. 14-23.
- Kehl, M., 2014. Projekt Rurtal. Bericht über mikromorphologische Untersuchungen. unveröffentlicht, S. 39.
- Keiling, H., 1989. Jastorfkultur und Germanen. In: Herrmann, J. (Hrsg.), *Archäologie in der Deutschen Demokratischen Republik. Denkmale und Funde. Band 1. Archäologische Kulturen, geschichtliche Perioden und Volksstämme*. Konrad Theiss Verlag, S. 147-155.
- Kels, H., 2007. *Bau und Bilanzierung der Lössdecke am westlichen Niederrhein*. Dissertation, Abteilung Geologie am Geographischen Institut, Heinrich-Heine-Universität.
- Kemp, J., Pietsch, T. J., Olley, J., 2014. Digging your own grave: OSL signatures in experimental graves. *Journal of Human Evolution*, 76, S. 77-82.
- Klostermann, J., 1991. Die Wanderung der Kontinente - Grundlagen der Plattentektonik und die junge Beanspruchung der Niederrheinischen Bucht aus heutiger Sicht. In: Klostermann, J., Kronsbein, S. und H. Rehbein (Hrsg.), *Natur und Landschaft am Niederrhein -Naturwissenschaftliche Beiträge- Festschrift zum 80. Geburtstag von Dr. Hans-Wilhelm Quitzow*. Niederrheinische Landeskunde. Schriften zur Natur und Geschichte des Niederrheins. 10, Krefeld, S. 431.
- Klostermann, J., 1992. *Das Quartär der niederrheinischen Bucht*. Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.
- Klostermann, J., 1997. Zur Geologie der Flussablagerungen am Niederrhein, Kiesgewinnung und archäologische Denkmalpflege. *Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland*. Landschaftsverband Rheinland. Rheinisches Amt für Bodendenkmalpflege, S. 77-92.
- Klostermann, J., Thissen, J., 1995. Die stratigraphische Stellung des Lößprofils von Mönchengladbach-Rheindahlen (Niederrhein). *Eiszeitalter und Gegenwart*, 45, S. 42-58.
- Knauf, C., String, P., Vogler, E., Vogler, F., Wurm, E., 1995. Kippenböden aus Löß und Geschiebemergel im Profener Braunkohlerevier. Exkursion D. Zeitz-Weißenfelder Braunkohlerevier. *Mitteilungen der deutschen bodenkundlichen Gesellschaft. Exkursionsführer zur Jahrestagung 1995 in Halle*, 77, S. 207-228.

10 Literatur

- Knörzer, K.-H., Gerlach, R., Meurers-Balke, J., Kalis, A. J., Tegtmeier, U., Becker, W. D., Jürgens, A., 1999. PflanzenSpuren. Archäobotanik im Rheinland: Agrarlandschaft und Nutzpflanzen im Wandel der Zeiten. Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland, 10. Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland. 10. Landschaftsverband Rheinland. Rheinisches Amt für Bodendenkmalpflege, Bonn, 185 S.
- Knörzer, K.-H., Meurers-Balke, J., 1990. Die Wirtschafts- und Nutzungsflächen eines römischen Gutshofes. Eine Rekonstruktion aufgrund des botanischen Befundes. In: Hellenkemper, H. (Hrsg.), Archäologie in Nordrhein-Westfalen. Geschichte im Herzen Europas. Schriften zur Bodendenkmalpflege in Nordrhein-Westfalen. 1, S. 242-246.
- Koster, E. A., 2005. Recent advances in luminescence dating of Late Pleistocene (cold-climate) aeolian sand and loess deposits in western Europe. *Permafrost and Periglacial Processes*, 16(1), S. 131–143.
- Kreutzer, S., Fuchs, M., Meszner, S., Faust, D., 2012a. OSL chronostratigraphy of a loess-palaeosol sequence in Saxony/Germany using quartz of different grain sizes. *Quaternary Geochronology*, 10(0), S. 102-109.
- Kreutzer, S., Lauer, T., Meszner, S., Krbetschek, M., Faust, D., Fuchs, M., 2014. Chronology of the Quaternary profile Zeuchfeld in Saxony-Anhalt / Germany – a preliminary luminescence dating study. *Zeitschrift für Geomorphologie. Supplementary Issues*, 58(1), S. 5-26.
- Kreutzer, S., Schmidt, C., Fuchs, M. C., Dietze, M., Fischer, M., Fuchs, M., 2012b. Introducing an R package for luminescence dating analysis. *Ancient TL*, 30(1), S. 1-8.
- Kristensen, J. A., Thomsen, K. J., Murray, A. S., Buylaert, J.-P., Jain, M., Breuning-Madsen, H., 2015. Quantification of termite bioturbation in a savannah ecosystem: Application of OSL dating. *Quaternary Geochronology*, 30, Part B, S. 334-341.
- Krüger, B., 1989. Germanische Kulturen und Stämme des 3.-6. Jh. und die Völkerwanderung. In: Herrmann, J. (Hrsg.), Archäologie in der Deutschen Demokratischen Republik. Denkmale und Funde. Band 1. Archäologische Kulturen, geschichtliche Perioden und Volksstämme. Konrad Theiss Verlag, S. 209-219.
- Kugler, H., Villwock, G., 1995. Geomorphologie des mitteldeutschen Raumes. Mitteilungen der deutschen bodenkundlichen Gesellschaft. Exkursionsführer zur Jahrestagung 1995 in Halle, 77, S. 23-26.
- Kuhlig, G., 2005. Erstellung einer Auswertesoftware zur Altersbestimmung mittels Lumineszenzverfahren unter spezieller Berücksichtigung des Einflusses radioaktiver Ungleichgewichte in der 238U-Zerfallsreihe. Bachelorarbeit, Technische Universität Bergakademie Freiberg, 35 S.
- Kuper, R., Löhr, H., Lüning, J., Stehli, P., 1974. Untersuchungen zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte IV. *Bonner Jahrbücher*, 174, S. 424-508.
- Kuper, R., Lüning, J., Zimmermann, A., 2015. Das DFG-Projekt "Siedlungsarchäologie des Neolithikums der Aldenhovener Platte". Das erste langfristige Unternehmen im Rheinischen Braunkohlenrevier. In: Otten, T., Kunow, J., Rind, M. W., Trier, M. (Hrsg.), REVOLUTION jungSTEINZEIT. Archäologische Landesausstellung Nordrhein-Westfalen. Schriften zur Bodendenkmalpflege in Nordrhein-Westfalen. 11(1). Theiss verlag, S. 305-311.
- Küster, M., Fülling, A., Kaiser, K., Ulrich, J., 2014. Aeolian sands and buried soils in the Mecklenburg Lake District, NE Germany: Holocene land-use history and pedo-geomorphic response. *Geomorphology*, 211, S. 64-76.
- Küster, M., Stöckmann, M., Fülling, A., Weber, R., 2015. Kulturlandschaftselemente, Kolluvien und Flugsande als Archive der spätholozänen Landschaftsentwicklung im Bereich des

