

36. Jahrestagung der Arbeitsgruppe Paläopedologie
der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft
25.-27.Mai 2017 in Brühl, Rheinland

**Löss und Paläoböden an Nieder- und Mittelrhein: Chronologie,
Pedostratigraphie und Bezüge zur Paläolithikforschung**

Exkursionsführer



Martin Kehl, Olaf Bubenzer, Peter Fischer, Manfred Frechen, Felix Henselowsky,
Holger Kels, Norman Klahre, Joerg Zens

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	1
2. Geologisch-geographischer Überblick über das Exkursionsgebiet (M. Kehl)	4
3. Paläoböden und Chronostratigraphie der mittel- bis niederrheinischen Löss (M. Kehl)	9
4. Tagebau Garzweiler, Aussichtspunkt Jüchen (H. Kels, M. Kehl)	13
4.1. Einleitung	13
4.2. Löss- und Paläobodenforschung im Tagebau Garzweiler	14
4.3. Paläolithische Funde am Niederrhein und im Tagebau Garzweiler	20
5. Ziegeleigrube Gillrath, Erkelenz (H. Kels, M. Kehl)	23
5.1. Einleitung	23
5.2. Neubegabung im Herbst 2014	25
5.3. Zustand im Frühjahr 2017	28
5.4. Exkurs: Paläolithische Silexartefakte aus der Kesselt-Lage	28
6. Ehemalige Ziegeleigrube Dreesen, Rheindahlen (M. Kehl)	29
7. Auf den Zwölf Morgen, Hochdahl (N. Klahre, F. Henselowsky, O. Bubenzer)	34
8. Düsseldorf-Grafenberg (P. Fischer)	39
9. Der Rodderberg-Vulkankomplex im Mittelrheintal (Manfred Frechen)	42
10. Schwalbenberg, Remagen (P. Fischer)	44
11. Tongrube Ringen, Grafschaft (J. Zens)	47
12. Literatur	53

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Kurztitel (und externe Quelle, wenn relevant)	Seite
Abb. 1: Lage der auf der Exkursion diskutierten Aufschlüsse und Haltepunkte.	3
Abb. 2: Schollenstruktur und Verwerfungen in der Niederrheinischen Bucht (aus GD NRW 2016).	5
Abb. 3: Gliederung der Tertiärschichtenfolge am Niederrhein (litholex.bgr.de).	5
Abb. 4: Geomorphologisch-geoökologisches Profil durch die Niederrheinische Bucht (aus Bubenzer und Brunotte, 1994).	6
Abb. 5: Geologische Karte mit der Verbreitung prä-quartärer und pleistozäner Sedimente am Niederrhein (aus Boenigk und Frechen, 2006).	7
Abb. 6: Idealisiertes Profil durch die Terrassenabfolge am südlichen Niederrhein bei Köln (aus Boenigk und Frechen, 2006).	7
Abb. 7: Tagebaue und Abbauplanung im Rheinischen Braunkohlerevier im Jahr 2014. (wikipedia/commons).	8
Abb. 8: Die Schirmer'sche Löss- und Pedostratigraphie für das Mittel- und Niederrheintal (Rhine loess record; aus Schirmer, 2016).	10
Abb. 9: Der letztinterglaziale/glaziale Abschnitt der Schirmer'schen Löss- und Pedostratigraphie für das Mittel- und Niederrheintal mit einem zusammengesetzten Tiefenprofil des Grobschluff-Index (CSI; aus Schirmer, 2016).	11
Abb. 10: Pedostratigraphische Gliederung des letzten Warmzeit-Kaltzeitzyklus (aus Lehmkuhl et al., 2016).	12
Abb. 11: Geologische Karte 1:100.000, projiziert auf die Digitale Topographische Karte 1:50.000 zum Bereich des Tagebaus Garzweiler (www.tim-online.nrw.de, 2017).	13
Abb. 12: Aufbau der Lössdecke im Tagebau Frimmersdorf-West im Zustand 1968-1973 (aus Schirmer 2003a).	14
Abb. 13: Geologischer Aufbau des Elsbachtals (nach Boenigk, 1990).	15
Abb. 14: Idealisiertes Schema zur Stratigraphie und Lagerung des Lösses in der Niederrheinischen Bucht (aus Henze, 1998).	16
Abb. 15: Garzweiler 4 mit dem Rocourt-Solkomplex und Straten des wm1- und wo2-Komplexes (aus Schirmer, 2000a).	16
Abb. 16: Wandzeichnung Garzweiler Nord, Querschnitt durch das Elsbachtal: 304 m Länge, bis 17 m Höhe (aus Kels, 2007).	17
Abb. 17: Tagebau Garzweiler. Lössprofil im ehemaligen Elsbachtal (aus Uthmeier et al., 2011).	18
Abb. 18: Tagebau Garzweiler. Profilskizze der Situation in Abb. 11 (aus Kels, 2007).	18
Abb. 19: Sammelstratigraphie von Lössen und Paläoböden nach Kartierung in den Jahren 1998-2005 im Tagebau Garzweiler (aus Schirmer und Kels, 2006).	19
Abb. 20: Übersicht zur Lage aller im APA-Projekt (schwarz) und LANU-Projekt (rot) dokumentierten Profilstellen.	20
Abb. 21: Auswahl paläolithischer Artefakte aus dem Hesbaye-Löss (MIS 2) und dem Keldach-Löss (MIS 4, Kels und Schirmer, 2010).	22
Abb. 22: Übersicht über die im APA-Projekt vorgefundenen Säugetiere aus dem Tagebau Garzweiler (aus Kels, 2007).	22

Abb. 23: Lage der Grube Gillrath (rot umrandet, Stand 2014), Erkelenz.	23
Abb. 24: Die Stratigraphie von Erkelenz nach der Deutung von Paas (1992).....	24
Abb. 25: Schematischer Aufbau der Grube Gillrath (aus Schirmer, 2002d).....	24
Abb. 26: Das 2014 in der Ziegelei Gillrath aufgenommene Profil ERK 2014-1.....	26
Abb. 27: Differenzierung der Eben-Zone (aus Schirmer, 2016).....	27
Abb. 28: Lage der ehemaligen Ziegeleigrube Dreesen südlich von Rheindahlen.	29
Abb. 29: Grabungsflächen in der Ziegelei Dreesen. (aus E.-M. Iking, 2002).....	30
Abb. 30: Westwand der Ziegelei Dreesen (aus Schirmer, 2002a).....	30
Abb. 31: Profil 5 in der Ziegelei Dreesen (aus Schirmer, 2002a).	32
Abb. 32: Stratigraphische Einstufungen des Lössprofils Rheindahlen (aus Schirmer, 2002a).....	33
Abb. 33: Schematische Zeichnung des Düsseltals und angrenzender Hochfläche (aus Fuhlrott, 1969).	34
Abb. 34: Lage des Profils Hochdahl am Rand des Frauenhofer Steinbruch.	35
Abb. 35: Das Lössprofil von Hochdahl-Neandertal (aus Gerlach, 1992).....	36
Abb. 36: Rammkernsondierung RKS1, Hochfläche Neanderthal.....	37
Abb. 37: Bohrcatena Neanderthal-Hochdahl Hochfläche	38
Abb. 38: Lage der Bohrung GRAF 2 in Düsseldorf-Grafenberg.....	39
Abb. 39: Inversions-Modell der Widerstandsmessungen in Düsseldorf-Grafenberg.....	40
Abb. 40: Geologische Karte des Rodderbergs mit Bohrlokationen (aus Zolitschka et al., 2014).....	43
Abb. 41: Digitales Geländemodell der Umgebung des Rodderbergs.	43
Abb. 42: Der Schwalbenberg südlich Remagen und seine Umgebung.	44
Abb. 43: Positionen der ERT-Profile REM II und REM III, der Bohrkerne REM 3A und REM 1A sowie der der Profile Schwalbenberg I and II.....	45
Abb. 44: Topographische Übersichtskarte der Tongrube Ringen und der größtenteils rekultivierten Grube Lantershofen (aus Zens, 2017).	47
Abb. 45: Profilzeichnung der östlichen Abbauwand von Ringen (aus Henze, 1998).	48
Abb. 46: Zeichnung des Profils Ringen (aus Henze, 1998).....	49
Abb. 47: Korrelation der Eltville Tephra mit weiteren Klimaarchiven (aus Zens et al., 2017).....	50
Abb. 48: Resultate der OSL-Datierungen und Korngrößenanalytik für das Profil Ringen (aus Zens et al., in review).	51
Abb. 49: Fotos von einer oder mehrerer frühglazialen Humuszonen in der Tongrube Ringen.....	52
Tab. 1: Anteile stratigraphischer Einheiten an der Wandfläche des Tagebaus Garzweiler (aus Uthmeier et al., 2011).....	21
Tab. 2: Gliederung und Benennung der Eben-Zone nach verschiedenen Autoren (aus Schirmer, 2016)	27

1. Einführung

Die diesjährige Exkursion zur Jahrestagung der Arbeitsgruppe Paläopedologie führt in die niederrheinische Bucht (26.05.) und an den nördlichen Rand des Mittelrheintals (27.05.). Die Haltepunkte sind in Abb. 1 verzeichnet. Im Mittelpunkt stehen Paläoböden und Löss, die nach bisherigen chronostratigraphischen Befunden vermutlich während der letzten vier Interglazial-Glazial Zyklen gebildet worden sind. Die Erforschung dieser örtlich sehr differenzierten Löss-Bodenabfolgen setzte bereits im frühen 20. Jahrhundert ein, setzte sich nach dem zweiten Weltkrieg fort und erreichte insbesondere während der 1990-er und 2000-er Jahre einen Höhepunkt. Einige Profile konnten bereits auf früheren Exkursionen der AG Paläopedologie (damals noch AK) in das Gebiet im Mai 1992, Juni 2000 und Mai 2002 diskutiert werden. So stellten W. Paas, W. Schirmer, L. Zöller und S. Stephan die Profile Erkelenz und Rheindahlen vor (s. Paas, 1992; Schirmer und Feldmann, 1992; Schirmer, 1992), während W. Boenigk, M. Frechen, U. Hambach und M. Weidenfeller das Profil Koblenz-Metternich und L. Zöller, F. Nehring, N. Preston und B. Smykatz-Kloss verschiedene Lössprofile im Pleiser Hügelland präsentierten (Boenigk et al., 2000). Die von W. Schirmer in 2002 geleitete Exkursion zeigte u.a. die Aufschlüsse Erkelenz und Rheindahlen (Ikingier und Schirmer, 2002), an denen Grundzüge und Details der von Schirmer publizierten Löss- und Pedostratigraphie (z.B. Schirmer, 1999a, 2016) im Gelände lebhaft diskutiert wurden. Neben den im Rahmen der Jahrestreffen durchgeführten waren die Lössen an Nieder- und Mittelrhein auch Ziele weiterer quartärkundlicher Exkursionen, die z.B. während der DEUQUA-Tagung in Aachen im Jahr 1980 (Brunnacker, 1980) oder der INQUA 1995 in Berlin (Schirmer, 1995) stattfanden. Außerdem gab es Exkursionen im Rahmen der Hugo-Obermaier-Tagung in Köln im Jahr 2006 sowie während der 160. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften und der 98. Jahrestagung der Geologischen Vereinigung e.V., die gemeinsam 2008 in Aachen stattfanden.

Alleine hieraus wird deutlich, dass die Niederrheinischen Lössen eine hohe Anziehungskraft hatten. In einigen viel diskutierten Aufschlüssen, wie Erkelenz und Garzweiler, ist der Abbau zum Teil weit fortgeschritten, und in anderen (z.B. Rheindahlen) eingestellt worden, so dass die in der Literatur beschriebenen Profile nicht mehr erhalten sind. Während der diesjährigen Exkursion werden diese Aufschlüsse dennoch angefahren, weil sie noch gute Einblicke in die örtlichen Lössen geben und damit auch insbesondere den jüngeren Mitgliedern der Arbeitsgruppe typische Paläoböden und ihre nicht minder interessanten Ausgangssubstrate vorgestellt werden können. Darüber hinaus werden laufende oder kürzlich abgeschlossene Forschungsarbeiten in der Tongrube Ringen und in der unmittelbaren Umgebung der Profile von Hochdahl-Neanderthal und Remagen-Schwalbenberg präsentiert. Schließlich wird ein Einblick in den gegenwärtigen Forschungsstand zur Lössakkumulation am Rodderberg gegeben. Neben der Diskussion von löss- und pedostratigraphischen Arbeiten wird auch der Frage nachgegangen, welche Beziehungen zwischen Lösslagen und Paläoböden einerseits und paläolithischen Zeugnissen des Neanderthalers und anatomisch modernen Menschen andererseits hergestellt werden können. In diesem Zusammenhang steht auch ein kurzer Besuch des Neanderthal-Museums, das mit seiner im November 2016 neu eröffneten Dauerausstellung aktuelle Erkenntnisse anthropologischer und archäologischer Forschung zu steinzeitlichen Jägern und Sammlern präsentiert.

Die hier vorliegende Materialsammlung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit in der Dokumentation der zahlreichen, für die verschiedenen Haltepunkte der Exkursion relevanten Einzeluntersuchungen. Es geht vielmehr darum, einen schnellen Zugang in frühere und heutige Aufschlusssituationen anhand von ausgewählten Grafiken zu geben und auf aktuelle Forschungsarbeiten und neue Publikationen hinzuweisen. Bisher nicht publizierte Daten sind in diesem Führer nicht enthalten, sondern werden nur im Gelände präsentiert.

Exkursionsprogramm

Exkursion 1: Fr, 26. Mai 2017

8:00 Uhr	Abfahrt von Brühl, H+ Hotel (Ramada), kurzer Stopp am Bahnhof Brühl
9:15 – 10:00 Uhr	Haltepunkt 1: Tagebau Garzweiler, Aussichtspunkt Jüchen (H. Kels, A. Pastoors)
10:15 – 11:45 Uhr	Haltepunkt 2: Erkelenz (H. Kels, M. Kehl)
12:15 – 13:15 Uhr	Haltepunkt 3: Rheindahlen (M. Kehl, A. Pastoors)
13:15 – 14:30 Uhr	Fahrt zum Neanderthal (mit Stop an Rastplatz)
14:30 – 15:30 Uhr	Haltepunkt 4: Auf den zwölf Morgen, Hochdahl (N. Klahre, O. Bubenzer)
15:45 – 17:00 Uhr	Haltepunkt 5: Neanderthalmuseum
18:15 Uhr	Ankunft in Brühl, H+ Hotel (Ramada), Brühl

Exkursion 2: Sa, 27. Mai 2017

8:00 Uhr	Abfahrt vom H+ Hotel (Ramada), kurzer Stopp am Bahnhof Brühl
9:00 – 10:00 Uhr	Haltepunkt 6: Rodderberg (M. Frechen)
10:45 – 11:45 Uhr	Haltepunkt 7: Remagen-Schwalbenberg (P. Fischer)
12:15 – 14:15 Uhr	Haltepunkt 8: Ringen (J. Zens)
14:15 Uhr	Rückfahrt (mit Stop an Rastplatz Peppenhoven)
15:00 Uhr	Ankunft in Brühl, H+ Hotel (Ramada)

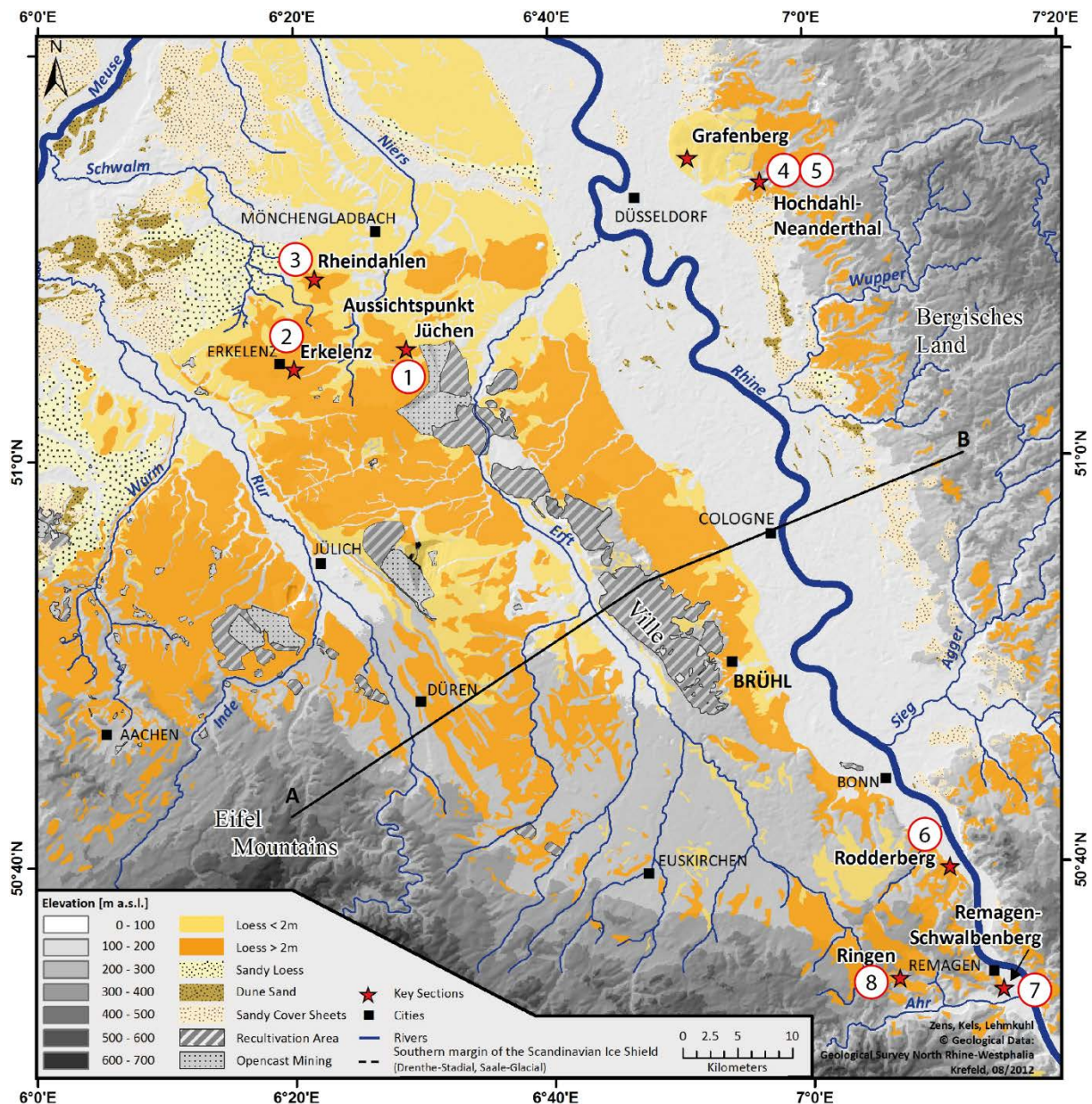


Abb. 1: Lage der auf der Exkursion diskutierten Aufschlüsse und Haltepunkte. Der Aufschluß Grafenberg kann aus Zeitpunkten nicht angefahren werden. Die Karte stellt zudem die Verbreitung von Löss und äolischen Sanden in der niederrheinischen Bucht nach Lehmkuhl et al. (2016, Fig. 5, verändert) dar. Die maximale Ausdehnung des saalezeitlichen Eises ist Ehlers et al. (2004, 2011) entnommen. Die Profilinie A-B entspricht der Lage des in Abb. 4 dargestellten Profils.

2. Geologisch-geographischer Überblick über das Exkursionsgebiet (M. Kehl)

Die niederrheinische Bucht ist ein in mehrere Schollen gegliedertes Einbruchsfeld, das trichterförmig nach Süden in das Rheinische Schiefergebirge eingreift (Abb. 2). Die einzelnen Schollen werden von NW-SE verlaufenden Störungen begrenzt, entlang derer die Gesteinsfolgen des Schiefergebirges und der überlagernden paläogenen und neogenen Sedimente um mehrere Dekameter versetzt sind. Die Füllung wurde während Meerestransgressionen oder in küstennahen, z.T. sumpfigen Gebieten geschüttet (Abb. 3). So finden sich marine Fazies, limnische Sedimente oder Delta-Ablagerungen der Ur-Sieg. Zudem haben sich unter subtropisch warmen Klimabedingungen während des Oligozän und Miozän auch organische Sedimente gebildet, die diagenetisch zu Braunkohle verfestigt wurden. Die miozänen Braunkohleflöze stehen oberflächennah im Bereich von Ville und Rurscholle an und werden im Bereich der Erftscholle von mächtigen terrestrischen Abfolgen überdeckt (Abb. 4). Die obersten Schichten bilden quartäre Decksedimente, die überwiegend aus Terrassensedimenten des Rheins und der zum Rhein entwässernden Flüsse bestehen. Während des Quartärs führten die differentielle tektonische Hebung/Absenkung und Klimawechsel zur mehrphasigen Einschneidung des Rheins und Herausbildung einer Terrassentreppe von Nieder-, Mittel- und Hauptterrassen (Abb. 5, Abb. 6). Der gegenwärtige Kenntnisstand zu Genese und zeitlicher Stellung dieser Rheinterrassen wurde kürzlich von Boenigk und Frechen (2006) zusammengefasst. Die fluvialen Sedimente werden oft von äolischen Decksedimenten überlagert. Löss findet sich nur auf den Mittel- und Hauptterrassenniveaus und geht nach Nordwesten in Sandlöss, Flugsanddecken und Dünensande über. In der Niederrheinischen Bucht variiert die Lössmächtigkeit z. T. erheblich (Abb. 1). Stellenweise werden Lössmächtigkeiten von > 15 m erreicht.

Das geomorphologisch-geoökologische Profil durch die niederrheinische Bucht (Abb. 4) vermittelt einen Überblick über naturräumliche Einheiten, das gegenwärtige Klima, die Verteilung der wichtigsten Substrate und Böden (vgl. auch Skowronek, 2009a, b) sowie die potentielle natürliche Vegetation und Nutzung im Exkursionsgebiet. Das heutige Klima in der niederrheinischen Bucht ist gemäßigt und durch Jahresniederschläge zwischen etwa 550 und 800 mm gekennzeichnet (s.a. Wagner, 2009).

In der niederrheinischen Bucht liegen zahlreiche Aufschlüsse in die oberflächennahen Deckschichten vor, an denen die Verbreitung von Lössstraten und Paläoböden gut untersucht werden konnte. Neben Kies-, Sand- oder Tongruben, in denen tertiäre oder quartäre Sedimente für Bauvorhaben, Glasindustrie oder Keramikproduktion abgegraben werden sind dies insbesondere Aufschlüsse durch den in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts einsetzenden industriellen Braunkohleabbau. Dieser dehnte sich von den oberflächennahen Vorkommen im Süd- und Westrevier in nördliche Richtung aus (Abb. 7). Heute sind noch die drei großen Tagebaue Garzweiler, Hambach und Inden in Betrieb, die Braunkohle aus einer Tiefe von bis zu ~400 m unter Geländeoberfläche fördern.

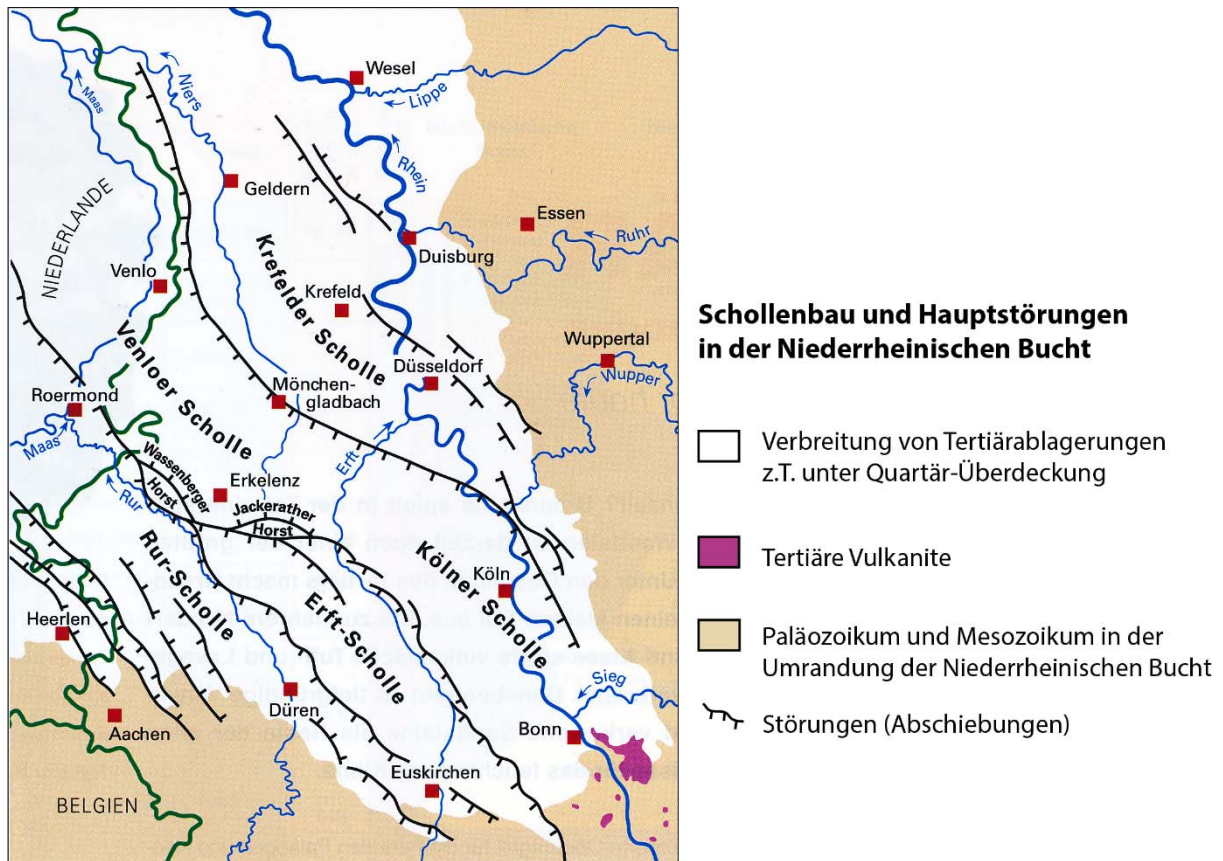


Abb. 2: Schollenstruktur und Verwerfungen in der Niederrheinischen Bucht (GD NRW 2016, S. 96, verändert)

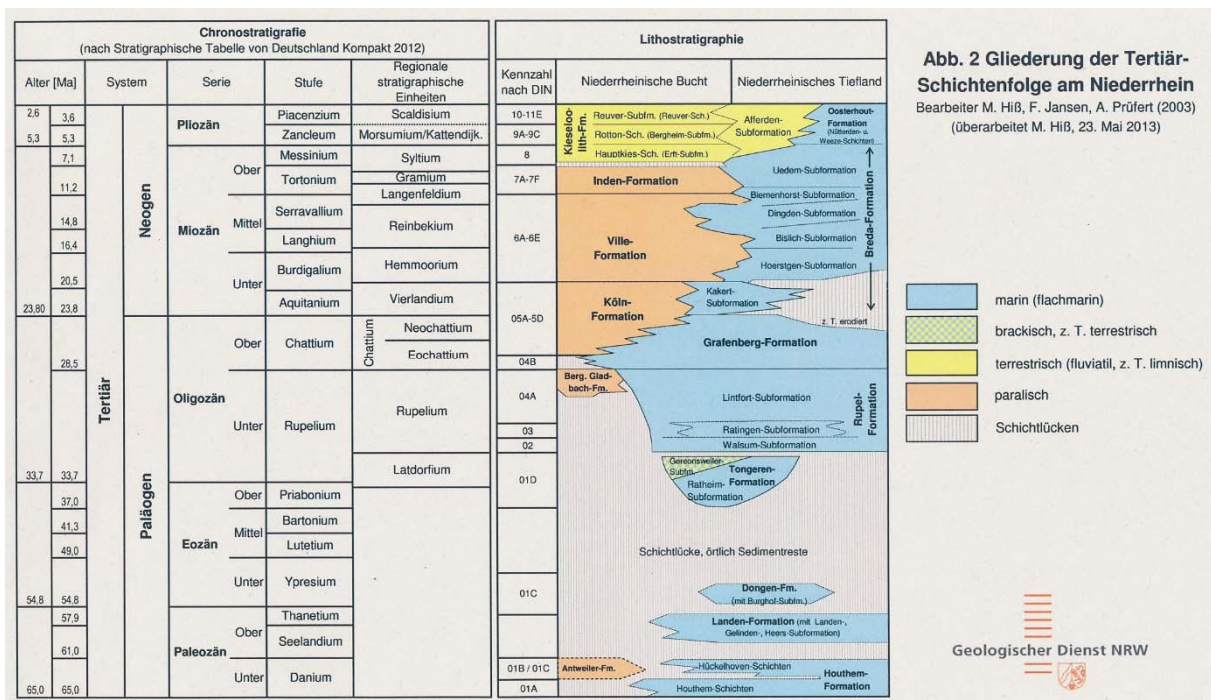
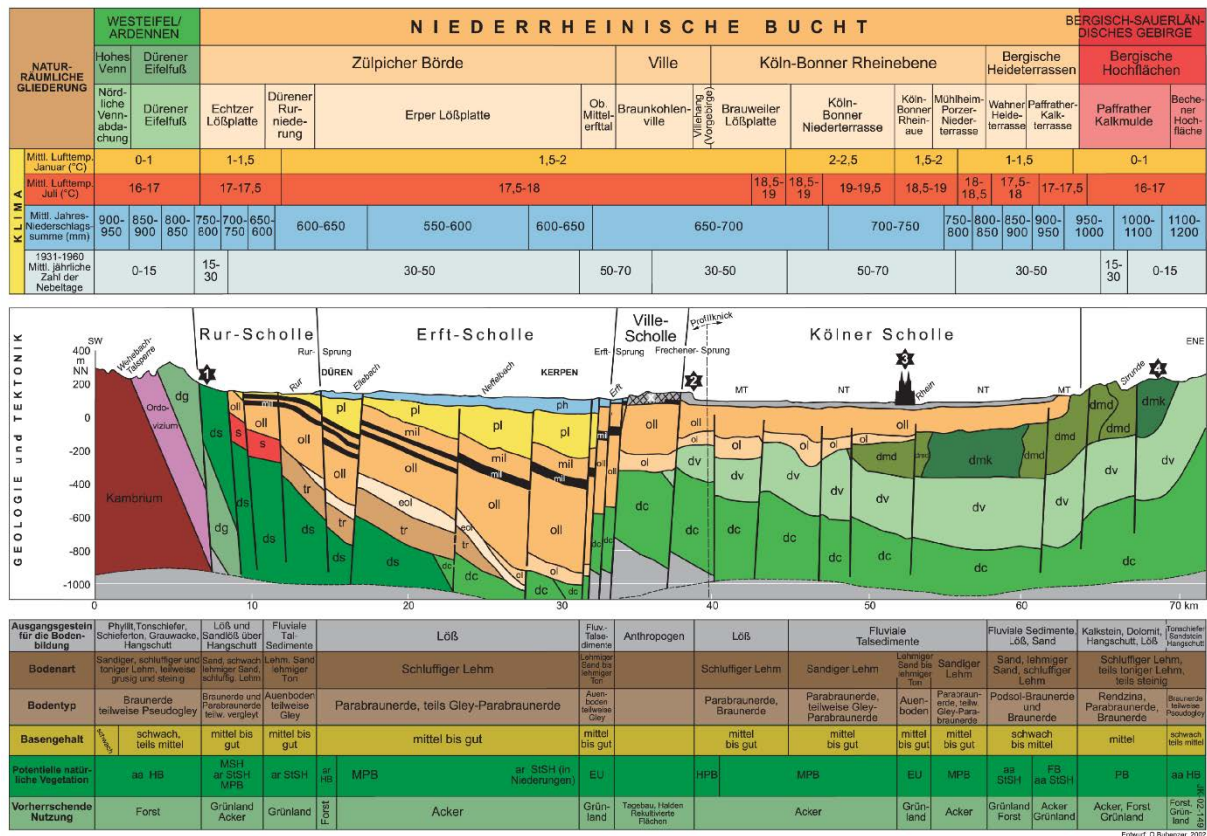


Abb. 3: Gliederung der Tertiärschichtenfolge am Niederrhein
(https://litholex.bgr.de/gesamt_ausgabe_neu.php?id=2008143).



