

Fluviales Gleichgewicht zur Zeit der Grundfeld-Terrasse des Mains (MIS 8+7)

Fluvial equilibrium at times of the Grundfeld Terrace of the Main River (MIS 8+7)

Wolfgang Schirmer¹ 



Geologische Blätter, 2020, 70, 1

SCHIRMER, W. (2020): Fluviales Gleichgewicht zur Zeit der Grundfeld-Terrasse des Mains (MIS 8+7). – Geologische Blätter, 2020, 70, 1: 1-42; 12 Abb.; 1 Tab.; Erlangen; <https://doi.org/10.23689/figeo-5263>

Copyright: © 2021 by the author(s).



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons

Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

¹D-91320 Wolkenstein 24, schirmer@uni-duesseldorf.de

Kurzfassung: Die Grundfeld-Terrasse des Obermains im Niveau von ca. 20 m über dem Fluss übermittelt ein sehr lang anhaltendes fluviales Gleichgewicht inmitten des großen Zyklus zwischen sedimentärem Aufwuchs und Eintiefung der Hangterrassentreppe. Sie kann durch den Profilaufbau ihres Fluments und durch die Lage innerhalb der Terrassentreppe des Mains oberhalb der vorletzt-glazialen Nassanger-Terrasse (Marines Isotopen-Stadium 6 = MIS 6) in das dritte Glazial vor heute gestellt werden (MIS 8). Aus der anhaltenden Gleichgewichtslage resultiert zweierlei: Am Obermain im Bereich des Albrandes lappt die Grundfeld-Terrasse mit ihrem jüngsten Teil seitlich über einen erodierten Sockel der viel älteren Main-Formation. Abseits des Haupttales und im Schutze von Hangsedimenten vom Albrand her blieb dort ihre jüngste fluviale Ausgestaltung sehr vollständig erhalten. Diese besteht aus vier dünnen fluvialen Sedimentdecken, die jeweils durch kräftige Bodenbildungen (Parabraunerden und kräftig entwickelte Braunerden) getrennt sind. Diese Sequenz bietet einen zwanglosen Vergleich mit dem MIS 7-Interglazialkomplex an. Zum andern ermöglichte die Gleichgewichtslage eine lange Seitenerosion des Mains, die zum Talwechsel vom Albmain zum Banzmain führte. Unterstützt wurde der Talwechsel durch Schuttzuführung vom Albrand her. Der Talwechsel kann auf spätes MIS 10 oder MIS 9 datiert werden, etwa 340-270 ka BP.

Der auf die Grundfeld-Formation folgende Wechsel von Akkumulation zu Erosion fand Ende des MIS 7 oder zu Beginn des MIS 6 am Wechsel Interglazial zu Glazial statt.

▪ **Schlüsselwörter:** *Terrassentreppe, drittletztglaziale Terrasse, MIS 7, MIS 8, Überlappterrasse, Degradationsterrasse, fossile Böden, Talwechsel, Albmain, Banzmain.*

Abstract: In the Upper Main area the river flument of the antepenultimate glacial period (Grundfeld Flument, MIS 8) was deposited under a long equilibrium period of the Main River. First, this equilibrium stage resulted in overlapping of the youngest part of the Grundfeld Flument on an older flument socle, a degradation terrace of the Main Formation. The overlap part is subdivided into four

small glacial deposits with cold climate indicators each separated by fossil soils of warm climate type as Luvisols and Cambisols of advanced stage. Thus, this overlap part can be compared to the well-known MIS 7 with three pronounced interglacial periods separated by breviglacial periods.

Secondly, the equilibrium period gave the Main River time enough for lateral erosion that resulted in a thalweg shift to the northwest to develop a quite new valley. The shift was triggered by augmented debris input from the high slope of the Franconian Alb down to the Main Valley. The thalweg shift is dated to late MIS 10 or to MIS 9 at about 340-270 ka BP. The incision between the Grundfeld Flument and the Nassanger Flument occurred at the end of MIS 7 or with the beginning of MIS 6 with the change of an interglacial to a glacial period.

▪ **Keywords:** *Terrace flight, antepenultimate glacial terrace, MIS 7, MIS 8, overlap terrace, degradation terrace, fossil soils, thalweg shift.*

1. Einleitung

Das Maintal zwingt sich bei Lichtenfels durch das tektonische Hebungsbereich der Lichtenfelser Enge. Unterhalb der Lichtenfelser Enge breitet es sich im Staffelsteiner Graben aus (Abb. 1 und 2). In diesem Grabenabschnitt erlaubt sich das Maintal eine Zweiteilung in ein älteres Albmain-Tal, das eng am Albfuß entlang zieht, und in ein jüngeres Banzmain-Tal, das auf der rechten, westlichen Talseite scharf den Banzberg und das umgebende Hügelland unterschneidet (SCHIRMER 2019a: 139). Zuletzt wurde das Albmain-Tal vom Main benutzt, als er dort die bis 32 m mächtige Main-Formation aufgestapelt hat. Im selben Albmain-Tal zerschnitt er die Main-Formation wieder durch eine Terrassentreppe bis hinab auf rund 20 m über dem Main. Von pleistozänem Seitental-schutt der Alb abgedrängt, verließ er dann dieses Bett, um sich nebenan das Banzmain-Bett zu graben.

Dicht hinter der Lichtenfelser Enge bildet das Albmain-Tal heute einen weit ins Tal vorgeschobenen Hangfuß. Dieser hat eine mittlere Höhe von 15-20 m über dem Mainspiegel. Morphologisch stellt er eine leicht zum Main hin abfallende Fläche dar. Diese trägt reine Feldflur, dazu die großen Orte wie Bad Staffelstein, Grundfeld und Lichtenfels-Seubelsdorf mit der alten Bundesstraße 173, ferner die Eisenbahntrasse. Auch die Autobahn A73 benutzt diese Hangfußfläche des Albmain bei Wolfsdorf und Grundfeld.

Im Zuge des Ausbaus der A73 wurde im Jahre 2007 in diesem Albmain-Tal der vorübergehende Aufschluss Grundfeld in der Flur »Straßäcker« angelegt, der diesen Hangfuß durch eine Schotterentnahmegrube erschloss (Fig. 1). Sie war 230 m lang und 80 m breit, maximal 8,7 m tief (Abb. 3-5) und wurde nach der Entnahme alsbald wieder völlig verfüllt.

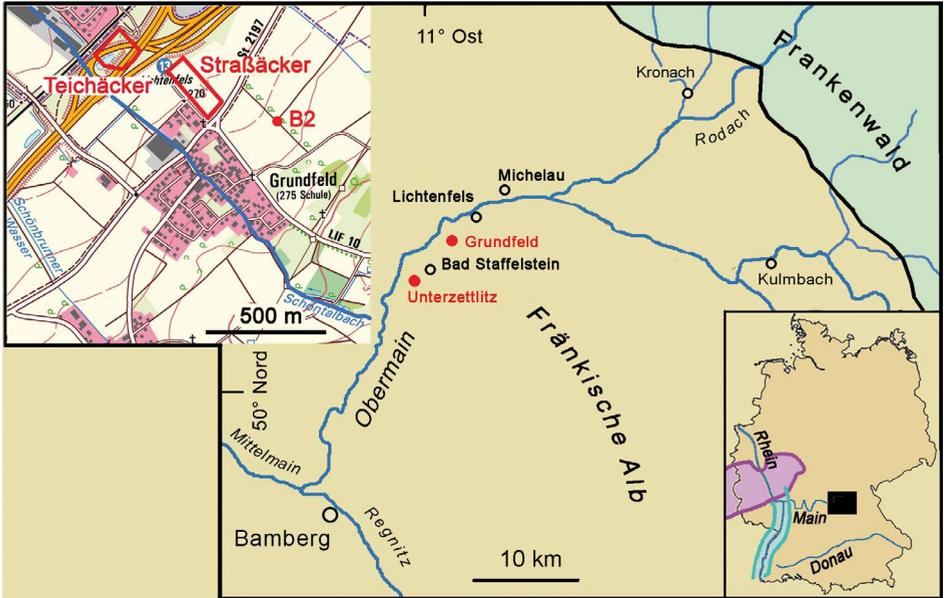


Abb. 1: Karte der behandelten Lokalitäten. Kleine Karte links oben: Eintrag der ehemaligen Kiesgruben Grundfeld-Straßacker und Grundfeld-Teichacker, sowie der Bohrung 5832BG000002 (B2). Blau ehemaliger Lauf des Schönbaches. Geobasisdaten für Abb. 1 und 2: Bayerische Vermessungsverwaltung Nr. 2109-14364. Kleine Karte rechts unten: Schwarz = Lage des Kartenausschnitts Mitte. Grün = Oberrheingraben. Rot = Rheinisches Schiefergebirge.

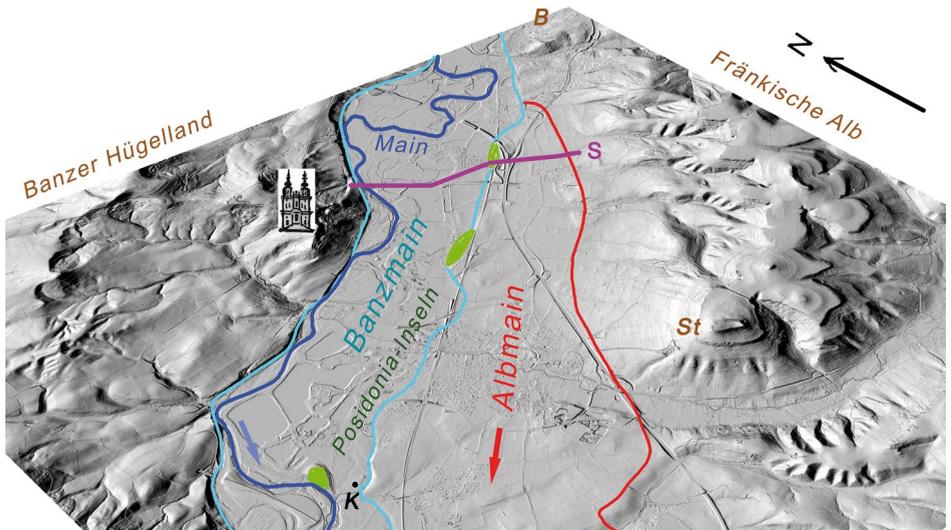


Abb. 2: Hillshade-Karte: Maintal, flankiert rechts im Bild von der Fränkischen Alb und links durch das Banzer Hügelland. Im zweigeteilten Maintal sind das Albmain-Tal (rot) und das Banzmain-Tal (hellblau) abgegrenzt. Das Banzmain-Tal unterschneidet hart das Banzer Hügelland. Zwischen beiden Talböden reihen sich drei Posidonia-Inseln auf (hellgrün) als harte Rippe des Posidonienschiefers. B = Lichtenfelser Burgberg, K = Kläranlage Unterzettlitz, S = violetter Profilschnitt Grundfeld der Abb. 8b-d durch beide Talböden. St = Staffelberg (539 m ü. NN), Geobasisdaten für Abb. 1 und 2: Bayerische Vermessungsverwaltung Nr. 2109-14364.

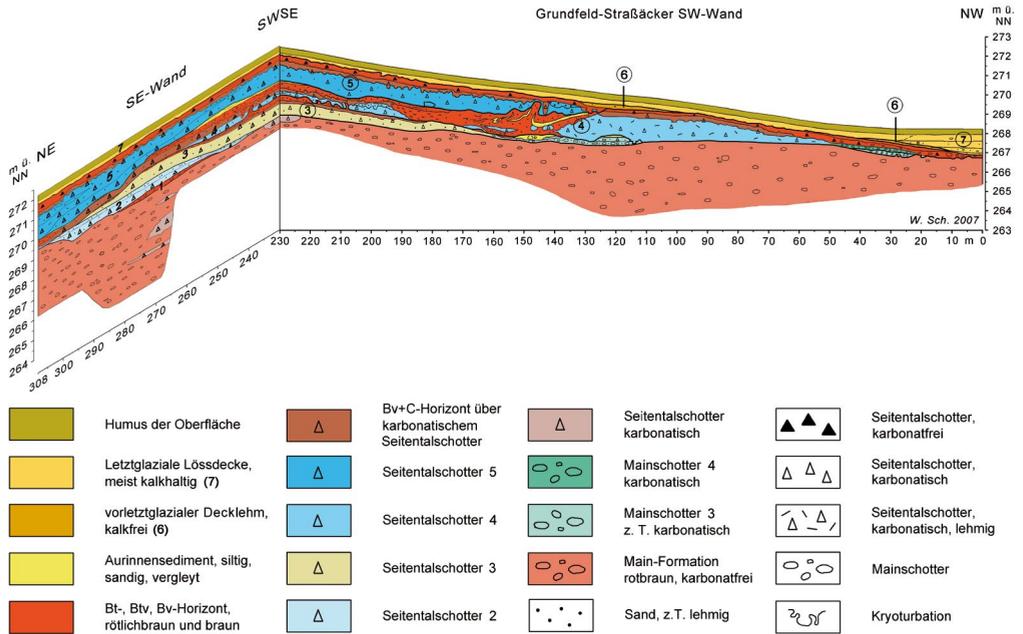


Abb. 3: Kiesgrube Grundfeld-Straßacker Blockbild. Lage in Abb. 1. Profilschnitt in Abb. 8d.

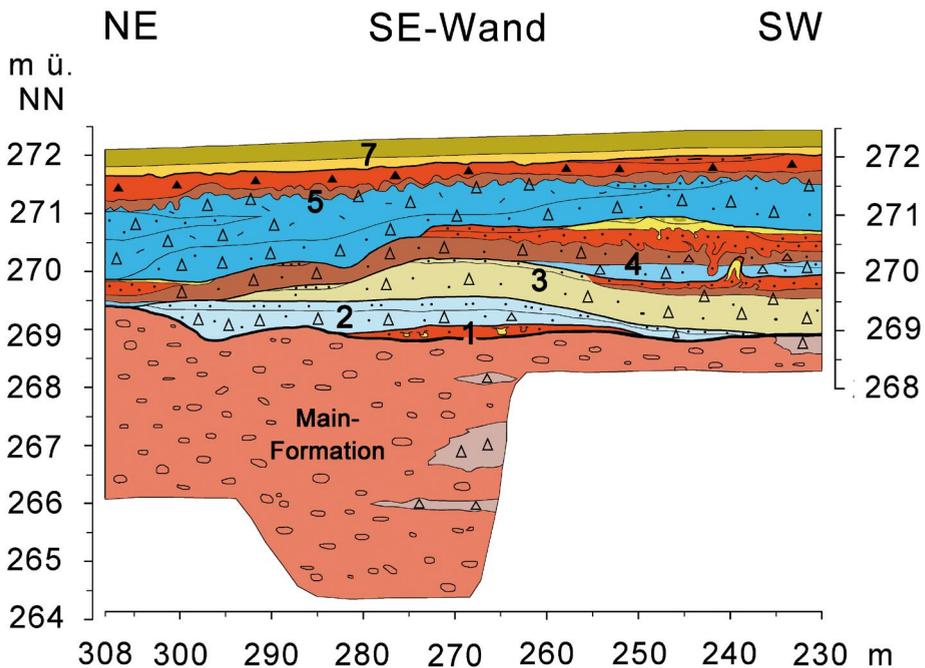


Abb. 4: Grundfeld-Straßacker SE-Wand. Legende in Abb. 3. Lage in Abb. 1.