- Messtischblattes Thurow (Müritz-Nationalpark, Mecklenburg), Nationalparkamt Müritz Neue Beiträge zum Naturraum und zur Landschaftsgeschichte im Teilgebiet Serrahn des Müritz-Nationalparks. Forschung und Monitoring, 4, 115-124 S.
- LAGB, 2005a. VBK50 L3934 Magdeburg, auf topographischer Grundlage aus dem Topographisch-Kartographischen Informationssystem ATKIS® (Stand 9/2005) des Landesamt für Landesvermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt. <http://webs.idu.de/lagb/lagb-default.asp?thm=vbk50&tk=L4736>. Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt.
- LAGB, 2005b. VBK50 L4938 Zeitz, auf topographischer Grundlage aus dem Topographisch-Kartographischen Informationssystem ATKIS® (Stand 9/2005) des Landesamt für Landesvermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt. <http://webs.idu.de/lagb/lagb-default.asp?thm=vbk50&tk=L4736>. Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt.
- LAGB, 2005c. VBK50, L4736 Merseburg, auf topographischer Grundlage aus dem Topographisch-Kartographischen Informationssystem ATKIS® (Stand 9/2005) des Landesamt für Landesvermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt. <http://webs.idu.de/lagb/lagb-default.asp?thm=vbk50&tk=L4736>. Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt.
- LAGB (Hrsg.), 2006. Bodenbericht Sachsen-Anhalt 2006. Böden und Bodeninformationen in Sachsen-Anhalt, Band 11. Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt.
- Lai, Z. P., 2006. Locating the boundary between the Pleistocene and the Holocene in Chinese loess using luminescence. *The Holocene*, 16(6), S. 893-899.
- Lai, Z. P., Zöller, L., Fuchs, M., Brückner, H., 2008. Alpha efficiency determination for OSL of quartz extracted from Chinese loess. *Radiation Measurements*, 43(2-6), S. 767-770.
- Lancaster, N., 2008. Desert dune dynamics and development: insights from luminescence dating. *Boreas*, 37(4), S. 559-573.
- LGRB, Tschernosem-Parabraunerde. http://www.themenpark-umwelt.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/14497/?viewMode=popupView&width=700&height=550&TB_iframe=true. © Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg
- Lang, A., 2003. Phases of soil erosion-derived colluviation in the loess hills of South Germany. *CATENA*, 51(3-4), S. 209-221.
- Lang, A., Hönscheidt, S., 1999. Age and source of colluvial sediments at Vaihingen-Enz, Germany. *Catena*, 38(2), S. 89-107.
- Lang, A., Kadereit, A., Behrends, R.-H., Wagner, G. A., 1999. Optical dating of anthropogenic sediments at the archaeological site of Herrenbrunnenbuckel, Bretten-Bauerbach (Germany). *Archaeometry*, 41(2), S. 397-411.
- Lang, A., Wagner, G. A., 1997. Infrared stimulated luminescence dating of holocene colluvial sediments using the 410 NM emission. *Quaternary Science Reviews*, 16(3-5), S. 393-396.
- Lange, E., 1980. Wald und Offenland während des Neolithikums im herzynischen Raum auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen. In: Schlette, F. (Hrsg.), *Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg*. 1980/6 (L 15), Halle (Saale), S. 11-20.
- Langohr, R., 1988. The dominant soil types of the Belgian loess belt in the Early Neolithic. In: Cahen, D., Otte, M. (Hrsg.), *Rubané et Cardial. Etudes et recherches Archéologiques de l'Université de Liège (ERAUL)*. (Vol. 39), S. 117-124.
- LANUV, 2016. Klimadatenatlas NRW. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Datenquelle: Deutscher Wetterdienst, Kartenmaterial: GEObasis.NRW

10 Literatur

- (Geobasisdaten der Landesvermessung, Bezirksregierung Köln Abteilung 7 GEObasis.nrw). <http://www.klimaatlas.nrw.de>, 16.11.2015.
- LAU, 2001. Jahresbericht 2000. Hydrologie. Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt.
- Lauer, F., Pätzold, S., Gerlach, R., Protze, J., Willbold, S., Amelung, W., 2013. Phosphorus status in archaeological arable topsoil relicts—Is it possible to reconstruct conditions for prehistoric agriculture in Germany? *Geoderma*, 207–208, S. 111-120.
- Lauer, F., Prost, K., Gerlach, R., Pätzold, S., Wolf, M., Urmersbach, S., Lehndorff, E., Eckmeier, E., Amelung, W., 2014a. Organic Fertilization and Sufficient Nutrient Status in Prehistoric Agriculture? – Indications from Multi-Proxy Analyses of Archaeological Topsoil Relicts. *PLoS ONE*, 9(9), S. 1-19.
- Lauer, T., von Suchodoletz, H., Vollmann, H., Meszner, S., Frechen, M., Tinapp, C., Goldmann, L., Müller, S., Zielhofer, C., 2014b. Landscape aridification in Central Germany during the late Weichselian Pleniglacial; results from the Zauschwitz loess site in western Saxony. *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementary Issues*, 58(1), S. 27-50.
- LDA, 2012, unveröff.-a. Abschlussbericht. Tagebau Profen Abbaufeld Domsen, BLK (Akt.-Nr. 6013 / D-Nr. 660), Okt. 2012. Grubenreihe Bf.nr. 5, 15, 33, 45. R. Ganslmeier, Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt.
- LDA, 2012, unveröff.-b. Befundblätter Akt.nr. 2510, Areal 34, Profen-Schwerzau. Grubenreihe, Bef.nr. 7743-45. V. Hoffmann, Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt.
- LDA, 2015, unveröff. Tagebau Profen-Schwerzau. Jahresbericht 2014. H. Schmidt, Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt.
- LDA, k.a., unveröff. . Dokumentation archäologische Grabung ICE-Trasse, Bad Lauchstädt und Oechlitz, Befundblätter. Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt.
- Lehmkuhl, F., Stanjek, H., Eckmeier, E., 2015. Laborskript zum Gelände- und Laborpraktikum (Relief und Boden) WS 2014/15. RWTH Aachen. Insitut für Physische Geographie und Geoökologie und Insitut für Ton- und Grenzflächenmineralogie, S. 30.
- Lehmkuhl, F., Schulte, P., Zhao, H., Hülle, D., Protze, J., Stauch, G., 2014. Timing and spatial distribution of loess and loess-like sediments in the mountain areas of the northeastern Tibetan Plateau. *Catena*, 117, S. 22-33.
- Lenneis, E., 1990. Neue Ergebnisse zur Erforschung der ältesten Linearbandkeramik in Österreich. *Zalai Múzeum*, 2, S. 9-13.
- Lenz, K. H., 1999. Siedlungen der römischen Kaiserzeit auf der Aldenhovener Platte. Mit Beiträgen von Hubert Berke und Bärbel Heußner, *Rheinische Ausgrabungen*, 8, 210 S.
- Leube, A., 1989. Germanische Stämme und Kulturen des 1. und 2. Jahrhunderts. In: Herrmann, J. (Hrsg.), *Archäologie in der Deutschen Demokratischen Republik. Denkmale und Funde. Band 1. Archäologische Kulturen, geschichtliche Perioden und Volksstämme*. Konrad Theiss Verlag, S. 156-165.
- Lian, O. B., Roberts, R. G., 2006. Dating the Quaternary: progress in luminescence dating of sediments. *Quaternary Science Reviews*, 25(19–20), S. 2449-2468.
- Lieberoth, I., 1959. Beobachtungen im nordsächsischen Lößgebiet. *Zeitschrift für Pflanzenernährung Düngung Bodenkunde*, 86(131), S. 141-155.
- Lieberoth, I., 1963. Lößsedimentation und Bodenbildung während des Pleistozäns in Sachsen. *Geologie*, 12, S. 149-187.