Geologische Schichten

	x	Anthropogen geprägt
Quartär	q	Kiese, Sande, Löss
	ph	Höhenterrasse und ältere Hauptterrasse, ungegliedert, vorwiegend Kiese, Sande
Neogen	pl	Pliozän, limnisch und fluviatil: Quarzkiese und-sande, Tone
	mil	Miozän, limnisch und fluviatil: Tone, Sande, lokal Sandstein, mit Haupt- und Oberflöz
Paläogen	oll	Oligozän, limnisch und fluviatil: Tone, Sande, Quarzkiese, z.T. Braunkohle
	ol	Oligozän, marin: Sand und Ton, z.T. kalkig, häufig glaukonitisch
	eol	Paläozän und Eozän, limnisch und fluviatil: Kaolin, Sande, Kiese
Trias	tr	Trias allgemein
Buntsandst.	s	Buntsandstein: Sandstein
Devon	dmk	Givet bis Oberdevon: Massenkalk
	dmd	Givet bis Oberdevon: Massenkalk: Dolomit
	dv	Mitteldevon, Givet-Stufe: Tonschiefer und Sandstein
	dc	Mitteldevon, Eifel-Stufe: Tonschiefer und Sandstein
	de	Unterdevon, Ems-Stufe: Tonschiefer und Sandstein
	ds	Unterdevon, Siegerner Schichten: Tonschiefer mit Sandsteinbänken
	dg	Unterdevon, Gedinne-Stufe: Bunter Tonschiefer, Arkosen und Sandsteine, an der Basis z.T. Konglomerate

Potentielle natürliche Vegetation

HB	Hainsimsen - Buchenwald (Carpinus betulus - Fagus sylvatica)	aa	artenarm
MSH	Maiglöckchen - Stieleichen - Hainbuchenwald (Convallaria majalis - Quercus robur - C. betulus)	ar	artenreich
MPB	Maiglöckchen - Perlgras - Buchenwald (C. majalis - Melica uniflora - F. sylvatica)		
StSH	Sternmieren - Stieleichen - Hainbuchenwald (Stellaria sp. - Q. robur - C. betulus)		
FB	Flattergras - Buchenwald (Miliun effusum - F. sylvatica)		
HPB	Hainsimsen - Perlgras - Buchenwald (C. betulus - Stellaria sp., F. sylvatica)		
EU	Eichen - Ulmenwald (Quercus sp. - Ulmus sp.)		
PB	Perlgras - Buchenwald (M. uniflora - F. sylvatica)		

Abb. 4: Geomorphologisch-geoökologisches Profil durch die Niederrheinische Bucht (aus Bubenzer und Brunotte 1994, Abb. 3). Die Lage des Profils ist Abb. 1 zu entnehmen.

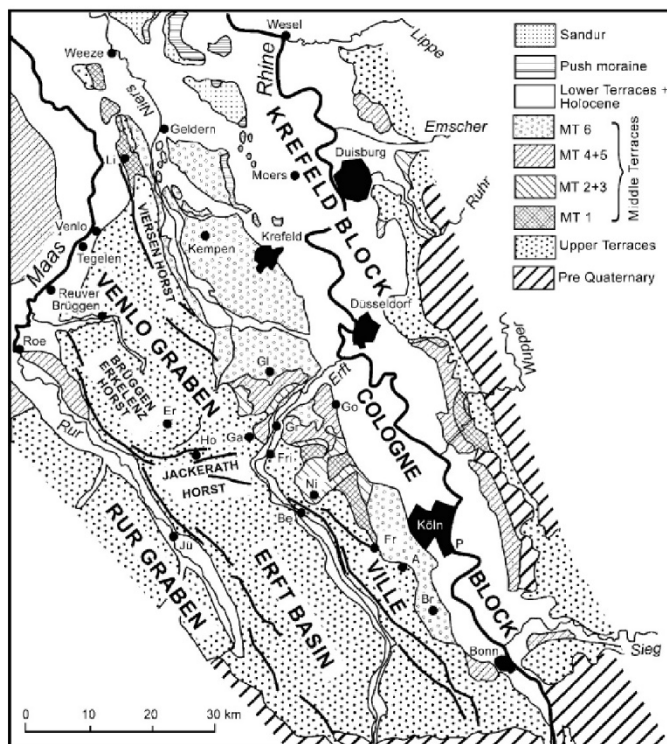


Abb. 5: Geologische Karte mit der Verbreitung prä-quartärer und pleistozäner Sedimente am Niederrhein (Figure 5 aus Boenigk und Frechen, 2006, p.558). Die Abkürzungen stehen für folgende, von Boenigk und Frechen (2006) diskutierte Lokalitäten: A Alstädten, Be Bergheim, Br Brühl, Er Erkelenz, Fr Frechen, Fri Frimmersdorf, Ga Garzweiler, Gl Glehn, Go Gohr, Gr Grevenbroich, Ho Holzweiler, Jü Jülich, Li Lingsfort, P Köln-Porz, Roe Roermond.

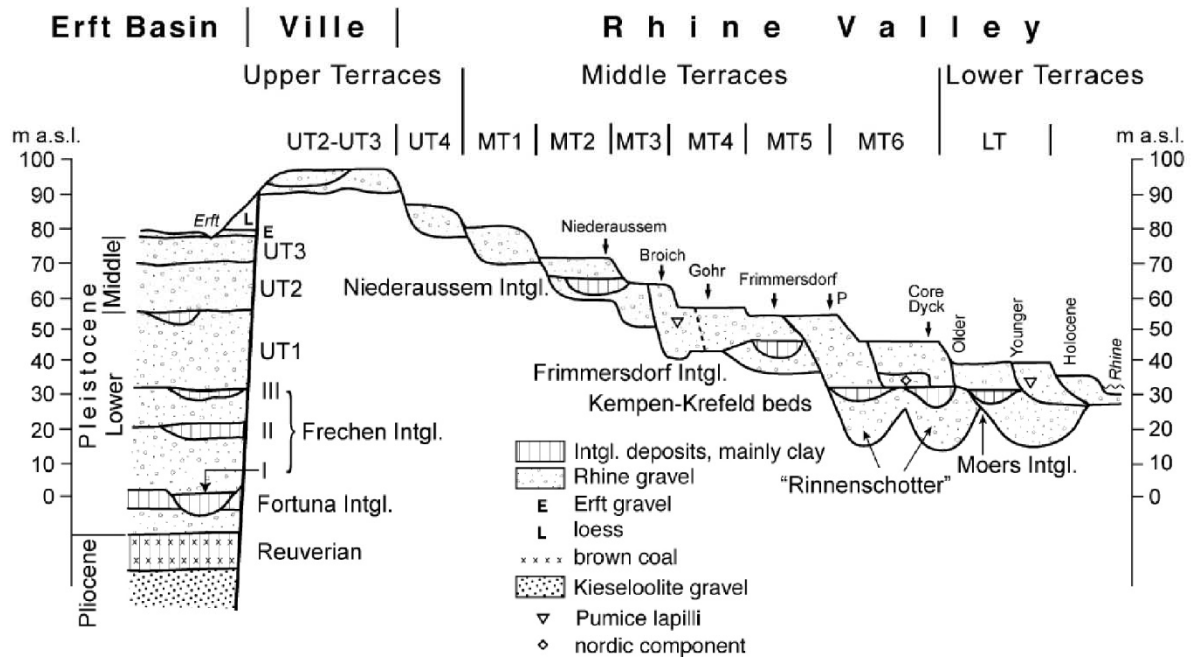


Abb. 6: Idealisiertes Profil durch die Terrassenabfolge am südlichen Niederrhein bei Köln (Figure 6 von Boenigk und Frechen (2006, p. 564). Die Geländehöhen beziehen sich auf die Region südlich Grevenbroich, abgesehen von der Sequenz bei P (Köln-Porz). Die Lower Middle Terrace und der Rinnenschotter wurden höhenkorrigiert.

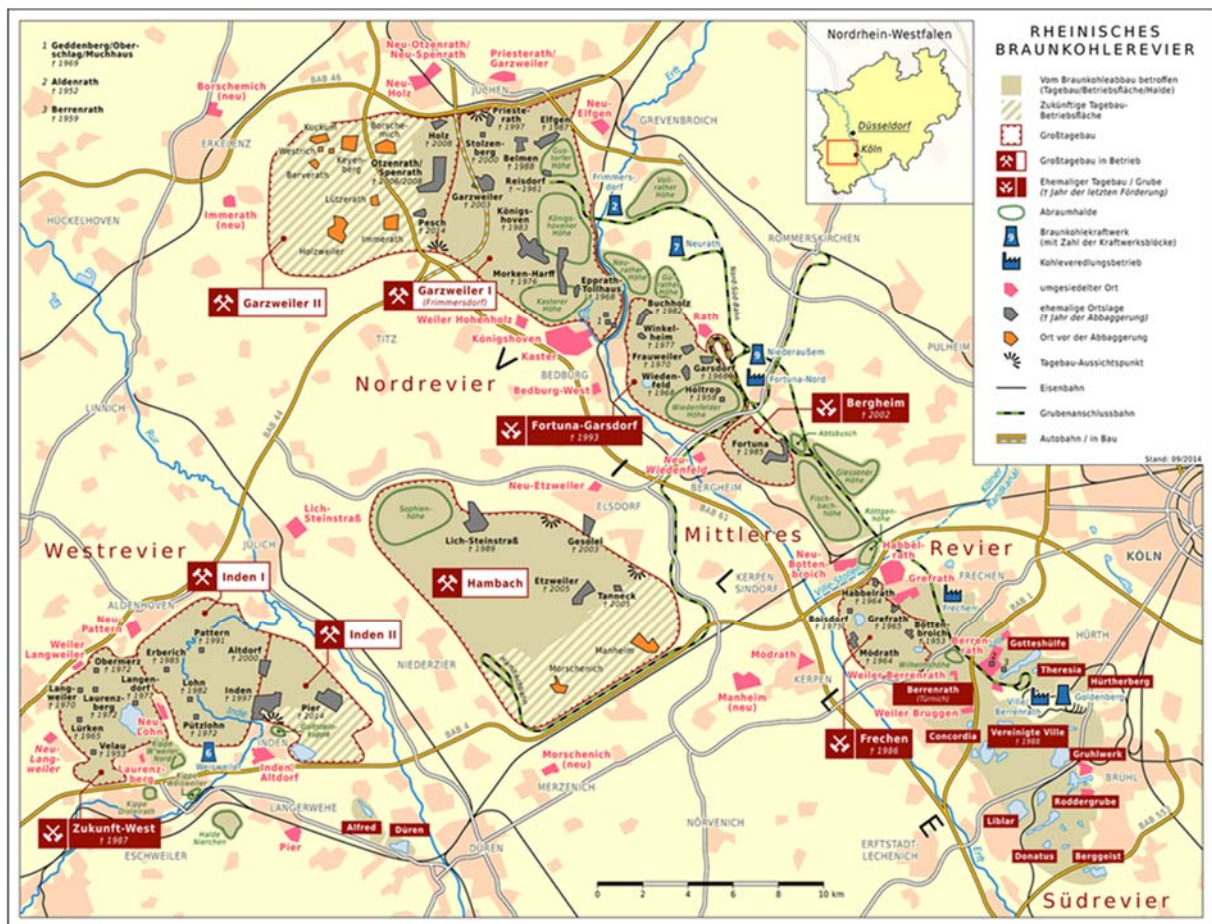


Abb. 7: Tagebaue und Abbauplanung im Rheinischen Braunkohlerevier nach Stand des Jahres 2014. (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons-1/1a/Rheinisches_Braunkohlerevier_DE.png). Heute wird eine geringere Erweiterung der Tagebaufäche diskutiert. So soll z.B. der Ort Holzweiler bestehen bleiben.

3. Paläoböden und Chronostratigraphie der mittel- bis niederrheinischen Löss (M. Kehl)

Die in ihrer lithologischen Ausprägung zum Teil recht unterschiedlichen Lössstraten und die oft durch eine besondere Merkmalskombination ausgezeichneten zahlreichen Paläoböden des rheinischen Lösses waren Gegenstand vieler Einzeluntersuchungen, die überwiegend in deutscher Sprache erschienen sind. Neben den frühen Arbeiten von W. Paas (Paas 1962; 1968a, b; 1982; 1992) und K. Brunnacker (Brunnacker 1967a, b; 1980; Brunnacker und Hahn 1978; Brunnacker et al. 1978), war es vor allem W. Schirmer, der die Erforschung der niederrheinischen Löss- und Paläoböden entscheidend vorantrieb und seine Befunde in zahlreichen Einzelarbeiten dokumentierte (Schirmer 1990a, b; 1992, 1995; 1999a, b; 2000; 2002a-e; 2003; 2010; 2012; 2013; 2016; Schirmer und Streit, 1967; Schirmer und Kels, 2006; Kels und Schirmer, 2010; Schirmer et al., 2012; Iking und Schirmer, 2002). Hier und in den von Schirmer betreuten Dissertationen von N. Hentze (1998), L. Cofflet (2005) und H. Kels (2007) finden sich detaillierte Schilderungen zum jeweils aktuellen Kenntnisstand. Dies gilt selbstverständlich auch für die Arbeiten von B. Smykatz-Kloss (2003) und P. Fischer (2010), die von L. Zöller bzw. E. Brunotte betreut wurden, sowie für die in Kürze in der Arbeitsgruppe von F. Lehmkuhl erscheinende Dissertation von J. Zens (im Druck). In diesen Dissertationen finden sich sehr ausführliche Beschreibungen von Schlüsselpprofilen oder Bohrkernen. Insbesondere die Arbeiten von Henze (1998) und Kels (2007) liefern zudem zahlreiche detaillierte Aufnahmen von Großaufschlüssen.

Schirmer (2010 und 2016) hat seinen aus Beobachtungen an niederrheinischen Profilen und dem Profil Schwalbenberg entwickelten "Rhine loess record" kürzlich für eine internationale Leserschaft zusammengefasst (s. auch Schirmer, 2002c). Demnach gliedert er (vgl. Abb. 8, Abb. 9) zwölf Löss-Subformationen (Members, Mb) aus, die er von alt nach jung mit Jülich, Geldern, Kützgau, Mülgau, Gillgau und Wetterau in der unteren Lössformation und Rheingau, Keldach, Ahrgau, Hesbaye und Brabant Subformation in der oberen Lössformation benennt. Aus der Korrelation mit marinen Isotopenstadien wird deutlich, dass diese Subformationen mindestens vier Warmzeit-Kaltzeitzyklen sowie das Holozän abdecken.

Die Subformationen sind durch unterschiedliche mittlere Mächtigkeiten und lithologische Eigenschaften gekennzeichnet und weisen formationsspezifische Abfolgen und stellenweise auch besondere Typen von Paläoböden auf. So besteht z.B. die Rheingau Subformation aus dem Bt-Horizont der eemzeitlichen Parabraunerde (Erbach Boden, früher Rocourt Boden) und Bht- und Ah-Horizonten der Pesch-, Holz- und Titzböden, wobei letztere Äquivalente von frühweichselzeitlichen Humuszonen darstellen. Die Böden werden voneinander durch geringmächtige, in der Regel solifluidal umgelagerte Lösslagen getrennt, die als Zeichen der Lössaufwehung (und Umlagerung nebst Einmischung von Bodenmaterial) während sogenannter Breviglaziale angesehen werden. Die Ahrgau-Subformation hingegen zeichnet sich durch eine Abfolge von acht schwach entwickelten Bw-Horizonten (Kalkbraunerden) aus, die untereinander von geringmächtigen, solifluidal verlagertem Löss oder auch etwas mächtigeren Lösslagen getrennt werden, wobei letztere zu einer Unterscheidung von vier Bodengruppen führen.

Die Grenzen zwischen den Subformationen bilden Diskordanzen (Hesbaye-, Keldach-, Wetterau-Diskordanz) oder Obergrenzen von Bodenhorizonten, die als Erosionsreste von Lösssubstraten erhalten geblieben sind. So schließt beispielsweise die Wetterau-Subformation mit der Obergrenze des letztinterglazialen (d.h. eemzeitlichen) Bt-Horizonts ab. Schirmer (2016) unterscheidet lithologische und pedologische Grenzen der Subformationen, die darin begründet sind, dass das Ausgangssubstrat zwar in einer Kaltphase aufgeweht worden ist, die Bodenbildung aber erst in der Warmzeit erfolgte. Neben den Subformationen gliedert Schirmer so die vier Solkomplexe Niers, Rur, Erft und Garzeiler aus, die er in Interglaziale im weiteren Sinne stellt und mit den Isotopenstadien 11(?), 9(?), 7 und 5 korreliert. Außerdem wird der zur Ahrgau-Subformation zeitlich geringfügig versetzte Ahr-

Solkomplex ausgegliedert, der im Gegensatz zu den vorgenannten als Interstadial-Solkomplex bezeichnet wird (Schirmer 2016).

Neben den bereits genannten Horizonttypen, beschreibt Schirmer noch zahlreiche (synchrone) Nassböden, die entweder als "speckled gelic gleysols" oder als "grey gelic gleysols" ausgeprägt sind. Alleine in der Brabant-Formation, sind acht dieser Nassböden ausgewiesen (Schirmer, 2016). Die Nassböden sind zum Teil als Spaltenfüllungen von Eiskeilen erhalten. Darüber hinaus werden noch sogenannte diachrone Nassböden von Schirmer (2002c, 2016) erwähnt, die nicht an stratigraphische Lagen gebunden sind, sondern diese diagonal durchziehen.

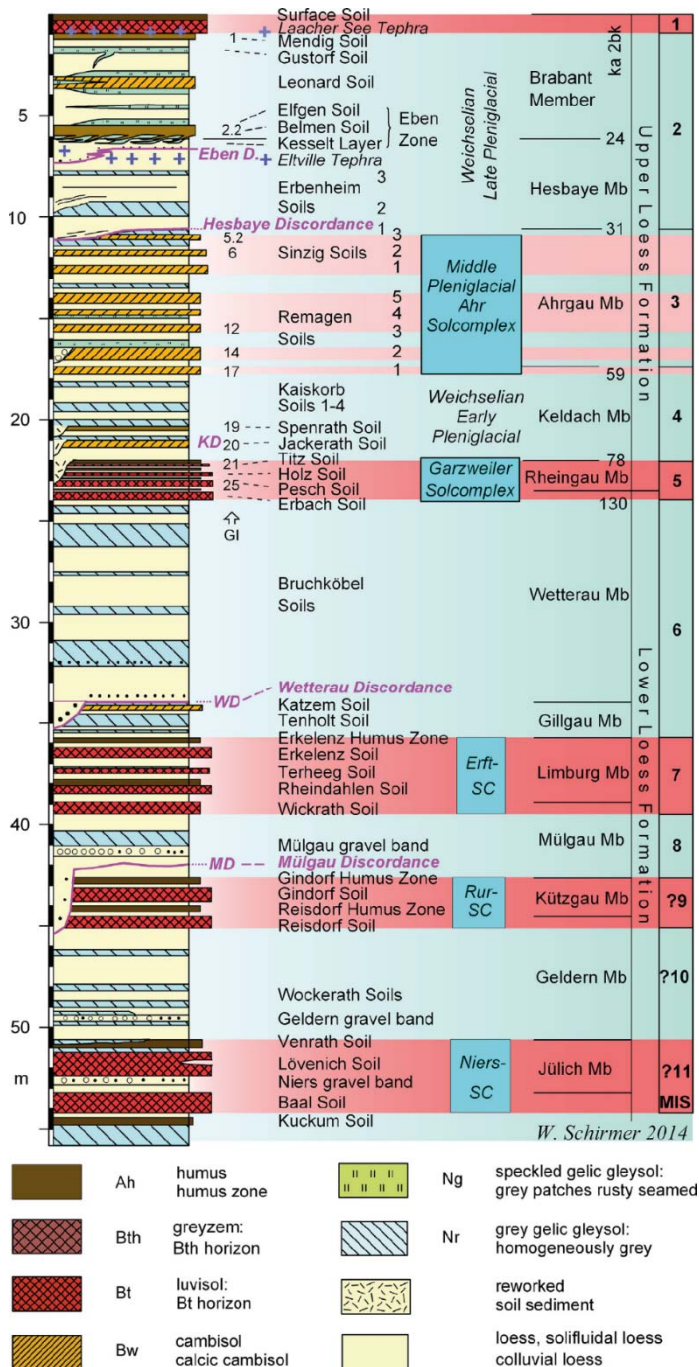


Abb. 8: Die Schirmer'sche Löss- und Pedostratigraphie für das Mittel- und Niederreintal (Rhine loess record). - Eben D. = Eben Diskordanz, GI = Grönland Interstadial, Igl. = Interglazial, ka 2bk = „kilo-Jahre“ vor 2000 n. Chr. (Alter nach Rasmussen et al., 2014). KD = Keldach Diskordanz. Mb = Member, SC = Solkomplex. (Fig. 1 aus Schirmer, 2016).

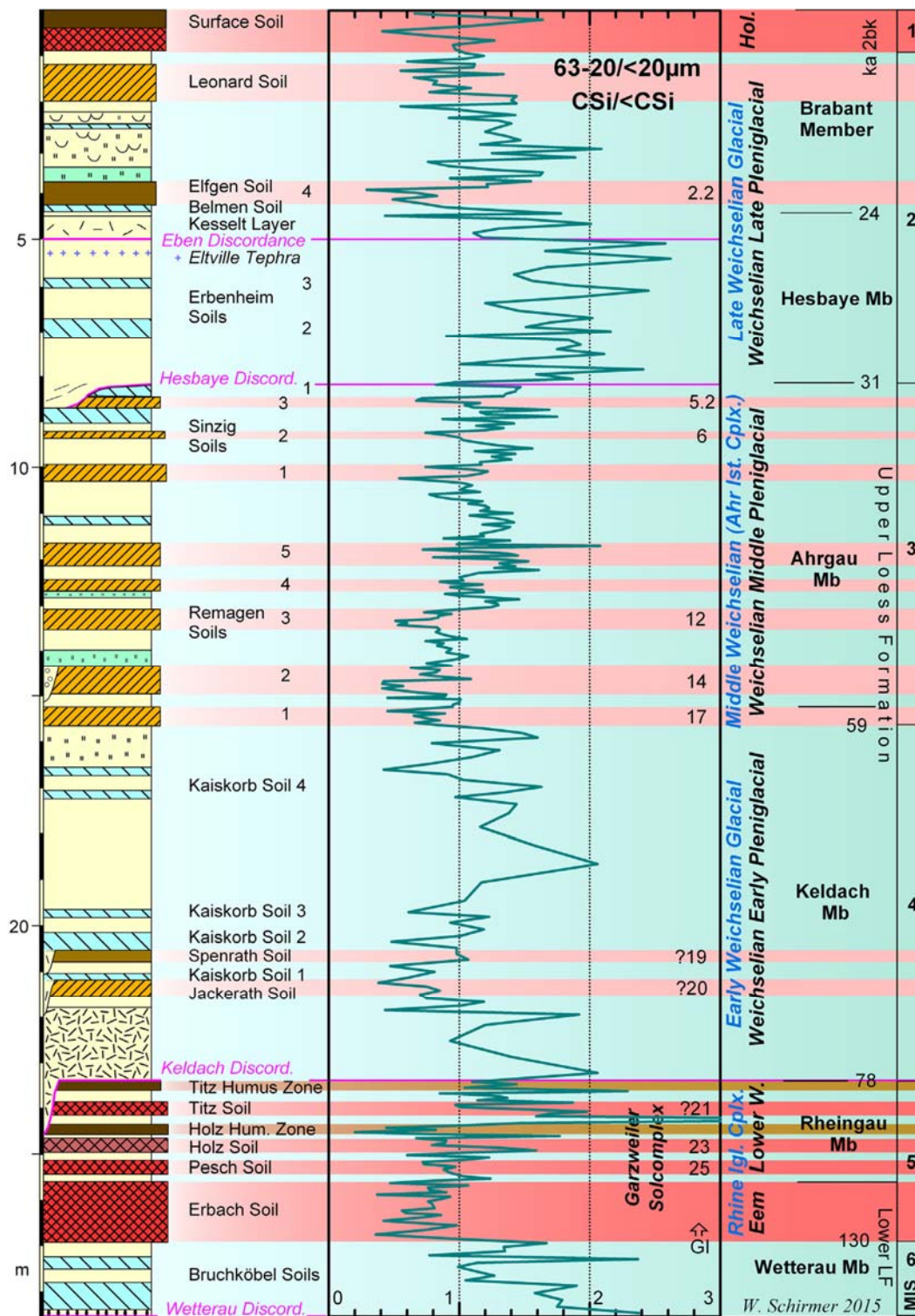


Abb. 9: Der letztinterglaziale/glaziale Abschnitt der Schirmer'schen Löss- und Pedostratigraphie für das Mittel- und Niederrheintal mit einem zusammengesetzten Tiefenprofil des Grobschluff-Index (CSI). GI = Grönland Interstadial, Igl. Cplx. = Interglazialkomplex, Ist. Cplx. = Interstadialkomplex, ka 2bk = ka vor 2000 n. Chr. Die Alter sind aus der Korrelation der Paläoböden/Lössen mit den von Rasmussen et al. (2014) publizierten Grenzen von Grönland-Interstadialen/Stadialen abgeleitet. Mb = Member, W. = Weichsel. Blaue Schrift = Vorschlag Schirmers zur Ausgliederung eines Interstadialkomplex für das MIS 5. Legende vgl. Abb. 8. (Fig. 3 aus Schirmer, 2016, Abbildungsunterschrift ergänzt). Anmerkung: Die zeitlichen Grenzen der Marinen Isotopenstadien (MIS) werden unterschiedlich definiert. Nach der Auswertung von Lisiecki und Raymo (2005) beginnen das MIS4 erst um 71 ka, während die Grenze zwischen MIS3 und 2 bei 29 ka liegt (s. http://lorraine-lisiecki.com/LR04_MIS_boundaries.txt).

Lehmkuhl et al. (2016) schlagen die in Abb. 10 gezeigte Korrelation des letztinterglazialen/glazialen Abschnitts der Schirmer'schen Pedostratigraphie (Lower Rhine Embayment) mit einer allgemeinen Lössstratigraphie Mitteleuropas (Simplified General Loess Stratigraphy) und einer zusammengesetzten Stratigraphie für Nordhessen und das südliche Niedersachsen (Composite FHM/Northern Hesse/Lower Saxony) vor. Darüber hinaus wird eine Korrelation mit den Ca^{2+} - und $\delta^{18}\text{O}$ records des NGRIP-Eiskerns (s. Rasmussen et al., 2014) gezeigt. Demnach wird nach Schirmer der Jackerath-Boden mit dem GI-20 korreliert, das nach aktueller Definition noch in das MIS 5 fällt. Diese Einstufung ist sicherlich zu diskutieren, denn oberhalb des Garzweiler Solkomplexes ist oft noch eine Umlagerungszone ausgebildet (Niedererschbachzone nach Semmel), die den Beginn von kräftigen Umlagerungen und neuer Lösssedimentation zeigt und daher auch gut in das erste Kältemaximum (MIS 4) fallen könnte.

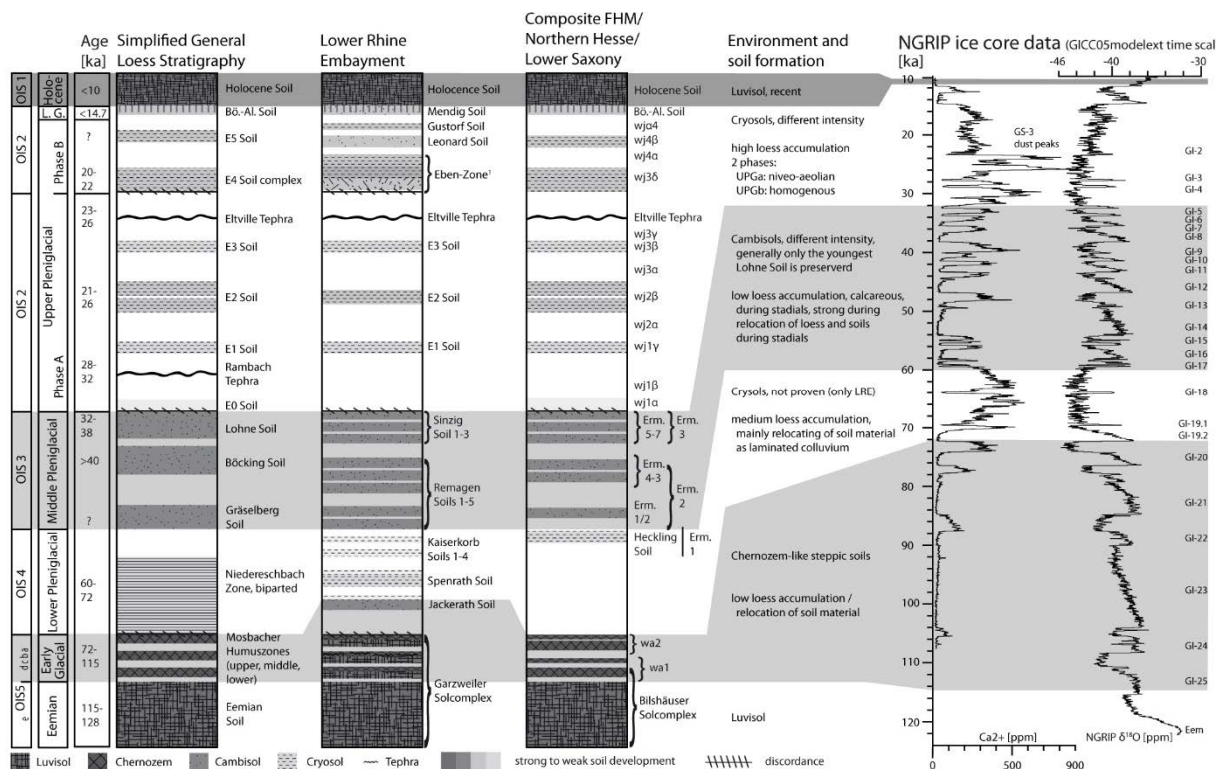


Abb. 10: Pedostratigraphische Gliederung des letzten Warmzeit-Kaltzeitzyklus. Neben einer vereinfachten Lössstratigraphie Mitteleuropas ist die von Schirmer aufgestellte Stratigraphie für den Niederrhein sowie ein zusammengesetztes Profil für das nördliche Harzvorland und Nordhessen gezeigt (Lehmkuhl et al., 2016, Fig. 9).

4. Tagebau Garzweiler, Aussichtspunkt Jüchen (H. Kels, M. Kehl)

4.1. Einleitung

Hinsichtlich der Lössforschung lieferten die Abbauwände des Braunkohlentagebaus Garzweiler die am umfangreichsten untersuchten Aufschlüsse innerhalb der niederrheinischen Bucht. Aufgrund dessen erlangte der Tagebau auch als Typus-Lokalität für verschiedene Lössformationen und Paläoböden Bedeutung. Der Tagebau befindet sich am nordöstlichen Rand des Hauptterrassenplateaus der westlichen Niederrheinischen Bucht, unmittelbar westlich der Stadt Grevenbroich und südlich der Ortschaft Jüchen (Abb. 11). Er liegt somit im Nordosten der naturräumlichen Einheit „Jülicher Börde“. Tektonisch betrachtet liegt der Tagebau im Übergangsbereich von der Venlo- zur Köln-Scholle. Im Süden des Tagebaus verläuft die nördliche Verwerfungsgrenze des Jackerather Horstes, die bis in das Quartär noch aktiv gewesen ist.

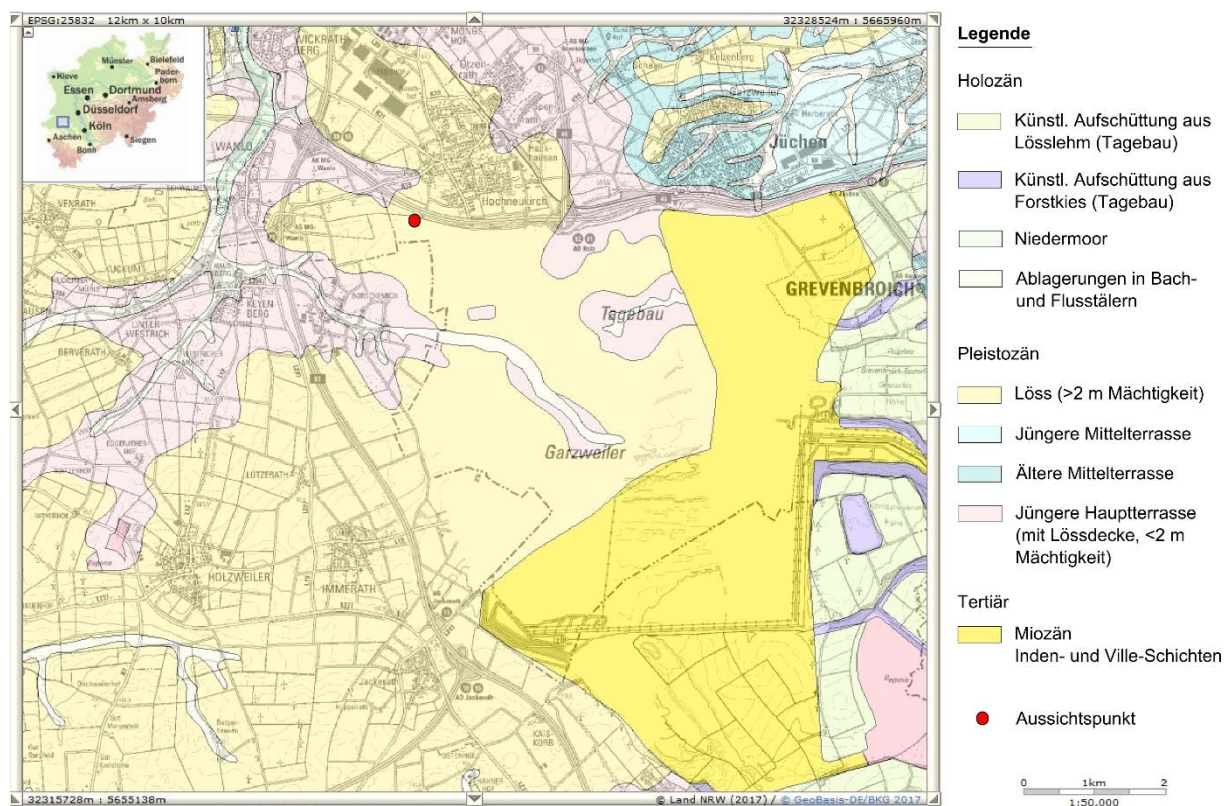


Abb. 11: Geologische Karte 1:100.000, projiziert auf die Digitale Topographische Karte 1:50.000 zum Bereich des Tagebaus Garzweiler. Quelle: www.tim-online.nrw.de, 2017.

