

Geol. Bl. NO-Bayern	<b>60</b> (2010)	Heft 1-4	Seite-229-250	Erlangen Dezember 2010
------------------------	---------------------	----------	---------------	---------------------------

## **Taleintiefung in der Nördlichen Frankenalb in den letzten 200.000 Jahren**

### **Valley deepening in the Northern Franconian Alb over the last 200,000 years**

VON WOLFGANG SCHIRMER<sup>1</sup>  
mit 9 Abbildungen und 2 Tabellen im Text

### **Zusammenfassung**

In der Nördlichen Frankenalb, am Thoosbach, der zum Flussgebiet Trubach–Wiesent–Regnitz–Main–Rhein gehört, war eine vorletztglaziale Flussterrasse erschlossen, deren Auenbodenoberfläche 2,3 m über dem Flusspiegel liegt. Die Terrasse besteht aus Flussbettsediment, Auensediment und interglazialen Auenboden (Parabraunerdekomplex). Ihr vorletztglaziales Alter wird durch eine Deckschicht von letztglazialen Löss, der mit einer Parabraunerde und Kolluvialbedeckung abschließt, belegt. Es handelt sich nach Aufbau und Höhe über Fluss um die spätzeitliche Nassanger-Terrasse, die auch am Obermain verbreitet ist. Ihr Auftreten zeigt, dass die Taleintiefung im Wiesentgebiet seit dem vorletzten Glazial nur wenige Meter beträgt, dass ferner der jurassische Karbonatgesteinskörper der Nördlichen Frankenalb bis in kleinste Flussgebiete hinein das Erosions- und Akkumulationsverhalten des Mains in ähnlicher Größenordnung mitvollzieht.

### **Abstract**

In the Northern Franconian Alb, 35 km north of Nuremberg, a small tributary valley (Thoosbach) in the easternmost catchment area of the River Rhine exposed a river terrace from the penultimate glaciation. It is situated 2.3 m above the level of the river. The terrace consists of gravelly channel deposits and loamy floodplain deposits covered by an interglacial luvisol complex. Its age can be inferred from over-

<sup>1</sup>Abt. Geologie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Postanschrift: D-91320 Wolkenstein 24; schirmer@uni-duesseldorf.de

lying strata of 2 m of lastglacial loess ending with Holocene luvisol and colluvial topsoil. A terrace of this structure and elevation lining the valley floor of the River Main was mapped as the Nassanger Terrace. The occurrence of the Nassanger Terrace in the small tributary valley denotes a valley erosion of only a few meters since the penultimate glaciation (OIS 6, Late Saalian/Rissian). Moreover, it corroborates similar fluvial erosion and accumulation rates in both the River Main valley and small tributaries within the thick slab of Jurassic carbonate rocks in the Northern Franconian Jura.

## 1. Einleitung

Die Taleintiefung in der Nördlichen Frankenalb wurde sehr kontrovers diskutiert. Schreibt doch SCHRÖDER (1968: 10) noch, »daß entweder vor dem Reiß die wesentliche Taleintiefung bis zum heutigen Niveau erreicht war...oder aber z. T. noch nach dem Reiß-Glazial Eintiefungen von über 100 m möglich waren«. EXLER (1957: 7) sieht die Zertalung (auf Blatt Pottenstein) bis zum Beginn des Quartärs im Großen und Ganzen abgeschlossen, nach MÜLLER (1959: 8) dürfte sie (auf Blatt Ebermannstadt) »wohl ins (Jung-?) Diluvium« fallen, also ins Jung-Quartär — ein Zeitgegensatz von zweieinhalb Millionen Jahren. Natürlich gibt es noch viele Meinungen dazu, die zwischen diesen Gegensätzen liegen. Hier sollten nur einige extreme Beispiele aufgeführt werden, um die äußerst konträre Einschätzung der Nordalb-Taleintiefung zu zeigen. Insgesamt zeigt die Literatur über die Taleintiefung in der Nordalb zwei Denkwege: den einen, die Eintiefungsgeschichte des Mains auf die Nordalb zu übertragen (z.B. HABBE 1989), den anderen — den offensichtlich auch die oben genannten Autoren begehen —, dem Karbonatkörper der Nordalb eine fluviale Eigengeschichte zuzugestehen.