10 Literatur

- Lieberoth, I., 1982. *Bodenkunde, Bodenfruchtbarkeit*, 3. Auflage. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Lies, H., 1974. Zur neolithischen Siedlungsintensität im Magdeburger Raum. *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte*, 58, S. 57-111.
- Lippmann, E., 1985. Neolithische Schlitzgruben von Erfurt. *Ausgrabungen und Funde*, 5, S. 203-207.
- Liritzis, I., Singhvi, A., Feathers, J., Wagner, G., Kadereit, A., Zacharias, N., Li, S.-H., 2013. *Luminescence Dating of Archaeological Materials, Luminescence Dating in Archaeology, Anthropology, and Geoarchaeology*. SpringerBriefs in Earth System Sciences. Springer International Publishing, S. 25-40.
- Lisá, L., Komoróczy, B., Vlach, M., Válek, D., Bajer, A., Kovárník, J., Rajtár, J., Hüssen, C. M., Šumberová, R., 2015. How were the ditches filled? Sedimentological and micromorphological classification of formation processes within graben-like archaeological objects. *Quaternary International*, 370, S. 66-76.
- Litt, T., 1988. Stratigraphische Belege für anthropogen ausgelöste Bodenverlagerungen vom Neolithikum bis zur frühen Eisenzeit im circumhercynen Raum. *Ethnographisch-Archäologische Zeitschrift*, 29, S. 129-137.
- Litt, T., 1992a. Fresh investigations into the natural and anthropogenically influenced vegetation of the earlier Holocene in the Elbe-Saale Region, Central Germany. *Vegetation History and Archaeobotany*, 1(2), S. 69-74.
- Litt, T., 1992b. Investigations on the extent of the Early Neolithic settlement in the Elbe-Saale region and on its influence on the natural environment. In: Frenzel, B. (Hrsg.), *Evaluation of land surfaces cleared from forests by prehistoric man in Early Neolithic times and the time of migrating Germanic tribes*. Gustav Fischer Verlag, S. 83-91.
- Litt, T., 1994. *Paläoökologie, Paläobotanik und Stratigraphie des Jungquartärs im nordmitteleuropäischen Tiefland unter besonderer Berücksichtigung des Elbe-Saale-Gebietes*. *Dissertationes botanicae*, 227, S. 185.
- Lubos, C. C. M., Dreibrodt, S., Nelle, O., Klamm, M., Friederich, S., Meller, H., Nadeau, M. J., Grootes, P. M., Fuchs, M., Bork, H. R., 2011. A multi-layered prehistoric settlement structure (tell?) at Niederröblingen, Germany and its implications. *Journal of Archaeological Science*, 38(5), S. 1101-1110.
- Lubos, C. C. M., Dreibrodt, S., Robin, V., Nelle, O., Khamnueva, S., Richling, I., Bultmann, U., Bork, H.-R., 2013. Settlement and environmental history of a multilayered settlement mound in Niederröblingen (central Germany) – a multi-proxy approach. *Journal of Archaeological Science*, 40(1), S. 79–98.
- Lüning, J., 2000. *Steinzeitliche Bauern in Deutschland: Die Landwirtschaft im Neolithikum*. *Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie*. Habelt, Bonn, 285 S.
- Lüning, J., 2015. Landwirtschaft und Landnutzung im Neolithikum des Rheinlandes und Westfalens. In: Otten, T., Kunow, J., Rind, M. W., Trier, M. (Hrsg.), *REVOLUTION jungSTEINZEIT*. *Archäologische Landesausstellung Nordrhein-Westfalen. Schriften zur Bodendenkmalpflege in Nordrhein-Westfalen*. 11(1), S. 178-184.
- Lüning, J., Kalis, A. J., 1992. The influence of Early Neolithic settlers on the vegetation of the Lower Rhineland and the determination of cleared areas based on archaeological and palynological criteria. In: Frenzel, B. (Hrsg.), *Evaluation of land surfaces cleared from forests by prehistoric man in Early Neolithic times and the time of migrating Germanic tribes*. Gustav Fischer Verlag, S. 41-46.

10 Literatur

- LVerGeo, 2005. TK50, L4938 Zeitz. Landesamt für Landesvermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt.
- LVR-ABR (Hrsg.), 2010. Braunkohlenarchäologie im Rheinland. Entwicklung von Kultur, Umwelt und Landschaft. Kolloquium der Stiftung zur Förderung der Braunkohlenarchäologie im Rheinischen Braunkohlenrevier in Brauweiler vom 5.-6. Oktober 2006. LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland. Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland, 21, 184 S.
- Madsen, A. T., Murray, A. S., Jain, M., Andersen, T. J., Pejrup, M., 2011. A new method for measuring bioturbation rates in sandy tidal flat sediments based on luminescence dating. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 92(3), S. 464-471.
- Mania, D., 1989a. Archäologische Kulturen des Mittelpaläolithikums. In: Herrmann, J. (Hrsg.), *Archäologie in der Deutschen Demokratischen Republik. Denkmale und Funde. Band 1. Archäologische Kulturen, geschichtliche Perioden und Volksstämme*. Konrad Theiss Verlag, S. 34-40.
- Mania, D., 1989b. Die ältesten Spuren des Urmenschen im eiszeitlichen Paläolithikum. In: Herrmann, J. (Hrsg.), *Archäologie in der Deutschen Demokratischen Republik. Denkmale und Funde. Band 1. Archäologische Kulturen, geschichtliche Perioden und Volksstämme*. Konrad Theiss Verlag, S. 24-33.
- Mania, D., 1995a. The earliest occupation of Europe: The Elbe Saale region, The earliest occupation of Europe: Proceedings of the European science Foundation Workshop in Tautavel. *Acta Praehistoria Leidensia*, Leiden, 85-101 S.
- Mania, D., 1995b. Zur Paläoökologie des Saalegebietes und Harzvorlandes im Spät- und Postglazial. *Mitteilungen der deutschen bodenkundlichen Gesellschaft. Exkursionsführer zur Jahrestagung 1995 in Halle*, 77, S. 35-42.
- Mania, D., 2006. Stratigraphie, Klima- und Umweltentwicklung der letzten 400 000 Jahre im Saalegebiet und Harzvorland (Forschungsstand 2006)*. *Herzyna*, 39, S. 155-194.
- Markgraf, G., 1964. Über Profilaufbau und Humuszusammensetzung der Schwarzerde in der Magdeburger Börde. *Albrecht-Thaer-Archiv*, 8(1/2), S. 89-107.
- McKeever, S. W. S., 2001. Optically stimulated luminescence dosimetry. *Nuclear Tracks and Radiation Measurements and Physics Research B*, 184, S. 29-54.
- McNeill, J., Winiwarter, V., 2006. *Soils and Societies. Perspectives from Environmental History*. Cambridge. The White Horse Press. Isle of Harris.
- Meller, H. (Hrsg.), 2008. *Lebenswandel: Früh- und Mittelneolithikum*. Begleithefte zur Daueraustellung im Landesmuseum für Vorgeschichte Halle, 3, 234 S.
- Meller, H. (Hrsg.), 2011. *Bronzerausch: Spätneolithikum und Frühbronzezeit*. Begleithefte zur Daueraustellung im Landesmuseum für Vorgeschichte Halle, 4, 205 S.
- Meller, H. (Hrsg.), 2015. *Glutgeboren. Mittelbronzezeit bis Eisenzeit*. Begleithefte zur Daueraustellung im Landesmuseum für Vorgeschichte Halle, 5, 280 S.
- Meng, S., Wansa, S., 2008. Sediments and processes at the borderline of Saalian glaciation southwest of Halle (Saale). *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, 159(2), S. 205-220.
- Merkel, S., 2013. OSL-Datierung von Kalifeldspat und Quarz am Güldenbergr bei Pier zwischen dem Inde- und Rurtal, als Beitrag zur Rekonstruktion der Landschafts- und Siedlungsgeschichte im Rheinland. Bachelorarbeit, Geographisches Institut, Universität zu Köln, unveröffentlicht.