Während sich der Vorgängertagebau Frimmersdorf noch überwiegend im Bereich der Mittelterrasse befand, liegt der Tagebau Garzweiler (I und II) bereits am Nordostrand des Hauptterrassenplateaus. Neben ältestpleistozänen bilden hauptterrassenzeitliche Schotter und Sande das Unterlager des Lösses. An wenigen Stellen dünne diese derart aus, dass der Löss auch direkt auf tertiärem Untergrund liegen kann. Die Mächtigkeiten der hauptterrassenzeitlichen Schotter schwanken zwischen 0 und 20 m. Die Lössmächtigkeiten können zwischen unter einem Meter und bis zu 18 m variieren.

Das Abbaugelände war und ist durch ein relativ ebenes, wenig flachwelliges Relief mit Höhen zwischen 110 m in Hochplateaulage im äußersten SE und 60 m im Elsbachtal, östlich der ehemaligen Ortschaft Elfgen gekennzeichnet. Einzelne Trockentälchen und abflusslose Wannen prägen die Morphologie und sind mit mehr oder weniger mächtigen Kolluvien (< 1 bis > 4m) verfüllt. Zu den größeren Taleinschnitten zählten das Elsbachtal im ehemaligen Nordfeld des Tagebaus Garzweiler I sowie die

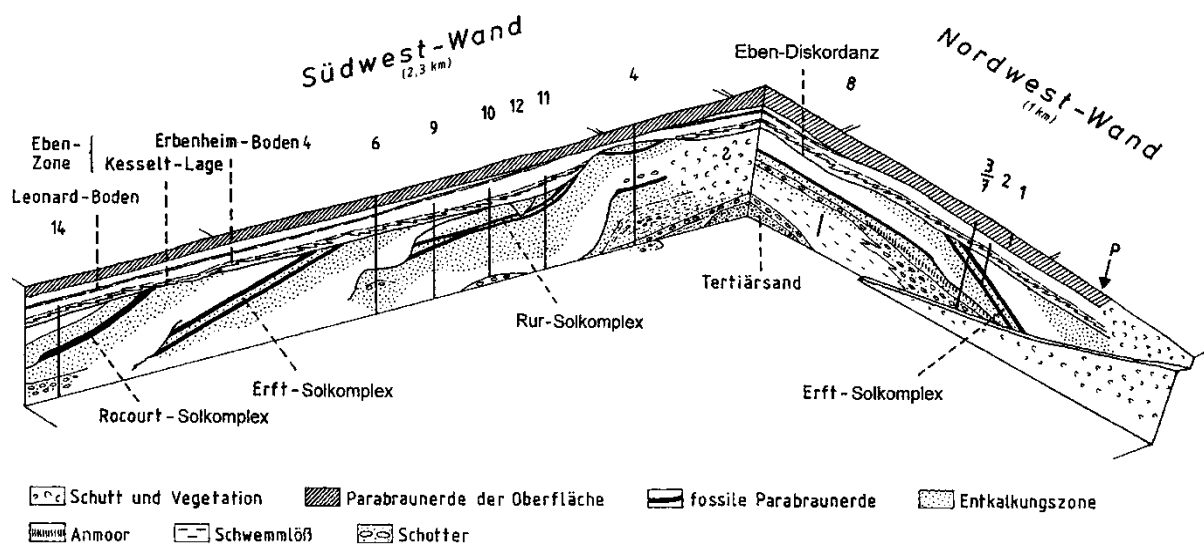
Königshovener Mulde im ehemaligen Südfeld, welche beide in Richtung Erft entwässern. Heute wird das Tal der Köm, die zur Niers fließt, weiter in westlicher Richtung abgegraben.

In Abhängigkeit vom kalkreichen, schluffigen Untergrund tritt als Oberflächenboden weit verbreitet die Parabraunerde (Typ Bänderparabraunerde) auf. Im Hangbereich zu tiefer eingeschnittenen Senken hin ist sie meist erodiert, so dass gelegentlich Braunerden oder Rendzinen vorliegen.

4.2. Löss- und Paläobodenforschung im Tagebau Garzweiler

Hier erfolgt nur ein grober Überblick zur Löss- und Paläobodenforschung im Tagebau Garzweiler und seinem Vorgängertagebau Frimmersdorf. Eine detailliertere Darstellung der Forschungsarbeiten findet sich in der Dissertation von H. Kels (2007).

Im einst östlich gelegenen Vorgängertagebau Frimmersdorf-West machten Paas (1961; 1968a,b; 1969) und Schirmer (1974a,b; 2002b,d; 2003) einige für die niederrheinische Lössgliederung wichtige Beobachtungen. Längs der Südwest- und der Nordwest-Wand wurden hier auf einer Strecke von insgesamt 3,3 km zwischen den Jahren 1968 bis 1973 zahlreiche Profilaufnahmen vorgenommen



(Schirmer, 1999a; 2002d; 2003), die in der Skizze der Abb. 12 zusammengefasst sind.

Abb. 12: Aufbau der Lössdecke im Tagebau Frimmersdorf-West im Zustand 1968-1973. 1-14 = Profilstandorte SCHIRMER, P = Profilstandort PAAS (Schirmer, 2003a: 369)

Ausgehend von den Erfahrungen zum Aufbau des Lösses in der ca. 18 km entfernten Ziegeleigrube Gillrath in Erkelenz erkannte Schirmer (1974a) in den Deckschichten oberhalb der Mittelterrasse drei Interglazial-Komplexe (später als Rur-, Erft- und Rocourt-Solkomplex bezeichnet; Schirmer, 1999a) mit jeweils mächtigen, zwischengeschalteten kaltzeitlichen Lössseinheiten.

Mit fortschreitendem Abbau nach Westen verlagerte sich der Tagebau aus dem Bereich der Geländekante Mittelterrasse/Hauptterrasse heraus und auf das Hauptterrassenplateau hinauf. Wenngleich die Lössmächtigkeiten im Mittel nicht abnahmen, so konnte doch in späteren Arbeiten nicht mehr die Menge an Bodenkomplexen vorgefunden werden, wie sie in Abb. 12 dargestellt ist. Offenbar begünstigte die Geländekante zwischen den Terrassen in östlicher Richtung (Lee-Effekt) die Akkumulation großer Lössmengen und die Konservierung fossiler Bodenkomplexe.

Spätere Untersuchungen fanden dann bereits im Tagebau Garzweiler I und im Bereich des Hauptterrassenplateaus statt. Boenigk (1990) dokumentierte im Rahmen archäologischer Untersuchungen zur kolluvial verfüllten Rinne des Elsbachtals den quartären Untergrund im Querschnitt auf einer Länge von 190 Metern (vgl. Abb. 13). Er erkannte im Hangbereich eine „zweigeteilte Parabraunerde mit Humuszone“, die er in das Eem stellt. Eine feinere Differenzierung des Lösses anhand von Nassböden erfolgte seinerzeit nicht.

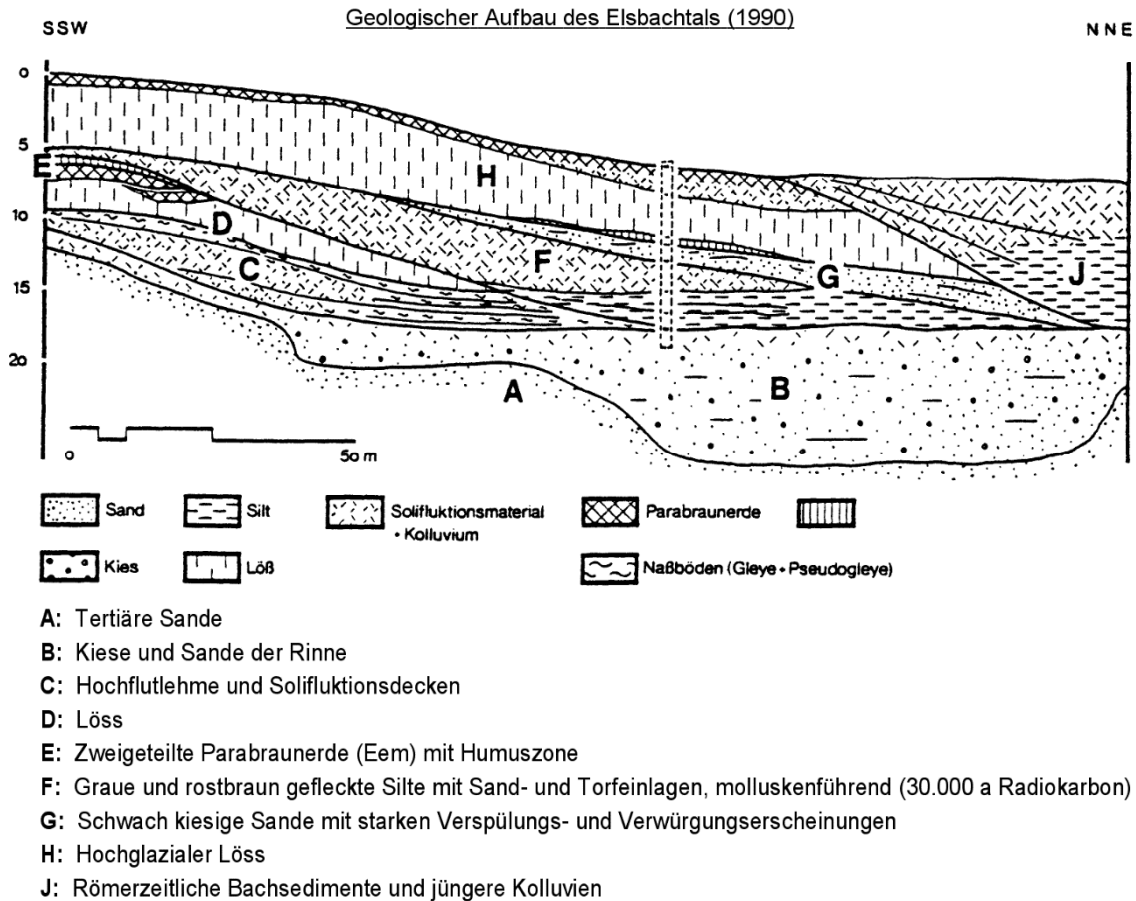


Abb. 13: Geologischer Aufbau des Elsbachtals (nach Boenigk, 1990: 26, verändert).

Im Rahmen der Untersuchungen des Lösses im Tagebau Garzweiler durch die Abteilung Geologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, dokumentierte Henze (1998) in seiner Dissertation „Kennzeichnung des Oberwürmlösses in der Niederrheinischen Bucht“ neben vielen zahlreichen anderen Lokalitäten auch weite Wandabschnitte im Top des Tagebaus Garzweiler. Henzes Arbeit vermittelt einen grundlegenden und ausführlichen Überblick über den Oberwürmlöss in all seinen Details und Verbreitungsmustern und dazu wesentlich genauer, als dies ältere Arbeiten vermochten. Zudem erfolgten im Rahmen seiner Arbeit neben ersten TL-Beprobung auch Korngrößen- und Schwermineralanalysen. Abb. 14 stellt zusammenfassend seine Profilaufnahmen mit einem Fokus auf den Oberwürmlöss dar, ältere Lösses und Bodenkomplexe, welche z.T. beobachtet wurden, finden in diesem Schema nur untergeordnet eine Berücksichtigung.

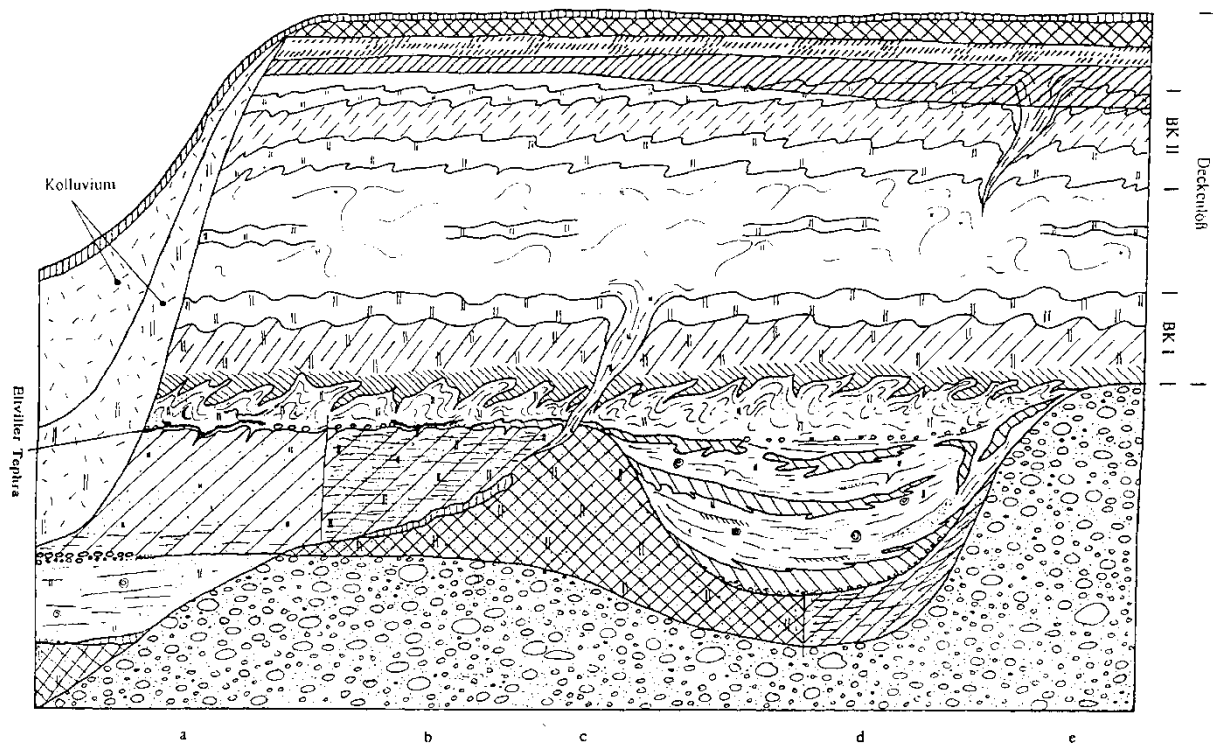


Abb. 14: Idealisertes Schema zur Stratigraphie und Lagerung des Lösses in der Niederrheinischen Bucht (Henze 1998: 41).

Im Bereich des jüngeren oberwürmzeitlichen Lösses differenziert Henze (1998: 38, vgl. Abb. 14) die Bodenkomplexe I und II, die oberhalb der Eltviller Tephra liegen. Während der Bodenkomplex I stratigraphisch dem Belmen-Boden und dem zweigeteilten Elfggen-Boden (A und B) in der Niederrheinischen Lössgliederung nach Schirmer entsprechen, ist der Bodenkomplex II dem Leonard-Boden samt begleitenden Nassböden gleichzusetzen.

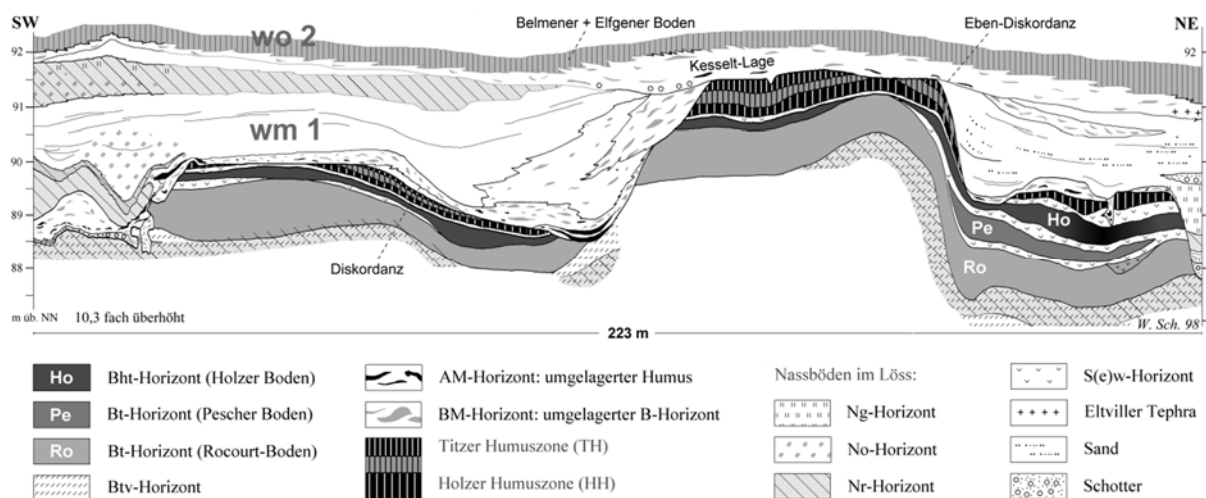


Abb. 15: Garzweiler 4 mit dem Rocourt-Solkomplex und Straten des wm1- und wo2-Komplexes (Schirmer 2000a: 35).

Im Rahmen einer Wanddokumentation in Zusammenarbeit mit dem Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität zu Köln konnte Schirmer (1999b, 2000) zeigen, dass der Rocourt-Solkomplex (Eem und Unterwürm, MIS 5e-a, heute Garzweiler Solkomplex, Schirmer, 2016) auch in der Niederrheinischen Bucht weitaus differenzierter gegliedert werden kann als dies bis dahin angenommen wurde (Abb. 15, vgl. Schirmer, 1999b; 2000). Mittels mikropedologischer Korrelation konnte Iking, A. (2002) bestätigen, dass dieser Solkomplex dem obersten in der Grube Erkelenz entspricht.

Gefördert durch die Stiftung Archäologie im Rheinischen Braunkohlenrevier erfolgten im Rahmen des APA-Projektes („Archäologische Prospektion der Abbaukanten“) in den Jahren 1999-2002 umfangreiche Begehungen der Abbauwände, wobei die Suche nach paläolithischen Fundstellen im Löss und innerhalb der Solkomplexe im Vordergrund stand. Die archäologische Leitung vor Ort unternahm erst T. Uthmeier, später U. Böhner (seinerzeit beide Institut für Ur- und Frühgeschichte, Uni Köln). Die geologische Begleitung erfolgte durch H. Kels (seinerzeit Abt. Geologie, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf), der im Rahmen seiner Promotion (Kels, 2007) über 1,6 km der Abbauwand dokumentierte, stratifizierte, Anteile an Lössseinheiten bilanzierte und paläolithische Fundstellen zeitlich einstuft. Die zu Beginn der Geländearbeiten vorliegende, damalige Lössgliederung durch Schirmer war dabei ein wesentliches Hilfsmittel und konnte auch durch Ergebnisse aus der Projektarbeit in Teilen ergänzt werden. In den Jahren nach dem APA-Projekt erfolgten noch zahlreiche weitere Detailauswertungen und Veröffentlichungen zu den jüngeren Ergebnissen aus dem Tagebau Garzweiler (vgl. Abb. 16 bis Abb. 19; Literatur u.a.: Fischer et al., 2012; Kels, 2008; Kels und Schirmer, 2006; Kels und Schirmer, 2010; Lehmkuhl et al., 2016; Uthmeier und Kels, 2010; Uthmeier et al., 2011).

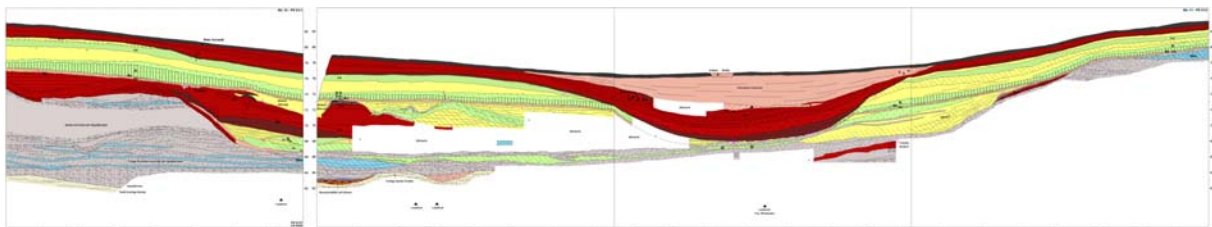


Abb. 16: Wandzeichnung Garzweiler Nord, Querschnitt durch das Elsbachtal: 304 m Länge, bis 17 m Höhe (Kels, 2007)

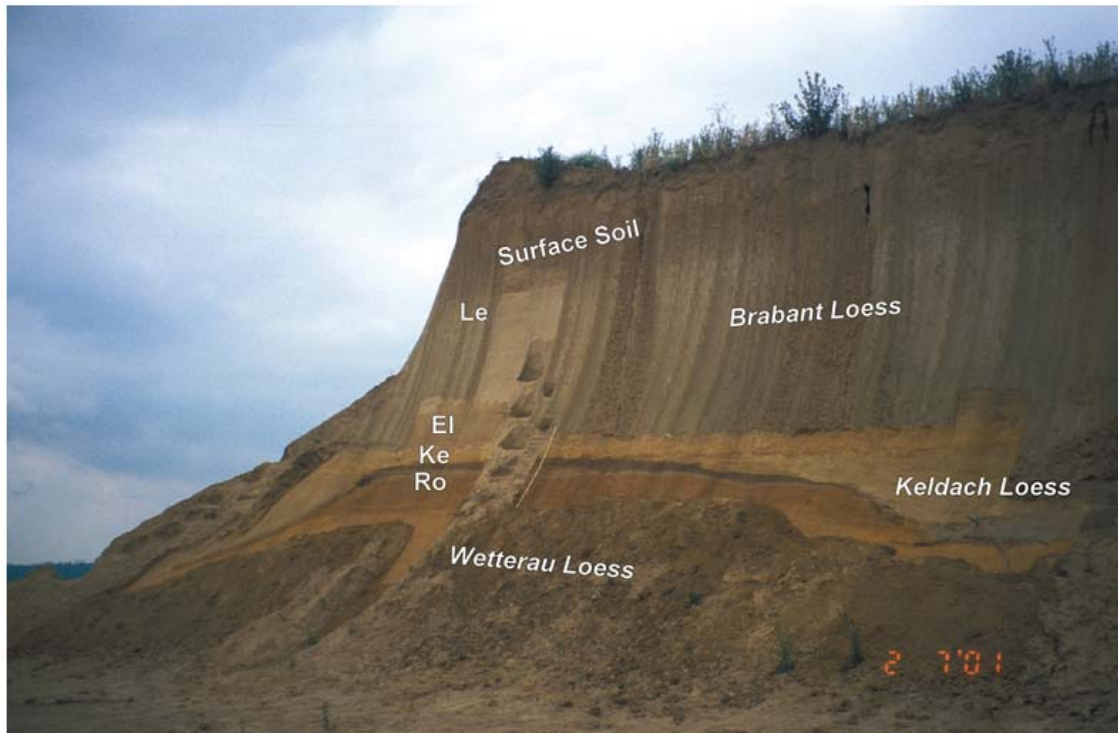


Abb. 17: Tagebau Garzweiler. Lössprofil im ehemaligen Elsbachtal. Le: Leonard Boden; El: Elfgen Boden (A/B); Be: Belmen Boden; Ke: Kesselt Lage; Ro: Rocourt Boden. Meterstab ist 2 m lang. Nach Kels (2007, p. 140, verändert), Fig. 4.5 aus Uthmeier et al. (2011).

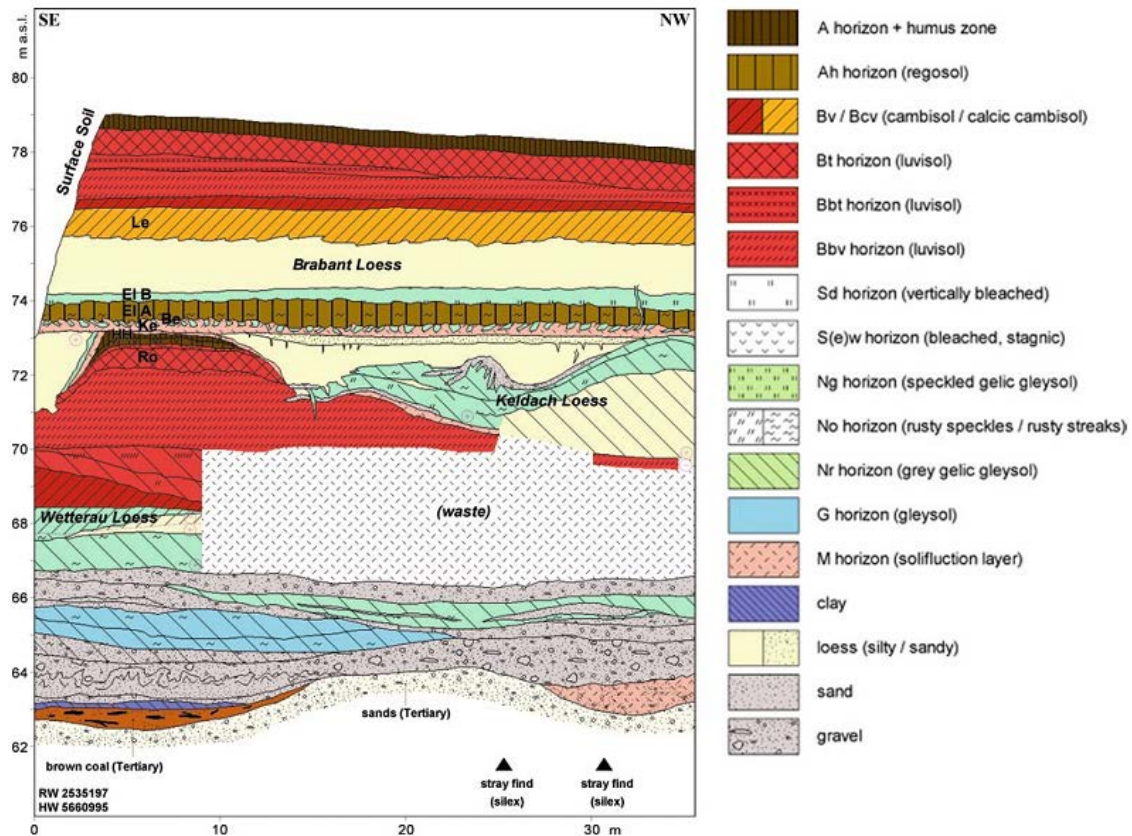


Abb. 18: Tagebau Garzweiler. Profilskizze der Situation in Abb. 17. Nach Kels (2007, p. 200). Aus Uthmeier et al. (2011, Fig. 4.4).

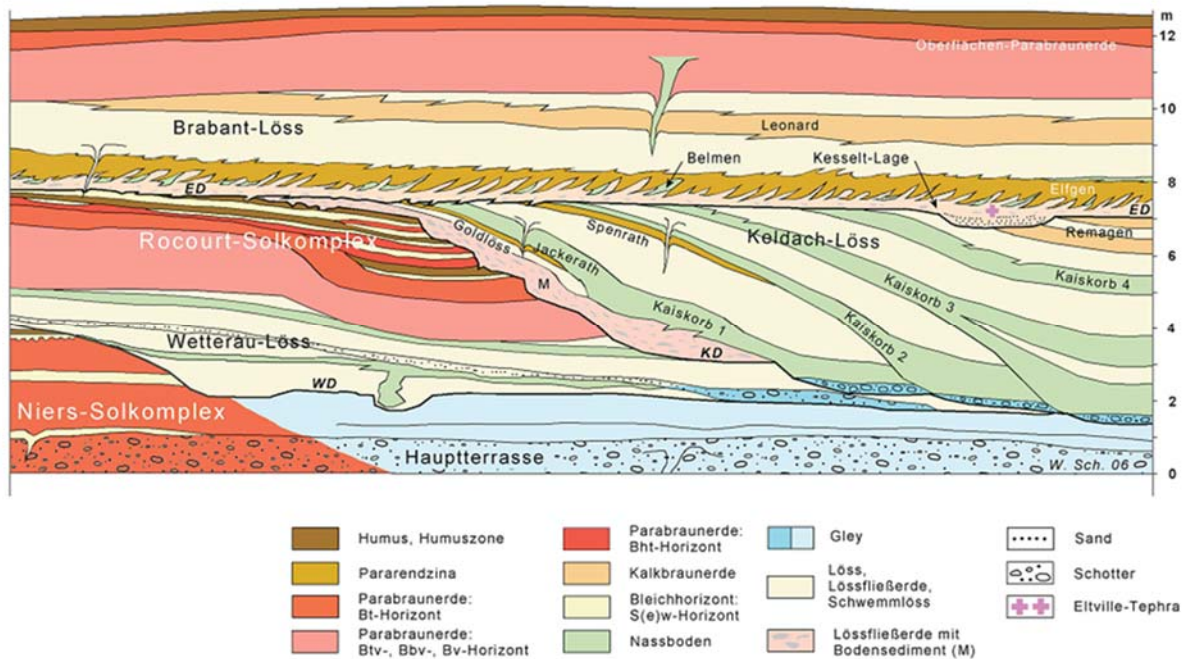


Abb. 19: Sammelstratigraphie von Lössen und Paläoböden nach Kartierung in den Jahren 1998-2005 im Tagebau Garzweiler. Der Rocourt Solkomplex wurde später in Garzweiler Solkomplex umbenannt (Schirmer, 2016). Er umfasst mehrere Bt-Horizonte und Humuszonen, welche während des Eems und des Unteren Weichsels gebildet worden sind. WD = Wetterau Diskordanz; KD = Keldach Diskordanz; ED = Eben Diskordanz. (Fig. 3 aus Schirmer und Kels, 2006).

Für einige Jahre ruhten weitere Geländearbeiten zur Lössdecke im Tagebau Garzweiler bis im Jahre 2006 das LANU-Projekt („Beiträge zur urgeschichtlichen Landschaftsnutzung im rheinischen Braunkohlenrevier“, Fischer et al., 2009; Hartmann et al., 2015; Lehmkuhl et al., 2015) ins Leben gerufen wurde. Es ist noch heute am Institut für Ur- und Frühgeschichte an der Universität zu Köln angesiedelt und wird durch die Stiftung Archäologie im Rheinischen Braunkohlenrevier gefördert. Anhand von Prospektionsmaßnahmen (auf der Geländeoberfläche und längs der Abbauwand) und auch durch Grabungen werden Daten zur Rekonstruktion der Landschaftsnutzung bzw. des Landschaftswandels von der Zeit des Mittelpaläolithikums bis zur Eisenzeit erfasst. Die Abbaukantenprospektion innerhalb der Lössdecke orientiert sich im Wesentlichen an der Vorgehensweise des APA-Projektes, findet aber in weit untergeordnetem Umfang (durchschnittlich ca. 150 m Waddokumentation pro Halbjahr) statt. In einzelnen Jahren zuvor und auch seit 2014 begleitet H. Kels die Geländearbeiten, berät bei stratigraphischen Fragestellungen und unterstützt bei Auswertungen.

Im LANU-Projekt wurden im Zuge der Abbaukantenprospektion im Tagebau Garzweiler ca. 26,5 km Abbauwand begangen und 29 Wandabschnitte dokumentiert (Abb. 20). Insgesamt konnten bisher 294 Profile angelegt und 3312 m Abbaukantenwand gezeichnet werden. Zudem konnten etwa 163 Stein- bzw. Knochenartefakte aus unterschiedlichen Zeitstellungen geborgen werden.

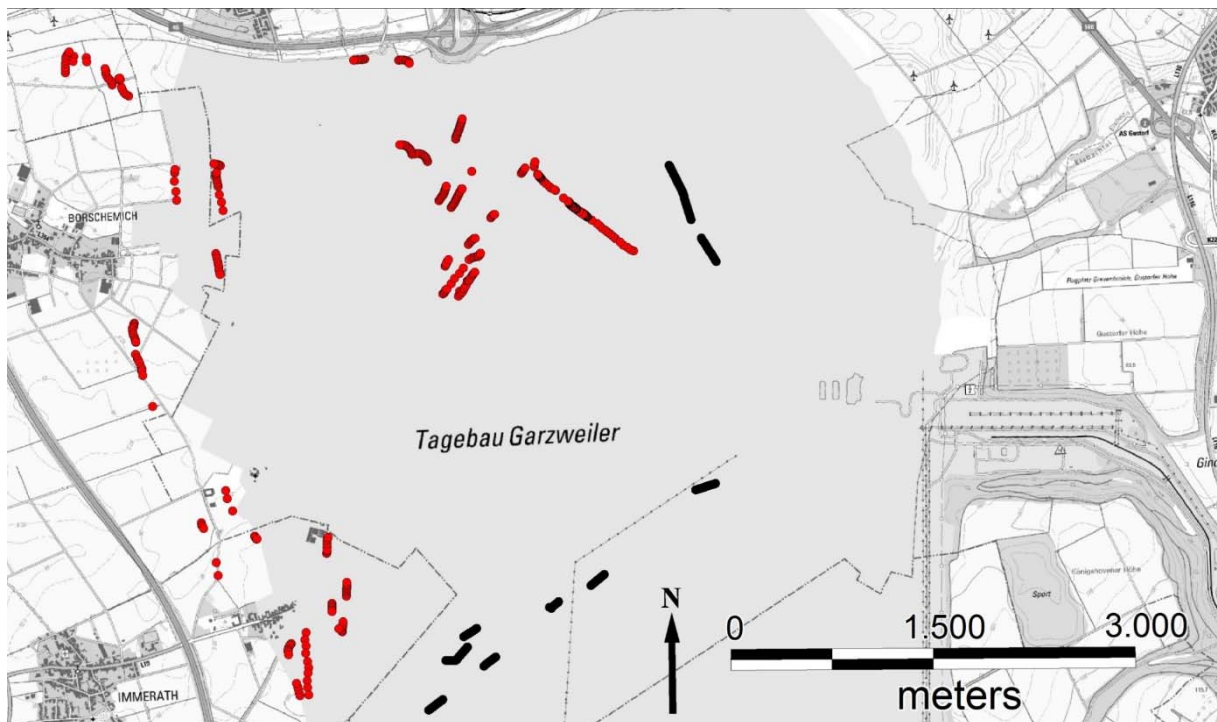


Abb. 20: Übersicht zur Lage aller im APA-Projekt (schwarz) und LANU-Projekt (rot) dokumentierten Profilstellen (unveröffentlicht)

Derzeit laufen umfangreiche Auswertungen im Rahmen des LANU-Projektes zu allen bislang erfassten Wandsdokumentationen und zusätzlichen Bohrdaten, die in eine Datenbank einfließen und Grundlage einer flächigen Modellierung ausgewählter pleistozäner Lössequenzen und Paläooberflächen im Braunkohlentagebau Garzweiler sind. Darüber hinaus werden alle bekannt gewordenen paläolithischen Fundstellen in dieses Modell eingehängt, um ihre räumliche und zeitliche Lage und Verbreitung innerhalb der Lössdecke besser fassen zu können. Damit soll flächenhaft ein besseres Verständnis zur Veränderung der Lösslandschaft in Raum und Zeit hergestellt werden und zusätzlich die Anwesenheit des paläolithischen Menschen in diesem Landschaftsraum geschaffen werden. Wann treten wo welche Funde wo? Lassen sich strategische Muster (u.a. bezüglich der Lage von Gunstpositionen, Nähe zum Wasser, Jagdverhalten) erkennen?