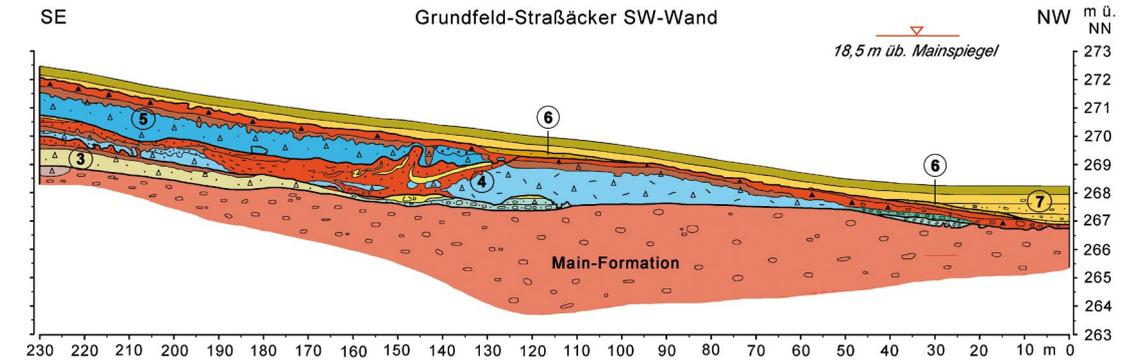


Abb. 5: Grundfeld-Straßäcker SW-Wand. Legende in Abb. 3. Lage in Abb. 1.

Die Grube eröffnete neuen Einblick in die Talgeschichte des Albmain-Tals seit dem mittleren Mittelpleistozän.

2. Die Kiesgrube Grundfeld-Straßäcker

Die Kiesgrube Grundfeld-Straßäcker liegt im Randbereich eines Seitenbaches, des Schöntalbaches, der den talparallelen Terrassenzug des Mains im rechten Winkel zum Tal quert. Dem entsprechend erschließt sie die Überlagerung und Verzahnung von Mainschotter und Seitenbachtotter. Da der Schöntalbach am Stufenrand der Fränkischen Alb wurzelt, führt er als Schotterfracht vor allem Weißjurakalkstein ($\omega\text{-}\delta$ bzw. Oxford-Kimmeridge) und Eisensandstein des Braunjuras ($b\beta$ bzw. ob. Aalenium) mit sich.

Die fluvialen Schichten der Grube wurden im Sinne der Fluviatilen Serie (Basis-Blocklage-Flussbettsediment-Aurinnensediment-Auensediment-Auenboden) (SCHIRMER 1983: 25; 2020) dokumentiert und durch acht Vertikalprofile beschrieben. Besonders wichtig ist dabei, dass die aufzusuchende Terrassenobergrenze, die durch die Aufschüttung einer Flussablagerung entsteht, allein aufgrund ihrer Auenbodenoberfläche festgelegt wird und nicht durch ein zufällig als höchstes von der Abtragung verbliebenes Erosionsniveau der Terrasse. Ein solches liegt häufig mitten im Flussbettsediment und gäbe dann eine zu niedrige Terrassenhöhe an (Dia-Terrasse *sensu* SCHIRMER 2020).

Die Terrassenhöhen wurden auf den zugehörigen Mainspiegel bezogen. Als zugehöriger Mainspiegel wurde derjenige genommen, der auf einer Linie senkrecht zum Talverlauf Grube und Main schneidet. Er hat dort eine Spiegelhöhe von 253,5 m ü. NN bei Zugrundelegung der Topographischen Karte 1:25000 (TK 25).

2.1. Profilbeschreibungen

Die Grube erschließt sechs Fluviale Serien oder Teile von solchen. Die tiefste ist ein erodierter Sockel der Main-Formation (SCHIRMER 2007a, 2019a, 2020). Auf ihm liegen fünf Flumente, Grundfeld-Flument 1-5 benannt. Den oberen Abschluss bis zur Oberfläche bilden zwei periglaziäre Einheiten (6 und 7)

Jedes der Flumente beginnt mit einer Basis-Diskordanz gleicher Nummer wie das Flument. Über der Diskordanz 1 folgen also Horizonte und Schichten des Grundfeld-Fluments 1.

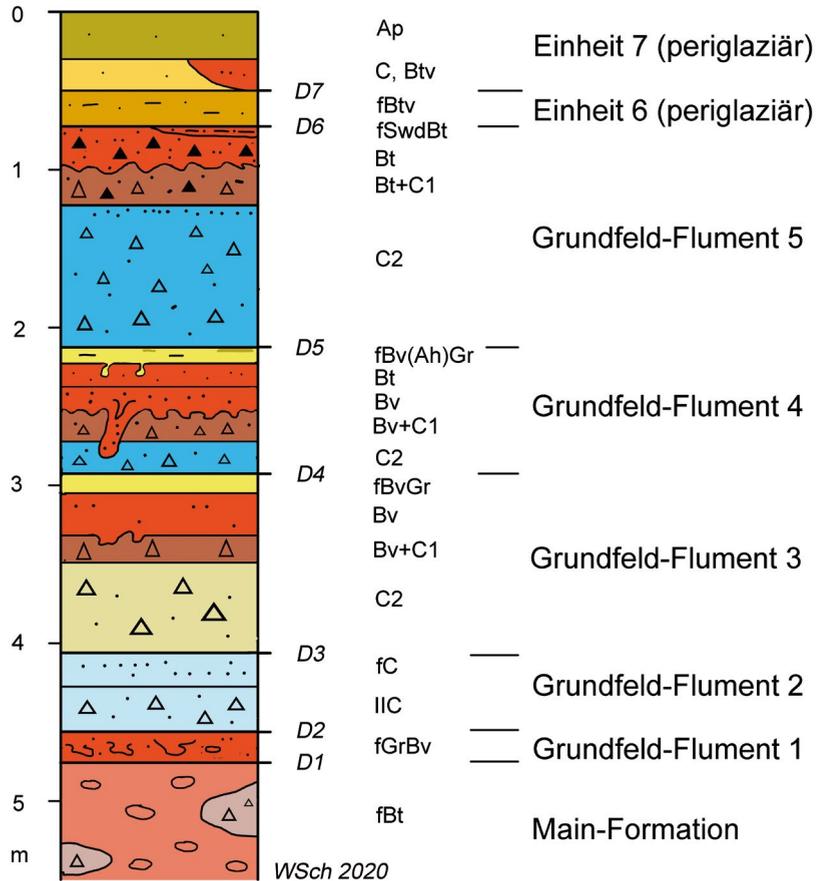


Abb. 6: Schema Grundfeld-Straßäcker, Flumente 1-5. Idealprofil. Die Mächtigkeiten sind aus verschiedenen Profilen zusammengesetzt. Legende in Abb. 3.

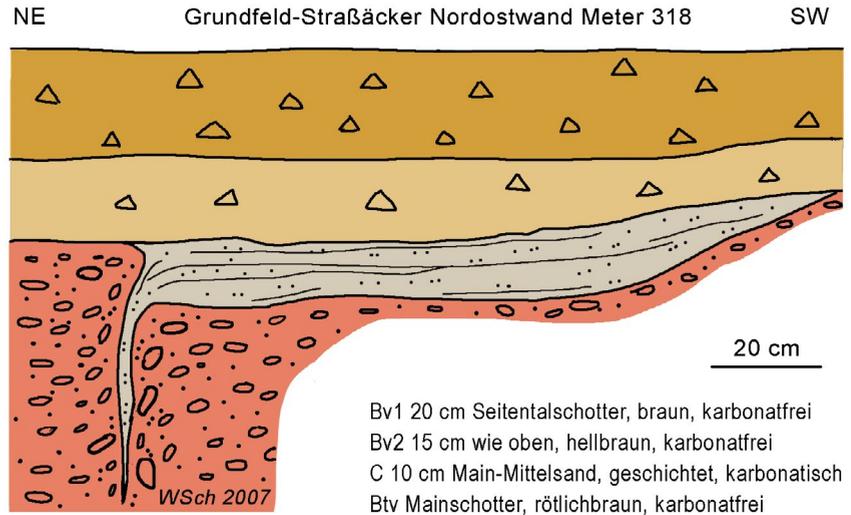


Abb. 7: Kleiner Eiskeil im Grundfeld Flument 2, vielleicht 3, der Kiesgrube Grundfeld-Sträßäcker. Die Farben sind den natürlichen Farben angeglichen, nicht denen der Abb. 3-6.

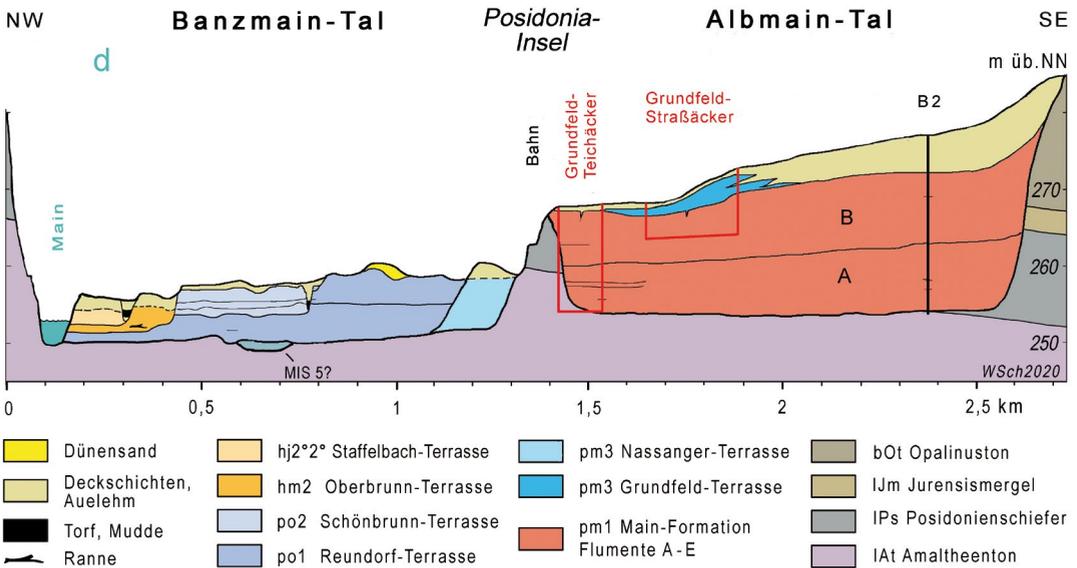
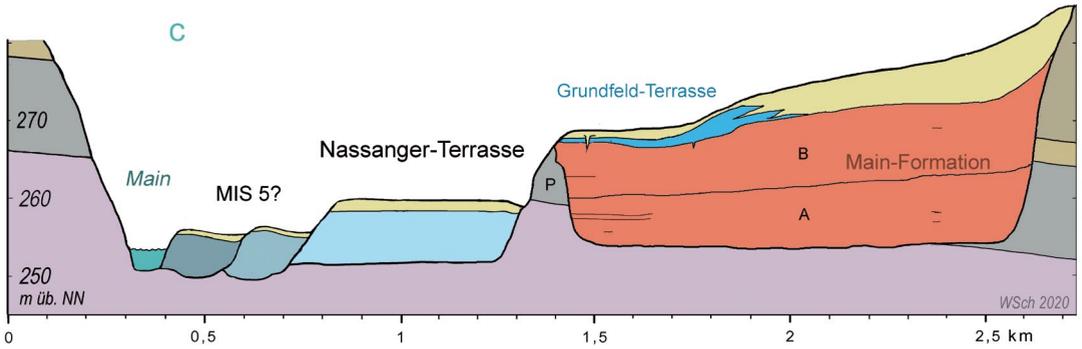
2.2. Die Schichtenfolge der Kiesgrube Grundfeld-Sträßäcker (Abb. 3-6)

Die Grube erschließt fünf Flument-Einheiten (1-5) oder Teile von solchen. Den oberen Abschluss bis zur Oberfläche bilden die periglaziären Einheiten 6 und 7. Jede der Einheiten beginnt mit einer basalen Diskordanz. Sie schneiden das Liegende unterschiedlich tief und räumen dabei zum Teil ältere Einheiten völlig aus.

Die Basis der Main-Formation ist im Grubenbereich nicht erschlossen. In der Kiesgrube Grundfeld-Teichäcker 300 m westlich von hier, am Ostrand der Bahnlinie, lag sie bei 254 m ü. NN, i. e. 0,5 m über dem Mainspiegel. Sie überlagert dort Tone der Amaltheenton-Formation. 500 m südöstlich der Grube Grundfeld-Sträßäcker traf die Bohrung 5832BG000002 (hier kurz: B2, Abb. 1) die Basis ebenfalls in einer Höhe von 254,2 m ü. NN an (vgl. Abb. 8d). In den 20 Zentimetern darunter bis zur Endteufe war genau die Grenze Posidonienschiefer/Amaltheenton erschlossen, wie das Bohrgut 1994 am Bohrort an Papierschieferstücken und Exemplaren von *Pleuroceras spinatum* (Bruguère) erkennen ließ.

Flument der Main-Formation

Als Main-Formation wurde die »altpleistozäne Talaufschüttung« der »A-Terrasse« KÖRBERS (1962) benannt (SCHIRMER 2007a: 310). Sie be-



c MIS 5+6: Das Grundfeld-Flument im Banzmain-Tal wurde bis zum Ende des nächsten Glazials (MIS 6) völlig erodiert. Sein Überlappanteil im Albmain-Tal ist so weit abgetragen, dass es die Main-Formation über der Posidonia-Insel gerade noch abdeckt. Das neue Nassanger-Flument nimmt große Teile des Talgrundes ein. Mainwärts schließen sich Reihenterrassen von MIS 5 an, die örtlich sehr tief erodieren gemäß dem Aufschlussbild der Kläranlage Unterzettlitz (SCHIRMER 2019b). Die Posidonia-Insel (P) wird vom nassangerzeitlichen Main auf der Banzer Talseite freigelegt. Der Talhang des Banzberges wird vom Main weiter zurückgedrängt.

d heute: Von den Grundfeld-Terrassenresten im Albmain-Tal verbleiben noch die Anteile im Bereich der Kiesgrube Grundfeld-Straßacker, die in diesem Text beschrieben werden. Die Nassanger-Terrasse wird von den letztglazialen Flumenten bis auf einen schmalen Randstreifen erodiert, der Banzberg weiter zurückgedrängt. Er antwortet mit Berg-rutschen (in Abb.2 Schattenhang unter dem Schloss).

steht aus sechs übereinandergestapelten Flumenten (SCHIRMER 2019a, 2020) (Abb. 8a). Im Aufschluss Grundfeld-Straßäcker ist von ihr nur ein Ausschnitt des Fluments B erschlossen:

Kurzcharakteristik: Rotbrauner sandiger Mainschotter.