10 Literatur

- Merkel, S., Hülle, D., Eckmeier, E., Fischer, P., Gerlach, R., 2014. Der Hangfuß des Guldensbergs bei Pier am Rande des Rurtales – Ergebnisse der archäologisch-naturwissenschaftlichen Datierung und Analysen. *Archäologie im Rheinland* 2013, S. 28-32.
- Meszner, S., Fuchs, M., Faust, D., 2011. Loess-Palaeosol-Sequences from the loess area of Saxony (Germany). *Quaternary Science Journal*, 60(1), S. 47-65.
- Meszner, S., Kreutzer, S., Fuchs, M., Faust, D., 2013. Late Pleistocene landscape dynamics in Saxony, Germany: Paleoenvironmental reconstruction using loess-paleosol sequences. *Quaternary International*, 296, S. 94-107.
- Metzner-Nebelsick, C., Müller, R., Sievers, S., 2010. Die Eisenzeit (800 v. Chr. bis Christi Geburt). In: Von Schnurbein, S. (Hrsg.), *Atlas der Vorgeschichte. Europa von den ersten Menschen bis Christi Geburt*. Theiss, Stuttgart, S. 152-225.
- Meurers-Balke, J., Kalis, A. J., 2006. Landwirtschaft und Landnutzung in der Bronze- und Eisenzeit. In: Kunow, J., Wegener, H. H. (Hrsg.), *Urgeschichte im Rheinland*. Rheinischer Verein für Denkmalpflege und Landschaftsschutz, S. 267–276.
- Meurers-Balke, J., Kalis, A. J., Gerlach, R., Jürgens, A., 1999. Landschafts- und Siedlungsgeschichte des Rheinlandes. In: Knörzner, K.-H., Gerlach, R., Meurers-Balke, J., Kalis, A. J., Tegtmeier, U., Becker, W. D., Jürgens, A. (Hrsg.), *PflanzenSpuren*. Landschaftsverband Rheinland Rheinisches Amt für Bodendenkmalpflege, Köln, S. 11-66.
- Meysman, F. J. R., Middelburg, J. J., Heip, C. H. R., 2006. Bioturbation: a fresh look at Darwin's last idea. *TRENDS in Ecology and Evolution*, 21(12), S. 688-695.
- Miao, T. D., Wang, Z. G., 1991. Deformation Mechanism of Collapsible Loess in Consideration of the Microstructure Instability. *Catena*, 20, S. 93-105.
- Mitchell, J. K., 1993. *Fundamentals of Soil Behaviour*. Chichester.
- Mückenhausen, E., 1993. *Die Bodenkunde und ihre geologischen, geomorphologischen, mineralogischen und petrologischen Grundlagen*. DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- MULE, LAU, 1994. *Landschaftsprogramm des Landes Sachsen-Anhalt Teil 2 (Magdeburg 1994)*, Ministerium für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt & Landesamt für Umweltschutz, Sachsen-Anhalt.
- Müller, D. W., 1988. Grabkammer vom Mitteldeutschen Typ mit Menhir von Langeneichstädt, Ausgrabungen und Funde, 22, 192-199 S.
- Müller, D. W., 1995. Streiflichter auf die ur- und frühgeschichtliche Besiedlung Mitteldeutschlands. *Mitteilungen der deutschen bodenkundlichen Gesellschaft. Exkursionsführer zur Jahrestagung 1995 in Halle*, 77, S. 57-60.
- Müller, H., 1953. Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trockengebietes, *Barth, Nova Acta Leopoldina*, 16(110), 63 S.
- Müller, J. (Hrsg.), 2002. *Vom Endneolithikum zur Frühbronzezeit: Muster eines sozialen Wandels?* Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, 90.
- Murray, A. S., Wintle, A. G., 2000. Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiation Measurements*, 32(1), S. 57–73.
- Murray, A. S., Wintle, A. G., 2003. The single aliquot regenerative dose protocol: potential for improvements in reliability. *Radiation Measurements*, 37(4–5), S. 377-381.

10 Literatur

- Nebe, A., Lubos, C., Dreibrodt, S., Friederich, S., Bork, H.-R., 2011. 6000 Jahre Siedlungsplatz - Ein Tell in Mitteldeutschland? *Archäologie in Deutschland*, 2, S. 6-11.
- Nebelsick, L. D., 2007. Die Grenze. Rituell denotierte Grabenstrukturen der späten Bronzezeit im Mittelbe-Saale-Gebiet, *Scripta praehistorica in honorem Biba Terzan*, Ljubljana, 267-300 S.
- Olley, J. M., Pietsch, T., Roberts, R. G., 2004. Optical dating of Holocene sediments from a variety of geomorphic settings using single grains of quartz. *Geomorphology*, 60(3-4), S. 337-358.
- Özer, M., Orhan, M., Isik, N. S., 2010. Effect of Particle Optical Properties on Size Distribution of Soils Obtained by Laser Diffraction. *Environmental and Engineering Geoscience*, 16(2), S. 163-173.
- Paas, W., 1968a. Gliederung und Altersstellung der Lösses am Niederrhein Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, 16, S. 185-196.
- Paas, W., 1968b. Stratigraphische Gliederung des Niederrheinischen Lösses und seiner fossilen Böden. *Decheniana*, 121(1/2), S. 9-38.
- Päffgen, B., 2010. Mittelalterliche Siedlungsarchäologie im rheinischen Braunkohlerevier. In: Kunow, J. (Hrsg.), *Braunkohlenarchäologie im Rheinland. Entwicklung von Kultur, Umwelt und Landschaft. Kolloquium der Stiftung zur Förderung der Braunkohlenarchäologie im Rheinischen Braunkohlerevier in Brauweiler vom 5.-6. Oktober 2006*. S. 107-114.
- Pécsi, M., 1996. Löss: Herkunft - Gliederung - Landschaften; 49 Tabellen im Text und auf 4 Faltbeilagen. *Zeitschrift für Geomorphologie: Supplementband*, 98. Borntraeger, Berlin u.a.
- Peis, K., 2013. OSL-Datierungen fluvialer Sedimente am Niederrhein. Bachelorarbeit, Geographisches Institut, Universität zu Köln, unveröffentlicht.
- PIK, 2009. Klimawandel in Sachsen-Anhalt. Verletzlichkeiten gegenüber den Folgen des Klimawandels. *Endbericht*. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, 183 S.
- Plath, T., 2011. Zur Problematik der Nutzungsinterpretation mittelneolithischer Kreisgrabenanlagen. *Dissertation, Kulturgeschichte und Kulturkunde*, Universität Hamburg.
- Poolton, N., Wallinga, J., Murray, A., Bulur, E., Bøtter-Jensen, L., 2002. Electrons in feldspar I: on the wavefunction of electrons trapped at simple lattice defects. *Physics and chemistry of minerals*, 29(3), S. 210-216.
- Poręba, G., Śnieszko, Z., Moska, P., 2011. Some aspects of age assessment of Holocene loess colluvium: OSL and ¹³⁷Cs dating of sediment from Biała agricultural area, South Poland. *Quaternary International*, 240(1-2), S. 44-51.
- Poręba, G. J., Śnieszko, Z., Moska, P., 2013. Influence of pedon history and washing nature on luminescence dating of Holocene colluvium on the example of research on the Polish loess areas. *Quaternary International*, 296, S. 61-67.
- Prescott, J., Stephan, L., 1982. The contribution of cosmic radiation to the environmental dose for thermoluminescence dating. Latitude, altitude and depth dependences, *Pact*, S. 17-25.
- Prescott, J. R., Hutton, J. T., 1994. Cosmic ray contributions to dose rates for luminescence and ESR dating: Large depths and long-term time variations. *Radiation Measurements*, 23(2-3), S. 497-500.
- Preuß, J., 1989. Archäologische Kulturen des Neolithikums. In: Herrmann, J. (Hrsg.), *Archäologie in der Deutschen Demokratischen Republik. Denkmale und Funde. Band 1. Archäologische Kulturen, geschichtliche Perioden und Volksstämme*. Konrad Theiss Verlag, S. 74-84.