Diese unterschiedlichen Einschätzungen finden natürlich ihren guten Grund in fehlenden geeigneten Zeugnissen vor Ort. Ein solches Zeugnis aus dem Trubachtal bei Wannbach wird hier diskutiert. Es erschließt eine nur knapp über der Aue liegende Flussterrasse des vorletzten Glazials.

## 2. Vorletztglaziale – und letztglaziale Flussterrassen allgemein

Die Flussterrassenstratigraphie in Mitteleuropa ist keinesfalls gesicherter Bestandteil der Erd- und Landschaftsgeschichte. Gerade einmal die letztglazialen Terrassen, die Würm- bzw. Weichselterrassen sind es, die an allen Flüssen sicher anzusprechen sind, aber von ihnen auch nur die seit dem späten Hochwürm entstandenen (OIS 2 bzw. seit rund 30.000 Jahren vor heute, vgl. Tab. 1). Am besten sind natürlich die holozänen Flussterrassen anzusprechen, sofern sie datierbare Funde beinhalten, was auch meistens der Fall ist.

O-Isotopen-Stufe	Chronostratigraphie	Flussterrassen Main-Regnitz	Löss- Lithostratigraphie (F = Formation)	Aufschlüsse Wannbach	
				Profil Wannbach 1	talwärtige Bildungen
OIS 1  <b>11.570 a</b>	Holozän	sieben holozäne Auenterrassen		Kolluvien (Jungholozän)  <i>fossiler holozäner Boden: Parabraunerde</i>	Auenterrasse mit: <i>Auenboden (Pararendzina)</i> Auensediment Flussbettsediment
OIS 2  <b>30 ka</b>	Ober- weichsel/ -würm	Niederterrassen: Ebing-T. Schönbrunn-T. Reundorf-T.	Brabant-F. Hesbaye-F.	Löss	Niederterrassen -Sedimente
OIS 3 OIS 4 <b>74 ka</b>	Mittel- weichsel/ -würm		Ahrgau-F. Keldach-F.		
OIS 5  <b>128 ka</b>	Unter- weichsel/ -würm  Eem		Rheingau-F. mit <i>Rocourt- Solkomplex</i>		
OIS 6	Spät- Saale-/ Jung-Riss	Hangfußterrasse: Nassanger-T.	Wetterau-F.	Auensediment Flussbettsediment	

W.Sch.2010

**Tab. 1.** Stratigraphische Tabelle für den Aufschluss Wannbach. Flussterrassen-Stratigraphie Main-Regnitz nach SCHIRMER (2010b), Lössstratigraphie nach SCHIRMER (2010a)

**Tab. 1.** Stratigraphical table for the Wannbach site. Stratigraphy of the river terraces Main-Regnitz after SCHIRMER (2010b), loess stratigraphy after SCHIRMER (2010a)

Unklar ist schon die Kenntnis der Flussterrassen aus dem älteren Teil des letzten Glazials, etwa aus dem frühen Hochwürm (OIS 4 bzw. ca. 74-60.000 Jahre vor heute). Unsicher ist häufig ferner die Identifizierung der vorletztglazialen Flussterrassen (OIS 6, Jungriss, Saale bzw. älter als 130.000 Jahre vor heute), ganz zu schweigen von der Zuordnung der noch älteren Terrassen.

Die Ursache liegt am Mangel klarer Datierung. Es fehlen Leitfossilien und absolute Altersdaten. Die <sup>14</sup>C-Datierung erfasst nur die jüngeren Würm/Weichsel-Ablagerungen (OIS 2-3-?4). Für die Zeit davor gibt es wohl eine Reihe von Datierungsmethoden, deren Aussagekraft aber noch in Diskussion ist.



**Abb. 1.** Lage des Profils Wannbach (roter Punkt) in der Nördlichen Frankenalb (blau). FO = Forchheim, Tr = Trubach, Wi = Wiesent

**Fig. 1.** Location of the Wannbach profile (red dot) in the Northern Franconian Alb (blue area). FO = Forchheim, Tr = Trubach, Wi = Wiesent