Maximale aufgeschlossene Höhe: 269,4 m ü. NN.

Aufgeschlossene Basis: 263,8 m ü. NN.

Aufgeschlossene Mächtigkeit: 5,6 m.

Basis in Grundfeld-Teichäcker (Pelma): 254 m; in der Bohrung 2 nordöstlich Grundfeld: 254,2 m (E 570169 N 5650301).

Erhaltene Mächtigkeit bis zur Basis: 15,4 m.

Erhaltener Bodentyp: Parabraunerde (Bt).

Der Schotter nimmt die untere Hälfte des gesamten Aufschlusses ein, ist rötlich braun verwittert und im allgemeinen karbonatfrei. Weder die Untergrenze noch die Obergrenze des Fluments sind sichtbar. Die Untergrenze ist nicht erschlossen, die Obergrenze durch eine kräftige Erosionsdiskordanz erodiert. Ihre höchsten angetroffenen erhaltenen Schotter liegen bei Wandmeter 308 in einer Höhe von 269,4 m ü. NN, das sind 15,9 m über Mainspiegel. Die tiefste Stelle der erhaltenen Schotterobergrenze liegt bei Wandmeter 0 mit 266,77 m ü. NN. Die obere Erosionsfläche taucht also durch die Grube um 2,63 m talwärts ein. Die noch vorhandene Schotter-Mächtigkeit von 5,6 m lässt bis zur Basis der Main-Formation bei 254 m NN noch 9,8 m fehlen, bis zu ihrer Obergrenze noch ca. 16,5 m (Abb. 8a). Es ist also ein Mittelteil des Gesamtschotters des Fluments B erschlossen.

Auf der bergwärtigen Seite der Grube schalten sich in den rotbraunen Schotter hier und da hellgraue Linsen von Weißjurakalkstein-Schotter als Seitentalschotter ein. Sie mischten sich zur Zeit der Mainschotteranlieferung vom Seitental herab in den Mainschotter ein, wurden aber nicht vollständig darin homogenisiert. Bis 3 m breit und 1 m hoch waren solche Partien vorzufinden, in den Abb. 3-5 von Wandmeter 224-235 und 265-280. Diese Partien sind dann – auch in der Mainsandmatrix – kalkhaltig und grau, nicht rotbraun verfärbt. Man sieht also, dass die Strömung nicht kräftig genug war, den Seitentalschotter durch vielmaliges Umlagern so in das Mainsediment einzuarbeiten, dass er später hätte mit entkalkt werden können. Es verblieben so inmitten des Mainschotters der Flumentes B flache langgestreckte oder steilere Zungen und Flecken der Anhäufung von Weißjurakalkstein-Geröllen der Seitentalschotter, die hochkarbonatische Zellen darstellen. Die Verwitterung konnte die ansonsten starke Entkalkung und Verbraunung der Mainschotter in diesen Zellen bis heute nicht überwinden. Gefördert wird dieser Umstand im Grubenbereich auch dadurch, dass unter dem bergwärtig gelegenen

Kalkschotterdach der Fluvialen Serien 2-5 die Entkalkung sehr viel früher abgebrochen wurde als im talwärtig gelegenen Bereich außerhalb des Seitentalschotterdaches, wo sie von Interglazial zu Interglazial weiter wirken konnte.

Gelegentlich durchziehen den Schotter auch Sandlinsen oder kleinere lehmige Feinsandlinsen. Durchlaufende Diskordanzen, wie sie in den Aufschlüssen mainaufwärts in den Kiesgruben Oberwallenstadt und Lettenreuth erschlossen waren und sind, waren in dem 5,6 m starken Schotterpaket in Grundfeld nicht sichtbar. Lediglich bei Wandmeter 30 trat in 265,83 m Höhe NN bzw. 10,8 m üb. Main lokal eine deutliche Schichtgrenze auf, die aber im Hangenden keine Blockvermehrung zeigte. So gehört nach der Höhe das gesamte erschlossene tiefste Schotterpaket dieses Aufschlusses einem einzigen Flument innerhalb des Stapels der Main-Formation an, dem Flument B. dem zweituntersten von sechs übereinander gestapelten Flumenten am Obermain (SCHIRMER 1981: 105, 2007a: 310 und b: 106, 2019a, 2020).

Diskordanz 1

Die rotbraunen Schotter der Main-Formation werden an der SE-Wand (Abb. 4) durch eine muldenhafte Form diskordant geschnitten. Die Diskordanz 1 als Basis der Grundfeld-Flument 1 ist aber nur von Meter 280 bis 252 sichtbar und liegt dort ziemlich eben, aber tiefer als die Main-Formation an den Flügeln der Gruben-SE-Wand. Die Erosionsbasis bildet also eine schwache Muldenform in der erodierten Main-Formation. Sie ist daher eine aktiv von der Grundfeld-Formation geschaffene Erosionsbasis.

Grundfeld-Flument 1

Kurzcharakteristik: Karbonatfreies braunes Auensediment des Mains.
Maximale aufgeschlossene Höhe: 20 cm
Tiefste aufgeschlossene Basis: 268,9 m üb. NN
Erhaltener Bodentyp: Braunerde (Bv)

Das Grundfeld-Flument 1 ist nur an der Südostwand erschlossen. Seine Obergrenze liegt bei 269,1 m üb. NN, das sind 15,6 m über Mainspiegel. Ein Mittelsand mit Lehmlagen kennzeichnet ein Auensediment, das kryptoturbat mit dem liegenden Mainschotter verwürgt ist und tropfenbodenartig Lehmschollen enthält, in die braune Schotterpartien eingewickelt sind. Die Lehmschollen sind feinsandig bis siltig, die siltigen als Gley überliefert. Alle Sedimente sind völlig entkalkt.

Es handelt sich also um ein Auen- bis Aurinnensediment des Mains, das hier in Resten überliefert ist. Es liegt als eigene Flument-Einheit in der Erosionsform 1, ohne dass zugehörige unterlagernde Schotter erhalten sind. Es muss also einer Fluviatilen Serie angehören, deren Hauptanteile außerhalb der Kiesgrube tiefer liegen und die mit ihren höchsten Teilen, der Hochwasserzone, in diese Erosionsform eingriff. So klein der Sedimentrest ist, er bezeugt eine kaltzeitliche Auenphase, die einst nach oben noch mit weiteren Auensedimenten und einem Auenboden abgeschlossen sein musste, denn die völlige Entkalkung kann nur von diesem erodierten Boden ausgegangen sein. Die darüber liegende Einheit 2 ist nämlich hoch kalkhaltig.

Die Möglichkeit, dass dieses Band einen Teil der Main-Formation darstellt und zufällig durch die Erosionsfläche 1 entblößt wurde, entfällt. Es setzt sich an den 230 m langen Wänden an keiner Stelle in den Schotter hinein fort.

Diskordanz 2

Sie hat an vielen Stellen das Flument 1 ausgeräumt, so dass sie meist auf der Main-Formation liegt. Sie bildet von Wandmeter 236-250 und 282-308 die Diskordanz auf der Main-Formation, und zeichnet die Mulde der Diskordanz 1 vermutlich nach. Auch sie übernimmt also eine aktive Gestaltung an der Erosion (Degradation) der Main-Formation.

Grundfeld-Flument 2

Kurzcharakteristik: Heller mainsandiger karbonatischer Seitental-Schotter.

Maximale aufgeschlossene Höhe: 0,65 m bei Wandmeter 295

Tiefste aufgeschlossene Basis: 268,8 m ü. NN

Erhaltener Bodentyp: keiner (C-Horizont)

Der sehr mainsandige karbonatischer Seitentalschotter endet nach oben mit einem karbonatischen Mainsand-Band. Die Farbe des Fluments ist hellbraungrau und hebt sich dadurch hell von der rotbraunen Main-Formation im Liegenden und dem gelbbraunen Flument 2 im Hangenden ab. Der seitentalreiche Schotter belegt erstmals die Beteiligung des Schönbaches, der diese degradierte Albmain-Talfläche parallel zur NW-Wand der Grube quert.

Ob das durchlaufende Sandband an der Obergrenze des Fluments 2 eine beginnende Auenfazies ist, deren höhere Teile gekappt wurden oder eine Sandbank innerhalb der Flussbettfazies darstellt, lässt sich aus der kurzen Aufschlussituation heraus nicht beantworten. In ersterem Falle

würde das Flument 2 eine eigenständige Fluviale Serie unterhalb des Fluments 3 darstellen. In letzterem Falle kann das gesamte Flument 2 den tieferen Teil des Fluments 3 verkörpern, das durch eine lokale auf 60 m Länge aufgeschlossene interne Erosionsdiskordanz von ihr abgetrennt ist. Eben diese Erosionsdiskordanz 3 verleitet, im Flument 2 und 3 getrennte Flumente zu sehen. Allein, es fehlt auf dem Flument 2 ein deutlich feineres Auensediment und Auenboden. So kann man beide nicht klimageschichtlich trennen. Daher wird das Flument 2, mangels Zeugnissen für klimatische Eigenständigkeit, genetisch als Flument 2+3 behandelt.

Ebenso ist nicht ersichtlich, ob das Flument 2 einer wohl gewellten aber \pm horizontalen Erosionsfläche aufliegt, oder ob diese Fläche bereits ein Gefälle nach NW zum heutigen Maintal hatte. Denn an der NE- und SW-Wand ist das Flument 2 nicht mehr erhalten; es ist vom Flument 3 bereits geschnitten.

In jedem Falle nutzt der Seitentialschotter des Schöntals eine Muldenform im Schotter der Main-Formation und liegt gestapelt dem hier vorhandenen höheren Teil des Fluments 1 auf.

In der Südostecke (m 308, Abb. 4) sind die Flumente 2 und 3 schon vom Flument 4 geschnitten. An der folgenden Nordostwand (Wandmeterzählung geht dort weiter; nicht als Schnitt dargestellt) liegt im Profil 350 m das Flument 4 ebenfalls auf der Main-Formation. Jedoch dazwischen, bei Meter 318, ist unter dem Flument 4 eine karbonatische Mainsandlinie mit einem Eiskeil erhalten (Abb. 7), der 50 cm tief in die Main-Formation eingreift. Er sollte nach Farbe und Karbonatgehalt zum Flument 2 gehören; aber auch Zugehörigkeit zum Flument 3 wäre nicht ausgeschlossen. In jedem Falle ist er für die tieferen, wenig erhaltenen Flumente ein wichtiger Kaltzeitzeuge.

Diskordanz 3

Sie tieft sich an der Südostwand deutlich rinnenförmig in das Flument 2 ein und zeichnet damit erstmalig die Muldenform des weiter südwestlich liegenden Schöntalbaches nach. In der Südecke erreicht die Diskordanz 3 bereits die Main-Formation. An der SW-Wand schneidet sie sich weiterhin in die Main-Formation mainwärts ein, von m 230 bis hinab auf m 112. Sie hat dort das Flument 2 und dann die Main-Formation ausgeräumt. Sie bleibt im Querschnitt des Schöntalbaches immer in die Muldenform eingesenkt und senkt sich im Längsschnitt – das ist sehr wichtig – regelmäßig um gut einen Meter talab bis Wandmeter 160, um dort ziemlich horizontal in eine Mainflussole überzugehen.

Grundfeld-Flument 3

Kurzcharakteristik: Gelber Schotter (Seitental- und Mainschotter).
Maximale aufgeschlossene Höhe: 269,9 m
Tiefe aufgeschlossene Basis: 266,8 m ü. NN
Erhaltener Bodentyp: Braunerde (Bv)

Das Flussbetsediment des Fluments 3 ist ein gelber Schotter im Vergleich zum liegenden hellgrauen des Fluments 2 und hangenden braunen Schotter des Fluments 4. Es führt an der Obergrenze einen braunen Schotter-
saum. Gemäß dem Flument 5 (weiter unten im Text besprochen) ist ein derartiger brauner Saum an der Schotterobergrenze ein Zeichen einer einstigen darüber folgenden Entkalkung (B/C-Horizont). In der Südecke (m 230) endet das Flument 3 nach oben mit einer entkalkten Mainsandlage, die lokal auch vergleyte Aurinnensedimentreste einschließt. Diese Mainsandlage wird nach NW und NE hin von der Diskordanz 4 erodiert.

Der Auenboden, der das Flument 3 beschließt, formt an der SE-Wand die Muldenlage des Schöntalbachs nach, senkt sich also von m 260-230 der SE-Wand ein. Auch die SW-Wand zeigt deutlich das Flument 3 als Seitentalschotter, der mainwärts geschnitten wird. Sein brauner Saum an der Schotterobergrenze sinkt ebenso mit talab, wird bei m 180 vom Flument 4 erodiert, taucht aber zwischen m 170 und 150 noch gelegentlich einmal auf als völlig entkalkter brauner Sand mit wenigen Kalksteinresiduen. Ab m 160 enthält der Seitentalschotter dieses Fluments schon zunehmend Maingerölle, ab m 152 übernehmen diese die Vormacht im Schotter. Mit abnehmendem Weißjurakalksteinanteil ist der Mainschotter des Fluments 3 dann durch die nachfolgende Bodenbildung teilweise oder ganz entkalkt. Es gab nur eine einzige Stelle im Flument 3, an der karbonatischer jüngerer Mainschotter vorhanden war, der also nicht von tiefgreifender Verwitterung und Entkalkung ergriffen war. Das ist von m 160-112, also auf 48 m Länge. Bei m 160-150, also vom Hang her wird der Mainschotter durch Seitentalschotter beliefert, dessen Lagerung oben beschrieben wurde. Der Mainschotter erreicht maximal nur eine Dicke von 30 cm. Seine Basis liegt bei 267,40 m ü. NN. Er ist von gelbbrauner Farbe, meist karbonatisch und liegt dem entkalkten und kräftig rotbraunen Schotter der Main-Formation direkt auf. An seinem Oberrand gesellen sich ihm meistens etwas vermehrt Seitentalschotter-Komponenten zu. Nach oben wird er von Mittelsand bis 20 cm Dicke überlagert, der örtlich einzelne Seitentalschotter oder Weißjurakalkresiduen enthält. Darüber ist noch eine grau gelbe siltige Gleylage erhalten, die bei Meter 147 maximal 30 cm Dicke erreicht. Sie ist dort kryoturbar mit Feinsand und Mittelsand vermengt.

Das vorwiegend mainische Flussbetsediment erreicht eine maximale Dicke von 30 cm bei m 137, mit Seitentalbeimischung 40 cm bei m 123, mit Auensediment eine Stärke von 2,50 m zwischen Wandmeter 123 und 240.

Der Gley stellt den Bodensatz eines Aurinnensedimentes dar, das sicherlich einst dicker war. Das Flument wird bei Wandmeter 155 noch von einer terrestrischen Bodenbildung abgeschlossen, von der örtlich die tiefsten Teile einer Verbraunung und Entkalkung erhalten sind. Ihre heutige erhaltene Obergrenze liegt dort bei 268,0 m ü. NN. Doch haben die Auensedimente einst weiter hangaufwärts über die Seitentalsedimente übergegriffen. Denn ein weiterer kleiner Aurinnensedimentrest liegt auf dem Seitentalschotter an der Südostwand bei m 240 in einer Höhe von 269,9 m ü. NN inmitten einer Lage reinen Mainauensandes in einer steilen Sedimentaufwölbung (load cast oder Kryoturvation).