4.3. Paläolithische Funde am Niederrhein und im Tagebau Garzweiler

In der niederrheinischen Bucht gibt es neben zahlreichen mittelpaläolithischen Einzelfunden (Uthmeier et al., 2011), mit der Lokalität Rheindahlen auch eine stratifizierte Fundstelle. Nach Richter (2016) weist Rheindahlen verschiedene Besiedlungslagen aus dem Early Middle Palaeolithic (290 - 121 ka) auf (s. auch Abschnitt zu Rheindahlen). Die im Mittelrheintal etwas südlich des Exkursionsgebiets gelegenen Fundstellen Wannan, Schweinskopf, Tönchesberg 1A und 2A, Kärlich Jb und Ariendorf 2 werden ebenfalls diesem Zeitfenster zugeordnet.

Ob es auch eemzeitliche Besiedlung am Niederrhein gab, ist umstritten. Die von J. Thissen unter einer mehr als 6 m mächtigen Lössdecke entdeckte Fundplatz Inden-Altdorf wurde zunächst als eemzeitlich angesehen (Pawlik und Thissen, 2011). Die Artefakte streuen jedoch innerhalb einer auf dem wahrscheinlich eemzeitlichen Bt liegenden Umlagerungszone. Sedimentologische Untersuchungen und Lumineszenzdatierungen (Fischer et al., 2012) können ein eemzeitliches Alter nicht bestätigen, sondern legen nahe, dass die Besiedlung während des Frühweichsels erfolgte. Eine

Besiedlung während der Zeit zwischen 110 bis 70 ka (Early Weichselian Middle Palaeolithic) ist nach Richter (2016) nur in vier sites in Mitteleuropa belegt, darunter Tönchesberg 2B. Eine noch spätere Besiedlung durch den Neanderthaler (70-43 ka, Late Middle Palaeolithic) wird in vielen mittelpaläolithischen Fundstellen Mitteleuropas dokumentiert, von denen Garzweiler und das Neanderthal im Exkursionsgebiet liegen (Richter, 1996).

Im Zuge des APA-Projekts wurde im Tagebau Garzweiler in den Jahren 1999 bis 2001 eine Fläche von etwa 150 ha archäologisch prospektiert (Uthmeier et al., 2011). Dabei konnten 46 mittelpaläolithische Fundstellen dokumentiert werden, in denen lithische Artefakte und Knochen z.T. gut erhalten waren. Wenngleich eine weite Umlagerung der Funde demnach unwahrscheinlich war, traten diese doch oft in oder in der Nähe von Bachsedimenten auf, so dass hier eine eindeutige Zuordnung zu stratigraphischen Einheiten erschwert wurde. Nichtsdestotrotz zeigt sich eine Häufung von Funden, die in das MIS 4 zu stellen sind. Die kleinen Inventare bestehen zum einen aus Steinartefakten, die wohl während der Jagd und dem Sammeln ad-hoc aus Rohlingen hergestellt wurden. Zum anderen finden sich wenige Knochen, die bei Rentier auch Bearbeitungsspuren des Menschen zeigen. Es wird daher davon ausgegangen, dass die MIS 4-Fundstellen im Tagebau Garzweiler Jagdplätze darstellten, an denen das erlegte Wild geschlachtet wurde. Die Fundkonzentration wird von Schirmer und Kels (2006) als Keldach-Fundkomplex bezeichnet. Weitere Funde stammen aus der Kesselt-Lage des Hesbaye-Löss, der nur einen vergleichsweise kleinen Anteil an der prospektierten Wandfläche einnahm (Tab. 1).

Tabelle 1: Anteile stratigraphischer Einheiten an der Wandfläche des Tagebaus Garzweiler und Anzahl sowie prozentualer Anteil der paläolithischen Funde je stratigraphischer Einheit. Table 4.1 aus Uthmeier et al. (2011).

Stratigraphy	MIS	Loess unit	Quota of wall area (%)	Number of finds	Quota of finds (%)
Late Würmian maximum 2	MIS 2	Brabant	45	0	0
Late Würmian maximum 1	MIS 2	Hesbaye	4	64	49
Middle Würmian	MIS 3	Ahrgau	0.01	0	0
Early Würmian maximum	MIS 4	Keldach	25.5	66	50
Rhein interglacial Complex	MIS 5	Rheingau	1.5	0	0
Pre-Eemian	MIS 6 to ?11	Pre-Eemian loess	24 ?	1	1
Total			100	131	100

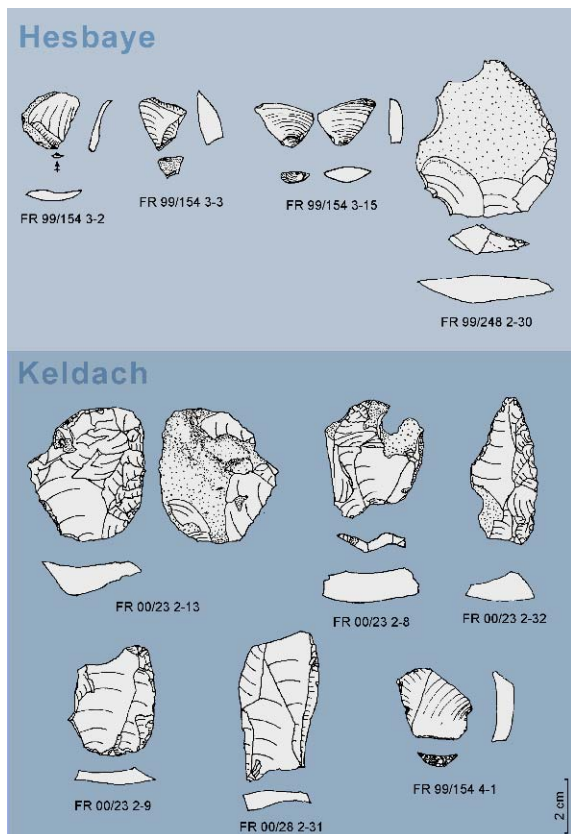


Abb. 21: Auswahl paläolithischer Artefakte aus dem Hesbaye-Löss (MIS 2) und dem Keldach-Löss (MIS 4), geborgen während des APA-Projektes (Zeichnung: Böhner, 2000, APA-BERICHT, unpubl.; Kels und Schirmer, 2010)

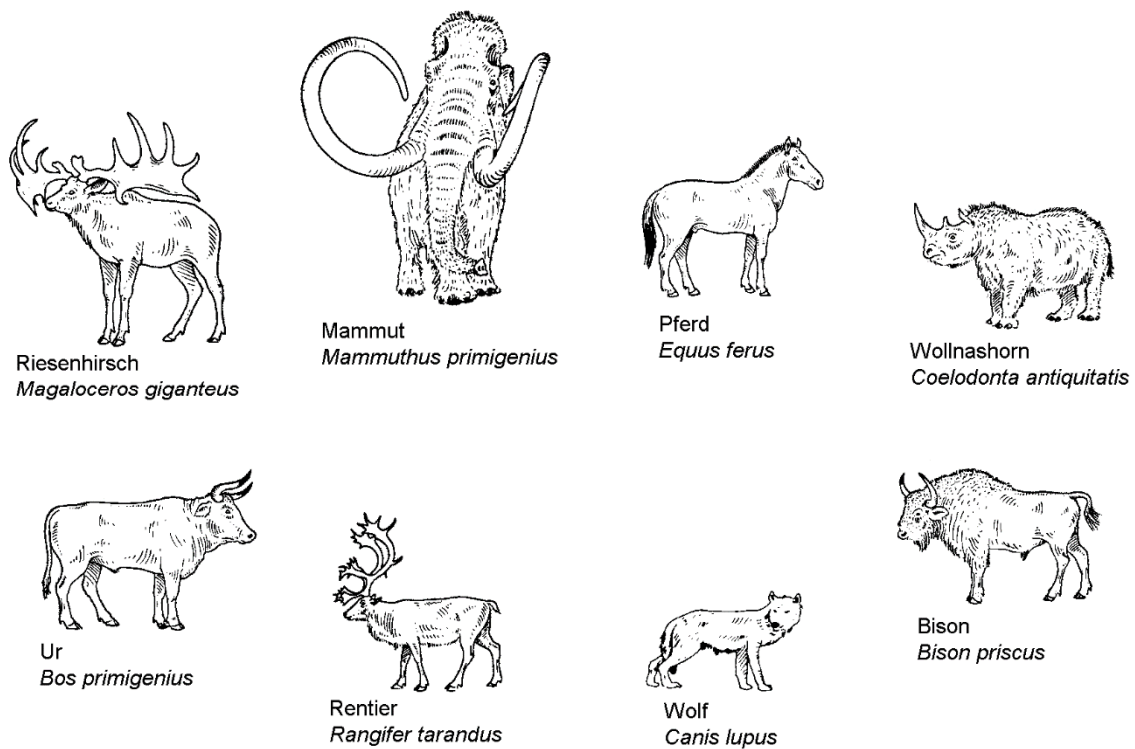


Abb. 22: Übersicht über die im APA-Projekt vorgefundenen Säugetiere aus dem Tagebau Garzweiler (Kels 2007: 74; Faunenabbildungen nach Von Koenigswald, 2002: 140, 146).

5. Ziegeleigrube Gillrath, Erkelenz (H. Kels, M. Kehl)

5.1. Einleitung

Die Ziegeleigrube Gillrath in Erkelenz (Abb. 23), nahe zur nördlichen Lössverbreitungsgrenze der Niederrheinischen Bucht gelegen, bietet mit rund 20 m mächtigen Lösswänden nicht nur einen hervorragenden Einblick in den quartären Untergrund der niederrheinischen Bucht, sondern sie gilt auch als eine der wichtigsten Typus-Lokalitäten für bestimmte Lössformationen und Paläoböden des Rheinlandes. Seit den 1960er Jahren erfolgten zahlreiche Forschungsarbeiten zu den Löss-Formationen und Paläoböden der Grube. Ein genauerer Überblick über die Forschungsgeschichte zur Grube mit genaueren Details zu den Bearbeitern und ihren Aufnahmen, zu Deutungen und stratigraphische Einstufungen, aber auch bezüglich der Fehlinterpretationen und Korrekturen findet sich bei Kels (2007). Zu den wesentlichen Bearbeitern der Lösswände zählen Paas (1968, 1982; Stratigraphie), Schirmer und Streit (1967; Stratigraphie), Schirmer (1990a, 2002c,d, 2003; Stratigraphie, Sedimentologie und Geochemie) und Cofflet (2005; Paläomagnetik). Hinzu kommt noch der Erkelenzer Heimatforscher Krings, der über pleistozäne Faunenfunde aus dem Löss berichtet, die in den Jahren 1960 und 1961 während der Abgrabung durch Eimerkettenbagger an der Westwand zutage traten (Krings, 1965). Letzte Arbeit gibt Hinweise auf kalkhaltige Lössse, die in der Westwand existiert haben müssen, welche offensichtlich der Weichselkaltzeit zuzuordnen sind und welche in dieser Form mit der Abgrabung in östlicher Richtung nicht mehr auftauchten.

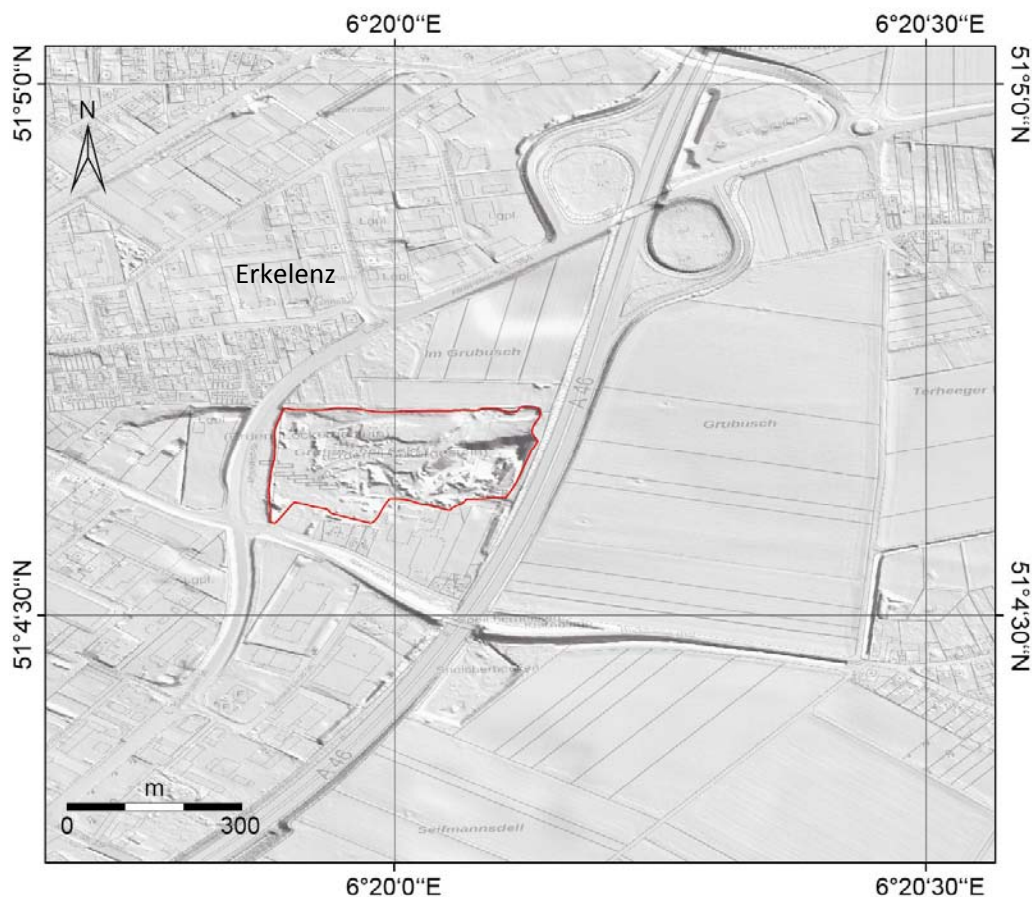
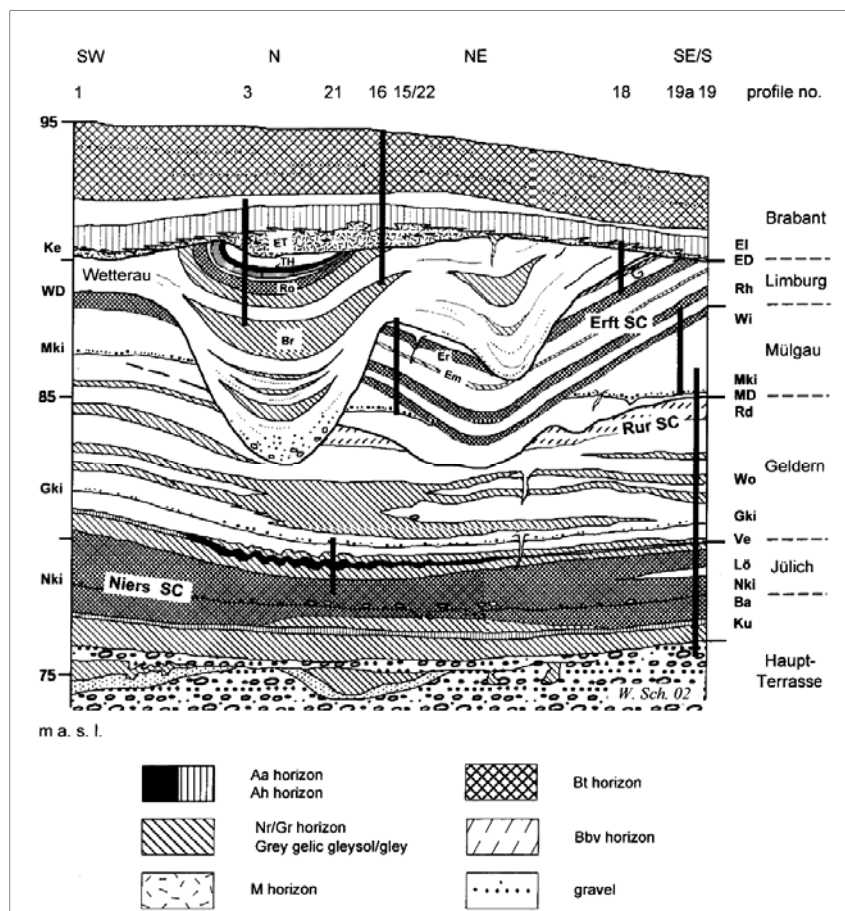
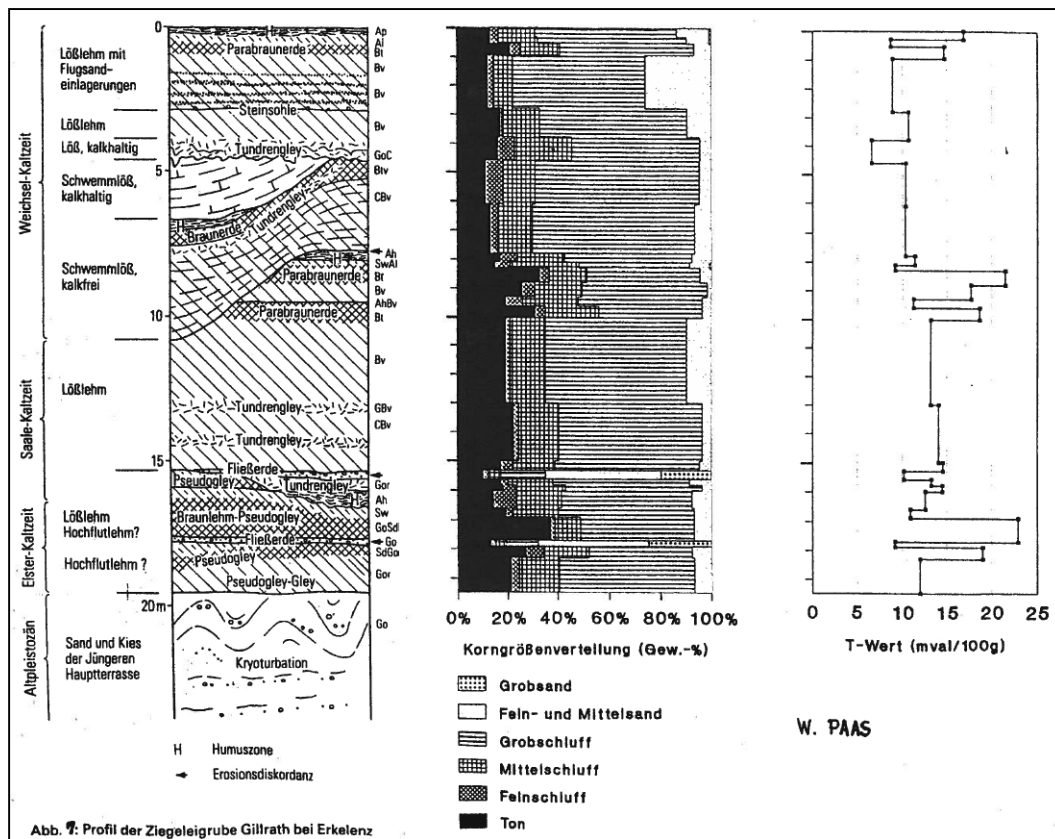


Abb. 23: Lage der Grube Gillrath (rot umrandet, Stand 2014), Erkelenz. Das digitale Geländemodell sowie die überlagernden Karteninformationen basieren auf den Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW (Geobasis NRW, 2017). Die Ausdehnung des Abbaus erfolgt in nördlicher Richtung.



5.2. Neubegehung im Herbst 2014

In der letzten Dekade vollzog sich der Abbau des Lösslehms durch die Ziegelei vergleichsweise langsam weiter in nordöstlicher Richtung. Der langsame Abbau hängt u.a. mit dem Ersatz lokaler Rohstoffe durch den Ziegeleibetreiber Gillrath zusammen. Sehr hochwertige Ziegel und Klinker erfordern höhere Lehm- und Tongehalte, so dass seit einigen Jahren zunehmend Fremdmaterial und weniger Ortsmaterial beim Brennvorgang im Ringofen verwendet wird (mündl. Mitteilung Bastian Gillrath, Werksleiter im Produktionsbereich). Im Spätsommer bis Herbst 2014 erfolgte eine Neubegehung der Ziegeleigrube im Auftrag der Arbeitsgruppe F. Lehmkuhl (Lehrstuhl für Physische Geographie und Geoökologie, RWTH Universität Aachen), um die damals vorhandene Aufschlusssituation zu dokumentieren und Probenmaterial des letztglazialen Lösses für künftige sedimentologische und geochemische Untersuchungen zu sichern. Überraschenderweise glichen die Lösswände noch in großen Teilen denen, wie sie auf den Exkursionen in den Jahren 2002 und 2006 gezeigt werden konnten. Im Herbst 2014 waren folgende Schichten und Paläoböden aufgeschlossen (von alt nach jung): Die Schotter der Hauptterrasse und dazugehörige Hochflutsedimente lagen etwa max. 1 Meter unterhalb der Grubensohle. Im Hangenden wurden der Niers-Solkomplex (MIS 11?), der Geldern-Löss (MIS 10), die Entkalkungszone des Rur-Solkomplexes, der Mülgau-Löss (MIS 8), der Erft-Solkomplex (MIS 7), der Wetterau-Löss (MIS 6), der oberste Hesbaye-Löss (MIS 2, im Bereich der Kesselt-Lage) und der Brabant-Löss (MIS 2) angetroffen. Der MIS 5-Solkomplex lag randlich zum Verfüllmaterial und war nur noch durch eine kleine Schlitzgrube schwer zugänglich in Teilen erreichbar.

Bei der Neubegehung wurde das Profil ERK 2014-1 im nördlichen Bereich der Ostwand (Erk2014-1; N 51°4.682 E 6°20.138, GOK = ca. 91m) angelegt und beprobt (Abb. 26). Stratigraphisch betrachtet waren in diesem Bereich der Grube Teile einer Rinne mit Sedimenten des höheren Wetterau-Lösses (MIS 6) aufgeschlossen, welche scharf diskordant von der Eben-Diskordanz (MIS 2) geschnitten wurden. Dieser folgten Sedimente der Kesselt-Lage, hier zweigeteilt in eine untere Schicht mit größerem Sediment und verlagertem Bodenmaterial und einer oberen Schicht, mit frischem, sehr homogenen, siltreichen Sediment ohne starke Verlagerungseigenschaften und erodierten Bodenrelikten aber mit schwachen Oxidationserscheinungen. Gemäß der Definition bei Schirmer (2003) werden beide Schichten noch dem höheren Hesbaye-Löss zugerechnet. Kryoturbarat darin griffen Solifluktionsfahnen des Belmen- und des Elfggen-Bodens ein, die bereits dem Brabant-Löss zuzuordnen sind. Im Gegensatz zu typischen Sedimentabfolgen des Brabant-Lösses (wie z.B. aus dem Tagebau Garzweiler gut bekannt) war hier aber nicht die gesamte Folge der Eben-Zone erhalten, da eine weitere, bislang nicht näher untersuchte oberweichselzeitliche Diskordanz den oberen Teil dieser Zone schneidet. Diese jüngere Diskordanz begann mit mehreren fein- bis mittelsandigen Sandbändchen, zunächst sehr leicht verspült, dann homogener, im Wechsel mit schluffigeren Lagen. Die Körnung der Bändchen wurde nach oben hin feiner. Die Bänderung der hier ausgebildeten rezenten Bänderparabraunerde schien diese Sedimentwechsel nachzuzeichnen, eine im Gelände offensichtliche Eigenschaft, die sich auch in der Laboranalyse zeigt (Abb. 26). Nahe zur Oberfläche war der rund 50 cm mächtige Bt-Horizont der Bänderparabraunerde aufgeschlossen. Auf diesen folgte ein schwach gebleichter Horizont (Al), ehe der Ap-Horizont das Profil abschloss. Der Oberflächenboden war an dieser Stelle zudem überprägt durch eine Pseudovergleyung, was sich auch deutlich an rostfleckigen Fahnen zeigte, die aus dem Bereich des Al in den Bt zogen.

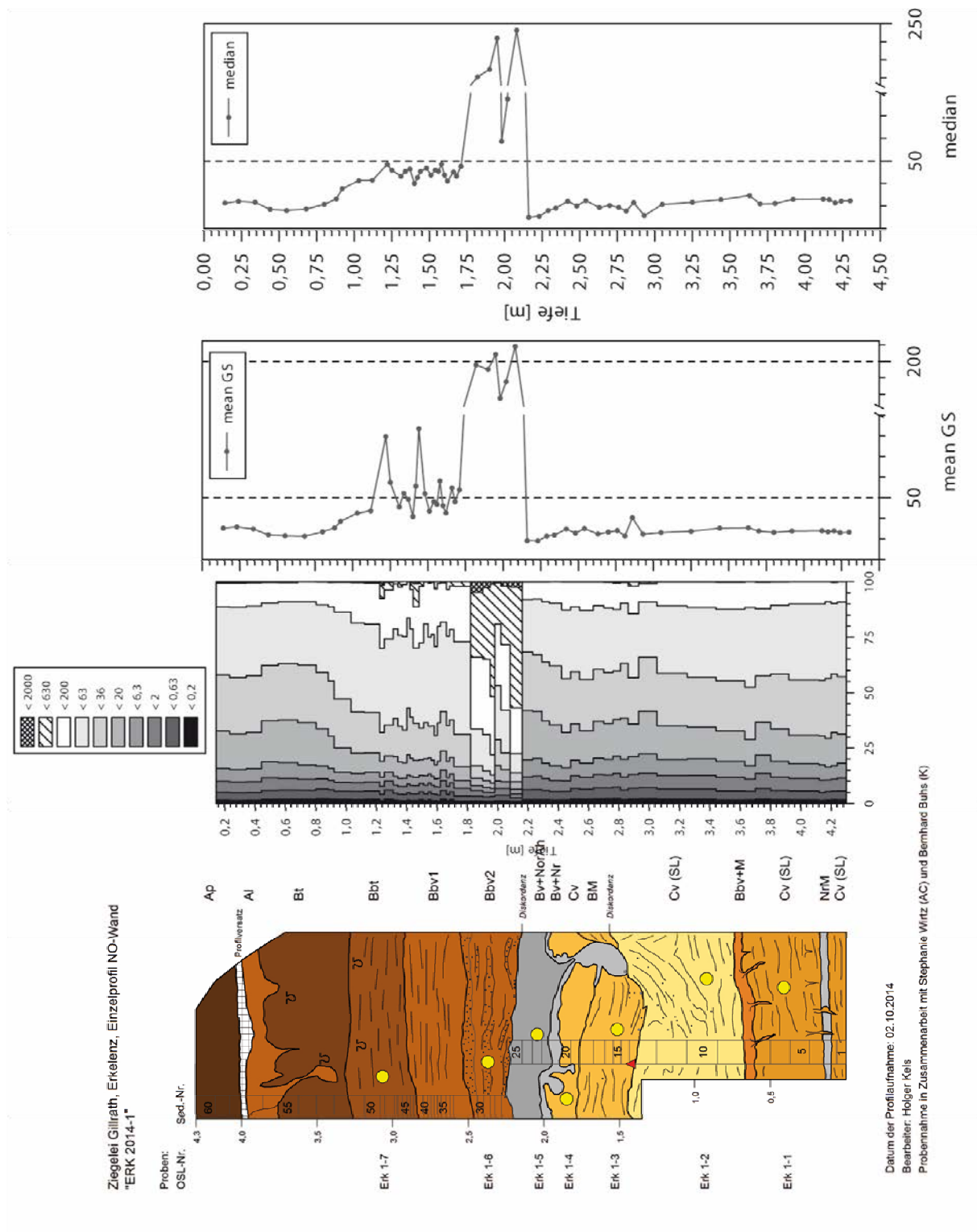


Abb. 26: Das 2014 in der Ziegelei Gillrath aufgenommene Profil ERK 2014-1. Die ange deuteten Proben für Lumineszenzmessungen befinden sich noch in Bearbeitung.

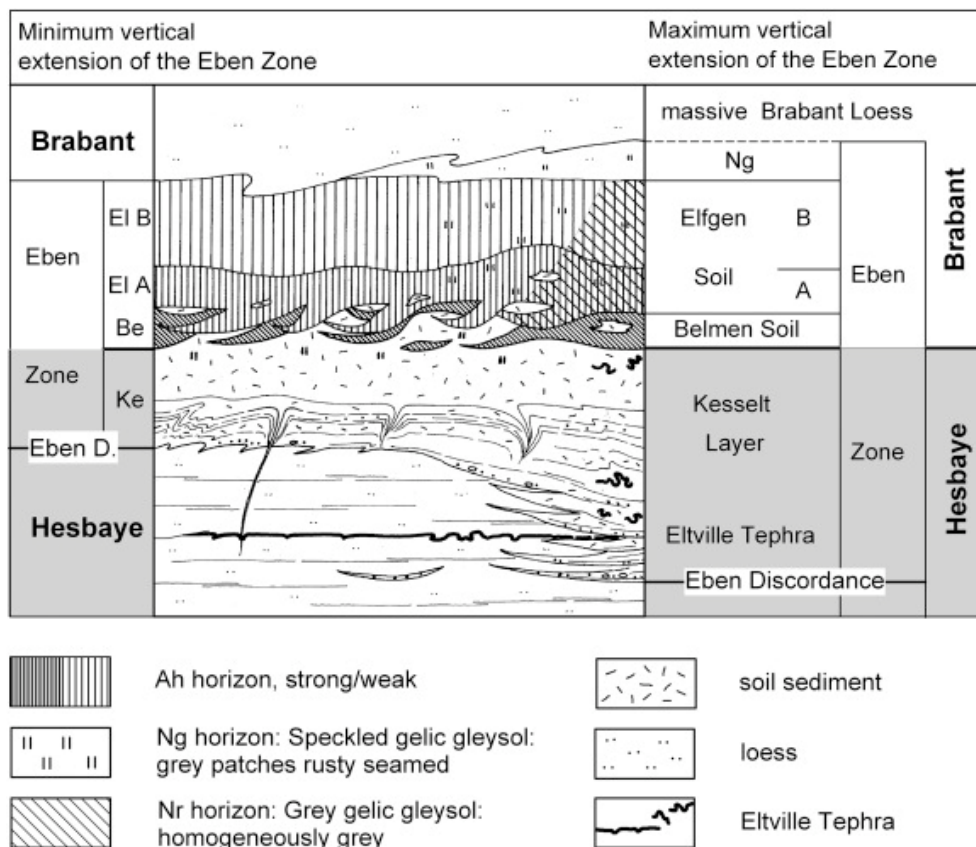


Abb. 27: Differenzierung der Eben-Zone nach Schirmer (2016, Fig. 9).

Tabelle 2: Gliederung und Benennung der Eben-Zone nach verschiedenen Autoren (Schirmer, 2016, Tab. 1, s. darin auch die Literaturstellen).

Profile	GULLENTOPS 1954	PAAS 1961	SCHÖNHALS et al. 1964	PAEPE 1967	BRUNNACKER 1967	PAAS 1968 b	PAEPE 1968, 1969	GULLENTOPS 1971
Brabantien	loess grisâtre avec pointes obliques	Tundra-gley	Erbenheimer Boden 4	Cryotur-batic horizon	Innerwürm-boden III	Elfgener Boden	Sol de Kesselt = horizon pédologique	Sol de Kesselt
Hesbayen	Sol de Kesselt	Frimmers-dorfer Boden		Sol de Kesselt		Frimmers-dorfer Boden		

VREEKEN 1981	VREEKEN & MÜCHER 1981	HAESAERTS et al. 1981	GULLENTOPS 1981	VREEKEN 1984	Profile	SCHIRMER 2003				
IX γ_2	VIII γ Kesselt-Zone	Horizont à Langues de Nagelbeek	Sol de Kesselt B	Horizont à Langues de Nagelbeek γ_2		Elfgen Soil B	Erbenheim Soil 4 A	Eben Zone	Brabant Sub-formation	Weichselian Upper Pleniglacial
VIII γ_1		Sol de Kesselt	Sol de Kesselt A	γ_1		Belmen Soil	Kesselt Layer		Hesbaye Sub-formation	

Im Jahr 2014 waren somit noch die meisten der insbesondere durch Schirmer (2002c, d) dokumentierten Lössformationen und Paläoböden aufgeschlossen. Lediglich der Rocourt-Solkomplex (MIS 5) war durch die weitere Verfüllung der Grube verschüttet. Im Bereich der rückverlegten Ostwand traten damals keine weiteren Rinnen mit Lössen und Böden des MIS 5 bis MIS 3 in Erscheinung.