- Preusser, F., 2003. IRSL dating of K-rich feldspars using the SAR protocol: comparison with independent age control. *Ancient TL*, 21(1), S. 17-23.
- Preusser, F., Degering, D., Fuchs, M., Hilgers, A., Kadereit, A., Klasen, N., Krbetschek, M., Richter, D., Spencer, J. Q., 2008. Luminescence dating: basics, methods and applications. *Quaternary Science Journal*, 57(1-2), S. 95-149.
- Protze, J., 2014. Geoarchäologische Rekonstruktion der Landschaftsgenese im Gebiet der Niederrheinischen Lössbörde. Erfassung und Differenzierung der natürlichen und anthropogenen Reliefentwicklung der letzten 6000 Jahre. Dissertation, Fakultät Georessourcen und Materialtechnik. Geographisches Institut, RWTH Aachen, 317 S.
- Radzinski, K.-H., 1996. Erdgeschichtlicher Rückblick, Das Geologische Landesamt Sachsen-Anhalt 1993 bis 1995. *Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt*, S. 11-18.
- Rebollo, N. R., Cohen-Ofri, I., Popovitz-Biro, R., Bar-Yosef, O., Meignen, M., Goldberg, P., Weiner, S., Boaretto, E., 2008. Structural Characterization of Charcoal Exposed to High and Low pH: Implications for ¹⁴C Sample Preparation and Charcoal Preservation. *Radiocarbon*, 50(2), S. 289–307.
- Rees-Jones, J., 1995. Optical dating of young sediments using fine-grain quartz. *Ancient TL*, 13(2), S. 9-14.
- Rees, A., 2002. A first millennium AD cemetery, rectangular Bronze Age structure and late prehistoric settlement at Thornybank, Midlothian. *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland*, 132, S. 313–355.
- Rehfeld, M., 2012. Das Rondell von Hopferstadt - Neue Erkenntnisse zu Deutschlands größter Kreisgrabenanlage. *Das archäologische Jahr in Bayern*, 2012, S. 22-24.
- Reichhoff, L., Kugler, H., Refior, K., Warthemann, G., 2001. Die Landschaftsgliederung Sachsen-Anhalts (Stand: 01.01.2001). Ein Beitrag zur Fortschreibung des Landschaftsprogrammes des Landes Sachsen-Anhalt, 336 S.
- Reimann, C., de Caritat, P., 1998. *Chemical Elements in the Environment*. Springer, 397 S.
- Reiß, S., Dreibrodt, S., Lubos, C. C. M., Bork, H.-R., 2009. Land use history and historical soil erosion at Albersdorf (northern Germany) — Ceased agricultural land use after the pre-historical period. *CATENA*, 77(2), S. 107-118.
- Reps, M., 2010/11. Die Schlitzgruben aus der bandkeramischen Siedlung von Queienfeld, Lkr. Schmalkalden-Meiningen. *Neue Ausgrabungen und Funde in Thüringen*, 6, S.
- Reynolds, P. J., 1985. The Fishbourne Experimental Earthworks. *Physical and Botanical Data Books 1988-1991*. http://www.butser.org.uk/iafearb_hcc.html. Butser Ancient Farm Publications.
- Reynolds, P. J., Wyman, A. R. W., 1989. *Butser Ancient Farm Project Research Earthworks - Wroughton Vol. 1-3*. Butser Ancient Farm Project Publications.
- Rhodes, E. J., 2011. Optically Stimulated Luminescence Dating of Sediments over the Past 200,000 Years. In: Jeanloz, R., Freeman, K. H. (Hrsg.), *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. Annual Review of Earth and Planetary Sciences. 39. Annual Reviews, S. 461–488.
- Rhodes, E. J., Fanning, P. C., Holdaway, S. J., 2010. Developments in optically stimulated luminescence age control for geoarchaeological sediments and hearths in western New South Wales, Australia. *12th International Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating (LED 2008)*, 5(2–3), S. 348–352.

10 Literatur

- Richter, B., Partzsch, M., Hensen, I., 2003. Vegetation, Kultur- und Nutzungsgeschichte der xerothermen Hügellandschaft bei Mücheln/Wettin (Sachsen-Anhalt). *Herzyna*, 36, S. 91-121.
- Richter, D., 2009. Luminescence dating in prehistoric archaeology : an overview. In: Grunwald, S., Koch, J. K., Mölders, D., Sommer, U., Wolfram, S. (Hrsg.), *ArteFact : Festschrift für Sabine Rieckhoff zum 65. Geburtstag*. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie. 172. Habelt, Bonn, S. 737–762.
- Richter, G., 1998. *Bodenerosion: Analyse und Bilanz eines Umweltproblems*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Richter, J. (Hrsg.), 1997. Neolithikum. Geschichtlicher Atlas der Rheinlande II.2 (unter Mitarbeit von Erich Claßen, mit einem Beitrag von A.J. Kalis und J.Meurers-Balke), 69 S.
- Rink, W. J., Dunbar, J. S., Tschinkel, W. R., Kwapich, C., Repp, A., Stanton, W., Thulman, D. K., 2013. Subterranean transport and deposition of quartz by ants in sandy sites relevant to age overestimation in optical luminescence dating. *Journal of Archaeological Science*, 40(4), S. 2217-2226.
- Roberts, H. M., 2008. The development and application of luminescence dating to loess deposits: a perspective on the past, present and future. *Boreas*, 37(4), S. 483-507.
- Roberts, R., Bird, M., Olley, J., Galbraith, R., Lawson, E., Laslett, G., Yoshida, H., Jones, R., Fullagar, R., Jacobsen, G., 1998. Optical and radiocarbon dating at Jinmium rock shelter in northern Australia. *Nature*, 393(6683), S. 358-362.
- Roberts, R. G., 1997. Luminescence dating in archaeology:from origins to optical. *Radiation Measurements*, 27(5–6), S. 819–892.
- Roberts, R. G., Galbraith, R. F., Olley, J. M., Yoshida, H., Laslett, G. M., 1999. Optical dating of single and multiple grains of quartz from Jinmium rock shelter, northern Australia: Part II, results and implications. *Archaeometry*, 41(2), S. 365-395.
- Rohdenburg, H., 1970. Morphodynamische Aktivitäts- und Stabilitätszeiten statt Pluvial- und Interpluvialzeiten. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 21, S. 81–96.
- Rohdenburg, H., Meyer, B., 1968. Zur Datierung und Bodengeschichte mitteleuropäischer Oberflächenböden (Schwarzerde, Parabaunerde, Kalksteinbraunlehm): Spätglazial oder Holozän. *Göttinger Bodenkundliche Berichte*(6), S. 127–212.
- Rösch, M., 2000. Anthropogener Landschaftswandel in Mitteleuropa während des Neolithikums. Beobachtungen und Überlegungen zu Verlauf und möglichen Ursachen. *Germania*, 78, S. 293-318.
- Rösch, M., 2010. Landnutzung, Pflanzenproduktion und Sammelwirtschaft. Jungsteinzeit im Umbruch : Die "Michelsberger Kultur" und Mitteleuropa vor 6000 Jahren. Katalog zur Ausstellung im Badischen Landesmuseum Schloss Karlsruhe, 20.11.2010-15.05.2011. Primus-Verlag, Darmstadt.
- Rösler, H., 1989. Mittlere Bronzezeit im Süden. In: Herrmann, J. (Hrsg.), *Archäologie in der Deutschen Demokratischen Republik. Denkmale und Funde*. Band 1. Archäologische Kulturen, geschichtliche Perioden und Volksstämme. Konrad Theiss Verlag, S. 95-97.
- Rück, O., 2012. Die baalbergezeitliche Kreisgrabenanlage Belleben I (Salzlandkreis, Sachsen-Anhalt). Die Ausgrabungen 2009 bis 2011 - Vorbericht und erste Ergebnisse. In: Hinz, M., Müller, J. (Hrsg.), *Siedlung, Grabenwerk, Großsteingrab*. Studien zu Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt der Trichterbechergruppen im nördlichen Mitteleuropa. Frühe Monumentalität und soziale Differenzierung 2. Bonn, S. 389–409.