Man fragt sich, weshalb dieses Flussbetsediment des Mains nur bis zu einer Dicke von 30-40 cm vorliegt. Es liegt eine normale und ungestörte Abfolge einer Fluviatilen Serie vor, nämlich Mainschotter – nach oben folgender Seitentalschotter – sandiges Auensediment – siltiges, vergleytes Aurinnensediment – tiefere Auenbodenreste. Daher ist kaum anzunehmen, dass der Mainschotter an seiner Oberfläche vor Ablagerung des Sandes oder Gleyes erodiert wurde. Vielmehr muss davon ausgegangen werden, dass die erschlossenen Schotter das Überlappen einer mächtigeren Aufschüttung am linken Ufer des Mains über den alten rotbraunen Schotter im Albmain-Tal darstellen, dass sie also die höchsten Teile eines nach Westen hin einst mächtigeren Schotters verkörpern. Dieser Schotter kann aber nur im Bereich des heutigen Banzmain-Tals gelegen haben, denn der rotbraune Schotter der Main-Formation hält – wie die Aufschlüsse Grundfeld-Teichacker zeigen – mit ähnlicher Höhe bis zum heutigen jungpleistozänen Talrand hin aus (Abb. 8d).

Neben den mainischen Auensedimentresten des Fluments 1 ist also mit dem Flument 3 ein weiteres und klares Oberende einer Mainaufschüttung, bzw. einer ehemaligen Mainterrasse erhalten.

Diskordanz 4

An der Südostwand, quer zum Schöntalbach, senkt sie sich die Diskordanz 4 noch in die Muldenform des Schöntalbaches ein (m 230-270). Aber als erste der Diskordanzen sinkt sie am nordöstlichen äußeren Kegelrand des Schöntalbaches dann nach außen hin ebenfalls ab Richtung m 308. Das bedeutet, dass sich die Schöntal-Seitenbachfüllung des darunter liegenden Fluments 3 erstmals sichtbar über die Landoberfläche ums Schöntal wölbte. Im Längsschnitt des Schöntals schneidet die Diskordanz das mainische Flument 3 talwärts bei m 112 ab. Das bedeutet,

dass zu ihrer Zeit das Erosionsniveau des Mains bereits tiefer lag als zur Zeit des Fluments 3.

Grundfeld-Flument 4

Kurzcharakteristik: Brauner Schotter.

Maximale aufgeschlossene Höhe: 271 m ü. NN.

Tiefste aufgeschlossene Basis: 266,9 m ü. NN.

Erhaltener Bodentyp: Parabraunerde (Bt-Horizont)

Die auffälligsten Merkmale dieser Einheit sind mainsandige braun gefärbte Seitental-Schotter und deren kräftige kryoturbate Verstellung (Abb. 9 und 10). Basal liegt gelegentlich hellgrauer Schotter, der nach oben in stark braun gefärbten Schotter übergeht. Darüber folgt mittelsandiges, feinsandiges und siltiges Auensediment. Im höchsten Teil bilden dünne siltige, graue Lagen Übergänge zu einem Aurinnensediment. In dieser Phase findet starke Kryoturbation statt, die bis in den Schotter hinabgreift und die gesamte Einheit stellenweise stark durchmischt. Das Flument endet mit einer Auenbodenbildung. Die Auensedimente sind auf weite Strecken hin ganz entkalkt. Stellenweise sind Bt-Horizontreste erhalten. Sofern Schotterlinsen in den Auensedimenten auftreten, wie bei m 157 und m 196, sind gute Schotterparabraunerden darin entwickelt.

Im Längsschnitt (Südwestwand) tritt talwärts ab m 142 an die Stelle des mainsandigen braunen Schotters ein stark lehmiger reiner Seitental-schotterkörper, der talwärts bei m 50 in Mainschotter mit Seitentalschotteranteilen übergeht. Also findet auch im Flument 4 ein Übergang von Seitentalschotter zu Mainschotter statt, der fast in gleicher Meereshöhe liegt (267,5 m ü. NN) wie dieselbe Verzahnung im Flument 3 (268,0 m ü. NN).

Das höchste erschlossene Niveau des Fluments 4 zwischen Wandmeter 230-273 erreicht 271 m ü. NN und liegt dort als siltiges vergleytes Aurinnensediment (Abb. 9 und 10) so horizontal, dass man an ein Mainniveau denken möchte, also ein Auensediment des Mains, das starke Seitentalschotter-Zufuhr erlebte. Nur im Auenstadium konnten Mainsedimente bei Abklingen der Seitentalzufuhr wieder übergreifen. Im Verhältnis zum Flument 3 ist das dann ein sehr wenig gestapelter Schotter.

Zwischen m 190-130 sind die Auensedimente lokal verdickt, vermengt und verflossen. Sie stauen und stauchten sich dort durch Abgleiten (m 157-125) am eigenen lehmigen Seitentalschotterkörper, der von Wandmeter 142 talab die Sohle des erschlossenen Seitentalhanges einnimmt. Sie sind wohl bei erster Zerschneidung der Mainaufschüttung durch den Schöntalbach den Bachhang hinabgeflossen:



Abb. 9: Kiesgrube Grundfeld-Straßäcker, Wandmeter 240-255. Besonders deutlich Flument 4a-d: a heller Schotter über braunem Sand von Flument 3, 4b Brauner Schotter, stark verwürgt durch den darüberliegenden braunen Sand 4c, 4d Helles vergleytes Auesediment unter dem kalksteinreichen Schotter des Fluments 5. Maßstab 1 m. (Foto. W. Schirmer 04.08.2007)



Abb. 10: Kiesgrube Grundfeld-Straßäcker, Wandmeter 250. Detail von linker Seite der Abb. 9. Flument 4: unten heller Schotter bei Maßstab 0 m (a in Abb. 9), brauner Schotter bei 10-20 cm (b), stark verwürgter Sand von 20-90 cm des Maßstabs (c). Helles Auesediment bei 100 cm und darüber (d), überlagert vom Schotter des Fluments 5. Der Tiefgang der kaltklimatischen Verwürgung erreicht hier 60 cm.

Zerschneidung einer Fluviatilen Serie erfolgt ja – wie das das letzte Glazial seit seinem zweiten Höhepunkt deutlich zeigt – unter anderem in der glazialen Spätphase unmittelbar nach der kaltzeitlichen Aufschotterung. Die Aurinnensedimente des Fluments 4 zeigen noch autochthone Frostspalten und Kryoturbationen. Aurinnensedimente auf kaltzeitlichen braided bed-Terrassen bedeuten, dass der Fluss sich bereits in der Einschneidphase befindet. Folglich musste der Schönbach bereits den äußersten Talrand der kurz zuvor noch entstandenen höchsten Mainaufschüttung zerschneiden. Bei diesem Vorgang werden unter kaltzeitlichem Frost-Auftau-Wechsel die tonig-sandigen mainischen Auensedimente, die jetzt auf der Schulter des Schöntalbachschnittes liegen, zum sich gerade eintiefenden Bach hinabgleiten.

Die rekonstruierte Oberfläche des dezimierten Aurinnen- und Auensediments beträgt bei Zugabe von 2-3 m zur Höhe von 271 m ü. NN 273-274 m ü. NN bzw. grob 20 m über Mainspiegel.

Diskordanz 5

Sie lässt im Liegenden weithin die Fluviale Serie 4 bestehen, erodiert deren höheren Teil des Auenbodens und damit mehr oder weniger die Auensedimente. Diese werden später stark kryoturbat bis zu 1 m vertikaler Distanz verstellt (um Profilmeter 140). Die Diskordanz formt im Querschnitt zum Seitental (SE-Wand) den gewölbten Seitentalkegel nach. Sie sinkt im gesamten Schöntal-Längsschnitt (SW-Wand) mainwärts ab, ist also bereits auf einen stärker abgesenkten Main ausgerichtet.

Grundfeld-Flument 5

Kurzcharakteristik: Lehmige Seitentalschotter mit etwas Mainsand
Maximale aufgeschlossene Höhe: 272,02 m ü. NN. Bei 1-1,5 m Auen-
sedimentzugabe = 20 m ü. Mainspiegel von 253,5 m ü. NN
Tiefste aufgeschlossene Basis: 268,9 m ü. NN.
Erhaltener Bodentyp: Parabraunerde (Bt-Horizont)

Der Seitentalschotter zeigt wenig Mainsandanteil, dagegen meistens stark lehmige Matrix. Dort, wo im Liegenden feinsandig-siltiges Auensediment des Fluments 4 erhalten ist, wird dieses während der Ablagerung des Fluments 5 noch einmal stark kryoturbat durchbewegt. Die Durchbewegung wird aber noch während der Sedimentation an der Oberfläche wieder ausgeglichen, denn die Schotteroberfläche und der abschließende Boden des Fluments 5 ziehen eben über die Kryoturbationen hinweg (SW-Wand). Talwärts dünnt der Seitentalschotter ab m 130 stark aus, wo er auf den lehmigen Seitentalschotter-Körper des Fluments

4 stößt. Gelegentlich sind lehmige Auensedimentreste erhalten. Auf ihnen und im Schotter hat sich eine sehr kräftig ausgeprägte Schotter-Parabraunerde ausgebildet. In ihrem höchsten Teil sind die Kalksteingerölle vollständig aufgelöst. Es bleiben nur Eisensandstein und Limonit zurück (reiner Bt-Horizont im Profil m 245).

Das Flument 5 ist zum überwiegenden Anteil ein Seitental-Flument des Schöntalbaches.

Grundfeld-Einheit 6: Periglaziäre Lehmlage

Kurzcharakteristik: gelbbrauner bis brauner karbonatfreier Lehm

Maximale aufgeschlossene Höhe: 269,7 m ü. NN.

Tiefste aufgeschlossene Basis: 267,2 m ü. NN

Maximale Mächtigkeit: 0,23 m

Erhaltener Bodentyp: Parabraunerde-Braunerde (Btv-Horizont)

Am tieferen Hang der SW-Wand liegt über dem Flument 5 ein dünne sandige karbonatfreie Lehmauflage, die an zwei Stellen unter der Diskordanz 6 erhalten ist, bei m 15-40 und m 100-130. Sie ist durch eine Parabraunerde verbraunt. Es handelt sich um eine stark abtragsreduzierte Hang-Deckschicht (Decklehm), die sich mit ihrer gelbbraunen Farbe vom liegenden rötlich braunen Boden des Fluments 4 und bei m 125 auch des Fluments 5, und vom hangenden gelbraungrauen karbonathaltigen Löss deutlich absetzt.

Diskordanz 7

Sie hat vom Flument 5 Oberboden und Teile des Unterbodens ausgeräumt, am Unterhang die Lehmlage der Einheit 6 weitgehend abgetragen. Deutlich verstärkt sich ihre Neigung von Wandmeter 91 zum Maintal hin und zeigt damit ein etwas tiefer liegendes Mainniveau an.

Grundfeld-Einheit 7: Periglaziäre Serie

Kurzcharakteristik: Äolisch-solifluidale Deckschicht

Maximale aufgeschlossene Höhe: 272,47 m ü. NN

Tiefste aufgeschlossene Basis: 266,90 m ü. NN

Maximale Mächtigkeit: 1,32 m (Wandprofil m 0)

Erhaltener Bodentyp: Parabraunerde-Braunerde (Btv-Horizont)

Über den ganzen Hang legt sich eine feinkörnige, karbonatische Deckschicht. Sie ist generell siltig. Deckschichtcharakter und Korn verraten Lössinwehung. Dazu gesellt sich Feinsandgehalt, der im Allgemeinen

vom höheren Hang hangabwärts zunimmt. Gelegentlich ist etwas Mittelsand und wenig Geröll eingemischt. Sand und Geröll sind sicher aus dem Liegenden eingearbeitet. Das weist auf Bodenfließen hin, also die solifluidale Komponente.

Auf dieser periglaziären Deckschicht hat sich nacheiszeitlich ein Boden gebildet. Eine Bodencatena reicht vom höheren Hang zum tieferen mit folgenden Gliedern: Schwach entkalkte Pararendzina – entkalkte Pararendzina – Braunerde – Parabraunerde-Braunerde, entsprechend den Bodensymbolen Ap (schwach karbonatisch)/C – Ap (karbonatfrei)/C – Ap/Bv – Ap/Btv/Bv. Dabei können sich entkalkte Pararendzina und Braunerde in lateraler Position abwechseln. Im Wesentlichen kennzeichnet die Catena einen Bodenabtrag am Hang von oben nach unten und damit eine ruhigere Bodenentwicklung in tieferer Hangposition.

3. Diskussion der Befunde

3.1. Unvollständig entkalkte Main-Formation

Interessant ist, dass in der Main-Formation zu Füßen des Weißjura-Albrandes Weißjurakalksteingerölle der starken Entkalkung dieser Formation entgingen. Es stellt sich dabei die Frage, ob sie der Entkalkung auch entgangen wären, wenn die nachträgliche schützende jüngere nur teilentkalkte Bedeckung durch die Einheiten 2-7 nicht stattgefunden hätte. Sicherlich ist diese Überdeckung mit verantwortlich für die nicht vollständige Entkalkung der Main-Formation. Im unterfränkischen Maintal des Muschelkalks ist die Main-Formation sogar weitenteils karbonatisch (KURZ 1988), ebenfalls die Neckarsedimente von Mauer (SCHIRMER 1995: 519) Daher sind in beiden Talabschnitten auch reiche Faunen erhalten geblieben.

3.2. Erosionsterrasse auf der degradierten Main-Formation?

Im Albmain-Talzug liegt die Main-Formation nur durch ihren tieferen Teil erhalten vor (Abb. 8d). Die Erosionsfläche zwischen der Main-Formation und dem überlappenden Grundfeld-Gesamtflument ist eine außergewöhnliche Fläche, wie sie sonst kaum auftritt: eine Erosionsfläche in einem dezimierten älteren Schotter. Der Ausdruck Erosionsterrasse ist hier zu allgemein; er umfasst ja noch ganz andere Untergründe als einen ehemaligen Schotter. Degradationsterrasse (BURBANK & ANDERSON 2012: 32, BUCHER 1932) betont den Gegensatz zur Aggradationsterrasse: erst Aufbau, dann Abbau desselben Fluments. Aber dann sollte man Fluviale Degradationsterrasse verwenden, da der Begriff Degradationster-

rasse nicht auf Flusssedimente beschränkt ist (SCHIRMER 2020: 17, S1). Griffig ist der Begriff »cut-in-fill-terrace« (z. B. EASTERBROOK 1999: 127) (vgl. SCHIRMER 2020: S1); wollte man ihn verdeutschen, wäre das etwa »Flumenterosions-Terrasse«, also eine Erosionsterrasse innerhalb eines vorgegebenen Fluments. Jedenfalls kann man die Fläche genetisch als Fluviale Degradationsterrasse betrachten, da der seine eigene Aufschüttung erniedrigende Main die Fläche verlassen hat, um nebenan als Banzmain weiterzuleben.