Da bislang nur wenige Alter aus dem Brabant-Löss vorliegen, ist momentan unklar, wann die sandreichen Bänder in den Löss eingebracht wurden. Ein spätglaziales Alter ist anzunehmen, muss aber erst noch belegt werden.

5.3. Zustand im Frühjahr 2017

Der ehemals nördliche Bereich der Grube mit nördlichen Teilen der früheren Ostwand wurde durch die Anlage einer Rampe verdeckt. Die heutige Ostwand gibt Einblick in die unteren Lagen der Löss-Paläobodenabfolge mit den bereits im Herbst 2014 identifizierten Lagen. Wie erwähnt, dehnt sich der Abbau nach Nordosten aus. In der aktuellen, etwa 5 m mächtigen Abbauwand sind der rezente Boden und der oberste Löss bis einschließlich der Eben-Zone aufgeschlossen. Letztere ist aufgrund der Nähe zur rezenten Bodenoberfläche entkalkt, was nicht typisch ist. Der Elfggen-Boden ist an seiner kräftig dunklen Färbung erkennbar, während der Belmen-Boden eine hellgraue Färbung aufweist. Die Eltville-Tephra wurde bei der Vorbegehung im Frühjahr 2017 nicht gefunden. In einer nordöstlichen Erweiterung der Grube konnten jedoch linsenförmig erhaltene, geringmächtige Sedimente mit kryoturbat verlagertem Bt-Material und Humuszonen aus dem Garzweiler Solkomplex (MIS 5) und weichselzeitliche Löss (MIS 4) unterhalb der Ebendiskordanz beobachtet werden..

5.4. Exkurs: Paläolithische Silexartefakte aus der Kesselt-Lage

Bei der Freilegung der Profilwand im Jahr 2014 wurde ein paläolithisches Artefakt an der Basis der Kesselt-Lage entdeckt. Es handelte sich hierbei um eine Kernkanten Klinge, die ganz am Anfang der Klingenproduktion entstanden ist. Nach diesem Fund wurde neben dem Profil nördlich angrenzend eine kleine Testsondage angelegt, wobei wenige weitere paläolithische Artefakte und kleinere Abschlüge auftraten, die ebenfalls aus der Kesselt-Lage stammen. Dies erforderte nun eine systematische Grabung in der Abbauwand, die von Thomas Hauck und Bernhard Buhs (beide Institut für Ur- Frühgeschichte Uni Köln) durchgeführt wurde. Die Klinge zeigt noch Spuren der Zurichtung der Schlagfläche am Kern in Form der kleinen Negative, die auf der rechten Hälfte der Dorsalfläche zu erkennen sind. Die Klinge könnte als Hinweis genommen werden, dass im unmittelbarem Umkreis eine Produktion von Klingen begonnen und vermutlich auch weiter ausgeführt worden ist (was im Übrigen der Fund einer weiteren Klinge bestätigt). Das proximale Ende der Klinge scheint ausgebrochen zu sein, d.h. der Schlagflächenrest ist leider nicht mehr vorhanden. Das Rohmaterial ist Rijckholt Feuerstein, stammt also aus der näheren Region, dem Einzugsgebiet der Maas. Es fällt die gute Erhaltung der Steinartefakte auf, d.h. die Kanten sind unversehrt. Falls eine Verlagerung mittels Solifluktion stattfand, dann nur in geringem Maße auf vergleichsweise kurzer Distanz (wenige Meter) und unter geringer Dynamik im vergleichsweise feinkörnigem Sediment.

Vom Niederrhein sind weitere paläolithische Funde aus der Kesselt-Lage bislang nur aus dem Tagebau Garzweiler bekannt (APA-Projekt, s. Kels, 2007).

6. Ehemalige Ziegeleigrube Dreesen, Rheindahlen (M. Kehl)

In der südlich von Rheindahlen gelegenen Ziegeleigrube Dreesen (Abb. 28) und der benachbarten Grube Dahmen wurden während des Lössabbaus mehrfach Einzelfunde mittelpaläolithischer Artefakte gemacht und schließlich umfangreiche Grabungen durchgeführt (Abb. 29), die stratifizierte Schichten neanderthalerzeitlicher Besiedlung zu Tage brachten. Ein Teil dieser Funde ist im Archäologischen Museum Wasserturm, Rheindahlen, zu besichtigen, das auch eine kurze Dokumentation zur Grabungsgeschichte enthält.

Die Fundhorizonte sind im mittleren Bereich der Löss eingeschaltet, die hier - bis zu etwa 9 m mächtig und durchgehend kalkfrei - der jüngeren Hauptterrasse aufliegen und von mehreren Bt-Horizonten, verbraunten Horizonten und Nassböden durchzogen werden. Band 5 der Reihe GeoArchaeoRhein fasst den Kenntnisstand zu den in der Grube Dreesen beschriebenen Lössen und Böden umfassend zusammen und dokumentiert die mit Schirmer und Feldmann (1992) begonnenen und in den darauffolgenden Jahren durchgeführten quartärgeologischen Untersuchungen (Schirmer, 2002a). In diesem Band findet sich auch ein ausführlicher Beitrag zur typologisch-chronologischen Einstufung der Rheindahleener Funde (E.-M. Iking, 2002). Weinge Jahre später fasste J. Thissen die Ergebnisse der von ihm geleiteten archäologischen Grabungen zusammen (Thissen, 2006).

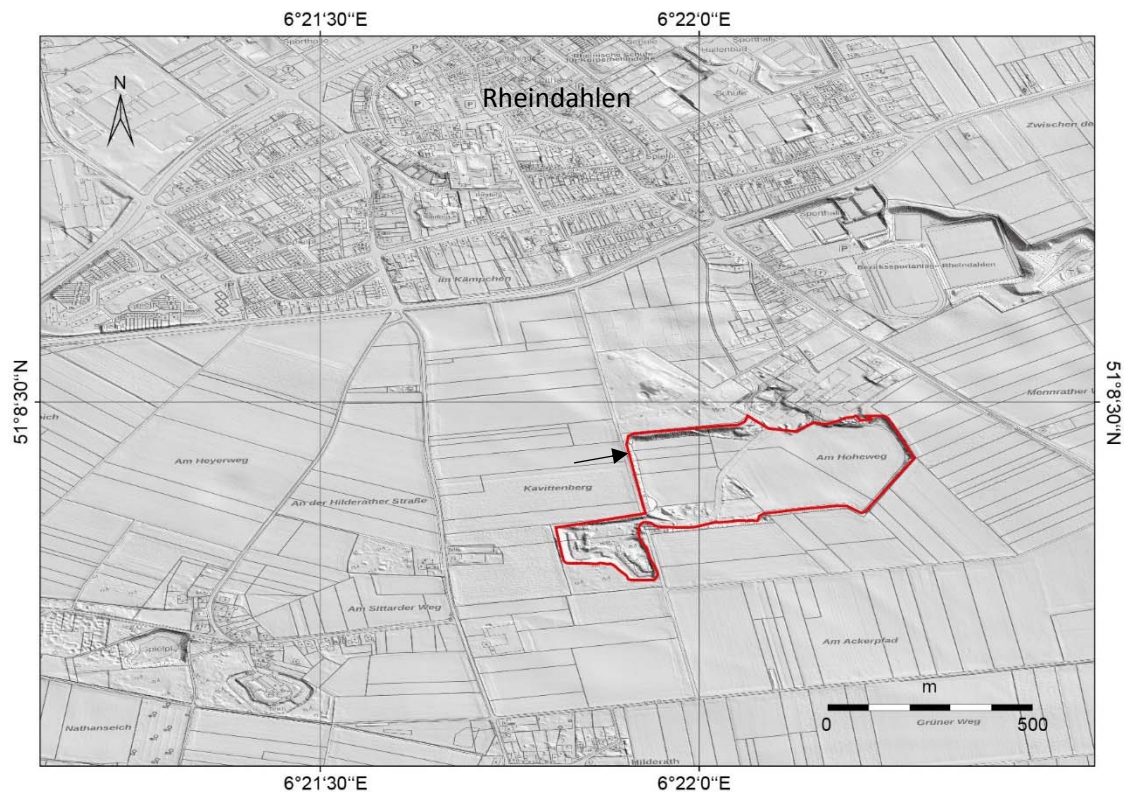


Abb. 28: Lage der ehemaligen Ziegeleigrube Dreesen südlich von Rheindahlen. Der Pfeil markiert die ungefähre Lage des Profils Rheindahlen 5 von Schirmer (2002a) und die Lage des für diese Exkursion präparierten Wandabschnitts. Das digitale Geländemodell sowie die überlagernden Karteninformationen basieren auf den Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW (Geobasis NRW, 2017).

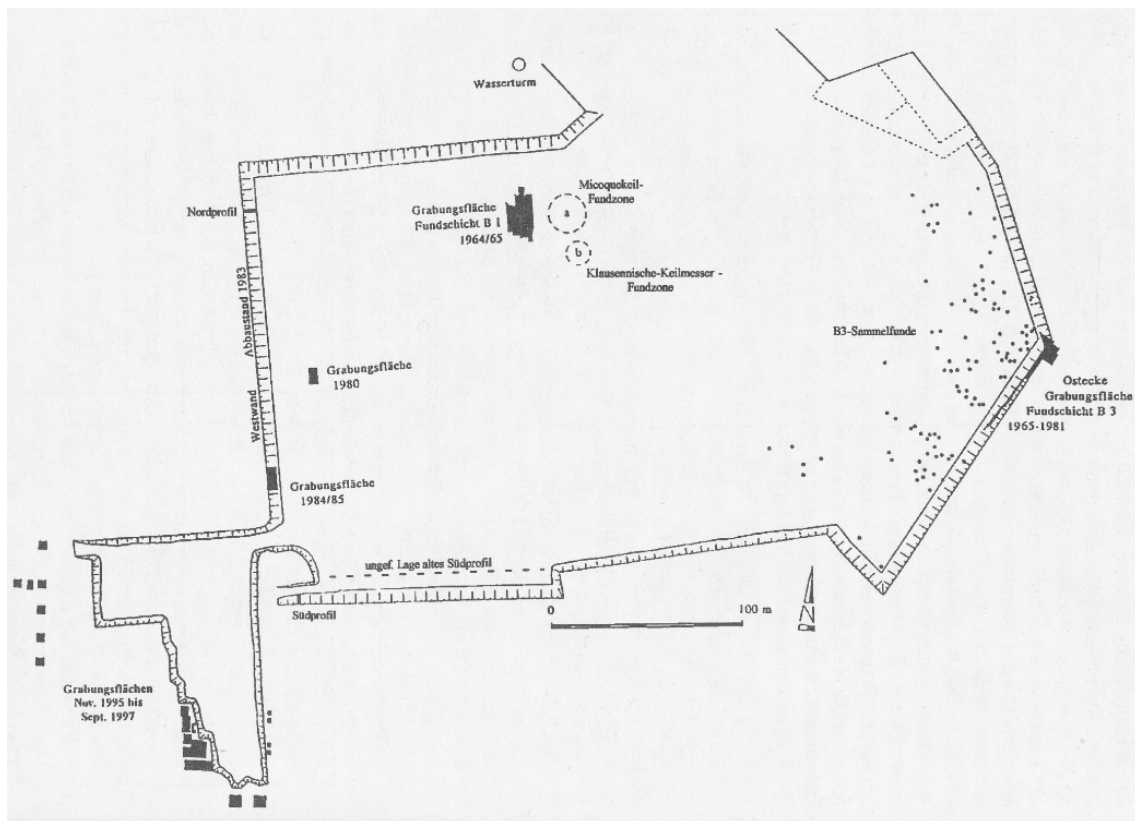


Abb. 29: Grabungsflächen in der Ziegelei Dreesen. Karte entspricht Abb. 2 von E.-M. Iking (2002).

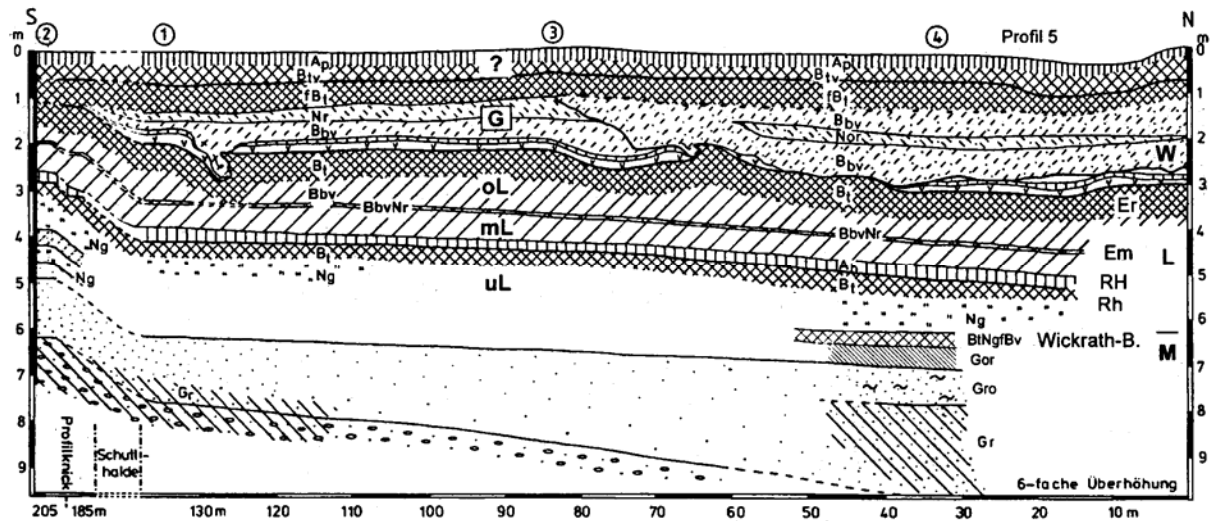


Abb. 30: Westwand der Ziegelei-Dreesen. Skizze aus Schirmer 2002a, S. 32, (nach Schirmer und Feldmann, 1992, 78, verändert). Abkürzungen: G = Gillgau Löss, L = Limburg-Löss, oL, mL, uL = oberer, mittlerer, unterer Limburg-Löss, M = Mülgau-Löss, W = Wetterau-Löss, Em = Erkelenz-Marker, Er = Erkelenz-Boden, RH = Rheindahlen-Humuszzone, Rh = Rheindahlen-Boden.

Heute sind die Außenwände der Grube noch erhalten, allerdings überwiegend mit dichtem Pflanzenbewuchs bedeckt und z.T. abgeböscht. Die ehemalige Westwand ist in Schirmer und Feldmann (1992) erstmalig skizziert und in der Abb. 30 gezeigten Form nachgezeichnet. Die oberen etwa sieben Meter der Abfolge wurden zudem detailliert am Profil 5 im Gelände aufgenommen und bezüglich Korngrößenverteilung, organischem Kohlenstoff, Mikromorphologie (A. Iking, 2002) und Paläomagnetik (Cofflet, 2002, s. auch Cofflet, 2005) laboranalytisch untersucht.

Nach Profil 5 (Abb. 31) begann die Abfolge im Liegenden mit dem Mülgau-Löss, der hier durch Grundwassereinfluß überprägt ist. Im Hangenden folgte der Wickrath-Boden, den Schirmer als unterstes Glied des Erft-Solkomplexes ansieht. Dieser Boden war durch einen mäßigen Anstieg des Tongehalts im Vergleich zum Mülgau-Löss gekennzeichnet, wies aber bereits die Merkmale eines Bt-Horizonts auf. Darüber befand sich der untere Limburg-Löss (uL), der hier durch Pedogenese stark überprägt war, was mit der Horizontbezeichnung BtvNg verdeutlicht wurde. Darüber folgten der Rheindahlen-Boden (Rh; fSdBt) mit deutlichem Tongehaltsanstieg und die Rheindahlen Humuszone (RH; MBvAh bzw. BvAh), die durch mäßige Humusakkumulation und Verbraunung gekennzeichnet und in deren unterem Teil umgelagertes Bodenmaterial enthalten war. Es ist noch unklar, ob die Tondurchlämmung während der Bildung des Rheindahlen-Bodens auf den Wickrath Boden durchgegriffen hat, oder ob dieser vor der Abdeckung schon Toneinschlämmung aufwies. Rheindahlenboden und –humuszone bilden das mittlere Glied des Erftsolkomplexes. Nun folgten im Hangenden die als Siltschmitzenlehme ausgeprägten und durch Pedogenese überprägten mittleren und oberen Limburg-Lösse (mL und oL; Bbv2 bzw. BtBvb1), die von einem weniger als 10 cm mächtigem braunen Band (Bbv1Nr), dem sogenannten Erkelenzmarker, getrennt wurden. Oberhalb des oL folgte dann der Bt-Horizont des Erkelenzbodens, der die höchsten Tongehalte im Profil aufwies. Die Erkelenzhumuszone erreichte Corg-Gehalte von etwa 0.1 % und war damit die humusreichste Lage im Löss unterhalb des eemzeitlichen fSdBt-Horizonts der direkt unterhalb des rezenten Bodens anschloss, wobei letzterer als Abfolge von Ap-Ah1SwBtv-Ah2BtvSw-Horizonten ausgewiesen wurde. Der Gillgau-Löss war nur geringmächtig erhalten und wurde von einer rinnerartigen Diskordanz gekappt. Darüber lag der zum Teil gebänderte und durch unterschiedlich kräftige Verbraunung gekennzeichnete Wetterau-Löss, der mit dem fSdBt-Horizont des eemzeitlichen Bodens abschloss.

Für diese Exkursion wurde ein Äquivalent des Profils 5 an der heutigen Grubenwand aufgeschlossen, und es wurden die dort befindlichen Horizonte nach Schirmer benannt, was im Gelände zu diskutieren ist.

Während sich die stratigraphische Abfolge von Lössen und Paläoböden in den von verschiedenen Autoren dokumentierten Profilen sehr ähnelt, kamen diese doch zu spezifischen chronostratigraphischen Einstufungen der Lösslagen und Böden und leiteten hieraus und aus der typologischen Ausprägung der einzelnen Fundstücke unterschiedliche Vorstellungen über den Zeitraum der Besiedlung ab. Dies ist von Schirmer (2002a) in der in Abb. 32 wiedergegebenen Darstellung zusammengetragen worden. Grundlegende Unterschiede bestehen darin, dass Schirmer (2002a) den nahe der Geländeoberfläche gelegenen Bt als eemzeitlich ansieht und das Bodentripel aus Erkelenz-, Rheindahlen- und Wickrathboden in das MIS 7 stellt, während die anderen Autoren (Paas, 1961, 1992; Brunnacker, 1966, 1973, 1981; Klostermann und Thissen, 1995) das Eem-Äquivalent im Erkelenzer Boden vermuten und die einzelnen Bt-Horizonte verschiedenen Interglazialen zuordnen. TL-Datierungen von Zöller et al. (1988), Zöller (1989) und Frechen et al. (1992) ergaben Alter von > 77 ka für den Löss unterhalb des ersten Bt-Horizonts. Während die Datierungen von Zöller dann eine Alterszunahme in den unterlagernden Lössen anzeigen, fehlt diese in den Daten von Frechen, der für die unter dem Erkelenzboden liegenden Lössen Mindestalter von zwischen > 142 ka und > 194 ka angibt. Die bisherigen absoluten Altersdatierungen ergeben somit kein einheitliches Bild und die geochronologische Einstufung der Rheindahlener Sequenz muss demnach als unklar angesehen werden.

Profil Rheindahlen 5

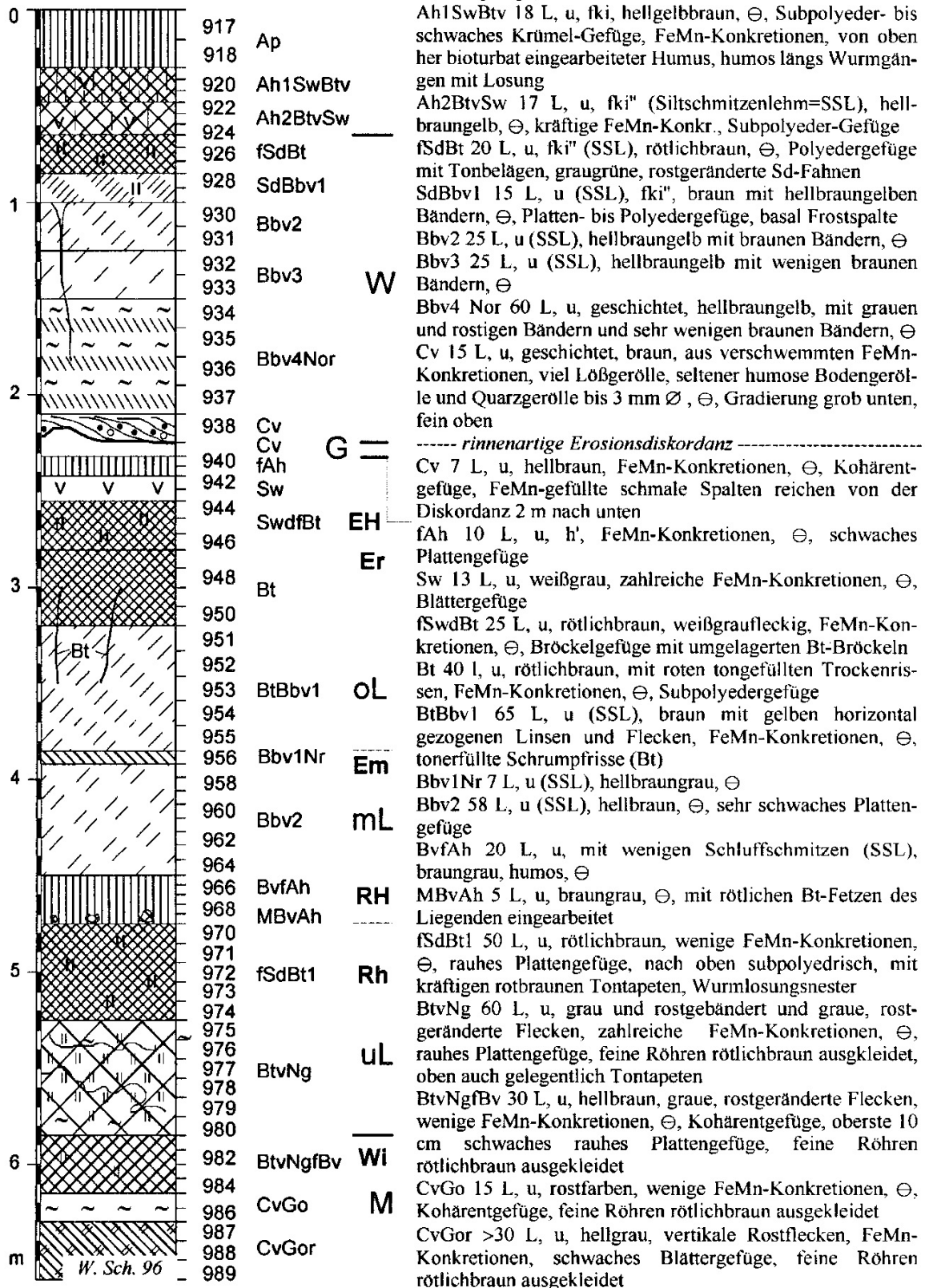


Abb. 31: Profil 5 in der Ziegelei Dreesen. Skizze aus Schirmer (2002a, S. 33). Abkürzungen: G = Gillgau Löss, L = Limburg-Löss, oL, mL, uL = oberer, mittlerer, unterer Limburg-Löss, M = Mülgau-Löss, W = Wetterau-Löss, EH = Erkelenz-Humuszzone, Em = Erkelenz-Marker, Er = Erkelenz-Boden, RH = Rheindahlen-Humuszzone, Rh = Rheindahlen-Boden, Wi = Wickrath-Boden.

Profil allgemein	Paas 1961	Brunnacker 1966	Brunnacker 1973, 1981	Paas 1992	Schirmer & Feldmann 1992 Schirmer 1992	Klostermann & Thissen 1995	Schirmer 1999	MIS	Schirmer dieser Band
Btv									
Bt					Eem		Eem		? Eem
Lösslehm	Weichsel	Würm	Würm	Weichsel	2. Kaltzeit v. h.	Weichsel	Wetterau-Löss Gillgau-Löss	6	Wetterau-Löss Gillgau-Löss
Bt	Erkelenzer Boden/Eem	Eem	Eem	Erkelenzer Boden/Eem	Doppel- Interglazial	Eem	Erkelenzer Boden	7.1	Erkelenz-Boden
Silt-schmitzen-lehm	Warthe	Flecken lehm	"Riß"-Saale	Warthe	Erft	Saale	Limburg-Löss		Ob. Limburg-Löss Erkelenz-Marker Mittl. Limburg-Löss
Bt	Rheindahlener Boden Intra-Warthe	vorletzte Warmzeit	vorletzte Warmzeit	Rheindahlener Boden Drenthe/Warthe	Doppelboden	Holstein	Rheindahlener Boden	7.3	Rheindahlen-Boden
Lösslehm	Warthe		"Mindel"-Elster?	Drenthe	3. Kaltzeit v. h.	Elster-Komplex	Mülgau-Löss		Unt. Limburg-Löss
Bt/Bv		Staublehm drittletzte Kaltzeit	Warmzeit	Interstadial	Interstadial	Römerhof-Interglazial	Wickrather Boden	7.5	Wickrath-Boden
Lösslehm Auelehm			Staublehm viertletzte Kaltzeit	Drenthe	3. Kaltzeit v. h.	Elster-Komplex	Mülgau-Löss	8	Mülgau-Löss
Jüngere Hauptterrasse									

W. Sch. 02

Abb. 32: Stratigraphische Einstufungen des Lössprofils Rheindahlen (=Tab. 1 aus Schirmer 2002a, S. 16).

Während Thissen (2006, s. dazu auch Bolus, 2007) am Klostermann/Thissen-Modell festhält, halten E.-M. Iking (2002) und Richter (2016) die chronostratigraphische Gliederung von Schirmer für wahrscheinlicher und nutzen diese zur Alterseinschätzung der in Rheindahlen differenzierten archäologischen Schichten. Demnach fallen die Fundschicht A1 in den eemzeitlichen Bt des Garzweiler Solkomplexes, die Schichten A2 und A3 in den Wetterau-Löss, B1 und B2 in den Erkelenz Boden, B3 bis B5 in den oberen und mittleren Limburg-Löss sowie die Schicht C1 in den unteren Limburg-Löss. Nach dieser Deutung erfolgte die Besiedlung von Rheindahlen über eine deutlich kürzere Zeitspanne als vorher angenommen, nämlich im Wesentlichen während des MIS7. Außerdem wird die als ehemals endpaläolithisch angesprochene Schicht A1 und die späte mittelpaläolithisch angesehenen Inventare aus A2 und A3 nun als eemzeitlich bzw. vorletztglazial angesehen.

7. Auf den Zwölf Morgen, Hochdahl (N. Klahre, F. Henselowsky, O. Bubenzer)

Durch die weltweit große Bedeutung des Düsseltals bei Mettmann, wo im August 1856 durch den beginnenden Abbau des devonischen Massenkalks erstmalig Knochen des Homo Neanderthalensis gefunden wurden, ist auch die Landschafts- und Umweltrekonstruktion als Teil der Menschheitsgeschichte ein wichtiger Forschungsgegenstand in dieser Region. Neben den ehemaligen Höhlen im Tal der Düssel, welche durch den Kalkabbau vollständig zerstört wurden, ist die sich oberhalb des Tales anschließende Hochfläche eine wichtige Landschaftseinheit zur Paläoumweltrekonstruktion.

Durch die Verkarstung des devonischen Massenkalks im Untergrund sind mehrere Höhlen entstanden, die später durch die ursprünglich schluchtartige Einschneidung der Düssel am Talrand angeschnitten wurden. Im Jahre 1869 schrieb JOHANN CARL FUHLROTT, welcher als erstes die gefunden Knochen einem vorzeitlichen Menschen zuordnete, über eine solche Verbindung zwischen Tal und Hochfläche (Abb. 33): „Dass ich einige Jahre später die Genugtuung hatte, diese Übereinstimmung auch in Betreff der an der Oberfläche offenen Durchführungskanäle zu kontaktieren, durch welche beide Funde in ihre Grotten gelangt oder eingeschlämmt sind, ist früher schon angedeutet worden.“ (Fuhlrott, 1869:64).

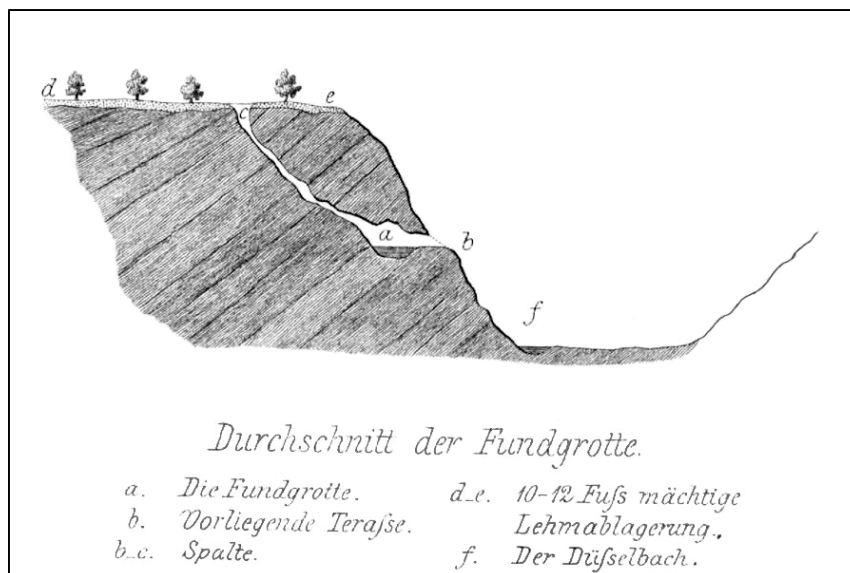


Abb. 33: Schematische Zeichnung des Düsseltals und angrenzender Hochfläche (Fuhlrott, 1869).

Lithostratigraphisch handelt es sich bei den aufliegenden Deckschichten über dem anstehenden Kalkstein in dieser Region um tertiäre Meeressande (oligozäne Grafenberger Schichten), welche teilweise (in Richtung Westen) mit Haupt-(Höhen)Terrassen des Rheins überlagert und von einer bis zu mehreren Metern mächtigen Lössdecke abgeschlossen werden (vgl. Abb. 3, Tertiärschichtenfolge am Niederrhein).

Im Zuge des fortschreitenden Kalkabbaus im Neanderthal wurden 1927 etwa einem Meter über dem anstehenden Kalkstein in lössbürtigem Sediment dem Acheuléen zugehörige Artefakte aus der älteren und mittleren Altsteinzeit gefunden (Schmitz 1992). Aufgrund der großen Relevanz dieser weiteren Artefakte und der Wiederaufnahme der Untersuchungen zur Fundgeschichte des Neanderthals wurde Anfang der 1990er Jahre das Lössprofil von Hochdahl angelegt (Abb. 34; Abb. 35). Durch die Untersuchung des stratigraphischen Aufbaus sollten Rückschlüsse auf die zeitliche

Einordnung der möglichen archäologischen Fundschicht mit paläolithischen Artefakten gezogen werden (Gerlach, 1992).

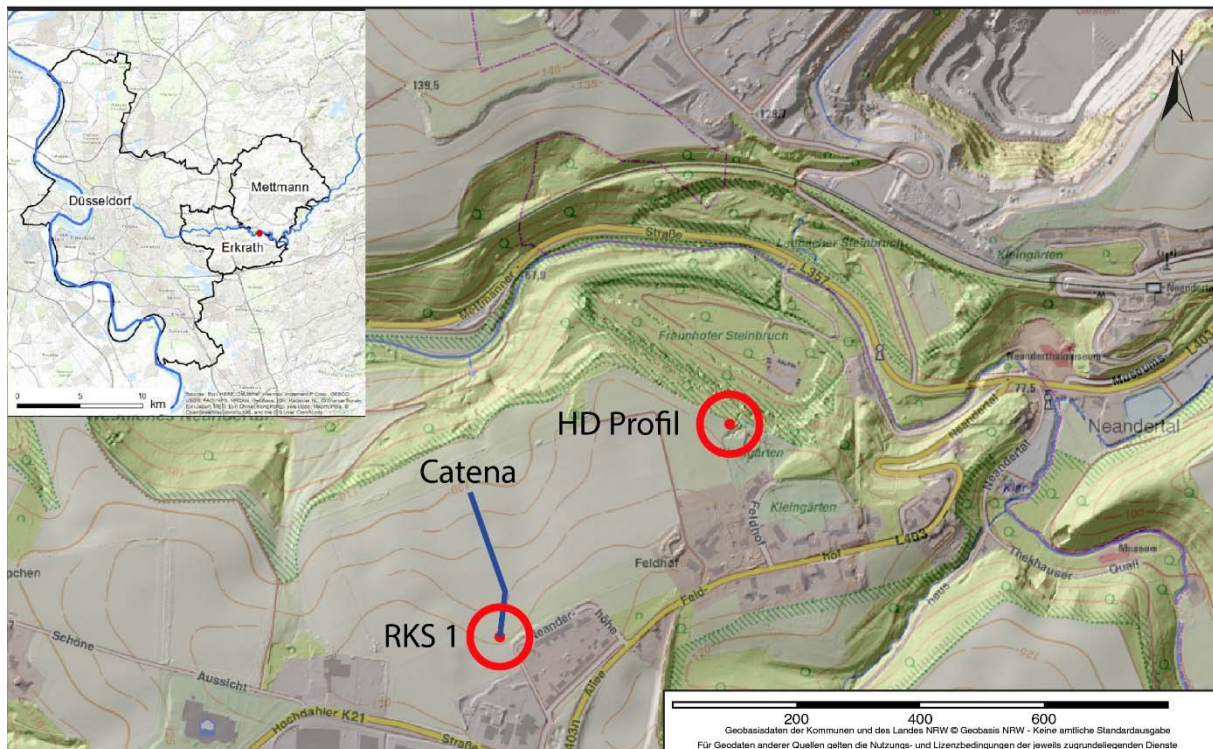


Abb. 34: Lage des Profils Hochdahl am Rand des Frauenhofer Steinbruch (Gerlach, 1992, Schündeln und Radtke, 1998) sowie Bohrung RKS1 und Hangcatena mittels Rammkernsondierung und Edelmann-Bohrungen. Die Hochfläche schließt sich direkt an das Düsseltal an, welches durch den Kalksteinabbau massiv überprägt wurde.