10 Literatur

- Ruske, R., 1961. Gliederung des Pleistozäns im Geiseltal und in seiner Umgebung. *Geologie*, 10, S. 152-168.
- Ruske, R., 1965. Zur Gliederung der Holstein- und Saalezeit im östlichen Harzvorland. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 16, S. 88-96.
- Ruske, R., Wünsche, M., 1961. Löss und fossile Böden im mittleren Saale- und unteren Unstruttal. *Geologie*, 10, S. 9-29.
- Salminen, R., Batista, M. J., Bidovec, M., Demetriades, A., Vivo, B., Vos, W., Duris, M., Gilucis, A., Gregorauskiene, V., Halamic, J., Heitzmann, P., Lima, A., Jordan, G., Klaver, G., Klein, P., Lis, J., Locutura, J., Marsina, K., Mazreku, A., O'Connor, P. J., Olsson, S. Å., Ottesen, R. T., Petersell, V., Plant, J. A., Reeder, S., Salpeteur, I., Sandström, H., Siewers, U., Steenfelt, A., Tarvainen, T. d. (Hrsg.), 2005. FOREGS Geochemical Atlas of Europe, Part 1: Background Information, Methodology and Maps. Otamedia Oy, 526 S.
- Schalich, J., 1968. Die spätpleistozäne und holozäne Tal- und Bodenentwicklung an der mittleren Rur, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, 16, Krefeld, 339-370 S.
- Schalich, J., 1981. Boden- und Landschaftsgeschichte in der westlichen Niederrheinischen Bucht. Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen, 29, S. 505-518.
- Schamuhn, S., Zerl, T., 2010. Zur Landwirtschaft der Kelten, Römer und Germanen im Gebiet von Nordrhein-Westfalen. Kelten am Rhein. Akten des Dreizehnten Internationalen Keltologiekongresses/Proceedings of the Thirteenth International Congress of Celtic Studies. Beih. Bonner Jahrbücher, 58(1), S. 239-250.
- Scheffer, F., Blume, H. P., Brümmer, G. W., Horn, R., Schachtschabel, P., Welp, G., Kandeler, E., Thiele-Bruhn, S., Kögel-Knabner, I., Kretzschmar, R., 2010. Scheffer/Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde. Spektrum Akademischer Verlag, 570 S.
- Scheinost, A. C., 1995. Pedotransfer-Funktionen zum Wasser- und Stoffhaushalt einer Bodenlandschaft. Dissertation, Technische Universität München
- Schirmer, W., 2002. Compendium of the Rhein loess sequence, Loess units and solcomplexes in the Niederrhein and Maas area. - *Terra Nostra*, 1, 8-23 S.
- Schirmer, W., 2003. Stadien der Rheingeschichte. In: Schirmer, W. (Hrsg.), *Landschaftsgeschichte im europäischen Rheinland*. GeoArchaeoRhein. 4, S. 21-81.
- Schlette, F., 1980. Beziehungen zwischen Mensch und natürlicher Umwelt im nördlichen und östlichen Harzvorland. In: Schlette, F. (Hrsg.), *Urgeschichtliche Besiedlung in ihrer Beziehung zur natürlichen Umwelt*. 1980/6 (L15). Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale), S. 41-56.
- Schmidt-Wygasch, C., 2010. Neue Untersuchungen zur holozänen Genese des Unterlaufs der Inde. Chronostratigraphische Differenzierung der Auelehme unter besonderer Berücksichtigung der Montangeschichte der Voreifel. Dissertation, Fakultät Georessourcen und Materialtechnik. Geographisches Institut, Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen, 362 S.
- Schmidt-Wygasch, C., Schamuhn, S., Meurers-Balke, J., Lehmkuhl, F., Gerlach, R., 2010. Indirect dating of historical land use through mining: Linking heavy metal analyses of fluvial deposits to archaeobotanical data and written accounts. *Geoarchaeology*, 25(6), S. 837-856.
- Schneeweiß, J., 2007. Pflugspuren und optisch stimulierte Lumineszenz (OSL) - Möglichkeiten und Grenzen, aedificatio terrae. Beiträge zur Umwelt- und Siedlungsarchäologie Mitteleuropas. Festschrift für Eike Gringmuth-Dallmer zum 65. Geburtstag, Rahden/Westfalen, 325-330 S.

10 Literatur

- Schneeweiß, J., Schatz, T., 2014. The impact of landscape change on the significance of political centres along the lower Elbe River in the 10th century A.D. *Quaternary International*, 324, S. 20-33.
- Schröder, D., 1983. Beziehungen zwischen Stratigraphie und Bodengenese bei Hochflutlehmen des Niederrheins. *Geologisches Jahrbuch. Reihe A*, 71, S. 73-107.
- Schröder, H., 1986. Allgemein-geographische Charakteristik der natürlichen Verhältnisse des südöstlichen Harzvorlandes. Ein Beitrag zur Standortkennzeichnung der AIV Querfurt. *Herzynia*, 23(1), S. 1-14.
- Schröder, H., 1995. Bodenerosion auf der Querfurter Platte. In: Altermann, M., Kühn, D., Böden, Bodennutzung und Bodenschutz im mitteldeutschen Trockengebiet - am Beispiel der Querfurter Platte. Exkursion E. Mitteldeutsches Trockengebiet, Mitteilungen der deutschen bodenkundlichen Gesellschaft. Exkursionsführer zur Jahrestagung 1995 in Halle. 77, S. 251-253.
- Schröder, H., Backhaus, M., 1991. Luftbildgestützte Erfassung bodenerosiver Langzeitschäden. *Herzynia*, 28(1), S. 36-44.
- Schröder, H., Löwa, K., 1991. Zum Ausmaß bodenerosiver Abspülschäden in den Lößlandschaften des südöstlichen Harzvorlandes. *Erdkunde*, 45, S. 255-263.
- Schulz, C., 2009. Der Elsterfloßgraben. Ein lineares Denkmal im Dschungel der Zuständigkeiten, Wasserbau in Mittelalter und Neuzeit. *Mitteilungsblatt der Deutschen Gesellschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit e.V.*, 21, 39-46 S.
- Schulz, W., 2006. Die Kolluvien der westlichen Kölner Bucht. Gliederung, Entstehungszeit und geomorphologische Bedeutung., Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Universität zu Köln, 226 S.
- Schumann, A., Müller, J., 1995. Klimatologische Kennzeichnung des mitteldeutschen Trockengebietes. Mitteilungen der deutschen bodenkundlichen Gesellschaft. Exkursionsführer zur Jahrestagung 1995 in Halle, 77, S. 43-48.
- Schunke, T., 2009. Ein Netz auf der Landschaft – das Rätsel der bronze- und eisenzeitlichen Grubenreihen (pit alignments) und Landgräben, Fund des Monats Januar, Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, http://www.la-isa.de/landesmuseum_fuer_vorgeschichte/fund_des_monats/2010/januar/
- Schwarz, R., 2013. Chronologietabelle zum Neolithikum. In: Meller, H. (Hrsg.), 3300 BC. Mysteriöse Steinzeitote und ihre Welt. Halle(Saale), S. 14-15.
- Schwertmann, U., 1993. Relations between iron oxides, soil color and soil formation. In: Bigam, J. M., Ciolkosz, E. J. (Hrsg.), Soil color. SSSA special publication. (31). Soil Science Society of America, Madison; Wis, S. 51–70.
- Schwertmann, U., Cornell, R. M., 2000. Iron oxides in the laboratory: Preparation and characterization. Wiley-VCH, Weinheim, 188 S.
- Schwertmann, U., Lentze, W., 1966. Bodenfarbe und Eisenoxidform. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, 115(3), S. 209-214.
- Seils, M., 1999. Holozäne Sediment- und Bodenverlagerungen im östlichen Harzvorland: Wirkungen und Ursachen nutzungsbedingter Landschaftsveränderungen. Dissertation, Geographisches Institut, Georg-August-Universität, Göttingen.
- Seyer, H., 1989. Archäologische Kulturen am Beginn der Eisenzeit zwischen Elbe-Saale und Oder-Neiße (Billendorfer, Göritzer und Hausurnenkultur). In: Herrmann, J. (Hrsg.), Archäologie in der