Das wirft die Frage nach den Spuren des erodierenden Mains auf. Immerhin hat er, bezogen auf den Grundfelder Talquerschnitt 60% seiner Aufschüttung erodiert. Das ist die gute Hälfte. Danach sollte die Seitenbachverschüttung der Albbäche den Main nach Nordwesten abgedrängt haben.

Warum findet sich aber im Aufschluss Grundfeld-Straßacker auf dem Torso der Main-Formation keine Blocklage als Zeugnis der Erosion? Das wäre doch typisch für eine Fluviale Degradationsterrasse. Erosionsterrassen gibt es generell selten, da im fluvialen Zyklus der Hänge mit Einschneiden und Aufschütten bei Unterbrechen des Einschneidens immer eine Akkumulation hinterlassen wird. Solch eine Akkumulation kann ein geringmächtiges L-Flument sein, wie eines in Lettenreuth in der Einheit C vorhanden ist, oder eine geringe aufwachsende, aggradierende Aufschüttung. Zugegeben, das Lettenreuther Reihenflument C war nur auf kleine Strecke erhalten geblieben, und nur dort. Aus Oberwallenstadt oder anderen Aufschlüssen der Main-Formation entlang des Mains ist ein solches L-Flument bisher noch nicht bekannt. Das Fehlen mehrerer interglazialer L-Flumente zwischen den gestapelten glazialen Main-Formations-Flumenten ist natürlich darauf begründet, dass das folgende glaziale Flument ein Überlappflument war, das die obersten Flumentteile des überlappten Fluments erst einmal durch seine übergreifenden Fluten beseitigt hat. Meist fehlen daher den Stapelflumenten der Main-Formation die Auensedimente und der Auenboden. Oft sind nur noch tiefste Teile der Aurinnensedimente sichtbar, die wenigstens verraten, dass das zugehörige Flussbettsediment einigermaßen vollständig erhalten war.

Das erklärt jetzt auch, warum auf dem Torso der Main-Formation in Grundfeld keine Blockanreicherung als Reste der Ausräumung sichtbar ist. War eine solche vorhanden, so hebt sie sich entweder aus dem aufgewachsenen Schotter der Main-Formation nicht ab, oder sie ist – was wahrscheinlich ist – erodiert und zum Teil in die Basis der überlappenden Grundfeld-Flumente eingearbeitet worden.

Wie die Abb. 3 bis 5 zeigen, haben sich die Grundfeld-Flumente jeweils nacheinander in die Main-Formation eingeschnitten. Die heute sichtbare Erosionsfläche auf der Main-Formation ist also keine Degradationsterrasse mehr. Sie setzt sich aus Teilen der erodierenden Grundfeld-Flumente

zusammen. Das täuscht nicht darüber hinweg, dass einst eine Degradationsterrasse da gelegen haben muss, ehe sie vom Grundfeld-Flument und von Seitenbach-Flument weiter zerrinnt und überschüttet wurde.

Der Albmain hat demnach seine Degradationsterrasse verlassen. Sein Thalweg verschob sich nach Nordwesten, grub sich dort in die Schwarzwuraturone ein und schuf dabei sein neues Banzmain-Tal. Die nachfolgende Mainingeschichte spielt sich aber vorerst sowohl im Banzmain- als auch noch im Albmain-Tal ab. Der Banzmain überlappte nämlich noch einige Zeit die Degradationsterrasse des Albmain und gestaltete sie an der Basis seiner Überlappung völlig neu, so dass von der ihrer Oberfläche, also der Degradationsterrasse, nichts übrig blieb.

3.3. Fluviale Serie im Kleinformat

Das schmale Grundfeld-Flument 1 wirft die meisten Fragen auf. Es vereinigt in 20 Zentimetern mainisches geröllführendes Flussbettsediment, Auensediment und Auenboden. Es zeigt kräftige Kryoturbation im Auensediment und anschließende völlige Entkalkung und Verbraunung. Es dokumentiert also eine Kaltzeit-Warmzeit-Folge. Sie ist deutlich von der liegenden Main-Formation und vom karbonatischen Hangenden (Grundfeld-Flument 2) geschieden. Da sie erosiv in die Main-Formation eingesenkt ist, kann sie zeitlich nicht unmittelbar auf diese folgen. Sie ist vielmehr das erste erhaltene Zeugnis aktiver Umgestaltung der Degradationsterrasse auf der Main-Formation. Das Vorhandensein eines wenn auch dünnen Flussbett- und Auensediments plus Auenboden und Kaltzeitzeugen verlangt nach einem zugehörigen mächtigeren Schotter. Dieser kann nur im Banzmain-Tal gelegen haben. Dort ist er aber von nachfolgender Mainaktivität wieder ausgeräumt worden (Abb. 8b+c) Es gibt aber mainaufwärts Ablagerungen im Grundfeld-Flument von rund 8 m starken mainkiesigen Flussbettsedimenten.

3.4. Bodenrudimente erlauben eine Auenboden-Rekonstruktion

Die Fluvialen Serien der Grundfeld-Flumente 2+3, 4 und 5 zeigen eine hervorragende Gemeinsamkeit, nämlich die Verwitterungsbildungen auf dem Seitentalschotter. Diese liefern überhaupt erst den Schlüssel zur Deutung des Aufschlusses Grundfeld-Straßäcker und zu den daraus knüpfbaren Folgerungen.

Die Verwitterung der zwei Flumente 4-5 mit Anteilen karbonatreicher Seitentalschotter erfolgt jeweils durch eine Parabraunerde mit typischen B-Horizonten. Die A-Horizonte, der humose Horizont Ah und der lessi-

vierte Horizont Al, sind so gut wie immer abgetragen – abgetragen in den Eiszeiten durch Bodenfließen und Abspülung.

- Die B-Horizonte haben folgendes Idealprofil von oben nach unten:
- Bt: Rotbrauner, geröllverarmter und kalksteinfreier Horizont
- Bt+C1: Geröllreicher, rötlich brauner oder brauner Horizont, der in Zapfen oder unregelmäßig in unverbraunten Schotter eingreift.
- Bv+C1: Brauner kalkhaltiger, geröllreicher Horizont
- C2: Gelber Kalksteinschotter
- C3: Hellgrauer, frischer Kalksteinschotter

Das Idealprofil zeigt im Bt-Horizont keine Kalksteinanteile, die also völlig aufgelöst wurden. Nur noch Nichtkarbonatgerölle sind anwesend, überwiegend Eisensandstein und daraus stammende Limonitkrustenabkömmlinge. Der Horizont ist sehr tonreich und hat typische Bt-Horizontmerkmale, wie Polyedergefüge mit rotbraunen Tonbelägen.

Alle tieferen B-Horizontteile sind karbonatisch oder teilweise karbonatisch, führen also wenigstens angewitterte oder frische Weißjurakalksteingerölle neben mengenmäßig zurücktretenden Eisensandstein- und Limonitgeröllen.

Der Bt+C1-Horizont zeigt Zapfen oder Zwickel von völlig entkalkten neben teilentkalkten Partien. Letztere enthalten kreidig angewitterte Kalksteingerölle. Der Horizont ist stets karbonatisch, stellenweise aber schwach karbonatisch (= brausen mit 10%iger HCl ist nur am Ohr zu hören, nicht zu sehen). Die Entkalkung ist noch im Fortschreiten begriffen oder in diesem Stadium konserviert worden. Er stellt den unteren Teil der Entkalkungsfront dar.

Der C2-Horizont ist hoch karbonatisch. Er zeigt sich als leicht gelblich bis gelbbraunlich verfärbten C-Horizont, der vermutlich durch die darüber freigesetzten Verwitterungslösungen verfärbt worden ist – eine Eigenschaft, die auch an reinen Sanden zu beobachten ist: im hochkalkhaltigen C-Horizont eingewaschene Braunanteile.

Der C3-Horizont ist hoch karbonatisch und unverfärbt hellgrau.

Die vier verwitterungsbeeinflussten Horizonte Bt bis C2 sind nach Abtragung der A-Horizonte (Ah und Al) ebenfalls mehr oder weniger erodiert worden. Bei Kenntnis obiger Horizontfolge lassen sich aber Rudimente solchen Bodens einmal überhaupt als Boden erkennen, zum andern lässt sich der Umfang der Abtragung annähernd rekonstruieren.

Ob die Grundfeld-Flummente 1 und 3 jemals ein vollständiges Parabraunerde-Profil hatten, lässt sich nicht entscheiden. Erhalten sind nur Bv-Horizonte.

Auf den Böden der Grundfeld-Flummente baut wesentlich die Deutung dieses Aufschlusses. Eine Parabraunerde gilt erfahrungsgemäß als In-

terglazialbildung. Gemäß obigem Bodenprofil der Parabraunerden auf Kalkschotter, kennzeichnen also die erodierten noch vorhandenen Teile der fossilen Böden der Flumente 4 und 5 Interglazialphasen im Eiszeitalter. Die Böden der Flumente 1 und 3 zeigen wenigstens Warmphasen an.

3.5. Klimastratigraphie aus Mischung der Main- und Seitentalsedimente

Die große Bedeutung dieses Aufschlusses sind die Übergänge von Seitentalschottern in Mainschotter, wie sie an der Südwestwand in den Flumenten 3 bis 5 sichtbar sind. Diese Verzahnung macht den Aufschluss so wertvoll, weil die Seitenbachkalkgehalte, wie oben dargelegt, die Bodenerkennung deutlich werden lassen. Damit liefern die Seitenbachsedimente die Klimastratigraphie im Wechsel von Kaltzeit zu Warmzeit, die Mainsedimente liefern die Flussstratigraphie nach Terrassengeschichte und Terrassenhöhen und geben ihr durch das Flusssystem größerregionale Bedeutung.

3.6. Rekonstruktion der ehemaligen Terrassenhöhen

Die Flumente 1, 3, 4 und 5 enden nach oben mit mainischen Auensedimenten, 1 bei Wandmeter 252-280, 3 bei Wandmeter 154-260, 4 bei Wandmeter 125-275 und 5 um Wandmeter 138 und 250. Die Höhen bedürfen natürlich der Ergänzung um den noch fehlenden, inzwischen erodierten Betrag. Damit aber vermögen diese Auensedimente die wahre Sedimentationshöhe des damaligen Mains anzuzeigen.

Die höchsten erschlossenen Sedimente sind in allen Fällen Aurinnensedimente. Die Abstände der Aurinnensohlen von der Aue schwanken bei eiszeitlichen Ablagerungen hier am Obermain zwischen 2 und 4 Metern. Diese Werte enthalten Anteile von rodungsbedingtem Auensediment.

Das Flument 1 endet mit Auensedimenten und Resten von Aurinnensedimenten heute bei 269,1 m ü. NN. Die tatsächliche ehemalige Aueroberfläche lag also zwischen 271 und 273 m ü. NN. Das sind 16-18-m über dem Mainspiegel, woraus sich im Mittel eine 17-m-Terrasse ergibt.

Das Flument 3 endet im Niveau ihrer überlieferten Aurinnensedimente wenigstens bei 268,0 Meter, höchstens bei 269,9 m über NN. Addiert man auf den tieferen Wert eine Auenhöhe von 4 m, auf den höheren 2 m, so gelangt man für die Fluviale Serie 4 zu einer einstigen Auenhöhe von 272 m; das sind 17 m über Mainspiegel. Es läge also eine 17-m-Terrasse vor. Sie liegt gleich hoch wie vorangehende die Terrasse der Fluvialen Serie 2.

Das Flument 4 endet heute bei 271 m ü. NN ebenfalls im Niveau der Aurinnensedimente. Ihre einstige Auenhöhe lässt sich also auf etwa 273 m ü. NN rekonstruieren; das sind 19-20 m über Mainspiegel. Im Mittel liegt eine 19-m-Terrasse vor. Die Mainterrasse der Fluviatilen Serie 4 greift also etwas über die der Fluviatilen Serien 1 und 3 über.

Flument 5 endet bei rund 272 m im Flussbettsediment, das von der nachfolgenden Erosion bereits dezimiert wurde. Eine vorsichtige Ergänzung käme auf etwa 273,5 m, i.e. 20 m über dem Mainspiegel.

Grob besehen liegen alle vier Flumente in einem Niveau um 17-20 m über dem Mainspiegel. Ihre Oberflächen bilden damit annähernd Reihenterrassen.

4. Fazit zum Sedimentaufbau

Die Wände der Kiesgrube Grundfeld-Straßäcker erschließen sowohl maintalbegleitende Mainsedimente als auch Seitenbachsedimente des Schöntalbaches: Letztere queren die Mainsedimente in rechtem Winkel und tiefen sich dabei mainwärts ein. Insgesamt sind fünf Flumente erhalten, darüber zwei Deckschichteinheiten.

Aus der Verzahnung der Mainsedimente und der Seitenbachsedimente des Schöntalbachs lässt sich Folgendes schließen:

Die Degradationsterrasse innerhalb der spät-altpleistozänen- bis früh-mittelpleistozänen Main-Formation wird von vier glazialen überlappenden Mainaufschüttungen flach, durch ihren obersten Teil gerade noch überspült und überdeckt (Flumente 1, 2+3, 4, 5) (Abb. 8). Deren Hauptschotterzüge lagen mainwärts vom Aufschluss gelegen im Bereich des heutigen Talgrundes (Abb. 8b). Alle vier überlappenden Flumentaufschüttungen liegen in ähnlichem Niveau, sind also ca. 17-20-m-Terrassen des Mains. Es handelt sich demnach bezüglich ihrer Textur um so genannte Reihenterrassen, Terrassen, deren Basis und Top in ähnlichem Niveau liegen. Zusätzlich zeigen diese Reihenterrassen leichte Stapelungstendenz. Die Auenoberfläche der jüngeren liegt also wenig höher als die der älteren.

Für die auf die Reihenterrassen folgenden beiden Deckschichten 6 und 7 liegen maintalwärts entsprechende glaziale Mainterrassen vor: Der Deckschicht 6 kann die Nassanger-Terrasse als tiefste Hangfuß-Terrasse entsprechen, die 5,5 m über dem Mainspiegel liegt. Der periglaziären Deckschicht 7 entsprechen die Reundorf- und die Schönbrunn-Terrasse, die ersten beiden aus der Reihe der drei letztglazialen Terrassen, 4,5 m und 3,5 m über dem Mainspiegel gelegen (SCHIRMER 1981: 108). An die Schönbrunn-Terrasse schließen sich mainwärts holozäne Auenterrassen an, die die spätglaziale Ebing-Terrasse ausgeräumt haben.