Durch die Verlagerung der Abbaukante im Kalksteinbruch wurde das Profil etwa 50m südwestlich der ehemaligen Fundstelle im nunmehr stillgelegten Steinbruch angelegt. Dabei konnte der gesamte stratigraphische Aufbau vom liegenden Kalkstein bis zum rezenten Boden aufgenommen werden. Auch wurden Proben zur Datierung mittels der OSL genommen. Basierend auf Gerlach (1992) und Schündeln und Radtke (1998) besteht das Lössprofil von Hochdahl aus folgenden stratigraphischen Einheiten (Abb. 35).

Unter der Humusschicht von 25cm Mächtigkeit (Ah) folgt ein rezenter Braunerde-Horizont (Bv). Dieser entwickelte sich über einer, nach Gerlach (1992), „gekappten Bänderbraunerde“ (Bbvt). Sie ist zwar fossil, komplettiert aber das holozäne Ensemble, da die Parabraunerde ein typischer Warmzeitanzeiger ist. Das Ausgangsgestein war weichselzeitlicher Löss (Lößfließerde III), der Zeichen nachträglichen Verfließens in Form von fleckig-lamelliger Struktur aufweist; es könnte im Zusammenhang mit einem Dellentälchen stehen.

Darunter folgt ein 2m mächtiges, ungestörtes Lösspaket, bei dem die untersten 50cm Fließstrukturen aufweisen. Es besteht aus kalkhaltigem, hellgelbem Löss als Anzeiger für hochglaziale Bedingungen mit extrem trocken-kalten Klima. Gerlach (1992) versteht die Lössfließerde als Indikator für feuchtere Umweltbedingungen (Lößfließerde II). Der Klassifizierung der Bodenkunde folgend ist beides dem unverwitterten C-Horizont zuzuschreiben.

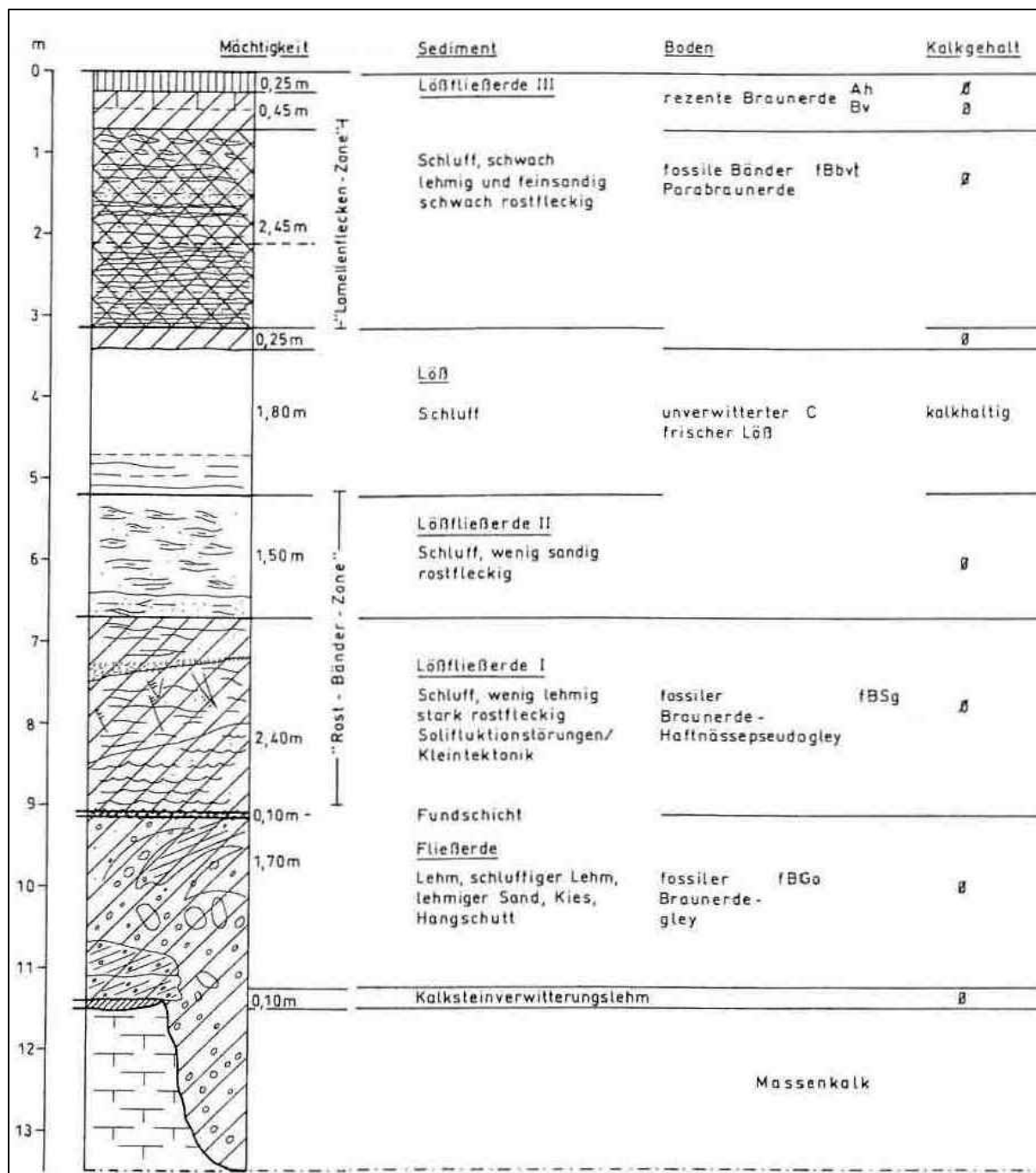


Abb. 35: Das Lössprofil von Hochdahl-Neandertal (Gerlach, 1992).

Ganz anders stellt sich die Lössfließerde I dar. Sie ist verwittert, kalkfrei, verbraunt und verlehmt und wird als alte Braunerde, bzw. echter Oberflächenboden angesprochen, der zwischen Lössfließerde I und II einst existiert habe. Hinweise auf Solifluktionstörungen liegen in Form von relativ vielen Eisenoxid- und Manganoxidkonkretionen ($\varnothing$ 1-3mm) vor. Dieser fossile Boden muss älter als das Holozän sein. Er muss aber keine voll ausgeprägt Warmzeit anzeigen, sondern kann ebenfalls in einem Interstadial entstanden sein. Überprägt ist er von einem fossilen Grundwasserschwankungsbereich (Go), der zur Ausfällung von Eisen- und Manganoxiden führte.

Unter diesen 9m mächtigen Lössablagerungen folgt ein kiesig-lehmiges Sedimentpaket, welches als Fundschichtäquivalent angesprochen wird (Gerlach, 1992). Das Sedimentpaket ist in ein 10cm starkes Spülsediment-Bändchen, bestehend aus Fein- bis Mittelkies sowie eckigem Hangschutt in Feinkies-

größe, eingelagert. Ein etwa 1,7m mächtiges Sedimentpaket aus verwürgten Hauptterassenkiesen schließt zum devonischen Massenkalk ab.

Eine Wiederaufnahme zu den Arbeiten auf der Hochfläche erfolgte 2015 im Rahmen eines Geländepraktikums mit Studierenden des Geographischen Instituts der Universität zu Köln unter der Leitung von Prof. Dr. Olaf Bubenzer und M.Sc. Felix Henselowsky. Eine großflächige geophysikalische Prospektion zur Detektion des Übergangs zwischen anstehendem Kalkstein und Deckschichten führte Sina Hammacher im Rahmen Ihrer Masterarbeit unter Leitung von Dr. Pritam Yogeshwar durch (Institut für Geophysik und Meteorologie – Universität zu Köln). Durch die Kombination von geophysikalischer Prospektion mittels Geoelektrik (ERT) mit unterschiedlichen Auslagen (100m und 500m), Vermessung und Bohrungen konnte so der flächenhafte stratigraphische Aufbau der Deckschichten besser charakterisiert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass der devonische Massenkalk heute im Mittel 20-25m unter Geländeoberfläche ansteht. Im Hangenden finden sich die tertiären (oligozänen) Grafenberger Sande mit bis zu etwa 10m Mächtigkeit, gefolgt von quartären Lockermaterial (Terrassenkiese und Löss).

Die Bohrung RKS1, abgeteuft im Südwesten der Parzelle „Auf dem Zwölf Morgen“, in der Nähe der lokalen Wasserscheide zwischen Düssel und Rhein, erfasst weitgehend vollständig den stratigraphischen Aufbau der Deckschichten ab den liegenden Grafenberger Schichten (Abb. 36).



Abb. 36: Rammkernsondierung RKS1, Hochfläche Neanderthal

Ähnlich dem Hochdahler Lössprofil von Gerlach zeigt sich hier von oben nach unten folgender pedologischer Aufbau: eine Humuschicht (Ah, da aktuell Gründlandnutzung); darunter ein (reliktischer) Flughorizont (rAp), ein helleren Übergangsbereich mit Tonabreicherung (Al) sowie ein Verbraunungshorizont (Bv), der in der unteren Hälfte zusätzlich eine Tonanreicherung aufweist (Btv). Als Ausgangsgestein der Parabraunerde findet sich Löss (C), der im Geländepraktikum nicht näher differenziert wurde.

Unterhalb des vermutlich weichselzeitlichen Lösshorizontes liegt erneut ein Verbraunungshorizont mit mittlerem Kalkgehalt (hier als Bt angesprochen). Er weist zusätzlich bänderartige Oxidationsmerkmale auf. Er könnte sich während einer Warmzeit oder auch eines Interstadials

entwickelt haben. Möglicherweise ist er auch das Resultat mehrerer Warmphasen. Fraglich ist hier die Korrelation zum Hochdahler Lössprofil, wie diese Bodenbildung mit den als fossile Braunerde angesprochenen kalkfreien Schichten in Lößfließerde I und II gleichzusetzen ist, ist offen. Ohne Ergebnisse der derzeit noch laufenden sedimentologischen Untersuchungen lassen sich jedoch noch keine eindeutigen Schlüsse ziehen. Abgeschlossen wird das Sedimentpaket mit einem 30cm starken Lehm-Kiesband, deren zugerundeten Kiesen auf fluviatile Herkunft hinweisen, womit es sich um Hauptterrassenreste handeln könnte. Ab einer Teufe von 5,35m findet sich ein homogener Schluffsand, der in den obersten 20cm eine intensive Rotfärbung durch Oxidationsmerkmale aufweist. Er wird als Teil der Grafenberger Schichten angesprochen.

Aufbauend auf der Stratigraphie von RKS1 konnte entlang eines Profils dem Relief folgend eine Reihe weiterer Bohrungen abgeteuft werden (Abb. 37), wobei die Korrelationen einzelner Horizonte in Teilen eindeutig ist, teilweise jedoch auch offen bleibt.

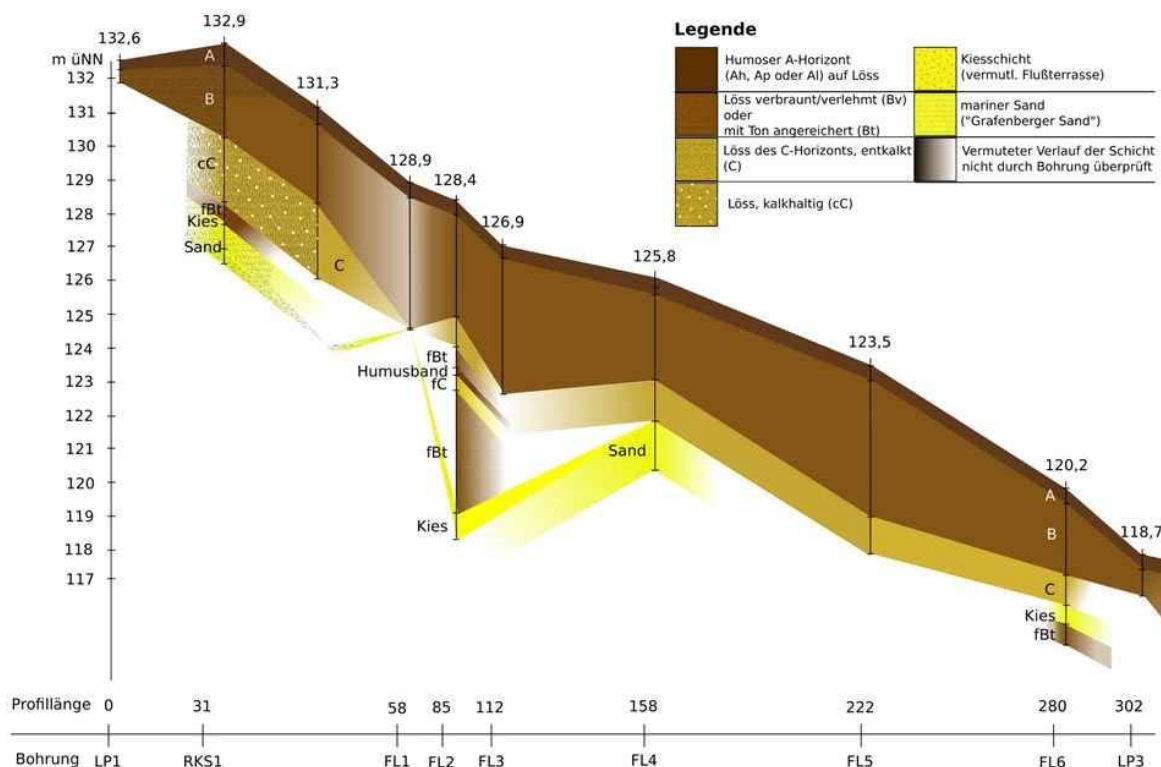


Abb. 37: Bohrkatena Neanderthal-Hochdahl Hochfläche mittels Rammkersondierung und Edelman-Bohrer (Layout Kanig, 2015).

Die Ergebnisse der geophysikalischen Prospektion belegen die schwankenden Mächtigkeiten der Deckschichten - somit auch der möglichen Löss-Paläoboden Sequenzen - und verdeutlichen die Notwendigkeit einer flächenhaften Prospektion an unterschiedlichen Standorten der Hochfläche, um ebenfalls Rückschlüsse auf Verlagerungsprozesse als Teil der Landschaftsgeschichte zu erlangen.

Dank gilt den Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Geländepraktikums im Sommersemester 2015, welche maßgeblich an den Geländeaufnahmen mitgearbeitet haben: Simon Bennertz, Kira Dähling, Anja Gbur, Jonas Handke, Natascha Hölscher, Maximilian Kanig, Fabian Linden, Lennart Meine, Sven Ortloff, Julia Schiller, Fiona Schubert, Lara Servatius, Isabel Stiebner, Lisa-Mitsau Turk, Benedict Vierneisel, Tobias Zernig.

8. Düsseldorf-Grafenberg (P. Fischer)

Im Rahmen des SFB 806, Teilprojekt D1 (Analysis of Migration Processes due to Environmental Conditions between 40,000 and 14,000 a BP in the Rhine-Meuse area) wurden seit 2009 neue Untersuchungen zur pleistozänen Relief- und Landschaftsgeschichte im Rheinland mit Fokus auf das Marine Isotopenstadium (MIS) 3 und MIS 2 durchgeführt. Die Arbeiten in Düsseldorf-Grafenberg knüpfen an Studien zur Lössstratigraphie an, die 1998 von Norbert Henze im Rahmen seiner Dissertation vorgelegt wurden und auch in Frechen et al. (2003) aufgegriffen werden. Vor dem Hintergrund der untersuchten Zeitscheibe zeigte sich, dass die Profilaufnahmen von Henze (1998) an ehemaligen Abbauwänden der Ziegeleigrube eine relativ mächtige Sequenz des MIS 2 belegen, an deren Basis Bv-Horizonte beschrieben wurden, die möglicherweise in das Interpleniglazial (MIS 3) zu stellen sind. Sämtliche untersuchten Profile befanden sich in Hangposition und zeigten deutliche Hinweise auf Sedimentumlagerung. Trotz der Dominanz von Schwemmlössen am Profilaufbau wurden von Henze (1998) zwei Bodenkomplexe ausgewiesen, die vermutlich in das MIS 2 zu stellen und durch Nassböden und schwach entwickelte Bv-Horizonte charakterisiert sind. Lumineszenzdatierungen basierend auf Multiple-Aliquot TL- und IRSL-Messungen an 16 Proben ergaben kein konsistentes Altersmodell, deuten jedoch auf eine schnelle Ablagerung der Lösssedimente im MIS 2 hin. Henze (1998) als auch Frechen et al. (2003) gelangen zu dem Schluss, dass Sedimentumlagerungen verantwortlich für die inkonsistenten Datierungsergebnisse sind. Basierend auf den Ergebnissen werden für den Zeitraum von 13-18 ka Akkumulationsraten von 3345 g/m²/yr ausgewiesen (Frechen et al., 2003).

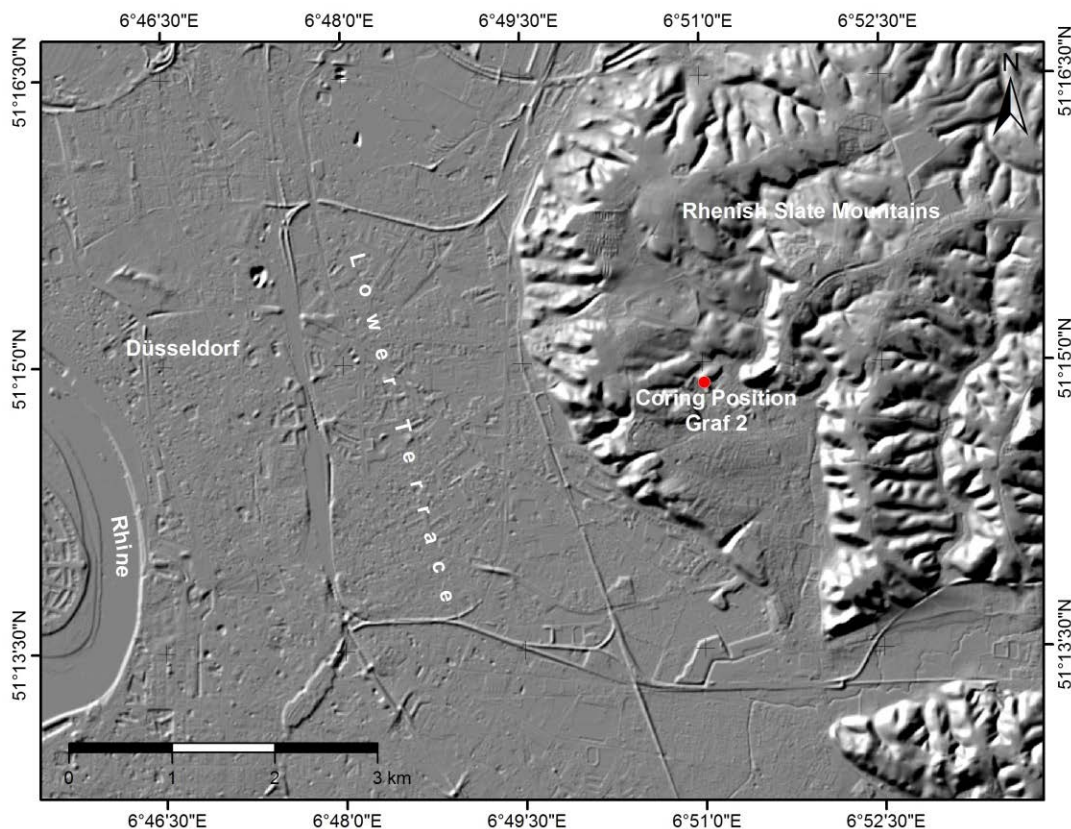


Abb. 38: Lage der Bohrung GRAF 2 in Düsseldorf-Grafenberg (Datengrundlage: DGM 5, Landesvermessungsamt NRW 2008).

Den neuen lössstratigraphischen Arbeiten am Bohrkern GRAF 2 (Abb. 38) ging zunächst eine geophysikalische Prospektion basierend auf der elektrischen Widerstandstomographie voraus (ERT= Electrical Resistivity Tomography; Abb. 39). Ziel dieser Prospektion war es, Informationen über den

generellen Aufbau des oberflächennahen Untergrundes zu gewinnen und Punkte festzulegen, an denen die mächtigsten Löss-Sequenzen zu erwarten sind. Das ERT-Profil verlief dabei in SE-NW-Richtung über die Wasserscheide in ein nordwestlich anschließendes Trockental. Die von Henze (1998) aufgenommenen Profile liegen etwa 80-100 m in südöstlicher Richtung ausgehend vom Startpunkt des ERT-Profiles. Die Ergebnisse zeigen, dass die Löss- und ihre Derivate durch deutlich geringere Widerstände im Vergleich zu den unterlagernden fluvialen Sedimenten der Hauptterrasse gekennzeichnet sind. Die Bohrung GRAF 2 erfasst somit, basierend auf den Ergebnissen der ERT-Messungen, die mächtigste zu erwartende Löss-Sequenz.

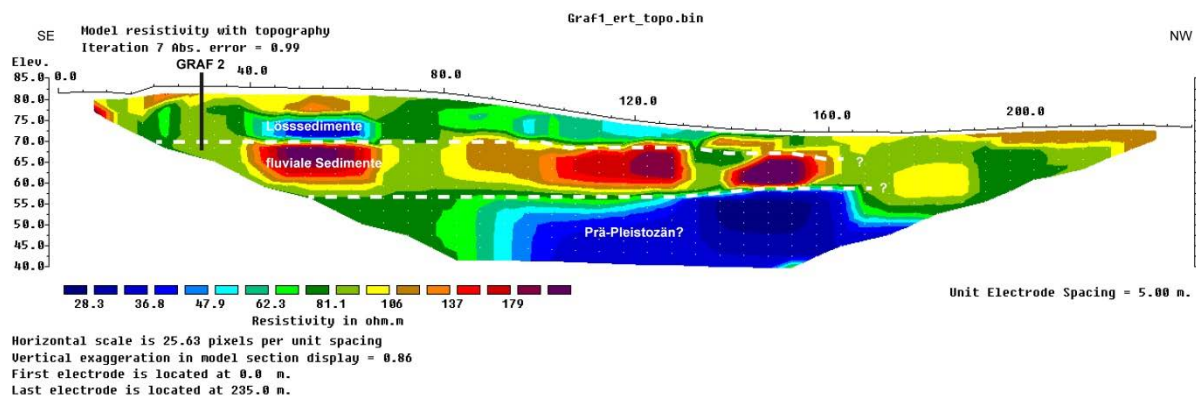


Abb. 39: Inversions-Modell der Widerstandsmessungen in Düsseldorf-Grafenberg.

Die Profilaufnahme ergab eine Löss-Paläoboden-Sequenz (LPS) von 18.75 m Mächtigkeit über fluvialen Schottern und spiegelte somit die aus den ERT-Messungen gewonnenen Vorstellungen sehr gut wider. Die Analysen, die an dem Bohrkern basierend auf einer hochauflösenden Beprobungs-Strategie durchgeführt wurden, umfassen Korngrößenanalysen (Laser Particle Size Analysis, Geographisches Institut, RWTH Aachen), Röntgenfluoreszenz-Messungen (XRF, Geographisches Institut, RWTH Aachen) sowie die Bestimmung gesteinsmagnetischer Parameter (Lehrstuhl für Geomorphologie, Universität Bayreuth). Hinsichtlich der Erstellung eines robusten Altersmodells wurden an ausgewählten Proben Datierungen im Lumineszenzlabor des Geographischen Instituts in Köln durchgeführt. Ein solcher, auf Multi-Proxy-Daten basierender Ansatz stellt bis heute ein Forschungsdesiderat in großen Teilen der niederrheinischen Lössgebiete dar.

Die Analyse-Daten und die daraus gewonnenen Vorstellungen zur Landschaftsentwicklung sind Teil einer Publikation, die Anfang dieses Jahres eingereicht wurde und sich in der Begutachtung befindet. Im Rahmen der Exkursion sollen die wesentlichen Ergebnisse präsentiert und zur Diskussion gestellt werden. Diese lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Der Bohrkern, der in Wasserscheidenposition entnommen wurde, offenbart eine vollständige und weitaus weniger durch Umlagerung gekennzeichnete LPS im Vergleich zu vorangegangenen Arbeiten.
- Erstmals für niederrheinische LPS angewandte Korngrößen-Kennzeichnungen (ΔGSD , ΔGSD_{clr} , U-Ratio) erlauben eine eindeutige Korrelation mit den wesentlichen stratigraphischen Einheiten und geben Hinweise auf Änderungen der Sedimentationsbedingungen sowie auf post-sedimentäre Korngrößenvariationen im Zuge der Pedogenese.
- Sedimentologische und pedologische Einheiten finden sich uneingeschränkt in den erhobenen umweltmagnetischen Daten wieder. Letztere deuten auf einen starken Einfluss von Hydromorphie unter periglazialen Bedingungen hin, die sich in einer Zerstörung der primär detritischen, als auch der sekundären, durch Pedogenese erzeugten mineralmagnetischen Signale äußert.

- Die Verbindung der magnetischen Proxys mit geochemischen Daten ermöglicht die Rekonstruktion eines Ablagerungs- und Diagenesepfades, der die sich ändernden Umweltbedingungen im Laufe der Zeit widerspiegelt.
- Lumineszenzdatierungen liefern ein konsistentes Altersmodell und unterstützen den übergeordneten stratigraphischen Aufbau. Sie stellen einen wertvollen Beitrag hinsichtlich einer systematischen Datierung von Lössen im Niederrheingebiet dar.

Die auf der Exkursion präsentierten neuen Ergebnisse zum Standort Grafenberg sind Teil gemeinsamer Arbeiten, zu denen Ulrich Hambach, Nicole Klasen, Philipp Schulte, Christian Zeeden, Florian Steininger, Frank Lehmkuhl, Renate Gerlach und Ulrich Radtke einen maßgeblichen Beitrag geleistet haben.

9. Der Rodderberg-Vulkankomplex im Mittelrheintal (M. Frechen)

Der Rodderberg-Vulkankomplex liegt linksrheinisch etwa 12 km südlich von Bonn (Koordinaten: 50°38'42'' N; 7°11'32'' E; Höhe: 147,20 m ü. NN) und gehört als nördlichster Ausläufer zum Osteifel-Vulkanfeld, welches zwischen 12.900 Jahren und etwa 450.000 Jahren vor heute vulkanisch aktiv war. Die Eruptionsgeschichte des Rodderberg-Vulkankomplexes ist ähnlich den der Osteifel-Schlackenkegeln, z.B. Herchenberg (Bednarz und Schmincke, 1990) oder Wannenköpfe (Frechen, 1995, 1996). Die pyroklastische Abfolge beginnt mit phreatomagmatischen Eruptionsprodukten eines initialen Maares, welches in einen Schlackenkegel übergeht (Paulick et al., 2009). Die vulkanische Aktivität des Rodderbergs fällt vermutlich in die Periode um oder vor 300.000 Jahren vor heute (Paulick et al., 2009; Zöller et al., 2009; und unveröffentlichte eigene OSL-Datierungen). Der Vulkankomplex sitzt der „Jüngeren Hauptterrasse“ auf (Abb. 40), die mit älteren Mittelpleistozän korreliert wird (UT4 nach Boenigk und Frechen, 2006, s. auch Abb. 6). Der heutige Durchmesser des Rodderberg-Vulkankomplexes beträgt 800 m, die schüsselartige Vertiefung zwischen Kraterwall und heutiger Kratermulde ist etwa 45 m tief (Abb. 41). Die vulkanische Struktur wurde bereits seit dem 18. Jahrhundert erforscht und beschrieben (Lyell 1833). Aktuell ist besonders die vermutlich drei Glazial-Interglazial-Zyklen umfassende Kraterfüllung von besonderem Forschungsinteresse. Bisher wurde eine 71,50 m mächtige Sedimentsequenz erbohrt, die als teilweise hoch aufgelöstes Klimaarchiv wichtige Informationen über die Landschaftsgeschichte während der letzten Interglazial/Glazialzyklen liefert (Zöller et al., 2010; Zolitschka et al., 2014).

Die 2011/2012 vom Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik abgeteufte Kernbohrung Rod11-1 bis Rod11-3 (Abb. 40) erbrachte folgende vorläufige Beschreibung der Abfolge (anhand der Beschreibung des Bohrkleins, aus Zolitschka et al., 2014):

Bohrtiefe [m]

0,00-22,50	Minerogene Sedimente (Löss, Lössderivate, Tephren); A3, A2, A1
22,50-35,50	Zunahme des organischen Anteils, dunkelbraune Farbe; zwei interglaziale (?) Untereinheiten: A-4.3 und A-4.1
35,50-56,50	Minerogene Sedimente, wenige organische Beimengungen, 15-25% Karbonatgehalt, „glaziale“ Seesedimente?; A-5
56,50-68,50	Zunahme des organischen Anteils, olivbraun, interglaziale Seesedimente; A-6
68,50-71,50	Hellgraue feinkörnige Sedimente; A-7
71,50-164,40	Tephra, Schlacke, Lava

Einen sehr schönen Überblick über die Forschungsgeschichte und den gegenwärtigen Kenntnisstand zum Rodderberg bietet der heute immer noch aktuelle Exkursionsführer von Binot et al. (2011), der zur Exkursion mitverteilt wird.

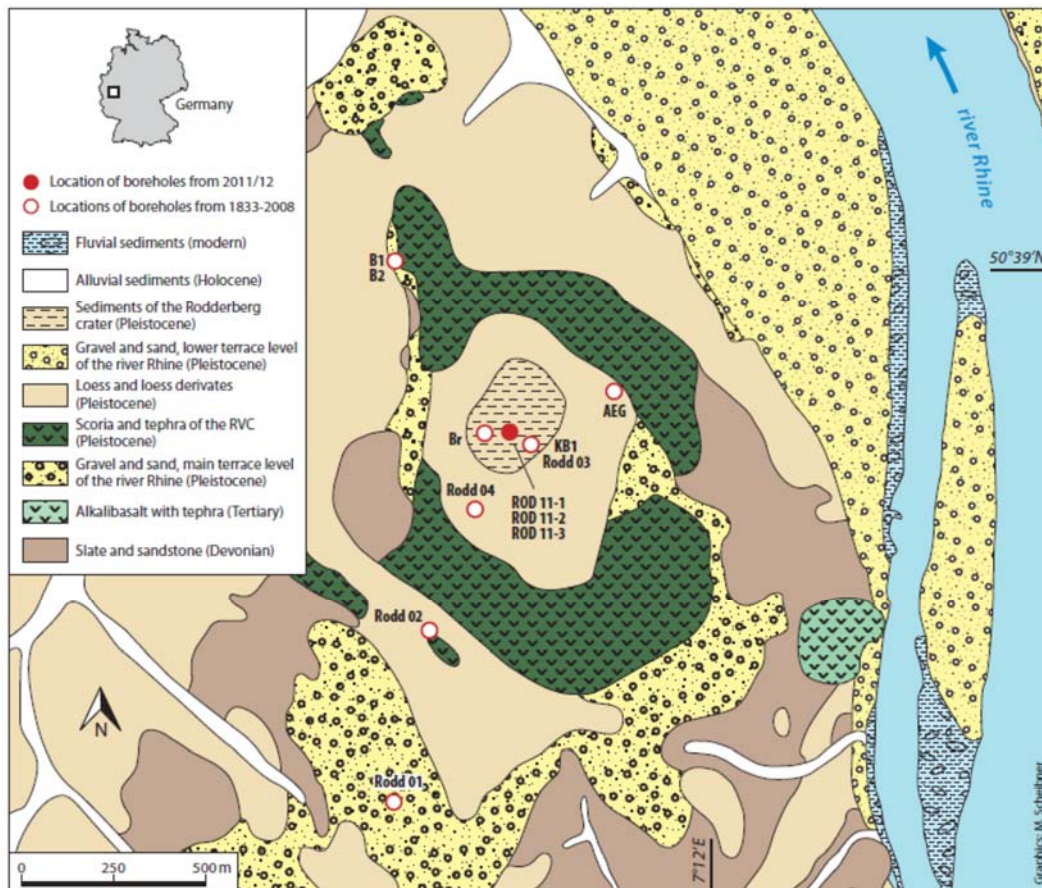


Abb. 40: Geologische Karte des Rodderbergs mit Bohrlokalationen (aus Zolitschka et al., 2014).