- Deutschen Demokratischen Republik. Denkmale und Funde. Band 1. Archäologische Kulturen, geschichtliche Perioden und Volksstämme. Konrad Theiss erlag, S. 140-146.
- Siebertz, H., 1983. Neue sedimentologische Untersuchungsergebnisse von weichselzeitlichen äolischen Decksedimenten auf dem Niederrheinischen Höhenzug, Arbeiten zur rheinischen Landeskunde, 51, Bonn, 51-97 S.
- Simons, A., 1989. Bronze- und eisenzeitliche Besiedlung in den Rheinischen Lößböden. Archäologische Siedlungsmuster im Braunkohlengebiet. British Archaeological Reports. International Series, 467, S.
- Singhvi, A. K., Bluszcz, A., Bateman, M. D., Rao, M. S., 2001. Luminescence dating of loess-palaeosol sequences and coversands: methodological aspects and palaeoclimatic implications: Recent research on loess and palaeosols, pure and applied. Earth-Science Reviews, 54(1-3), S. 193-211.
- Slager, S., van de Wetering, H. T. J., 1977. Soil formation in archaeological pits and adjacent loess soils in Southern Germany. Journal of Archaeological Science, 4(3), S. 259-267.
- SLUG (Hrsg.), 1996. Geochemischer Atlas des Freistaates Sachsen, Teil 1: Spurenelementgehalte in Gesteinen. Materialien zum Bodenschutz 1996. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 39 S.
- Smykatz-Kloss, B., 2003. Die Lößvorkommen des Pleiser Hügellandes bei Bonn und von Neustadt/Wied sowie der Picardie: Mineralogisch-geochemische und geomorphologische Charakterisierung, Verwitterungs-Beeinflussung und Herkunft der Löss. Dissertation Bonn 2003, S.
- Smykatz-Kloss, W., Smykatz-Kloss, B., Naguib, N., Zöller, L., 2004. The reconstruction of palaeoclimatological changes from mineralogical and geochemical compositions of loess and alluvial loess profiles: Paleocology of Quaternary Drylands. In: Smykatz-Kloss, W., Felix-Henningsen, P. (Hrsg.). Lecture Notes in Earth Sciences. 102. Springer Berlin / Heidelberg, S. 101-118.
- Spielvogel, S., Knicker, H., Kögel-Knabner, I., 2004. Soil organic matter composition and soil lightness. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 176, S. 545-555.
- Spooner, N. A., Questiaux, D. G., 2000. Kinetics of red, blue and UV thermoluminescence and optically-stimulated luminescence from quartz. Radiation Measurements, 32, S. 659-666.
- Staatsbibliothek zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz, Preußische Urmesstischblätter (1868-1877), Profen, 2750, 2751, 2811, 2812, M 1:25000.
- Staatsbibliothek zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz, Preußisches Urmesstischblatt (1868-1877), Oechlitz/Bad Lauchstädt, 2678, 2604, 2605, 2678, 2679, M 1:25000.
- Staatsbibliothek zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz, Preußisches Urmesstischblatt (1868-1877), Osterweddingen, 2167, M 1:25000.
- Staatsbibliothek zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz, Sächsisches Meilenblatt 1806.
- Stadt Hohenmölsen, 1998. Flächennutzungsplan. 295 S., http://www.stadt-hohenmoelsen.de/download/1691/f_hhm_1_%C3%A4nderung_eri%C3%A4uterung_gesamt.pdf.
- Stäuble, H., 2002. Lineare Gräben und Grubenreihen in Nordwestsachsen. Eine Übersicht. Arbeits- und Forschungsberichte zur Sächsischen Bodendenkmalpflege(44), S. 9-51.
- Stokes, S., 1999. Luminescence dating applications in geomorphological research. Geomorphology, 29(1-2), S. 153-171.

10 Literatur

- Street, M., 1998. The archaeology of the Pleistocene-Holocene transition in the Northern Rheinland, Germany. *Quaternary International*, 49–50, S. 45-67.
- Strong, P., 1988. Pit alignment and earthworks between Marygoldhill Plantation and Drakemire, Berwickshire. *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland*, 118, S. 111-129.
- Struck, W., 1984. Schlitzgräbchen im Kaiserstuhlgebiet. *Archäologische Informationen*, 7/1, S. 13-17.
- Thiele-Bruhn, S., Leinweber, P., Eckhardt, K. U., Siem, H. K., Blume, H. P., 2014. Chernozem properties of Black Soils in the Baltic region of Germany as revealed by mass-spectrometric fingerprinting of organic matter. *Geoderma*, 213, S. 144-154.
- Tinapp, C., 2002. Geoarchäologische Untersuchungen zur holozänen Landschaftsentwicklung der südlichen Leipziger Tieflandsbucht. *Trierer Geographische Studien*, 26, S.
- Tinapp, C., 2008. Kolluvien im Leipziger Land und nordöstlichen Weißenfelser Lösshügelland. *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, 159(2), S. 251-261.
- Tinapp, C., Meller, H., Baumhauer, R., 2008. Holocene accumulation of colluvial and alluvial sediments in the Weiße Elster river valley in Saxony, Germany. *Archaeometry*, 50(4), S. 696-709.
- Tinapp, C., Meller, H., Baumhauer, R., Oexle, J., 2000. Geoarchäologische Untersuchungen zur holozänen Reliefentwicklung bei Großstorkwitz (Weiße Elster, Leipziger Land). *Die Erde*(131), S. 89–106.
- Tinapp, C., Schneider, B., Stäuble, H., 2012. Geochemical analysis of the sediments in and around an early neolithic well near Brodau, Germany. *Archaeometry*, 55(3), S. 533-544.
- Tolksdorf, J. F., Klasen, N., Hilgers, A., 2013. The existence of open areas during the Mesolithic: evidence from aeolian sediments in the Elbe–Jeetzel area, northern Germany. *Journal of Archaeological Science*, 40(6), S. 2813-2823.
- Tribolo, C., Mercier, N., Rasse, M., Soriano, S., Huysecom, E., 2010. Kobo 1 and L'Abri aux Vaches (Mali, West Africa): Two case studies for the optical dating of bioturbated sediments. 12th International Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating (LED 2008), 5(2–3), S. 317–323.
- Trnka, G., 1986. Vorläufige Ausgrabungsergebnisse der Kreisgrabenanlagen von Kamegg, Niederösterreich. *Archaeologia Austriaca – Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas*, 70, S. 87–112.
- Trnka, G., 1991. Studien zu mittelneolithischen Kreisgrabenanlagen. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Tutlies, P., Weber, C., Geilenbrügge, U., 2012. Bronze- und Eisenzeit im Rheinland - zwei bäuerliche Jahrtausende im Schatten kultureller Umbrüche. In: Kunow, J. (Hrsg.), 25 Jahre Archäologie im Rheinland 1987-2011. LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland. Theiss Verlag, S. 328-334.
- Ullrich, H., 1989. Urmensch, Altmensch und eiszeitlicher Jetztmensch. In: Herrmann, J. (Hrsg.), *Archäologie in der Deutschen Demokratischen Republik. Denkmale und Funde. Band 1. Archäologische Kulturen, geschichtliche Perioden und Volksstämme*. Konrad Theiss Verlag, S. 48-54.
- van de Velde, P., 1973. Rituals, skins and Homer: the Danubian "tan-pits". *Analecta Praehistorica Leidensia*, 6, S. 50-65.