Die Maingeschichte dieses Aufschlusses zeigt deutlich, dass es im Talstück Lichtenfels–Staffelstein zwei Maintäler gibt (SCHIRMER 1981: 108) (Abb. 2 und Abb. 8): Ein altes zur Zeit der Main-Formation lag nahe dem Albrand (Albmain-Tal). Ein junges, dasjenige mit der heutigen Aue, das – vom Albrand weggeschoben – den Keuper- und Schwarzjura hang auf der rechten Mainseite untergräbt (Banzmain-Tal). Zwischen dem alten und dem jungen Maintal zieht stellenweise noch eine Posidonienschiefer-Rippe parallel durchs Tal, das beide Täler, das alte und das junge Maintal, trennt. Diese Schwarzjurarippe tritt inselhaft im Maintal auf, hier als Posidonia-Inseln benannt. Ursache dieser Talwanderung ist die vermehrte Schuttlieferung vom Albrand seit Aufschüttung der Main-Formation.

MIS	Grundfeld-Flumente		Main-Terrassen
1	Einheit 7	Bt auf Einheit 7	Sieben Holozänterrassen
2-4	Einheit 7	Löss	Reundorf-, Schönbrunn-, Ebing-Terrasse
5	Einheit 6	Bt auf Flument 6	fossile Parabraunerde auf der Nassanger-Terrasse (5m -Terrasse)
6		Lösslehm	Nassanger-Flument
7e-a	Flument 5	Bt auf Flument 5	Grundfeld-Terrasse (20 m-Terrasse)
		Mainsand+Seitentalschotter	
	Flument 4	Bt auf Flument 4	
		Mainschotter+Seitentalschotter	
	Flument 2+3	Bv auf Flument 3	
		Mainschotter+Seitentalschotter	
Flument 1	Bv auf Flument 1		
	Main-Auensediment+ Flussbett-sedimentreste von MIS 8		

Tabelle 1: Zuordnung der Schichten von Grundfeld-Straßäcker



Abb. 11: Eiskeil in der Kiesgrube Grundfeld-Teichäcker. Er greift aus den Deckschichten (Einheiten 6 und 7) der letzten beiden Glaziale in die rötlich verbraunte (Btv) viel ältere Main-Formation 1 m tief nach unten ein. Foto: W. SCHIRMER 12. 04.1968.

5. Alter der Ablagerungen (Tab. 1)

5.1. Datierung der Grundfeld-Terrasse durch die Deckschichten

Die beiden höchsten Einheiten in Grundfeld-Straßäcker 6 und 7 sind äolisch-soliflukative Sedimente. Zur Zeit dieser periglaziären Einheiten haben weder Seitenbach noch Main im Aufschlussbereich sedimentiert. Der Main blieb jetzt vollends auf das Banzmain-Tal beschränkt, der Schöntalbach war so tief eingeschnitten, dass er nicht mehr auf den Hang des Grubenbereichs übergriff. Die vorwiegend siltige Korngröße der Sedimente samt Deckschichtencharakter zeigt, dass es sich um dünne Lössdecken handelt. Die Einmischung von Sand, besonders Mittelsand, zeigt, dass Liegendmaterial der Flumente mit eingearbeitet ist. Das kann sowohl äolisch als auch durch Bodenfließen erfolgt sein; beides aber sind kaltzeitliche Prozesse des Periglazialraumes – daher periglaziäre Serien. Sie sollten den letzten beiden Kaltzeiten entsprechen. Ein weiteres Kaltzeitzeugnis für die Deckschichten zeigte die Grube Grundfeld-Teichäcker (Abb. 1 und Abb. 8d). Dort sind die Grundfeld-Sedimente bereits erodiert. Von den Deckschichten greift ein mächtiger Eiskeil in die Main-Formation hinein (Abb. 11).

5.2. Datierung der Grundfeld-Terrasse durch die nachfolgenden Terrassen

Unterhalb der Grundfeld-Terrasse folgen im Banzmain-Tal Flussterrassen zweier Glaziale: Die vorletztglaziale Nassanger-Terrasse endet mit einer fossilen Bodenbildung, die dem letzten Interglazial-Komplex (Rhein-Interglazial-Komplex, Marines Isotopen-Stadium 5 = MIS 5) mit dem Eem-Interglazial (MIS 5e) zugeschrieben werden kann (Kasten: 8d). Ihr entspricht die periglaziale Einheit 6 in Grundfeld-Straßacker.

Die noch tiefer liegenden drei Niederterrassen (NT 1-3), die Reundorf-, Schönbrunn- und Ebing-Terrasse verkörpern zusammen die letzte Eiszeit (Würm) (SCHIRMER 1981: 202). Ihnen entspricht die periglaziäre Einheit 7 in Grundfeld-Straßacker.

Damit wäre die Grundfeld-Terrasse mindestens in die drittletzte Kaltzeit vor heute einzustufen (MIS 8). Ihr abschließender kräftiger Boden auf dem Grundfeld-Flument 5 gehörte dann in die Interglazialgruppe des MIS 7.

5.3. Alter der einzelnen Grundfeld-Flumente

Die älteren Grundfeld-Flumente 1, 2+3, und 4 werden ebenfalls von einem warmzeitlichen Boden beschlossen. Würde man die MIS-Zählung von oben nach unten nach kalt-warm entsprechend weiter führen, käme man bei dem Flument 1 zu MIS 14. Das würde bedeuten, dass der Main schon überaus lange ein sehr tiefes Erosionsniveau im Tal erreicht hätte, was aber aus anderen Talabschnitten nicht bekannt ist. Zudem wird die Main-Formation in den Abschnitt der Cromer-Warmzeiten gestellt, ist in ihren höheren Teilen normal magnetisiert und sollte einige Warm-Kaltzeit-Phasen umfassen, die mit MIS 15 oder 13 enden sollten (vgl. SCHIRMER 2007a). Läge aber das fluviale MIS 14 bereits am Hangfuß, blieb für die Hangterrassen des Mains kaum mehr zeitlicher Spielraum.

Normalerweise konnte man kaltzeitliche Flussterrassen/Flumente aus der Hangterrassengruppe (Mittelpleistozän) immer einem eigenständigen Glazial zuordnen. Allein aber aus der späten Phase der letzten Kaltzeit liegen drei Terrassen ähnlicher Höhe nebeneinander: die Reundorf-, Schönbrunn- und Ebing-Terrasse. Sie sind nicht durch Parabraunerden getrennt. Sie untergliedern die letzte Kaltzeit mit drei eigenständigen Flumenten.

Die bekannten jüngeren Interglaziale wenigstens seit MIS 21–MIS 5 liegen sämtlich als Interglazial-Komplexe vor mit mehreren Interglazial-Peaks und zwischengeschalteten kalten Breviglazialen. Das betrifft den Interglazial-Komplex MIS 7 in besonderem Maße (e.g. SARTORI 2000,

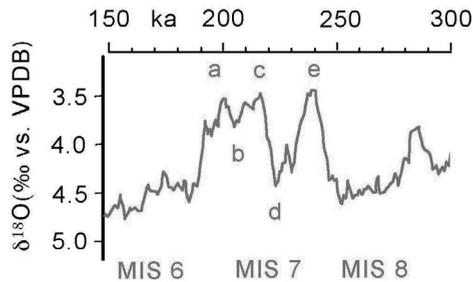


Abb. 12: MIS 7 Interglazial-Komplex mit drei Interglazial-Gipfeln (7a, 7c and 7e). LR05-Kurve nach LISIECKI & Raymo (2005) umgezeichnet nach RAILSBACK et al. (2015). VPDB = Vienna PeeDee Belemnite.

LISIECKI et al. 2005, JOUZEL et al. (2007), PIVA et al. 2008, BUGGLE et al. 2011, 2013, VOELKER et al. 2011, RAILSBACK et al. 2015, SCHIRMER 2017, CHOUDHURY et al. 2020). In Eiskernen und Tiefseebohrungen ist dieser Interglazialkomplex durch drei kräftigere Wärmespitzen charakterisiert: MIS 7a, 7c und 7e (Abb. 12). Dazwischen liegen die beiden Breviglaziale 7b und 7d. Die relativ kurzen Kaltphasen innerhalb der Interglazialkomplexe werden als Breviglaziale bezeichnet (SCHIRMER 1999: 95).

Ein Beispiel für einen breviglazialen Terrassenkörper ist in der Ebing-Terrasse der Jüngerer Dryas verwirklicht. Nach Erwärmung des Allerödzeit kam es zu einem ca. 1000-jährigen Kälterückschlag mit Tundrenklima und einer auf der Nordhalbkugel weitverbreiteten Aufschotterung. Diese erfolgte als Reihenterrasse angegliedert an die kräftigeren Würmterrassen, dazu meist in die nächst ältere Schönbrunn-Terrasse eingeschachtelt.

Auf ähnliche Weise könnten die drei Grundfeld-Flummente 2/3, 4 und 5 an das vorangehende Grundfeld-Flument 1 ange koppelt sein.

Am Niederrhein beinhaltet der MIS 7-Warmzeitkomplex als Erft-Solkomplex (SCHIRMER 2002: 7) vier Warmzeitphasen getrennt durch breviglaziale Lössse von je 1-1,5 m Dicke (SCHIRMER 2017: Abb. 2). Es bietet sich an, die vier Böden der Grundfeld-Sedimente als Ganzes den vier Böden der rheinischen Lössse zuzuordnen. Unklar ist dann die Zuordnung zu den drei Wärmegipfeln der orbitalen Klimagliederung (Abb. 12). Es stehen hier terrestrische Klimamerkmale den marinen und glazigenen gegenüber. Terrestrisches inclusive lakustrisches Klima kann Merkmale hervorrufen, die lokal wirksam sind, übergeordnet aber nicht in Erscheinung treten. Das zeigen zum Beispiel die ähnlich reichgliedrigen Lössprofile Houzhuang im nördlichen Zentralchina (SARTORI 2000: 149) oder aus dem Balkan (BUGGLE et al. 2011, 2013, FITZSIMMONS et al. 2012, ZEEDEEN et al. 2018) oder das See-Profil Ohrid in Nord-Mazedonien/Al-

banien (WAGNER et al. 2019). Es ist schon interessant genug, dass im MIS 7 im Niederrhein-Löss wie in Grundfeld dieselbe Anzahl an kurzzeitigen kaltzeitlichen Straten und dazwischen interglazialtypischen Böden auftritt.

6. Ergebnis

6.1. Einordnung der Grundfeld-Terrasse in das Flumentgebäude des Maintals

Der Grundfeld-Terrasse mit ihren bislang vier Flumenten kommt eine Schlüsselposition im Lichtenfelser Mainraum zu:

Im Talabschnitt unterhalb der Lichtenfelser Enge steht sie zeitlich im Übergang vom Albmain-Tal zum Banzmain-Tal. Das Albmain-Tal hat dort ein konstantes Pelma-Niveau von 254 m. Es liegt damit flussabwärts gerichtet erst etwas unter, dann im, dann etwas über dem Mainspiegel, der sich talab absenkt (SCHIRMER 2019a). Im Banzmain-Tal ist die Eintiefung des Grundfeld-Fluments 3-5 m geringer als die folgende Aufhöhung um 8 m. Folglich lappen die obersten Teile der Grundfeld-Flumente noch über das erodierte Albmain-Tal hinüber (Abb. 8b).

Dass alle vier erschließbaren Grundfeld-Flumente in dichtem Abstand ins Albmain-Tal hinein überlappen, zeigt, dass in diesem ganzen Zeitraum fluviales Gleichgewicht entlang eines großen Main-Abschnittes herrschte. Sie liegen gleichsam als Reihenterrassen nebeneinander.

Eines ist für die zeitliche Interpretation der Grundfeld-Flumente sicher: Sie bedeuten für die Talgeschichte des Mittelgebirgsraumes, dass spätestens vor Beginn der drittletzten Kaltzeit (ca. 280 000 Jahre vor heute) der Main mit ca. 13 Metern über dem rezenten Pelma die Nähe des heutigen Talgrundes erreicht hat. Von dort aggradiert der Main dann ein 8 m hohes Flument zu einer 20 m-Terrasse über dem heutigen Mainspiegel, die am Ende einen vielgliedrigen Reihenterrassenkörper beinhaltet. Im Falle Grundfeld lagern vier kaltzeitliche Reihenflumente etwa in gleichem Niveau und sind jeweils durch warmzeitliche Ruhephasen in Form von Bt- oder Bv-Horizonten getrennt. Das bedeutet für den Gang der gesamten Terrassentreppe seit der Main-Formation, dass im Zeitraum des MIS 9 bis MIS 7 (ca. 300-190 ka BP) der Mainlauf insgesamt eine Gleichgewichtslage erreicht hat. Diese lässt wohl kaltzeitliche Aufschüttung und beim anschließenden Klimawechsel eine gewisse Eintiefung zu, spielt sich aber in etwa demselben Niveau ab (Reihenterrassen-Prinzip). Es entsteht also keine Sedimentstapelung oder Erosionsvertiefung, die vom fluvialen Großraum her gesteuert würde. Eine deutliche Formung der Terrassentreppe des Mains gab es erst wieder durch Eintiefung vor der Bildung des nachfolgenden Nassanger-Fluments.

Das grundsätzliche Überlappen der Grundfeld-Flumente, das die hier beschriebenen Ergebnisse überhaupt ermöglicht hat, ist nicht auf eine Stapelungstendenz zurückzuführen, sondern auf den Abbruch der Zertalung des Albmain-Tals und die seitliche Verschiebung des mainischen Thalwegs Richtung Nordwesten unter Bildung des Banzmain-Tals. In dieses neue Tal hat sich aber die Prä-Grundfeld-Erosion erst gering eingeschnitten, zu gering, um die nachfolgende Aufschüttung noch komplett einfüllen zu können. Darum lief die Erosionsform oben über und erzeugte die Überlapp-Flumente auf die Main-Formation in Grundfeld-Straßacker.

6.2. Zyklische Flumentbildung und Talverlagerung im mittelpleistozänen Hangterrassenbereich

Eine Mainterrasse, die der Kaltzeit MIS 10 zugeordnet werden könnte, also höher liegen müsste als die Grundfeld-Terrasse (MIS 8), könnte die Schney-Terrasse sein (Abb. 8a), deren Pelma bei Lichtenfels 22 m über dem Mainspiegel liegt, und die vielleicht eine 25-30 m-Terrasse darstellt. Die Zertalung der Main-Formation ging in jedem Falle zyklisch mit Einschneiden und Aufschütten vor sich, bis sie mit dem Grundfeld-Flument schließlich in einer Gleichgewichtslage (v. WISSMANN 1951, BULL 1991) innehielt. Die Zerschneidung der Main-Formation wie auch diejenige vor der Main-Formation und die Aufschüttung der Main-Formation zwischen den beiden Zerschneidungen sind von Bewegungen des Oberrheingrabens (Abb. 1) relativ zur Landhebung Süddeutschlands gesteuert (vgl. SCHIRMER 2019a: 54 und 2020: 7).