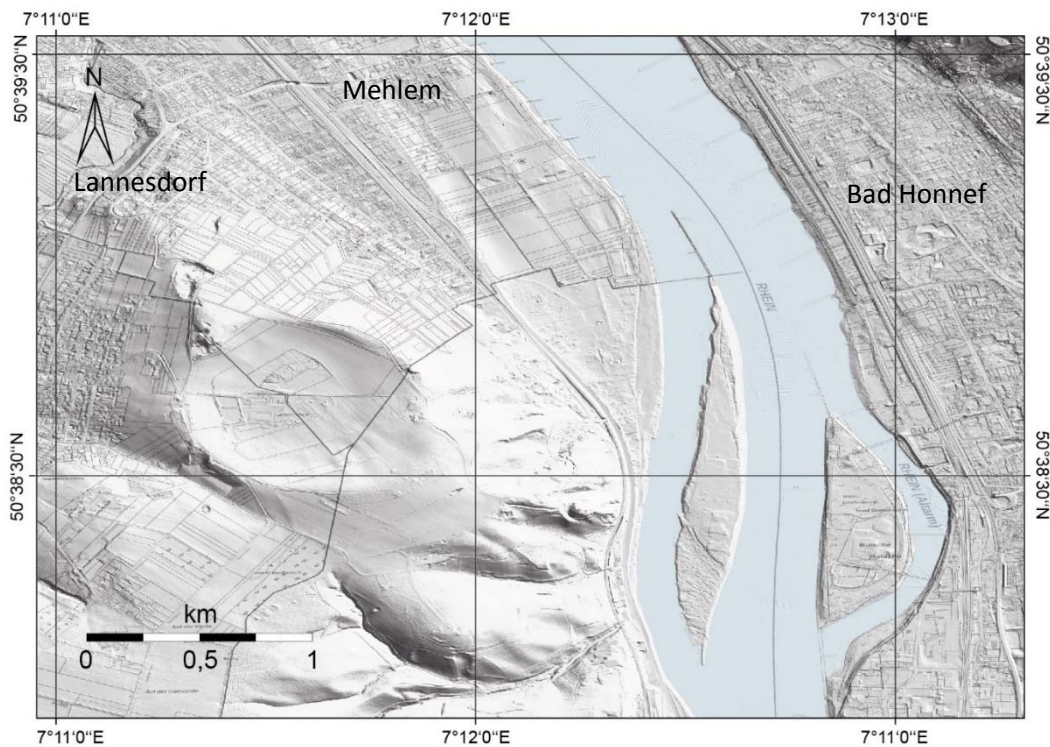


Abb. 41: Das digitale Geländemodell (DGM) zeigt die Hohlform des Kraters und einige Abbaugruben. Das DGM sowie die überlagernden Karteninformationen basieren auf den Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW (Geobasis NRW, 2017).

10. Schwalbenberg, Remagen (P. Fischer)

Der Schwalbenberg südlich von Remagen (Abb. 42) im Mittelrheintal stellt eine Schlüsselposition für das Verständnis von Reaktionen des terrestrischen Systems auf nordatlantische, atmosphärische Klimaänderungen während des letztglazialen Zyklus im westlichen Mitteleuropa dar. Bisherige Studien haben gezeigt, dass insbesondere das Interpleniglazial (MIS 3) in hoher Auflösung in den Löss-Paläoboden-Sequenzen (LPS) des Schwalbenbergs überliefert ist (zuletzt Schirmer, 2012; Schirmer et al., 2012; Klasen et al., 2015, Profe et al., 2016). Die LPS überlagern fluviale Sedimente, die mit der Unteren Mittelterrasse des Rheins korreliert werden (tr9 nach Bibus, 1980; LMT nach Boenigk & Frechen, 2006). Bereits Bibus (1980) beobachtete bei stratigraphischen Aufnahmen eine Vielzahl brauner Böden, die in die Deckschichten über den Sedimenten der Mittelterrasse eingeschaltet sind. Weitere Untersuchungen erfolgten durch Schirmer (1990, 2000, 2012), Frechen & Schirmer (2011) und Schirmer et al. (2012) an den Profilen Schwalbenberg I und II. Diese Untersuchungen umfassten Lumineszenzdatierungen sowie sedimentologische und geochemische Analysen, die zu einer Korrelation mit der $\delta^{18}\text{O}$ -Kurve des GISP 2 Eisbohrkerns (Grootes & Stuiver, 1997, in Schirmer, 2012) und des GRIP Summit Eisbohrkerns (Dansgaard et al., 1993, in Schirmer et al., 2012) herangezogen wurden. Diese Korrelationen zeigen sehr vielversprechende Ansätze, sind jedoch nicht vollständig in Einklang mit dem auf Lumineszenzdatierungen basierenden Altersmodell (vgl. Frechen & Schirmer, 2011). Auch Lumineszenzdatierungen in Klasen et al. (2015) offenbaren besonders für die tieferen Profilabschnitte des Bohrkerns REM 1 signifikante Altersunterschiede zwischen Quarz- und Feldspat-basierten Datierungen, die auf thermisch instabile Komponenten des Quarzsignals zurückgeführt werden. In diesem Zusammenhang deuten geochemische Analysen auf unterschiedliche Liefergebiete innerhalb der LPS hin, die möglicherweise die beobachteten Änderungen im Lumineszenzverhalten erklären könnten.

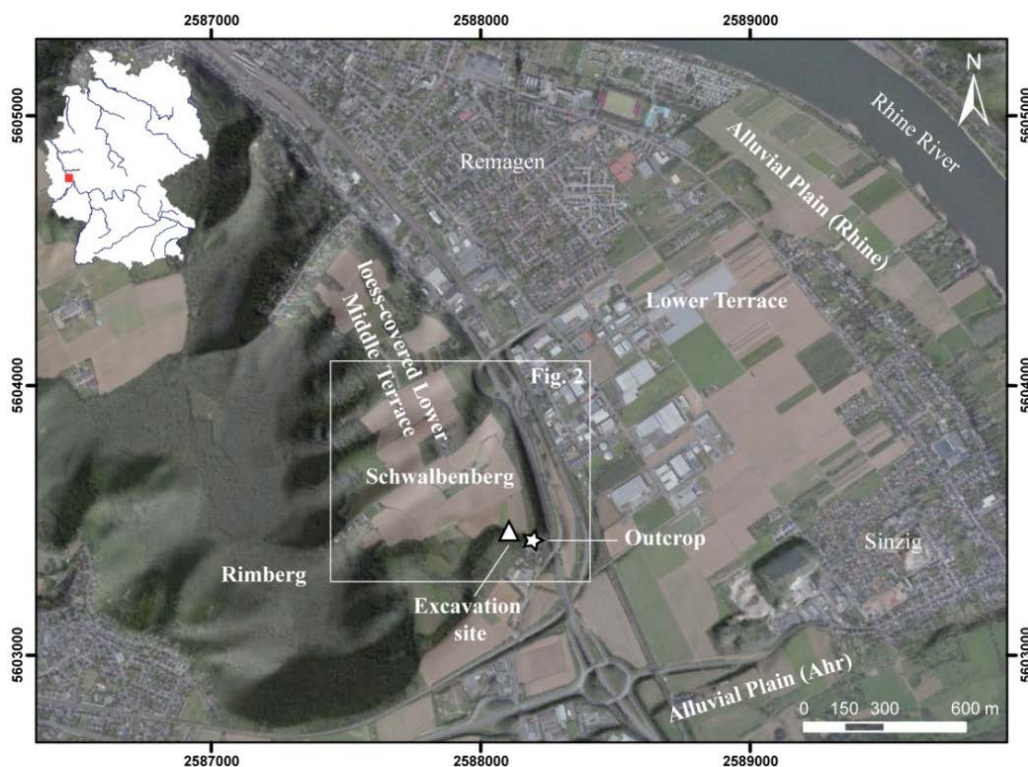


Abb. 42: Der Schwalbenberg südlich Remagen und seine Umgebung. Der Übergang von den weichselzeitlichen Niederterrassen zu den lössbedeckten saalezeitlichen Mittelterrassen wird durch eine markante Erosionskante markiert. Datengrundlage: DGM 5, Geobasisdaten, Landesvermessungsamt Rheinland Pfalz (2012) und Microsoft Bing Maps.

Neben den stratigraphisch hochauflösenden LPS ist der Schwalbenberg auch in archäologischem Kontext von großer Bedeutung. Ausgrabungen in den späten 1970er Jahren offenbarten eine paläolithische Fundschicht am südöstlichen Hang des Schwalbenbergs (Abb. 43), die auf Basis von ^{14}C - und Thermolumineszenz-Datierungen in das späte MIS 3 gestellt wurde (App et al., 1995; Pasda, 2000). Die Tatsache, dass das Inventar der Steinwerkzeuge darauf hindeutet, dass die Fundschicht eher am Übergang vom Mittel- zum Jungpaläolithikum zu platzieren ist und gleichzeitig eines der höchst aufgelösten sedimentären Archive des MIS 3 im westlichen Mitteleuropa vorliegt, unterstreicht nochmals die Bedeutung des Schwalbenbergs als Schlüsselposition für das Verständnis von Mensch-Umwelt-Interaktionen zur Zeit der Einwanderung der modernen Menschen in Mitteleuropa.

Die neuen Untersuchungen am Schwalbenberg, die auf der Exkursion vorgestellt und diskutiert werden sollen, knüpfen an geschildertem Forschungsstand an und sind die Grundlage des TERRACLIME-Projektes, das seit April diesen Jahres von der DFG gefördert wird (Antragsteller: P. Fischer, K. Fitzsimmons, A. Vött).

Vergleichbar mit den Arbeiten in Düsseldorf-Grafenberg, wurden auch am Schwalbenberg zunächst geoelektrische Widerstandsmessungen durchgeführt, um den generellen Aufbau des oberflächennahen Untergrundes zu erfassen. Die Ergebnisse dieser Prospektion wurden wiederum für die Festlegung der Bohransatzpunkte herangezogen, um eine möglichst vollständige LPS zu erhalten. Die Bohrung REM 3A, die in Wasserscheidenposition abgeteuft wurde, beinhaltet bisher eine LPS von 26 m Mächtigkeit, wobei die fluvialen Sedimente der Unteren Mittelterrasse noch nicht erreicht wurden. Damit weist die Bohrung REM 3A eine annähernd doppelte Mächtigkeit im Vergleich zu den Profilen Schwalbenberg I und II auf und umfasst 6 m mehr als die Bohrung REM 1.



Abb. 43: Position der ERT-Profile REM II und REM III und Position des Bohrkerns REM 3A. Bohrkern REM 1A wurde von Klasen et al. (2015) untersucht. Die Profile Schwalbenberg I and II (e.g. Schirmer 1990b; 2012) wurden am Aufschluss (outcrop) beprobt.

Die Auswertung der bisher vorliegenden Daten, die auf sedimentologischen und geochemischen Analysen beruhen, zeigt, dass der Bohrkern REM 3A das gesamte MIS 3 und zusätzlich im oberen

Kernabschnitt das MIS 2 sowie im tieferen Kernabschnitt das MIS 4 und späte MIS 5 in hoher Auflösung enthält. Zusätzlich zur geoelektrischen Prospektion und den vorläufigen Auswertungen der Bohrung werden auch Daten aus dem Grabungsprofil präsentiert, dass in den letzten Jahren freigelegt wurde und sedimentologisch sowie geochemisch analysiert wird. Insgesamt zeigen die Ergebnisse das große Potential der Schwalbenberg LPS hinsichtlich der Entschlüsselung von Reaktionen des terrestrischen Systems auf nordatlantische Klimaänderungen unter Hinzunahme von Mensch-Umwelt-Interaktionen im letztglazialen Zyklus im westlichen Mitteleuropa auf.

11. Tongrube Ringen, Grafschaft (J. Zens)

Die Tongruben Lantershofen und Ringen befinden sich in der naturräumlichen Einheit des Grafschafter Hügellandes im Übergangsbereich zwischen der Niederrheinischen Bucht und der Eifel südöstlich der Ortschaft Ringen in Rheinland-Pfalz (Abb. 1). Die Firma Kettiger Thonwerke Schaaf & Cie. GmbH begann im Jahre 1929 mit dem Abbau von Tertiären Tonen, die unter anderem in der Schamottebrennerei und der Keramikindustrie zur Verwendung kamen und kommen. Sie wurden als Verwitterungsprodukte des Grundgebirges in einer tektonischen Senkungszone abgelagert und stellen hier das größte oligozäne Vorkommen der Osteifel (Meyer, 2013). Im Zuge einer sich intensivierenden Bruchtektonik mit NW-SO verlaufenden Störungen wurde die Landschaft in Gräben und Halbgräben gegliedert. In Ringen führte dies zu einer Verkipfung der tertiären Tonschichten, die mit einer Neigung von 10-15° nach NO einfallen (Meyer, 2013). Begünstigt durch die fortwährende Absenkung konnten sich bis zu 14,5 m mächtige Lössdecken ablageren (Henze, 1998).

Erste stratigraphische Untersuchungen wurden in der inzwischen größtenteils rekultivierten Grube Lantershofen durchgeführt (vgl. Abb. 44, Rohdenburg und Semmel, 1971; Löhrr und Brunnacker, 1974). Die Lössablagerungen erreichten bis zu 4,3 m Mächtigkeit und zeigten drei Nassböden sowie die konstant erhaltene Eltville Tephra. Sie war das Ziel von mineralogischen Untersuchungen (Juvigné und Semmel, 1981) und Thermolumineszenz-Datierungen (Juvigné und Wintle, 1988), die ein Ablagerungsalter zwischen $16,4 \pm 1,4$ und $16,1 \pm 1,4$ ka ergaben.

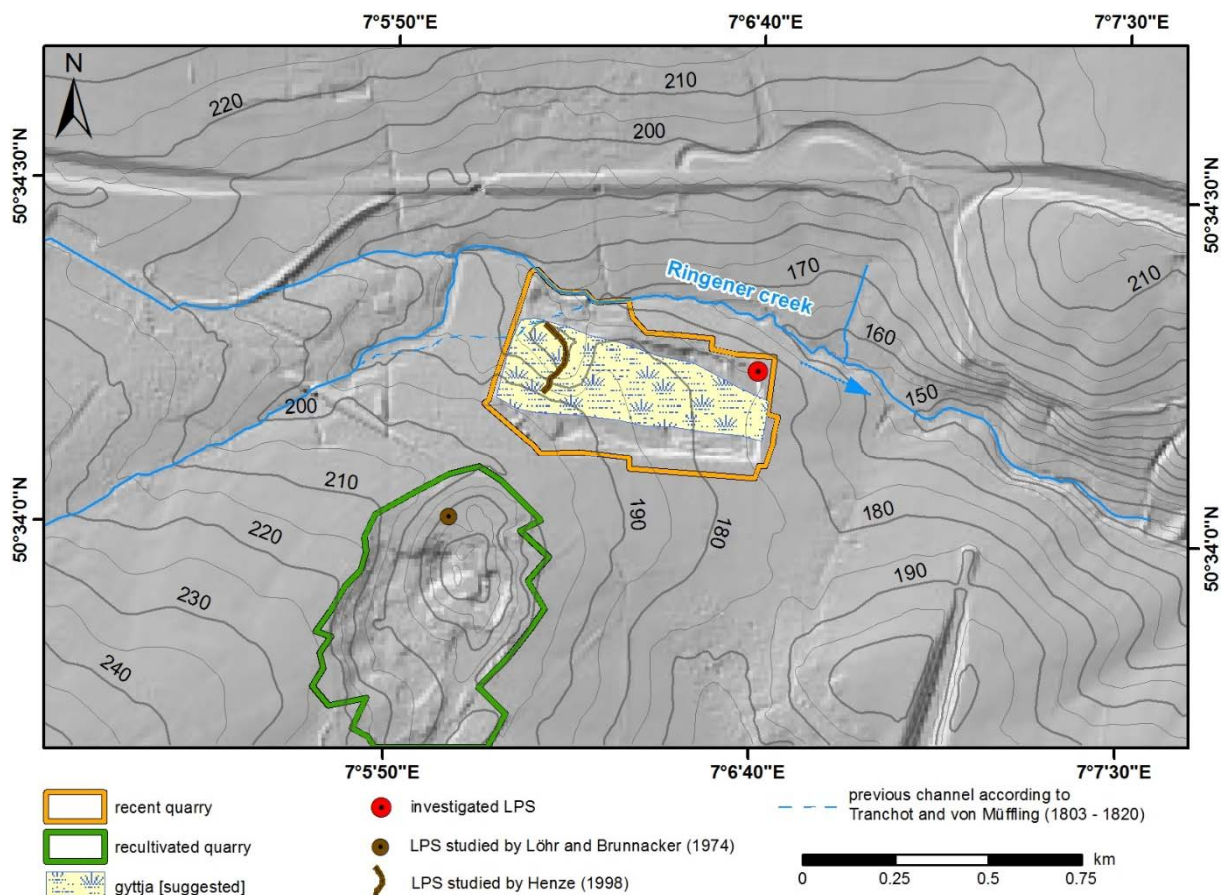


Abb. 44: Topographische Übersichtskarte der Tongrube Ringen und der größtenteils rekultivierten Grube Lantershofen (Zens, 2017). Innerhalb der Lössablagerungen kam eine mächtige Mudde zum Vorschein, deren vermutete Ausdehnung sich über die gesamte Grube erstrecken dürfte.

Umfassende Stratigraphische Aufnahmen in der Tongrube Ringen wurden von Henze (1998) durchgeführt (vgl. Abb. 44-46). Er betonte drei Besonderheiten, welche die Lösssedimente der Lokalität auszeichneten. Zum einen konnte die Eltville Tephra entlang der gesamten Abbauwand mit ihrer maximalen Auflösung von bis zu 5 individuellen Aschelagen nachverfolgt werden. Als zweite Besonderheit wurde das Fehlen der Kesselt-Lage herausgestellt, die für das Niederrheingebiet das landschaftsverändernde Erosionsevent der Eben-Diskordanz belegt. Der wohl bedeutendste Befund war jedoch das Vorkommen einer bis zu 7 m mächtigen kalkhaltigen Mudde, die sich innerhalb der Lössablagerung entwickelt hatte. Sie trennte ein unteres Lösspaket mit zwischengeschaltetem Nassboden und Bv-Horizont, welches direkt den tertiären Tonen auflag, von einem oberen Lösspaket mit mehreren Nassböden und der 5-gliedrigen Eltville Tephra (Abb. 45, 46). Stichprobenartige Untersuchungen der Pollengehalte zeigen ein Fehlen von jeglichen Baumpollen, was Henze (1998) rückschließen ließ, dass es sich um eine Interstadiale Bildung handeln müsse. Oberhalb der Mudde wurde ein intensiver Reduktionshorizont vorgefunden, der die im Hangenden befindlichen Löss- und Nassböden unterschiedlich stark überprägte. Die Überprägung geht vermutlich aus einem subrezentem oder rezentem Grundwasserspiegel hervor, der sich oberhalb der tonigen Mudde befunden hat, bevor er durch den Abbau abgesenkt wurde (Henze, 1998).

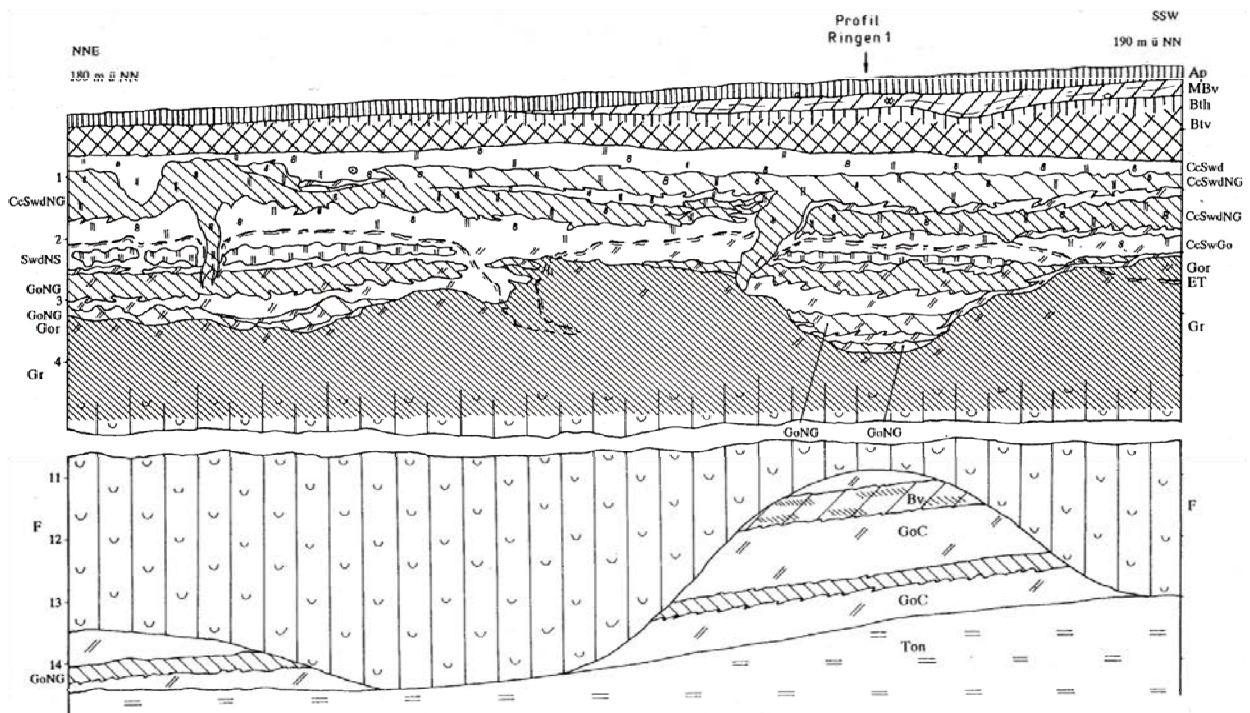
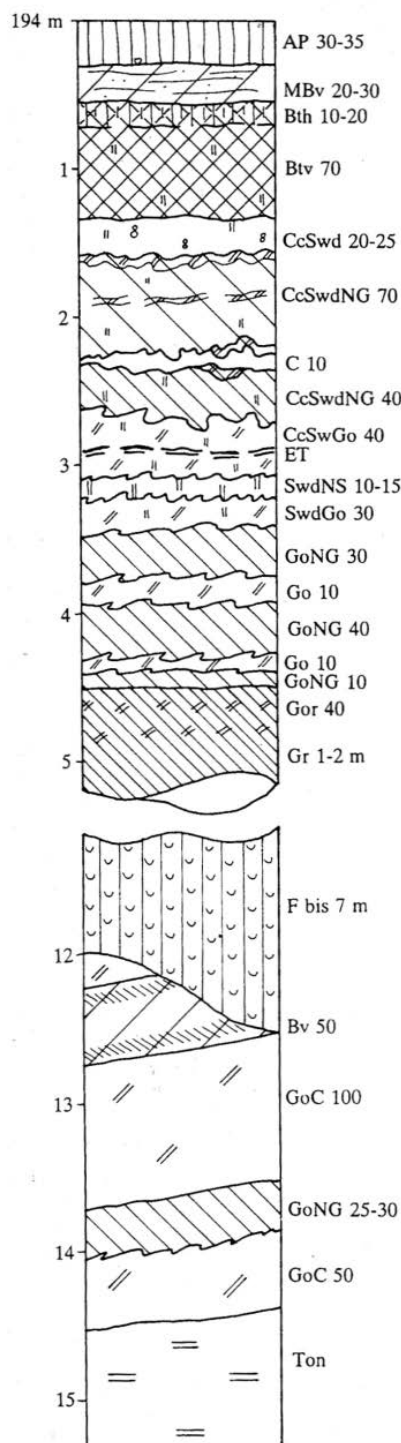


Abb. 45: Profilzeichnung der östlichen Abbauwand (Henze, 1998). Die Mudde erreichte hier Mächtigkeiten von bis zu 7 Metern. Darüber hat sich vermutlich im Holozän durch Wasserstau ein Reduktionshorizont ausgebildet, der Löss- und Nassböden des Upper Pleniglacial überprägte.



Ap 30-35, Ulfs', d-br, 7,5 YR 3/2, h, k, vereinz. F-MKi, Ziegelbr., Basaltbruch, durchwurzelt
MBv 20-30, Ulfs', schichtig, br, 7,5 YR 5/4-6, h, k, Ziegelbr., F-MKi, Tonscherben
Bth 10-20, Ltu, homogen, d-br bis br, 7,5 YR 3/3, h, k, Tonhäutchen', Prismengefüge
Btv 70, Ltu, homogen, br bis he-br, 7,5 YR 4/6, h, k, Tonhäutchen', s
CcSwd 20-25, Ulfs', homogen, orange-ge, 10 YR 7/6, h, k, s, Lößkindel
CcSwdNG 70, Ulfs, he-gr, 10 YR 6/1-2, h, k, = Roströhren (Zigarren), rostfleckig, Lößkindel
C 10, U, homogen, he-ge, 10 YR 7/6, h, k
CcSwdNG 40, Lufs', he-gr bis gr, 10 YR 6/1, h, k, = Roströhren (Zigarren), rost- und manganfleckig, Lößkindel (2-3 cm)
CcSwGo 40, Ulfs, homogen, ge-orange, 10 YR 7/6-8, h, k, s = Roströhren (Zigarren), rost-, grau- und manganfleckig', Lößkindel
SwdNS 10-15, Ulfs, homogen, ge-orange und unregelmäßig grau- und rostgefleckt, 10YR 7/6-8 + 10 YR 7/1, h, k
SwdGo 30, Ulfs, homogen, ge-orange mit Stich zum Grün, 2,5 Y 6/8, h, k, s
GoNG 30, Ult, bindig, homogen, gr, 2,5 Y 6/1-2, h, k, s, frostplatt. Gefüge, Pseudomycel, Rostfl. mit grauer Peripherie, kl. blaue Vivianitflecken
Go 10, Ul's', homogen, orange-ge mit Stich zum Grün, 2,5 Y 6/6, h, k, rostfleckig
GoNG 40, Ult, bindig, homogen, gr bis he-br-gr bis he-grü-gr, 2,5 Y 6/2, h, k, stark rostfleckig mit gr. Peripherie, kleine rote + blaue Gesteinsfetzen
Go 10, Ul's', homogen, orange-ge mit Stich ins Grün, 2,5 Y 6/6, h, k, stark rostfleckig
GoNG 10, Ult, bindig, homogen, gr bis he-grü-gr, 2,5 Y 6/2, h, k, stark rostfleckig
Gor 40, Lfsu, bindig und naß, gr bis blau-gr bis grü-gr, etwa 5 Y 5/3, h, k, bunte Gesteinsfetzen, z.T. Vivianit, stark rostgefleckt
Gr 1-2 m, wie oben ohne Rostflecken, Farbe dunkel-gr
F bis 7 m, Luf-ms, körnig, d-gr bis grü-gr, 5 Y 4/1-2, h, k, fe-konkretionär, SO₂-Geruch', feinklastischer Anteil, bunte Gesteinskomponenten
Bv 50, Ltu, naß und bindig, rötl-gr-br, 10 YR 6/6-5/6, h, k, Horizont taucht nach li. ein und wird von Mude geschnitten
GoC 100, Ult, naß, he-br-rötl, 10 YR 6/4-6, h, k, stark rostgefleckt
GoNG 25-30, Ul, bindig und naß, gr, 10 YR 5/2, h, k, viele Schneckenschalen, s = he-gr Flecken mit rostiger Peripherie
GoC 50, Ult, naß und bindig, hr-gr-rötl, 10 YR 6/4-6, h, k, stark rostgefleckt

Abb. 46: Zeichnung des Profils Ringen (Henze, 1998). Die Lage des Profils kann Abb. 44 entnommen werden.

Aufgrund der von Henze (1998) beschriebenen Besonderheiten rückte die Tongrube Ringen seit 2015 erneut in den Fokus der Lössforschung. Zens et al. (2017) führten erstmals OSL-Datierungen direkt an der Eltville Tephra durch, um die Ergebnisse mit einer Bayesischen Altersmodellierung von existierenden OSL-Altern zu vergleichen, die von den Sedimenten unter- und oberhalb der Tephra stammten. Quarz OSL und pIRIR₂₉₀-Feldspat Alter von $24,3 \pm 1,8$ und $24,1 \pm 1,9$ ka zeigten eine gute Übereinstimmung mit den Modellierungsergebnissen (1σ : 23,2 – 25,6 ka; 2σ : 24,3 – 24,4 ka) und einem Peak von vulkanischen Mineralen im Dehner Maar um ~24,4 ka (Abb. 47).

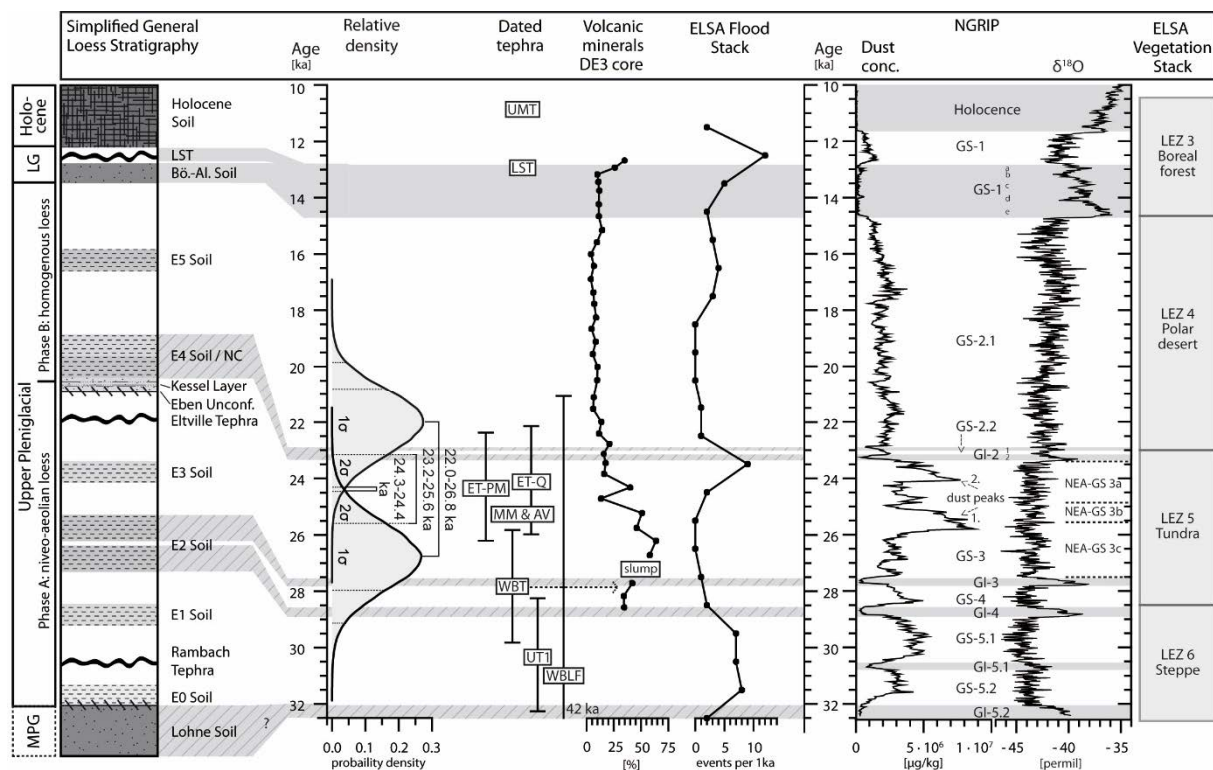


Abb. 47: Korrelation der Eltville Tephra mit weiteren Klimaarchiven (Zens et al., 2017).

Im Zuge umfangreicher Geländearbeiten konnten 2016 mehrere Profile erschlossen werden, die kleinräumig ein sehr heterogenes Bild der erhaltenen Lössen aufzeigten. Eine Wasserscheide trennte die von Henze (1998) beschriebene Mudde mit stark überprägten Lössen auf einem westlich exponierten Hang von einem feinstratifizierten, nicht Stauwasser beeinflussten Lösspaket auf einem nord-östlichen exponierten Hang. Für den nord-östlichen Hang wurde anhand mehrerer Profile ein 9 m mächtiges Gesamtprofil entwickelt. Vergleichende OSL-Datierungen an Quarzen und Feldspäten bestätigten eine Einordnung der Sequenz in den letzten Glazialzyklus (Abb. 48). In Kombination mit Korngrößendaten konnte eine präzise Gliederung der Sedimenteinheiten vorgenommen werden. Abbildung 49 zeigt eine inzwischen nicht mehr erhaltene Humuszone, die vermutlich weiterem Frühglazial und/oder dem Eem-Boden auflag. Hervorzuheben ist die Erhaltung von bis zu drei interstadialen Böden aus dem Middle Pleniglacial, die besonders gut durch das sogenannte ΔGSD nach Schulte und Lehmkuhl (2017) (Differenz der Korngrößenverteilung nach dem Fraunhofer Modell abzüglich der Verteilung berechnet nach dem Mie-Modell) gekennzeichnet sind. Darüber hinaus war es anhand stratigraphischer Befunde und markanter Wechsel in der Korngrößenverteilung möglich, das Upper Pleniglacial weiter zu unterteilen (Abb. 48). Die Ergebnisse dieser Untersuchungen befinden sich gerade in der zweiten Phase der Begutachtung (Zens et al., submitted).