- van Wijk, I. M., 2006. Een schlitgrube in Sittard, Inventariserend veldonderzoek te Sittard Rijksweg Zuid, gem. Sittard - Geleen, Archeologisch Onderzoek Leiden BV, 52, 20. http://www.archol.nl/PDF/Archol_Rapport52_Sittard-Rijksweg.pdf S.
- Viscarra Rossel, R. A., Minasny, B., Roudier, P., McBratney, A. B., 2006. Colour space models for soil science. *Geoderma*, 133(3-4), S. 320–337.
- Vysloužilová, B., Ertlen, D., Šefrna, L., Novák, T., Virágh, K., Rué, M., Campaner, A., Dreslerová, D., Schwartz, D., 2015. Investigation of vegetation history of buried chernozem soils using near-infrared spectroscopy (NIRS). *Quaternary International*, 365, S. 203-211.
- Wagenbreth, O., Steiner, W., 1990. Geologische Streifzüge: Landschaft und Erdgeschichte zwischen Kap Arkona und Fichtelberg.
- Wagner, K., 1992. Studien über Siedlungsprozesse im Mittelelbe-Saale-Gebiet während der Jung- und Spätbronzezeit. *Jahresschrift für Mitteldeutsche Vorgeschichte*, 75, S. 173–253.
- Wallinga, J., 2002. On the detection of OSL age overestimation using single-aliquot techniques. *Geochronometria*, 21(1), S. 17-26.
- Wallinga, J., Murray, A. S., Wintle, A. G., 2000. The single-aliquot regenerative-dose (SAR) protocol applied to coarse-grain feldspar. *Radiation Measurements*, 32, S. 529-533.
- Walter, D., 1989. Frühe Bronzezeit. In: Herrmann, J. (Hrsg.), *Archäologie in der Deutschen Demokratischen Republik. Denkmale und Funde. Band 1. Archäologische Kulturen, geschichtliche Perioden und Volksstämme*. Konrad Theiss Verlag, S. 85-90.
- Weber, C., 2007. Bronzezeit im Rheinland. In: Clemens-Sels-Museum, Neuss, S. (Hrsg.), *Bronzestreif am Horizont: 1000 Jahre vor Kelten, Römern und Germanen*. Neuss, S. 32.
- Weber, S., Rüdiger, J., 2015. Pulheim drüber und drunter - diachrone Befunde im Prospektions- und Grabungsbefund. In: Kunow, J., Trier, M. (Hrsg.), *Archäologie im Rheinland 2014*. S. 75-77.
- Weiner, J., 1992. Der früheste Nachweis der Blockbauweise. Zum Stnad der Ausgrabung des bandkeramischen Holzbrunnens. In: Koschik, H. (Hrsg.), *Archäologie im Rheinland 1991*. S. 30-33.
- Weiner, J., 2012. Neolithikum - Der Mensch verändert die Welt. In: Kunow, J. (Hrsg.), *25 Jahre Archäologie im Rheinland 1987-2011*. LVR-Amt für Bodendenkmalpflege im Rheinland. Theiss Verlag, S. 323-327.
- Wendt, K. P., Zimmermann, A., 2008. Bevölkerungsdichte und Landnutzung in den germanischen Provinzen des Römischen Reiches im 2. Jahrhundert A. D. Ein Beitrag zur Landschaftsarchäologie. *Germania*, 86(1), S. 191-226.
- Wennrich, V., 2005. Die spätweichselglaziale und holozäne Klima- und Umweltgeschichte des Mansfelder Landes/Sachsen-Anhalt, abgeleitet aus Seesedimenten des ehemaligen Salzigen Sees, Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Universität Leipzig.
- Wessel, V., 2014. OSL-Datierung von Schlitgrubenverfüllungen im Rheinland. Bachelorarbeit, Geographisches Institut, Universität zu Köln, unveröffentlicht, 65 S.
- Wilder, M., Frederick, C. D., Bateman, M. D., Peter, D. E., 2007. Geoarchaeological investigations in the flats of the Osceola Plain, Highlands and Polk Counties, Florida. *The Florida anthropologist*, 60, S. 97-116.
- Wilkinson, M. T., Humphreys, G. S., 2005. Exploring pedogenesis via nuclide-based soil production rates and OSL-based bioturbation rates. *Soil Research*, 43(6), S. 767-779.

10 Literatur

- Wintle, A. G., 2008a. Fifty years of Luminescence Dating. *Archaeometry*, 50(2), S. 276–312.
- Wintle, A. G., 2008b. Luminescence dating: where it has been and where it is going. *Boreas*, 37(4), S. 471-482.
- Wintle, A. G., Murray, A. S., 2006. A review of quartz optically stimulated luminescence characteristics and their relevance in single-aliquot regeneration dating protocols. *Radiation Measurements*, 41(4), S. 369-391.
- Záadorová, T., Penížek, V., Šefrna, L., Drábek, O., Mihaljevič, M., Volf, Š., Chuman, T., 2013. Identification of Neolithic to Modern erosion–sedimentation phases using geochemical approach in a loess covered sub-catchment of South Moravia, Czech Republic. *Geoderma*, 195–196(0), S. 56-69.
- Zimmermann, A., Meurers-Balke, J., Kalis, A. J., 2005. Das Neolithikum im Rheinland. *Bonner Jahrbücher*, 205, S. 1-63.
- Zimmermann, A., Meurers-Balke, J., Kalis, A. J., 2006. Das Neolithikum. In: Kunow, J., Wegener, H. (Hrsg.), *Urgeschichte im Rheinland. Jahrbuch des Rheinischen Vereins für Denkmalpflege und Landschaftsschutz*. S. 159-202.
- Zimmermann, A., Wendt, K. P., 2010. Untersuchungen zum Neolithikum in der Braunkohle als Quelle zum Verständnis großräumiger historischer Prozesse. In: Kunow, J. (Hrsg.), *Braunkohlenarchäologie im Rheinland. Entwicklung von Kultur, Umwelt und Landschaft. Kolloquium der Stiftung zur Förderung der Braunkohlenarchäologie im Rheinischen Braunkohlenrevier in Brauweiler vom 5.-6. Oktober 2006*. S. 35-40.
- Zolitschka, B., Behre, K.-E., Schneider, J., 2003. Human and climatic impact on the environment as derived from colluvial, fluvial and lacustrine archives—examples from the Bronze Age to the Migration period, Germany. *Quaternary Science Reviews*, 22(1), S. 81-100.
- Zöllner, L., Richter, D., Masuth, S., Wunner, L., Fischer, M., Antl-Weiser, W., 2013. Luminescence chronology of the Grub-Kranawetberg site, Austria. *E&G Quaternary Science Journal*, 62(2), S. 127-135.