Die Aggradation der Grundfeld-Terrasse fällt nach Terrassen- und Deckschichtenfolge ins MIS 8, und verklingt mit nachfolgender dreifacher Aufschüttung und Bodenbildung im MIS 7. Frühestens nach der letzten mainischen Aufschüttung, dem Grundfeld-Flument 5, begann die neue Erosion. Das war also in der letzten breviglazialen Phase des MIS 7, vermutlich im MIS 7a oder am Beginn der interglazialen Phase MIS 7a – ein wesentlicher Hinweis zur Frage nach dem Erosionszeitpunkt im pleistozänen Klimazyklus. Mit dieser Tiefenerosion kurz vor oder während MIS 7a – um 190.000 BP – endet, lokal betrachtet, dann auch die fluviale Zeit des Albmain-Tals und wird das Pelma der Grundfeld-Terrasse noch einmal tiefer gelegt hin zum neuen und tieferen Pelma des Nassanger-Fluments.

Die lang anhaltende Gleichgewichtslage um die Zeit der Bildung der Grundfeld-Terrasse ist mit beteiligt an der Verschiebung des Thalwegs, also der Bildung des neuen Tals. Gleichgewichtslagen im Tal fördern grundsätzlich die Seitenerosion.

Was die zyklische Flumentbildung betrifft, so liefert die Lokalität Grundfeld den Hinweis, dass in diesem Fall die wesentliche Tiefenerosion im Zyklus Erosion–Akkumulation der Hangterrassen nach dem Grundfeld-Flument im MIS 8+7 am Ende des MIS 7 oder Anfang des MIS 6 stattfand, also nicht am Glazial-Interglazial-Wechsel – das wäre zwischen MIS 8 und 7, oder auf den Grundfelder Aufschluss bezogen um das Grundfeld-Flument 1. Vielmehr findet in diesem Fallbeispiel die Erosion am Interglazial-Glazial-Wechsel statt, also um die letzte Warmzeitphase (7a) des Interglazialkomplexes.

7. Dank

Herzlicher Dank geht an Ernst Krömer für die Besorgung der Hillshade-Unterlage in Abb. 2, Ulrich Hambach für MIS 7-Literatur, und meiner Frau Ursula Schirmer für die Vermessung der Grube Straßäcker mit dem Theodolit.

Literatur

- BUCHER, W.H. (1932): »Strath« as a geomorphic term. – *Science*, **75**: 130-131.
- BUGGLE, B., GLASER, B., HAMBACH, U., GERASIMENKO, N & MARKOVIĆ, S. (2011): An evaluation of geochemical weathering indices in loess–paleosol studies. – *Quaternary International*, **240**: 12-21.
- BUGGLE, B., HAMBACH, U., MÜLLER, K., ZÖLLER, L., MARKOVIĆ, S. & GLASER, B. (2014): Iron mineralogical proxies and Quaternary climate change in SE-European loess–paleosol sequences. – *Catena*, **117**: 4-22. doi.org/10.1016/j.catena.2013.06.012
- BULL, W.B. (1991): *Geomorphic Responses to Climate Change*. – 326 p. Oxford University Press, Oxford, UK.
- BURBANK, D.W. & ANDERSON, R.S. (2012) *Tectonic Geomorphology*. – 454 p., Hoboken, NJ, USA (Wiley-Blackwell).
- CHOU DHURY, D., TIMMERMANN, A., SCHLOESSER, F., HEINEMANN, M. & POLLARD, D. (2020): Simulating Marine Isotope Stage 7 with a coupled climate-ice sheet model. – *Climate of the Past*, **16**: 2183-2201.
- EASTERBROOK, D.J. (1999): *Surface processes and landforms*. – 2. ed., 546 p., Upper Saddle River, New Jersey (Prentice-Hall).
- FITZSIMMONS, K.E., MARKOVIĆ, S.B. & HAMBACH, U. (2012): Pleistocene environmental dynamics recorded in the loess of the middle and lower Danube basin. – *Quaternary Science Reviews*, **41**: 104-118. doi:10.1016/j.quascirev.2012.03.002
- JOUZEL J., MASSON-DELMOTTE V., CATTANI O., DREYFUS G., FALOURD S., HOFFMANN G., MINSTER B., NOUET J., BARNOLA J.M., CHAPPELLAZ J., FISCHER H., GALLET J.C., JOHNSEN S., LEUENBERGER M., LOULERGUE L., LÜTHI D., OERTER H., PARRENIN F., RAISBECK G., RAYNAUD D., SCHILT A., SCHWANDER J., SELMO E., SOUCHEZ R., SPAHNI R., STAUFFER B., STEFFENSEN J.P., STENNI B., STOCKER T.F., TISON J.L., WERNER M., WOLFF E.W. (2007): Orbital and millennial Antarctic climate variability over the past 800,000 years. – *Science* **317**, 793-797. doi:10.1126/science.1141038

- KÖRBER, H. (1962): Die Entwicklung des Maintals. – Würzburger geographische Arbeiten, **10**: 170 S., 3 Krt, 1 Profil; Würzburg.
- KURZ, R. W. (1988): Untersuchungen zur ältest- bis mitteleozänen Terrassen- und Sedimententwicklung im Mittelmaintal. – Würzburger geographische Arbeiten, **72**: 239 S.
- LISIECKI, L.E., & RAYMO, M.E. (2005): A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$. – *Paleoceanography*, **20**, PA 1003.
- PIVA, A., ASIOLI, A., ANDERSEN, N., GRIMALT, J.O., SCHNEIDER, R.R. & TRINCARDI, F. (2008): Climatic cycles as expressed in sediments of the PROMESS1 borehole PRAD1-2, central Adriatic, for the last 370 ka: 2. Paleoenvironmental evolution. – *Geochemistry, Geophysics, Geosystem.* – **9** (3); Q03R02, doi:10.1029/2007GC001785.
- RAILSBACK, L. B., GIBBARD, P. L., HEAD, M. J., VOARINTSOA, N. R. G., AND TOUCANNE, S. (2015): An optimized scheme of lettered marine isotope substages for the last 1.0 million years, and the climatostratigraphic nature of isotope stages and substages. – *Quaternary Science Reviews*, **111**: 94-106.
- SARTORI, M. (2000): The Quaternary climate in loess sediments. Evidence from rock and mineral magnetic and geochemical analysis. – Diss. ETH No. 13570.
- SCHIRMER, W. (1981): Abflußverhalten des Mains im Jungquartär. – Sonderveröffentlichungen des Geologischen Instituts der Universität zu Köln, **41**: 197-208; Köln.
- SCHIRMER, W. (1983): Die Talentwicklung an Main und Regnitz seit dem Hochwürm. – *Geologisches Jahrbuch*, **A 71**: 11-43; Hannover.
- SCHIRMER, W. (1995): The Oberrheingraben and its borders. – In: SCHIRMER, W. [ed.]: *Quaternary field trips in Central Europe*, **1**: 511-520; München (Pfeil).
- SCHIRMER, W. (2002): Definitionen der Lössstraten, die sich in Rheindahlen beteiligen. – In: SCHIRMER, W. [Hrsg.]: *Lösse und Böden in Rheindahlen*. – *GeoArchaeoRhein*, **5**: 7-12.
- SCHIRMER, W. (2007a): Entstehung der Flusslandschaften als Lebensraum des frühen Menschen im süddeutschen Schichtstufenland. – In: Wagner, G. A., Rieder, H., Zöller, L. & Mick, E. [Hrsg.]: *Homo heidelbergensis*. Schlüsselfund der Menschheitsgeschichte: 308-319, 342-360 (Gesamtliteratur); Stuttgart (Theiss).
- SCHIRMER, W. (2007b): Geschichte und Bau des Maintals am Beispiel des Obermains. – *Bayreuther geogr. Arb.*, **28**: 102-119; Bayreuth.
- SCHIRMER, W. (2017): Paläoböden der Lössgebiete Nordwestdeutschlands. – *Handbuch der Bodenkunde*, **43**. Ergänzungs-Lieferung, 02/17, 4.5.3.3.5: 1-22.
- SCHIRMER, W. (2019a): Die Main-Formation am Obermain mit neotektonischen Versätzen. – *Geologische Blätter für Nordostbayern*, **69**: 137-163.
- SCHIRMER, W. (2019b): Pelma erosion and climate. – *Erlanger Beiträge zur Petrographischen Mineralogie*, **29**: 67-74.
- SCHIRMER, W. (2020): Edifice of fluvial terrace flights, stacks and rows. – *Geosciences*, **10** (12), 501; doi:10.3390/geosciences10120501.
- VOELKER, A. H. L. & DE ABREU, L. (2011): A review of abrupt climate change events in the northeastern Atlantic Ocean (Iberian margin): Latitudinal, Longitudinal, and Vertical Gradients. – *Geophysical Monograph Series*, **193**: 15-37.
- WAGNER, B., VOGEL, H., FRANCKE, A., FRIEDRICH, T., DONDERS, T., LACEY, J. H., ... & ZHANG, X. (2019): Mediterranean winter rainfall in phase with African monsoons during the past 1.36 million years. – *Nature*, **573**(7773): 256-260.
-

WISSMANN, H. VON (1951): Über seitliche Erosion. – Colloquium Geographicum, **1**: 71 S., Bonn.

ZEEDEN, C., HAMBACH, U., OBREHT, I., HAO, Q., ABELS, H.A., VERES, D., LEHMKUHL, F., GAVRILOV, M.B. & MARKOVIĆ, S.B. (2018): Patterns and timing of loess-paleosol transitions in Eurasia: Constraints for paleoclimate studies. – Global and Planetary Change, **162**: 1-7. doi.org/10.1016/j.gloplacha.2017.12.021.

Anhang

Profilbeschreibungen

Die Grube erschließt sechs Fluviale Serien oder Teile von solchen. Die tiefste ist ein erodierter Sockel der Main-Formation (SCHIRMER 2007a, 2019a, 2020). Auf ihm liegen fünf Flumente, Grundfeld-Flument 1-5 benannt. Den oberen Abschluss bis zur Oberfläche bilden zwei periglaziale Einheiten (6 und 7)

Jedes der Flumente beginnt mit einer Basis-Diskordanz gleicher Nummer wie das Flument. Über der Diskordanz 1 folgen also Horizonte und Schichten des Grundfeld-Fluments 1.

Abkürzungen, alphabetisch geordnet: ' = schwach ..., " = sehr schwach ..., st = steinführend, fki = feinkiesig, fs = feinsandig, GK_i = Grobkies, h = humos, k = karbonatisch, L = Lehm, l = lehmig, (M) = Mainsediment, MK_i = Mittelkies, mki = mittelkiesig, MS = Mittelsand, ms = mittelsandig, (SS) = Seitenbachschotter, t = tonig, u = siltig.

Grundfeld-Straßacker, Profil **Wandmeter 0**, R 4431024, H 5554861 (Abb. 5)

Geländeoberfläche Acker 268,22 m NN.

		<i>Grundfeld-Einheit 7</i>
Apx	30	L, fs, u, ms', f–mki', dunkelgraubraun, h, karbonatfrei, stark von Wurmgingen durchzogen
Btvx	31	L, fs, nach oben u, mki" (M), gelbgraubraun, Polyedergefüge mit sehr schwachen graubraunen Tonbelägen auf Gefügekörpern, karbonatfrei, von zahlreichen vertikalen Wurmgingen durchzogen
IIBtvx	35	L, ms, fs, mki" (M), graubraun, Polyedergefüge mit sehr schwachen graubraunen Tonbelägen auf Gefügekörpern, karbonatfrei, von vertikalen Wurmgingen durchzogen
Bv	25	L, fs, stark ms, gs", mki" (M), braun, karbonatfrei, Subpolyedergefüge
SwBv	11	L, fs, stark ms, gs", mki" (M), hellgraubraun, karbonatfrei
- - - - - <i>Diskordanz 7</i>		
		<i>Grundfeld-Flument 4</i>
fSdBv	13	M–GK _i , ms, schwach rötlich braun mit grauen Partien, karbonatfrei. Mainschotter mit wenig Eisensandsteinanteil (SS)
- - - - - <i>Diskordanz 4</i>		
		<i>Main-Formation</i>

fBt	>140	M-GKi, st (M), ms-gs, rötlich braun, Gerölle mit rötlich braunen Tonbelägen umkleidet, karbonatfrei
-----	------	---

Grundfeld-Straßäcker, Profil **Wandmeter 30**

Geländeoberfläche Acker 268,26 m NN

		<i>Grundfeld-Einheit 7</i>
Ap	30	L, fs, dunkelgraubraun, h, karbonatfrei
C	30	L, u, fs', gelbgraubraun, k
----- <i>Diskordanz 7</i>		
		<i>Grundfeld-Einheit 6</i>
fBtvx	10	L, ms, braun, Subpolyedergefüge mit schwach rötlich braunen Tonbelägen, karbonatfrei
----- <i>Diskordanz 6</i>		
		<i>Grundfeld-Flument 4</i>
fBt	15	L, fs, ms', rötlich braun, Polyedergefüge mit rotbraunen Tonbelägen, karbonatfrei
Bt	15	L, ms, schwach rötlich braun, Polyedergefüge mit rotbraunen Tonbelägen, karbonatfrei, Mainschotter + Eisensandsteingerölle (SS)
Bv+C	17	M-GKi, m-gs, stark lehmig, schwach rötlich braun, Main- und Seitenbachschotter etwa hälftig, karbonatfrei bis k
----- <i>Diskordanz 4</i>		
		<i>Grundfeld-Flument 3</i>
fGrBv(?t)	20	L, u, fs', mki (M), braungelbgrau, karbonatfrei, Gerölle zumeist vertikal bis schräg gegen den Hang geneigt, dunkelbraun ausgekleidete Hohlräume aufgelöster Gerölle (vermutlich Weißjurakarbonatgestein)
----- <i>Diskordanz 3</i>		
		<i>Main-Formation</i>
fBt	105	M-GKi, m-gs, stark f-mki, rötlich braun, obere 20 cm rotbraun
Bt	>85	M-GKi, st', m-gs, mit wenigen bis 10 cm starken gs' MS-Lagen, rötlich braun

Grundfeld-Straßäcker, Profil **Wandmeter 120**

Geländeoberfläche Acker 270,02 m NN

		<i>Grundfeld-Einheit 7</i>
Ap	30	L, fs, dunkelgraubraun, h, karbonatfrei

Bv	21	L, fs, u, gelbgraubraun, karbonatfrei
----- Diskordanz 7		
		<i>Grundfeld-Einheit 6</i>
fBv	23	L, f-ms, gelbbraun, karbonatfrei
----- Diskordanz 6		
		<i>Grundfeld-Flument 4</i>
fBt	15	L, u, rötlich braun, Polyedergefüge mit rotbraunen Tonbelägen, karbonatfrei
Bt+C1	20	M-GKi (SS), stark l, k, mit rötlich braunen, entkalkten lehmigen Verwitterungstaschen
C2	100	M-GKi (SS, im Wesentlichen Weißjurakalkstein, kantengerundet), stark l, gelbbraun, k
----- Diskordanz 4		
		<i>Grundfeld-Flument 3</i>
fGr	13	L, fs-u, grünlich grau, k
C	20	MS (M), oben ki" (sehr wenige stark angelöste Weißjurakalksteine), gelbbraun, k
C	20	M-GKi, (Mainschotter mit sehr wenig Weißjurakalkstein), st" (paläozoischer Sandstein) ms, gelbbraun, k
----- Diskordanz 3 (267,4 m NN)		
		<i>Main-Formation</i>
fBt		rötlich brauner Mainschotter, karbonatfrei