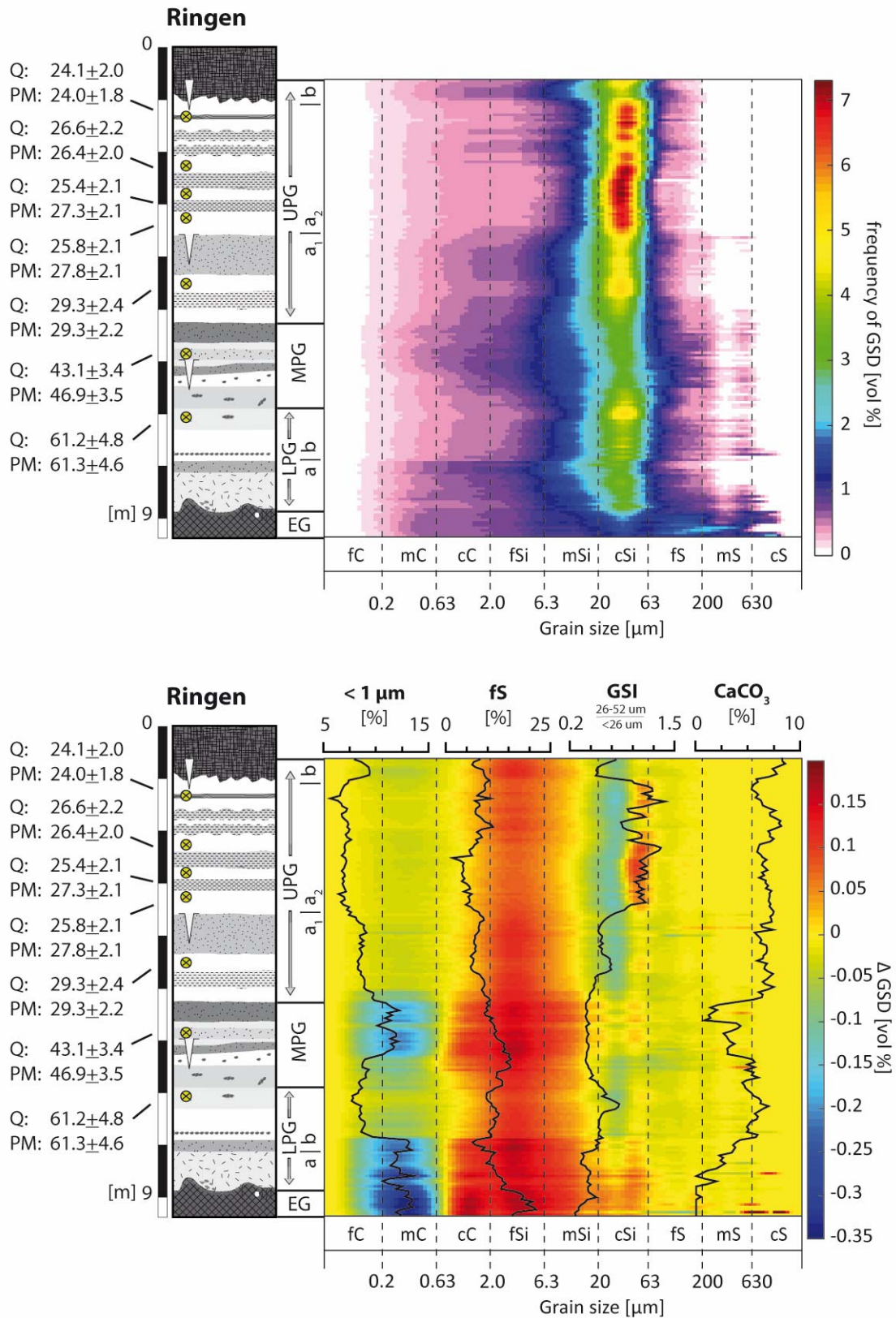


Abb. 48: Resultate der OSL-Datierungen und Korngrößenanalytik für das Profil Ringen (Zens et al., in review). Die Korngrößenaten werden visualisiert anhand von Heatmaps und verschiedenen Proxies, wie dem Grain Size Index (GSI, vgl. Rousseau et al., 2007) und dem Δ GSD Signal (Schulte und Lehmkuhl, 2017).

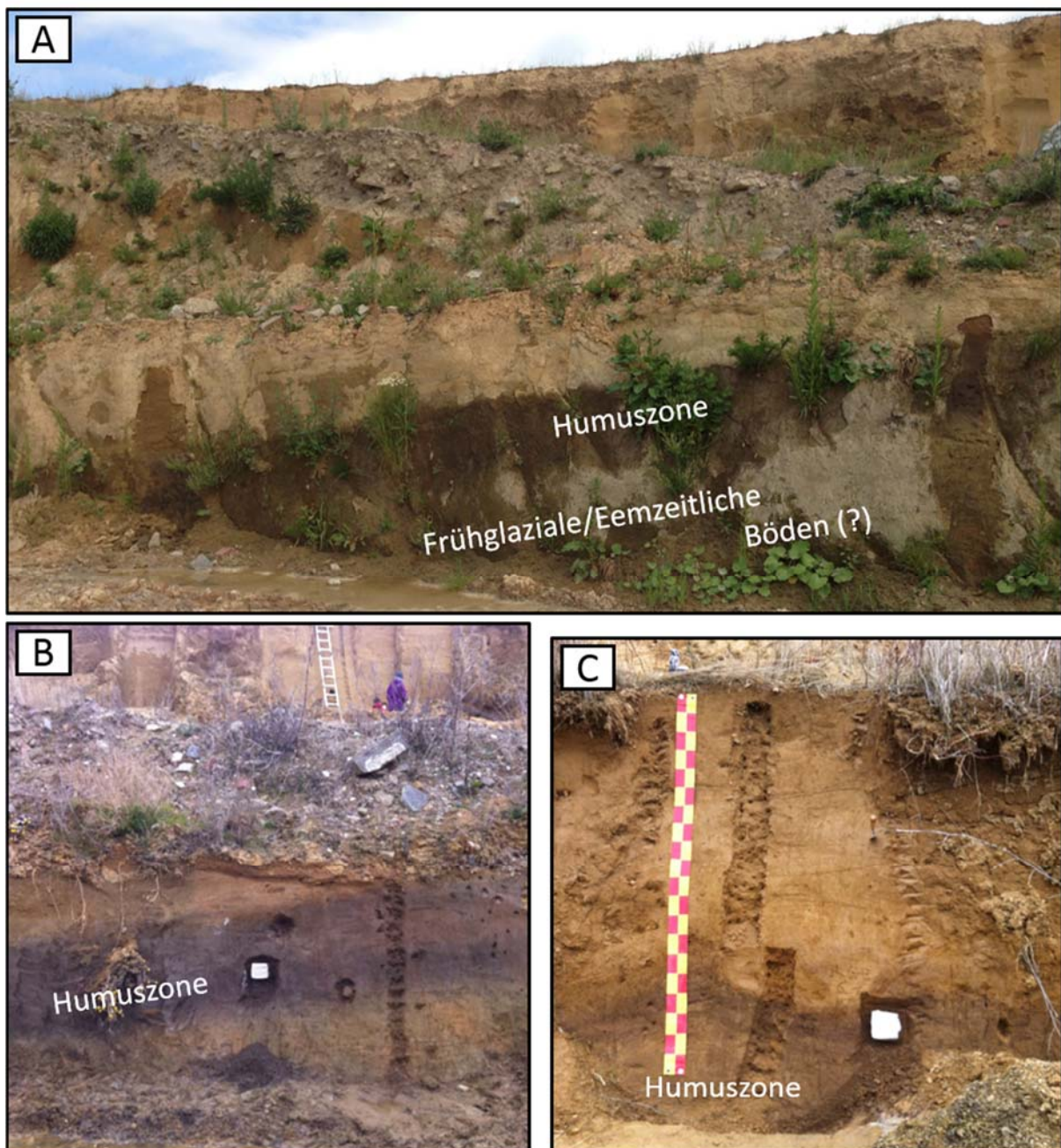


Abb. 49: Die Fotos zeigen eine oder mehrere frühglaziale Humuszonen, die dem Gefälle folgend nach N-NW abtauchen (A und B). Unterhalb der Humuszone sind vermutlich Früh-Frühglaziale oder Eem-zeitliche Böden entwickelt. Hangabwärts sind diese Böden nicht mehr zu finden. Bild C zeigt die Humuszone mit einem eingeschnittenen Gerinnebett.

12. Literatur

- App, V., Auffermann, B., Hahn, J., Pasda, C., Stephan, E., 1995. Die altsteinzeitliche Fundstelle auf dem Schwalbenberg bei Remagen. In: Wegner, H.H. (Ed.): *Berichte zur Archäologie an Mittelrhein und Mosel* 4, 11-136.
- Bednarz, U., Schmincke, H.-U., 1990. Evolution of the Quaternary melilitite-nephelinite Herchenberg volcano (East Eifel).- *Bulleting of Volcanology* 52, 426-444.
- Bibus, E., 1980. Zur Relief-, Boden- und Sedimententwicklung am unteren Mittelrhein. (Relief, soil and sediment genesis of the Lower Middle Rhine). *Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten Serie D1.*: 296pp, Dissertation, Universität Frankfurt.
- Binot, F., Froitzheim, N., Blanchard, H., und Arbeitsgruppe Rodderberg, 2011. Der Rodderberg-Vulkan südlich von Bonn – ein Exkursionsführer.- Exkursionsführer anlässlich der 71. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft; Köln, 21.-24. Februar 2011; 30 Seiten.
- Boenigk, W., 1990. Geologischer Aufbau des Elsachtals. *Archäol. Rheinld.*, 1989, 26-27; Köln (Rheinland-Verlag).
- Boenigk, W., Frechen, M., 2006. The Pliocene and Quaternary fluvial archives of the Rhine system. *Quaternary Science Reviews* 25, 550-574.
- Boenigk, W., Frechen, M., Hambach, U., Nehring, F., Smykatz-Kloss, B., Stoffels, M., Weidenfeller, M., Zöller, L. 2000. Exkursions-Handouts zur Exkursion am 02./03.06.2000.
- Bolus, M., 2007. Rezension zu: Jürgen Thissen, Die paläolithischen Freilandstationen von Rheindahlen im Löss zwischen Maas und Niederrhein (Mainz 2006). *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte* 16/2007, 133-147.
- Brunnacker, K., 1967a. Grundzüge einer Löß- und Bodenstratigraphie am Niederrhein. *Eiszeitalter und Gegenwart* 18, 142-151.
- Brunnacker, K., 1967b. Die regionale Stellung der niederrheinischen Lößprovinz. *Sonderveröffentlichungen des Geologischen Instituts der Univ. zu Köln* 13, 55-63.
- Brunnacker, K., 1980. Exkursion I: Mittel- und Niederrhein. Exkursionsführer zur Tagung der Deutschen Quartärvereinigung in Aachen, 1980, Köln, 110 S.
- Brunnacker, K., Boenigk, W., Hahn, Tillmanns, W., 1978. Das Jungpleistozän-Profil von Lommersum/Niederrheinische Bucht. *Decheniana* 131, 274-286.
- Brunnacker, K., Hahn, J. 1978. Der jungpleistozäne Löß samt paläolithischer Kulturen in den Rheinlanden als Glied einer zeitlichen und räumlichen Faziesänderung, in: Nagl, H. (Ed.), *Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung. Festschrift zum 60. Geburtstag von Julius Fink*, 37-51.
- Cofflet, L., 2002. Paläomagnetik des Lössprofils Rheindahlen. *GeoArchaeoRhein* 5, 61-78.
- Cofflet, L., 2005. Paläomagnetische Untersuchungen im rheinischen Löss. Inaug.-Diss. Univ. Düsseldorf, 152 S.; Düsseldorf (Abt. Geologie). <http://docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DocumentServlet?id=3012>
- Dansgaard, W., Johnsen, S.J., Clausen, H.B., Dahl-Jensen, D., Gundestrup, G.S., Hammer, C.U., Hvidberg, C.S., Steffensen, J.P., Sveinbjörnsdottir, C.S., Jouzel, J., Bond, G., 1993. Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record. *Nature* 364, 218-220.
- Ehlers, J., Eissmann L., Lippstreu L., Stephan H.-J., Wansa S., 2004. Pleistocene glaciation of North Germany, in: Ehlers J. and Gibbard P.L. (Eds.), *Quaternary Glaciation – Extent and Chronology, Part I: Europe (Developments in Quaternary Sciences, 2)*. Elsevier, Amsterdam, 135-146.
- Ehlers, J., Grube, A., Stephan, H.J., Wansa, S., 2011. Pleistocene glaciation of North Germany – New results, in: Ehlers J., Gibbard P.L. and Hughes P.D. (Eds.), *Quaternary Glaciation – Extent and*

Chronology. A Closer Look (Developments in Quaternary Sciences, 15). Elsevier, Amsterdam, 149-162.

Fischer, A.-L., Kretschmer, I., Kels, H., 2009. Das Projekt „Beiträge zur urgeschichtlichen Landschaftsnutzung im Braunkohlenrevier“ (LANU). – Archäologie im Rheinland, 2008, 40-43.

Fischer, P., 2010. Zur mittel- und jungquartären Relief- und Bodenentwicklung der nordwestlichen Kölner Bucht - Detailuntersuchungen der lössbedeckten Mittelterrassenlandschaft. Dissertation, Universität zu Köln. [<http://kups.ub.uni-koeln.de/3030/>]

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. – E&G Quaternary Science Journal 61 (1), 48-63.

Frechen, M., 1995. Eruptionsgeschichte und Deckschichtenfolge der Wannenköpfe-Vulkangruppe in der Osteifel.- Eiszeitalter und Gegenwart 45, 107-127; Hannover.

Frechen, M., 1996. Quartär des Neuwieder Beckens: Vulkane und ihre Deckschichten.- Terra Nostra, 9/1996: 83-97; Exkursion A4, Jahrestagung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Bonn.

Frechen, M., Brückner, H., Radtke, U., 1992. A comparison of different TL-techniques on loess samples from Rheindahlen (F.R.G.). Quaternary Science Reviews 11, 109-113.

Frechen, M., Oches, E. A., & Kohfeld, K. E., 2003. Loess in Europe—mass accumulation rates during the Last Glacial Period. Quaternary Science Reviews 22(18), 1835-1857.

Frechen, M., Schirmer, W., 2011. Luminescence chronology of the Schwalbenberg II loess in the Middle Rhine valley. E&G Quaternary Science Journal 60/1, 78-89.

Fuhlrott, Carl, 1869. Die Höhlen und Grotten in Rheinland - Westphalen. Nebst Beschreibung und Plan der neu entdeckten prachtvollen Dechen - Höhle, Iserlohn.

GD NRW - Geologischer Dienst von Nordrhein-Westfalen, 2016. Geologie und Boden in Nordrhein-Westfalen. Krefeld, 157 S.

Geobasis NRW, 2017. <http://www.wms.nrw.de/geobasis/.....>

Gerlach, R., 1992. Ein lückenhaftes Kapitel der jüngsten Erdgeschichte: Das Loessprofil von Hochdahl. Archäologie im Rheinland 1991, 21–23.

Grootes, P.M., Stuiver, M., 1997. Oxygen 18/16 variability in Greenland snow and ice with 10⁻³ to 10⁵-year time resolution. J. of Geophys. Res. 102 (C12) 26,455-26,470.

Hartmann, S., Peters, R., Rung, E. & Zur, M., 2015. LANU - geoarchäologische Prospektionen und Sondagen im rheinischen Braunkohlenrevier. - Archäologie im Rheinland 2014, 67-69.

Henze, N., 1998. Kennzeichnung des Oberwürmlösses in der Niederrheinischen Bucht. Kölner Forum für Geologie und Paläontologie 1, 1-212.

Iking, A., 2002a. Mikropedologische Korrelation von Niederrheinischen Solkomplexen. - In: Iking, A. und Schirmer, W. [eds.]: Loess units and solcomplexes in the Niederrhein and Maas area. - Terra Nostra 02/1, 66-79, 102-104; Berlin.

Iking, A., 2002b. Mikropedologische Untersuchungen rheinischer Lösses und ihre Aussagen für das Profil Rheindahlen. GeoArchaeoRhein 5, 49-60.

Iking, A., Schirmer, W., eds., 2002. Loess units and solcomplexes in the Niederrhein and Mass areas. Terra Nostra 02/1, 128 S.

Iking, E.-M., 2002. Zur formenkundlich-chronologischen Stellung der Rheindahlener Funde: Micoquien, Rheindahlen, MTA? GeoArchaeoRhein 5, 79-138.

- Juvigné, E., Semmel, A., 1981. Un tuf volcanique semblable à l'Eltviller Tuff dans les loess de Hesbaye (Belgique) et du Limbourg néerlandais. *E&G Quaternary Science Journal* 31, 83–90. doi:10.3285/eg.31.1.08
- Juvigné, E., Wintle, A.G., 1988. A New Chronostratigraphy of the Late Weichselian Loess Units in Middle Europe based on Thermoluminescence Dating. *E&G Quaternary Science Journal* 38, 94–105. doi:10.3285/eg.38.1.09
- Kels, H., 2007. Bau und Bilanzierung der Lössdecke am westlichen Niederrhein. - Inaug.-Diss. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf: 206 S.; Düsseldorf. <http://docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DocumentServlet?id=3628>.
- Kels, H., 2008. Geoarchäologische Projekte im Pleistozän der Niederrheinischen Lössbörde. – *Abh. Geol. Bundesanst.* 62, 105-107.
- Kels, H., Schirmer, W., 2006. Relation between the mass of loess units and prehistoric find density in the Garzweiler open-cast mine. – In: Koenigswald, W. V. & Litt, T. [eds.]: 150 years of Neanderthal discoveries. Early Europeans - continuity & discontinuity. Program and abstract volume, 21-26 July 2006 - Bonn, Germany. – *Terra nostra* 06/2, 119-120.
- Kels, H., Schirmer, W., 2010. Relation of loess units and prehistoric find density in the Garzweiler open-cast mine, Lower-Rhine. – *E&G Quaternary Science Journal* 59 (1-2), 59-65.
- Klasen, N., Fischer, P., Lehmkuhl, F., Hilgers, A., 2015. Luminescence Dating of Loess Deposits from the Remagen-Schwalbenberg site, Western Germany. *Geochronometria* 42, 67-77.
- Klostermann, J. und Thissen, J., 1995. Die stratigraphische Stellung des Lößprofils von Mönchengladbach-Rheindahlen (Niederrhein). - *Eiszeitalter und Gegenwart*, 45: 42-58.
- Krings, F., 1965. Mammut, Wollnashorn, Wildpferd und Riesenhirsch in einer würmeiszeitlichen Frostspalte bei Erkelenz. *Heimatkalendar der Erkelenzer Lande*, 1965, 34-41.
- Lehmkuhl, F., Wirtz, S., Falk, D. & Kels, H., 2015. Geowissenschaftliche Untersuchungen zur Landschaftsentwicklung im Tagebau Garzweiler - LANU-Projekt 2012-2014. – *Archäologie im Rheinland*, 2014, 64-66.
- Lehmkuhl, F., Zens, J., Krauß, L., Schulte, P., Kels, H., 2016. Loess-paleosol sequences at the northern European loess belt in Germany: Distribution, geomorphology and stratigraphy. *Quaternary Science Reviews* 153, 11-30.
- Lisiecki, L.E., Raymo, M.E., 2005. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}O$ records. *Paleoceanography* 20, PA1003, doi:10.1029/2004PA001071.
- Löhr, H., Brunnacker, K., 1974. Metternicher und Eltviller Tuff-Horizont im Würm-Löß im Mittel- und Niederrhein. *Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden* 102, 189–190.
- Lyell, C., 1833. *Principles of Geology* III. London, übersetzt von C. Hartmann.
- Meyer, W., 2013. *Geologie der Eifel*. Schweizerbart, Stuttgart.
- Paas, W., 1961. Rezente und fossile Böden auf niederrheinischen Terrassen und deren Deckschichten. - *Eiszeitalter und Gegenwart*, 12, 165-230; Öhringen.
- Paas, W., 1962. Rezente und fossile Böden auf niederrheinischen Terrassen und deren Deckschichten. *Eiszeitalter und Gegenwart (Quaternary Science Journal)* 12, 165–230. doi:10.3285/eg.12.1.13
- Paas, W., 1968a. Gliederung und Altersstellung der Löss am Niederrhein. - *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, 16, 185-196; Krefeld.
- Paas, W., 1968b. Stratigraphische Gliederung des Niederrheinischen Lösses und seiner fossilen Böden. - *Decheniana*, 121 (1/2), 9-38; Bonn.

- Paas, W., 1969. Les loess de Basse Rhénanie. - Bull. assoc. franç. étude Quaternaire, suppl.: La stratigraphie des loess d'Europe, 29-31; Paris.
- Paas, W., 1982. Fossile Böden auf den Rhein-Terrassen und deren Deckschichten in der Niederrheinischen Bucht. - In : Brunnacker, K. et al. [Hrsg.]: Paläoböden in Nordrhein-Westfalen. - Geol. Jb., F 14, 228-239; Hannover.
- Paas, W., 1992. Exkursion in den nördlichen Bereich der Niederrheinischen Bucht. In: Arbeitskreis Paläopedologie, Hrsg., Bodenstratigraphie im Gebiet von Maas und Niederrhein, Kiel, 62-75.
- Pasda, C., 2000. The Schwalbenberg near Remagen: Late Middle Palaeolithic Artefacts at the End of the Middle Würmian. In: Orschiedt, J., Weniger, G.C. (Eds.): Neanderthals and Modern Humans - Discussing the Transition. Central and Eastern Europe from 50.000 - 30.000 BP, 112-122.
- Paulick, H., Ewen, C., Blanchard, H., Zöller, L., 2009. The Middle Pleistocene (~300 ka) Rodderberg maar-scoria cone volcanic complex (Bonn, Germany): eruptive history, geochemistry, and thermoluminescence dating.- Geologische Rundschau 98, 1879-1899.
- Pawlik, A. F., Thissen, J., 2011. The 'Palaeolithic Prospection in the Inde Valley' Project. E&G Quaternary Science Journal 60, 66-77.
- Profe, J., Zolitschka, B., Schirmer, W., Frechen, M., Ohlendorf, C., 2016. Geochemistry unravels MIS 3/2 paleoenvironmental dynamics at the loess-paleosol sequence Schwalbenberg II, Germany. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 459, 537-551.
- Rasmussen, S.O., Bigler, M., Blockley, S.P., Blunier, T., Buchardt, S.L., Clausen, H.B., Cvijanovic, I., Dahl-Jensen, D., Johnsen, S.J., Fischer, H., Gkinis, V., Guillevic, M., Hoek, W.Z., Lowe, J.J., Pedro, J.B., Popp, T., Seierstad, I.K., Steffensen, J.P., Svensson, A.M., Vallelonga, P., Vinther, B.M., Walker, M.J.C., Wheatley, J.J., Winstrup, M., 2014. A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: refining and extending the INTIMATE event stratigraphy. Quaternary Science Reviews 106, 14-28.
- Richter, J., 2016. Leave at the height of the party: A critical review of the Middle Palaeolithic in Western Central Europe from its beginning to its rapid decline. Quaternary International 411, 107-128.
- Rohdenburg, H., Semmel, A., 1971. Bemerkungen zur Stratigraphie des Würm-Lösses im westlichen Mitteleuropa. Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden 99, 246-252.
- Rousseau, D.-D., Sima, A., Antoine, P., Hatté, C., Lang, A., Zöller, L., 2007. Link between European and North Atlantic abrupt climate changes over the last glaciation. Geophys. Res. Lett. 34, L22713. doi:10.1029/2007GL031716
- Schäfer, A., Utescher, T., Klett, M. & Valdivia-Manchego, M., 2005. The Cenozoic Lower Rhine Basin—rifting, sedimentation, and cyclic stratigraphy. Int. J. Earth Sci., 94(4), 621-639.
- Schirmer, W., 1974a. Das Frimmersdorfer Interglazial. - In: Woldstedt, P. & Duphorn, K. [Hrsg.]: Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter, 267-270; Stuttgart (Koehler).
- Schirmer, W., 1974b. Mid-Pleistocene gravel aggradations and their cover-loesses in the southern Lower Rhine Basin. - IGCP project 73/1/24: Quaternary glaciations in the northern hemisphere, report 1, 34-42; Prague (INQUA).
- Schirmer, W., 1990a. Löß und Paläoböden in Erkelenz. - In: Schirmer, W. [Hrsg.]: Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. - deuqua-Führer 1, 144-147; Hannover (DEUQUA).
- Schirmer, W., 1990b. Schwalbenberg südlich von Remagen. In: Schirmer, W. (Ed.): Rheingeschichte zwischen Mosel und Maas. Deuqua Führer (1), 319-334.
- Schirmer, W., 1992. Doppelbodenkomplexe in Erkelenz und Rheindahlen. In: Arbeitskreis Paläopedologie, Hrsg., Bodenstratigraphie im Gebiet von Maas und Niederrhein, Kiel, 86-94.

- Schirmer, W., 1995. Mittelrhein and Niederrhein Bay. In: Schirmer, W., Hrsg., Quaternary field trips in Central Europe, Vol. 1., Regional field trips, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, S. 520-544.
- Schirmer, W., 1999a. Kaltzeiten und Warmzeiten im Löß, in: Becker-Haumann, R., Frechen, M. (Eds.), Terrestrische Quartärgeologie, 81-100.
- Schirmer, W., 1999b. Garzweiler 4 - eine Stecknadel im Heuhaufen der letzten Warmzeit und Eiszeit. - Archäol. Rheinld., 1998, 149-152; Köln.
- Schirmer, W., 2000. Eine Klimakurve des Oberpleistozäns aus dem rheinischen Löss. E&G Quaternary Science Journal 50, 25-49. doi:10.3285/eg.50.1.02.
- Schirmer, W., 2002a. Löss und Böden in Rheindahlen. GeoArchaeoRhein 5.
- Schirmer, W., 2002b. Die Diskussion um das Alter des Rheindahlener Lösses. - In: Schirmer, W. [Hrsg.]: Löss und Böden in Rheindahlen. - GeoArchaeoRhein, 5, 13-27; Münster (Lit).
- Schirmer, W., 2002c. Compendium of the Rhein loess sequence, in: Iking, A., Schirmer, W. (Eds.), Loess units and solcomplexes in the Niederrhein and Maas area. Terra Nostra 02/1, 8-23.
- Schirmer, W., 2002d. Loess localities of the Niederrhein area. - In: IKINGER, A. & Schirmer, W. [eds.]: Loess units and solcomplexes in the Niederrhein and Maas area. - Terra Nostra 02/1, 24-50, 56, 102-104.
- Schirmer, W., 2002e. The former browncoal opencast mine Frimmersdorf-West. - In: Iking, A. & Schirmer, W. [eds.]: Loess units and solcomplexes in the Niederrhein and Maas area. - Terra Nostra, 02/1, 56.
- Schirmer, W., 2003. Die Eben-Zone im Oberwürmlöss zwischen Maas und Rhein. - In: Schirmer, W. [Hrsg.]: Landschaftsgeschichte im Europäischen Rheinland. GeoArchaeoRhein, 4, 351-416; Münster.
- Schirmer, W., 2010. Interglacial complex and solcomplex. Central European Journal of Geosciences 2 (1), 32-40.
- Schirmer, W., 2012. Rhine loess at Schwalbenberg II — MIS 4 and 3. Quaternary Science Journal 61, 32-47. doi:10.3285/eg.61.1.03
- Schirmer, W., 2013. Brabant-Subformation. - In: Litholex (online-Datenbank), Hannover (BGR). 1 Anlage. Last updated 20.02.2013, record no. 1000029. <http://www.bgr.de/app/litholex/index.php>
- Schirmer, W., 2016. Late Pleistocene loess of the Lower Rhine. Quat. Int., 211, 44-61.
- Schirmer, W., Feldmann, L., 1992. Das Lößprofil von Rheindahlen/Niederrhein. In: Arbeitskreis Paläopedologie, Hrsg., Bodenstratigraphie im Gebiet von Maas und Niederrhein, Kiel, 76-85.
- Schirmer, W., Iking, A., Nehring, F., 2012. Die terrestrischen Böden im Profil Schwalbenberg/Mittelrhein. (Terrestrial soils of the Schwalbenberg profile/Middle Rhine). Mainzer Geow. Mitt. 40, 53-78.
- Schirmer, W., Kels, H., 2006. Prähistorische Funde fein platziert im Klimakalender (Prehistoric finds tightly placed in the climate calendar). In: Uelsberg, G. (Ed.), Roots. Wurzeln der Menschheit, 289-296.
- Schirmer, W., Streit, R., 1967. Die Deckschichten der niederrheinischen Hauptterrasse bei Erkelenz. - Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln, 13, 81-94; Köln.
- Schmitz, R.-W., 1992. Untersuchungen in der Nachbarschaft des Neandertalers – das Lößprofil von Hochdahl. Archäologie im Rheinland 1991, 19-20.
- Schulte, P., Lehmkuhl, F., 2017. The difference of two laser diffraction patterns as an indicator for post-depositional grain size reduction in loess-paleosol sequences. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, in press.

Schündeln, M., Radtke, U., Schmitz, R.W., Gerlach, R., Janotta, A., 1998. Lumineszenz-Datierung des Löß-Profiles „Hochdahl-Neandertal“ unter besonderer Berücksichtigung methodischer Aspekte. *Kölner Geographische Arbeiten* 70, 65-77.

Skowronek, A., 2009a. Geologischer Rahmen, Geomorphogenese und Ausgangssubstrate. In: *Mitteilungen der Bodenkundlichen Gesellschaft*, Bd. 112, S. 5-11. https://www.dbges.de/de/system/files/mitteilungen_dbg/Bd112.pdf

Skowronek, A., 2009b. Böden und Bodengesellschaften. In: *Mitteilungen der Bodenkundlichen Gesellschaft*, Bd. 112, S. 12-21. https://www.dbges.de/de/system/files/mitteilungen_dbg/Bd112.pdf

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. Diss. Univ. Bonn, 329 S.

Thissen, J., 2006. Die paläolithischen Freilandstationen von Rheindahlen im Löss zwischen Maas und Niederrhein. *Rheinische Ausgrabungen*, WBG, Darmstadt, 184 S.

Uthmeier, T., Kels, H., 2010. Paläolithische Fundkomplexe in den Lössdeckschichten des Tagebaus Garzweiler. Ergebnisse einer geoarchäologischen Prospektion. – In: Kunow, J. [Hrsg.]: *Braunkohlenarchäologie im Rheinland. Entwicklung von Kultur, Umwelt und Landschaft. – Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland*, 21. 19-24; Weilerswist.

Uthmeier, T., Kels, H., Schirmer, W. & Böhner, U., 2011. Neanderthals in the Cold: Middle Paleolithic Sites from the Open-Cast Mine of Garzweiler, Nordrhein-Westfalen (Germany). – In: Conard, N.J. & Richter, J. [Eds.]: *Neanderthal Lifeways, Subsidence and Technology. One Hundred Fifty Years of Neanderthal Study. Vertebrate Paleobiology and Paleoanthrology*, 19. 25-41; Springer.

Wagner, S., 2009. Klima und Vegetation in Nordrhein-Westfalen. In: *Mitteilungen der Bodenkundlichen Gesellschaft* 112, 22-26. https://www.dbges.de/de/system/files/mitteilungen_dbg/Bd112.pdf

Zens, J., eingereicht. The chronostratigraphy of the Last Glacial cycle recorded in loess-paleosol sequences from Western and Central Europe. Eingereichte Dissertation.

Zens, J., Schulte, P., Klasen, N., Krauß, L., Pirson, S., Burow, C., Brill, D., Eckmeier, E., Kels, H., Zeeden, C., Spagna, P., Lehmkuhl, F., in review. OSL chronologies of palaeoenvironmental dynamics recorded in loess-palaeosol sequences from Europe: Case studies from the Rhine-Meuse area and the Neckar Basin. Submitted to the Special Issue “Eurasian Loess records: missing link to a better understanding of Northern hemisphere Pleistocene climate evolution” of *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*.

Zens, J., Zeeden, C., Römer, W., Fuchs, M., Klasen, N., Lehmkuhl, F., 2017. The Eltville Tephra (Western Europe) age revised: Integrating stratigraphic and dating information from different Last Glacial loess localities. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 466, 240–251. doi:10.1016/j.palaeo.2016.11.033

Zolitschka, B., Rolf, C., Bittmann, F., Binot, F., Frechen, M., Wonik, T., Froitzheim, N., Ohlendorf, C., 2014. Pleistocene climatic and environmental variations inferred from a terrestrial sediment record – the Rodderberg Volcanic Complex near Bonn, Germany. *Z. Dt. Ges. Geowiss. (German J. Geosci.)*, 165 (3), 407–424.

Zöller, L., 1989. Geomorphologische und geologische Interpretation von Thermolumineszenz-Daten. *Bayreuther Geowissenschaftliche Arbeiten*, 14, 103-112.

Zöller, L., Hambach, U., Blanchard, H., Fischer, S., Köhne, S., Stritzke, R., 2010. Der Rodderbergkrater bei Bonn. *E&G Quaternary Science Journal* 59. 44–58.

Zöller, L., Stremme, H.E., Wagner, G.A., 1988. Thermolumineszenz-Datierung an Löß-Paläoboden-Sequenzen von Nieder-, Mittel- und Oberrhein. *Chemical Geology (Isot. Geosc. Sect.)* 73, 39-62.

Anmerkung:

Die Exkursionsführer zur Jahrestagung der AG Paläopedologie in den Jahren 1992, 2000 und 2002 sind auf der homepage der AG verfügbar unter:

https://www.dbges.de/de/system/files/AG_Palaeopedologie/1992_11.JT_Aachen_Maas-Niederrhein-Bodenstratigraphie.pdf

https://www.dbges.de/de/system/files/AG_Palaeopedologie/2000_19.JT_Bonn_Koblenz-Westerwald-Pleiser-Huegelland.pdf

https://www.dbges.de/de/system/files/AG_Palaeopedologie/2002_21.JT_Neuss_Niederrhein-Maas-Rheindahlen-Loesse.pdf