Grundfeld-Straßacker, Profil **Wandmeter 230** (Abb. 4 und 5)

Geländeoberfläche Acker 272,47 m NN

		<i>Grundfeld-Einheit 7</i>
Ap	30	L, u, fs, ,ki", dunkelbraungrau, h, k'
C	15	L, u, fs, gelbgraubraun, k'
----- Diskordanz 7		
		<i>Grundfeld-Flument 5</i>
fBt	25	L, stark tonig, ms', m-gki, st' (SS, nur Eisensandstein), rötlich dunkelbraun, polyedrisches Gefüge mit glänzenden dunkelbraunen Tonbelägen, karbonatfrei
Bt+C	25	M-GKi (SS), fs, l (SS), rötlich braun, k'
C	80	M-GKi (SS), Weißjurakalksteinblöcke bei Wandmeter 180 bis 25 cm Ø, ms, l, braun, k

----- Diskordanz 5		
		<i>Grundfeld-Flument 4</i>
fBv(Ah)Gr	5	L, t, u, fs, grünlichgrau mit kleinen dunkelbraunen Humusfetzen, karbonatfrei
Bt	15	L, fs, u, braun, Polyedergefüge mit rotbraunen Tonbelägen, karbonatfrei
Bv	15	MS, ki' (SS), braun, k'
Bv+C	20	M-GKi, st (SS), braun, k
C	21	M-GKi, st (SS), hellgrau, basal Weißjura-Kalksteine bis 20 cm Ø, k
----- Diskordanz 4		
		<i>Grundfeld-Flument 3</i>
fBv	25	MS, hellgraubraun, feingeschichtet, karbonatfrei
Bv+C1	16	M-GKi (SS), ms (M), l, braun, k
C2	60	M-GKi, st (SS), ms (M), braungelb, k
----- Diskordanz 3		
		<i>Main-Formation</i>
fBv+C	60	M-GKi, m-gs (M), rötlich braun, einzelne Weißjurakalkstein-Gerölle, k'
Bv		M-GKi, m-gs (M), rötlich braun, karbonatfrei

Grundfeld-Straßacker, Profil **Wandmeter 245** (Abb. 4). Dazu auch Fotos Abb. 9 und 10.
Geländeoberfläche Acker 272,46 m ü. NN

		<i>Grundfeld-Einheit 7</i>
Ap	30	L, u, fs, ,ki", dunkelbraungrau, h, k'
MB+C	10	L, u, fs, graubraun, k'-k"
----- Diskordanz 7		
		<i>Grundfeld-Flument 5</i>
fSwdBt	15	L, u, fs, graubraun, dunkelbraune Tonhäute auf subpolyedrischen Gefügeflächen, karbonatfrei, Eisen-Mangan-Konkretionen, vertikale rostgesäumte Bleichbahnen, Wurmröhren
Bt	15	L, stark tonig, ms, m-gki, st' (SS, nur Eisensandstein), rötlich dunkelbraun, polyedrisches Gefüge mit glänzenden dunkelbraunen Tonbelägen, karbonatfrei
Bt+C1	20	M-GKi (SS), fs, l (SS), rötlich braun, k'
C2	10	MS, ki", braun, k

C3	50	M-GKi, stark st, ms, gelbbraun, k
----- Diskordanz 5		
		<i>Grundfeld-Flument 4</i>
fBv(Ah)Gr	10	L, t, u, braungrau, mit schwarzbraunen humosen Fetzen, karbonatfrei, nur stellenweise erhalten
CGr	15	L, fs, u, grüngrau, k, ins Liegende bis 30 cm tief tropfenbodenartig eingesunken
Bv+C	35	MS, L, ms und L, fs, braun, k, mit dem Liegenden stark, mit dem Hangenden schwach verwürgt, in sich sehr stark verwürgt
Bv+C	20	M-GKi (SS), stark ms (M), braun, k, stark mit Hangendem und Liegenden verwürgt, Amplitude bis 70 cm
C	33	M-GKi (SS), ms (M), hellbraungrau, k, Gerölle kantengerundet
----- Diskordanz 4		
		<i>Grundfeld-Flument 3</i>
Bv+C1	10	MS, braun, l, k, und L, fs, hellgrünlichgrau, k, diapirartig bis 30 cm aufsteigend
Bv+C1	10	M-GKi (SS), ms (M), l, braun, k
C2	60	M-GKi (SS), ms, gs' (M), gelbbraun, k, Gerölle kantengerundet, Belemniten
----- Diskordanz 3		
		<i>Grundfeld-Flument 2</i>
C1	5	MS, l', hellbraun, k, gut geschichtet
C2	15	M-GKi (SS), ms, hellbraungrau, k
----- Diskordanz 2		
		<i>Main-Formation</i>
fBv		GKi, m-gs, Gerölle gut gerundet (M), rötlich braun, karbonatfrei.

Grundfeld-Straßäcker, Profil **Wandmeter 271,5**

Geländeoberfläche: Acker 272,32 m ü. NN

		<i>Grundfeld-Einheit 7</i>
Ap	30	L, u, fs, gs', dunkelbraungrau, h, k'
C	10	L, u, fs, ms', gelbbraun, k'
----- Diskordanz 7		
		<i>Grundfeld-Flument 5</i>
fBt	20	L, ms, t, dunkelbraun, m-gki (Eisensandstein), karbonatfrei, Polyedergefüge mit glänzenden dunkelbraunen Tonbelägen. Untergrenze sehr undulierend

Bt+C1	20	M-GKi (SS), fs, l (SS), dunkelbraun, k', Gerölle kantengerundet bis eckig
C2	50	M-GKi (SS), fs, l (SS), gelbbraun, k', Gerölle kantengerundet bis eckig
C3	20	M-GKi (SS), stark ms (M), hellgelbbraun, k, Gerölle kantengerundet bis eckig
----- Diskordanz 5		
		<i>Grundfeld-Flument 4</i>
fBv1	10	MS-FS (M), hellgelbbraun, k'-k (?sekundär von oben)
Bv2	10	MS (M), braun, karbonatfrei
Bt+C	40	M-GKi (SS), ms (M), l, braun, k, ganz oben lokal Schotterpartien von tonigem karbonatfreiem rötlich braunem Lehm verkittet (Bt)
----- Diskordanz 4		
		<i>Grundfeld-Flument 3</i>
C	5	MS (M), mki' (SS), hellbraungrau, k
IIC	60	M-GKi, st'' (SS), ms (M), graubraun, l'', k
----- Diskordanz 3		
		<i>Grundfeld-Flument 2</i>
fC	20	MS (M), f-mki-streifig (SS), hellbraungrau, k, Übergang nach unten
IIC	30	M-GKi (SS), ms (M), hellbraungrau, k, Gerölle kantengerundet,
----- Diskordanz 2		
		<i>Grundfeld-Flument 1</i>
fGrBv	20	MS, braun. Stark kryoturbar tropfenbodenartig verwürgt. Mit braunen Schotterlinsen: M-GKi (M), m-gs, Gerölle gut gerundet, braun, karbonatfrei; und Tropfenbodenlehm: u, bräunlich grau und fs, hellgraubraun, karbonatfrei
----- Diskordanz 1		
		<i>Main-Formation</i>
fBv	>450	GKi, m-gs, Gerölle gut gerundet (M), rötlich braun, karbonatfrei. Im Schotter bis 3 m unter Obergrenze einzelne grau gefärbte, bis 80 cm dicke und einige Meter lange Linsen mit viel Geröllen aus Weißjurakalkstein, k

Grundfeld-Straßäcker, Profil **Wandmeter 308**, R 4431225, H 5554730

Geländeoberfläche Acker 272,11 m ü. NN

		<i>Grundfeld-Einheit 7</i>
Ap	30	L, u, fs, mst', dunkelbraungrau, h, k', Plattengefüge
C	20	L, u, fs, mst', gelbbraun, k', Subpolyedergefüge

<i>----- Diskordanz 7</i>		
		<i>Grundfeld-Flument 5</i>
fBt	40	L, stark tonig, ms', m-gki, st' (SS), rötlich dunkelbraun, polyedrisches Gefüge mit glänzenden Tonbelägen, karbonatfrei
Bt+C	20	M-GKi, st' (SS), ms, l, rötlich braun, karbonatfrei bis k' abseits Weißjurakalkstein-geröllen, zapfenartig in gelbbraunen, kalkhaltigen Schotter eingreifen
C	50	M-GKi, st' (SS), hellgelbbraun, ms (M), k
C	69	M-GKi, st' (SS), fs, l, gelbbraun, k. Basal Blöcke bis 15 cm Ø (SS)
<i>----- Diskordanz 5</i>		
		<i>Grundfeld-Flument 4</i>
fBvGr	2	L, fs-u, hellbraungrau, karbonatfrei
Bv+C1	25	MS (M), mki' (SS), braun, k
Bv+C1	10	MS, l, m-gki (SS), braun, k
C2		M-GKi (S), stark ms (M), gelbbraun, k
<i>----- Diskordanz 4</i>		
		<i>Main-Formation</i>
fBt	>330	M-GKi, st' (M), m-gs, rötlich braun, karbonatfrei
[Grubensohle]		

Grundfeld-Straßäcker, Profil **Wandmeter 350**, Nordostwand, R 4431107, H 5554875

		<i>Grundfeld-Einheit 7</i>
Ap	30	L, fs, u', dunkelbraungrau, h, karbonatfrei, Plattengefüge
Bvx	50	L, fs, u', sehr wenige Gerölle bis GKi, gelbbraun, karbonatfrei, Subpolyedergefüge, sehr porenreich, zahlreiche Wurmröhren
<i>----- Diskordanz 7</i>		
		<i>Grundfeld-Flument 5</i>
fSwBt	10	L, ms, mki" (Mainschotter und Limonit), hellgraubraun- und rötlichbraunfleckig, Subpolyedergefüge mit rötlich braunen Tonbelägen auf Gefügeflächen, karbonatfrei, porenreich
SdBt	30	MS, l, m-gki" besonders im tieferen Teil, schwach rötlich braun, grobes Polyedergefüge mit rötlichbraunen Tonbelägen, nach unten abnehmende vertikale rostgesäumte Flecken, karbonatfrei

BvSw	20	MS, mki" (Main- und Eisensandstein-Gerölle), hellgraubraun, kleine Fe-Mn-Konkretionen, karbonatfrei
----- Diskordanz 5		
		Grundfeld-Flument 4
fSdBt	60	M-GKi, ms, l, Seitenbachschotter, karbonatfrei, Karbonatgesteine bis auf Residuen aufgelöst, geringe Mainschotteranteile, schwach rötlich braun, grobes Polyedergefüge mit rötlich braunen Tonbelägen, vertikale rostgesäumte Flecken
----- Diskordanz 4		
		Main-Formation
fBt	100	Rotbrauner Mainschotter, karbonatfrei

Idealprofil der Kiesgrube Grundfeld-Straßäcker (Abb. 6) aus obigen Profilen zusammengesetzt

Bodensymbol	cm	
		Grundfeld-Einheit 7
Ap	30	L, u, fs, mst', dunkelbraungrau, h, k'-karbonatfrei, Plattengefüge
Btv	20	L, fs, nach oben u, mki" (M), gelbgraubraun, Polyedergefüge mit sehr schwachen graubraunen Tonbelägen auf Gefügekörpern, karbonatfrei, von zahlreichen vertikalen Wurmgingen durchzogen
C	20	L, u, fs, mst', gelbbraun, k', Subpolyedergefüge
----- Diskordanz 7		
		Grundfeld-Einheit 6
fBtv	23	L, f-ms, gelbbraun bis braun, Subpolyedergefüge mit schwach rötlich braunen Tonbelägen, karbonatfrei
----- Diskordanz 6		
		Grundfeld-Flument 5
fSwdBt	6	L, u, fs, graubraun, dunkelbraune Tonhäute auf subpolyedrischen Gefügeflächen, karbonatfrei,
Bt	14	L, ms, t, dunkelbraun, m-gki, schwach steinig (Eisensandstein), karbonatfrei, Polyedergefüge mit glänzenden dunkelbraunen Tonbelägen. Untergrenze sehr undulierend
Bt+C1	20	M-GKi (SS), fs, l (SS), dunkelbraun, Gerölle kantengerundet bis eckig, k bis k', in Bt-Partien karbonatfrei
C2	100	M-GKi (SS), stark ms (M), hellgelbbraun, oder fs, l (SS), gelbbraun, k' bis k, Gerölle kantengerundet bis eckig
----- Diskordanz 5		
		Grundfeld-Flument 4

fBv(Ah)Gr	10	L, t', u, fs', grünlichgrau mit kleinen dunkelbraunen Humusfetzen, karbonatfrei, örtlich auch (sekundär) k
Bt	15	L, fs, u', braun, Polyedergefüge mit rotbraunen Tonbelägen, karbonatfrei
Bv	15	MS, ki' (SS), braun, k'
Bv+C1	20	M-GKi, st (SS), braun, k
C2	20	M-GKi, st (SS), hellgrau, basal Weißjurakalkstein-Blöcke bis 20 cm Ø, k, seitlich in Mainschotter übergehend
- - - - - <i>Diskordanz 4</i>		
		<i>Grundfeld-Flument 3</i>
fBvGr	13	L, fs-u, grünlichgrau, karbonatfrei, örtlich sek. aufgekalkt
Bv	25	MS, hellgraubraun, feingeschichtet, karbonatfrei, örtlich sek. aufgekalkt
Bv+C1	16	M-GKi (SS), ms (M), l, braun, k
C2	60	M-GKi, st (SS), ms (M), braungelb, k, seitlich in gelbbraunen Mainschotter übergehend
- - - - - <i>Diskordanz 3</i>		
		<i>Grundfeld-Flument 2</i>
fC	20	MS (M), f-mki-streifig (SS), hellbraungrau, k
IIC	30	M-GKi (SS), ms (M), hellbraungrau, k, Gerölle kantengerundet,
- - - - - <i>Diskordanz 2</i>		
		<i>Grundfeld-Flument 1</i>
fGrBv	20	MS, braun. Stark kryoturbar tropfenbodenartig verwürgt. Mit braunen Schotterlinsen: M-GKi (M), m-gs, Gerölle gut gerundet, braun, karbonatfrei; und Tropfenbodenlehm: u, bräunlichgrau und fs, hellgraubraun, karbonatfrei
- - - - - <i>Diskordanz 1</i>		
		<i>Main-Formation</i>
fBt	>450	M-GKi, st', m-gs (M), rötlich braun, Gerölle gut gerundet, mit rötlich braunen Tonbelägen umkleidet, karbonatfrei. Im Schotter bis 3 m unter Obergrenze einzelne grau gefärbte, bis 80 cm dicke und einige Meter lange Linsen mit viel Geröllen aus Weißjurakalkstein, karbonatisch
		[Basis der Auskiesung]