Vorletztglaziale Terrassen werden — wenn nicht die Verknüpfung mit sicheren Gletscherablagerungen besteht — meistens durch die Zählung als nächst höhere Terrasse, morphologisch über den letztglazialen Niederterrassen folgend, ermittelt. Ein sichereres Verfahren ist der Einbezug der Deckschichten. Die Flussterrassen aus der Würm/Weichsel-Zeit tragen nur den holozänen Boden auf ihrer Oberfläche. Die vorletztglazialen Flussterrassen tragen den letztinterglazialen Boden bzw. die Bodenbildungen des OIS 5. Darüber liegen im Idealfall letztglaziale periglaziale Deckschichten, die wiederum mit dem holozänen Boden abschließen. Auf dieser Terrasse liegen also zwei durch eine periglaziale Deckschicht getrennte Bodenbildungen. Dieses Verfahren der lithostratigraphisch-bodenkundlichen Altersbestimmung funktioniert nur dann, wenn die Ablagerungen einigermaßen vollständig und nicht durch größere Diskordanzen dezimiert worden sind. Da man aber den Zeitumfang der Abtragungsdiskordanzen nicht kennt, kann man nach diesem Verfahren immer nur Mindestalter feststellen, das

heißt, die angesprochenen Terrassen können mindestens so alt sein, aber, im Falle von Erosionslücken, auch älter.

### 3. Das Profil Wannbach 1

Der Thoosbach gehört über Trubach–Wiesent–Regnitz–Main zum Rheinsystem. Er hat ein 23,5 qkm großes Einzugsgebiet der Albhochfläche samt eingeschnittener Talgründe. Das ist nicht ganz ein Promille des Main Einzugsgebietes. Stratigraphisch reicht sein Einzugsgebiet von der Opalinuston-Formation (Aalenium) bis hinauf in den Malm  $\epsilon$  (Ober-Kimmeridgium). Er wird im Wesentlichen durch zwei Quellen des seichten Karstes gespeist (Thoosquelle und Altenthalquelle).





**Abb. 2.** Situationskarte von Wannbach. Das Profil ist in Abb. 3 und 4, der Schnitt in Abb. 8 dargestellt

**Fig. 2.** Location map around Wannbach. Black arrow = Wannbach site (Fig. 3, 4), red line = cross section Fig. 8

100 m vor Austritt des Thoosbaches ins Trubachtal lag im Jahre 2007 am nördlichen Hangfuß in Wannbach die Baugrube Hs.-Nr. 71 (Abb. 1 und 2), hier als Profil Wannbach 1 bezeichnet (Gauß-Krüger-Koordinaten R 4443427, H 5512607). Das Profil erschloss eine Abfolge Flussschotter – fossiler Boden – Löss – holozäner Boden – Hangkolluvium, die in ihrer Art und Lage über dem Tal selten und bedeutsam für die Flussgeschichte des Maingebiets ist.

Die 3,9 m hohe und 20 m lange Rückwand der Hausbaugrube (Abb. 3 und 4) enthielt an der Basis Thoosbachschotter, die die oberen 110 cm eines Flussbettsedimentes darstellen und durch einen kräftig rotbraunen fossilen Boden abgeschlossen werden. Darüber liegt eine 2 m dicke Lössserie, die von einem fossilen holozänen Boden überprägt ist. Dieser Boden wird durch ein gut 1 m mächtiges Kolluvium bis zur Oberfläche überlagert. Insgesamt erschließt der Aufschluss eine Hangfuß-Terrasse, die eine 3,15 m dicke Deckschicht trägt.

In der Geologischen Karte von Bayern 1: 25.000 Bl. Ebermannstadt (MÜLLER 1959) ist dieser Hangfuß als Opalinuston-Formation kartiert. Diese ist tiefer unter der Quartärauflage auch zu erwarten, war aber im Aufschluss nicht angeschnitten.

### 3.1. Die Fluviale Serie an der Basis des Profils

Im Liegenden des Aufschlusses sind maximal 110 cm Bachschotter erschlossen. Für die Deutung der Schotteranalysen des Regnitz-Main-Gebiets sind Analysen aus den kleinen Seitental-Einzugsgebieten von Interesse. Daher wurde der Thoosbach-Schotter mit überschaubarem Einzugsgebiet als Beispiel analysiert, und zwar nach Faziesanteilen in den Kornfraktionen Blöcken (>63 mm), Grob- (63–40 mm) und Mittelkies (40–20 mm).

Der Schotter (Abb. 3–5, Tab. 2) besteht aus Bankkalkstein, Riffschuttalkstein, Massenkalkstein, Dolomit und Hornstein des Malms, untergeordnet aus tonig gebundenem Eisensandstein und Kalksandstein des Doggers mit mehr oder weniger Anteilen an Limonitschwarten. Abb. 5 zeigt die Gesamtanalyse der Anteile

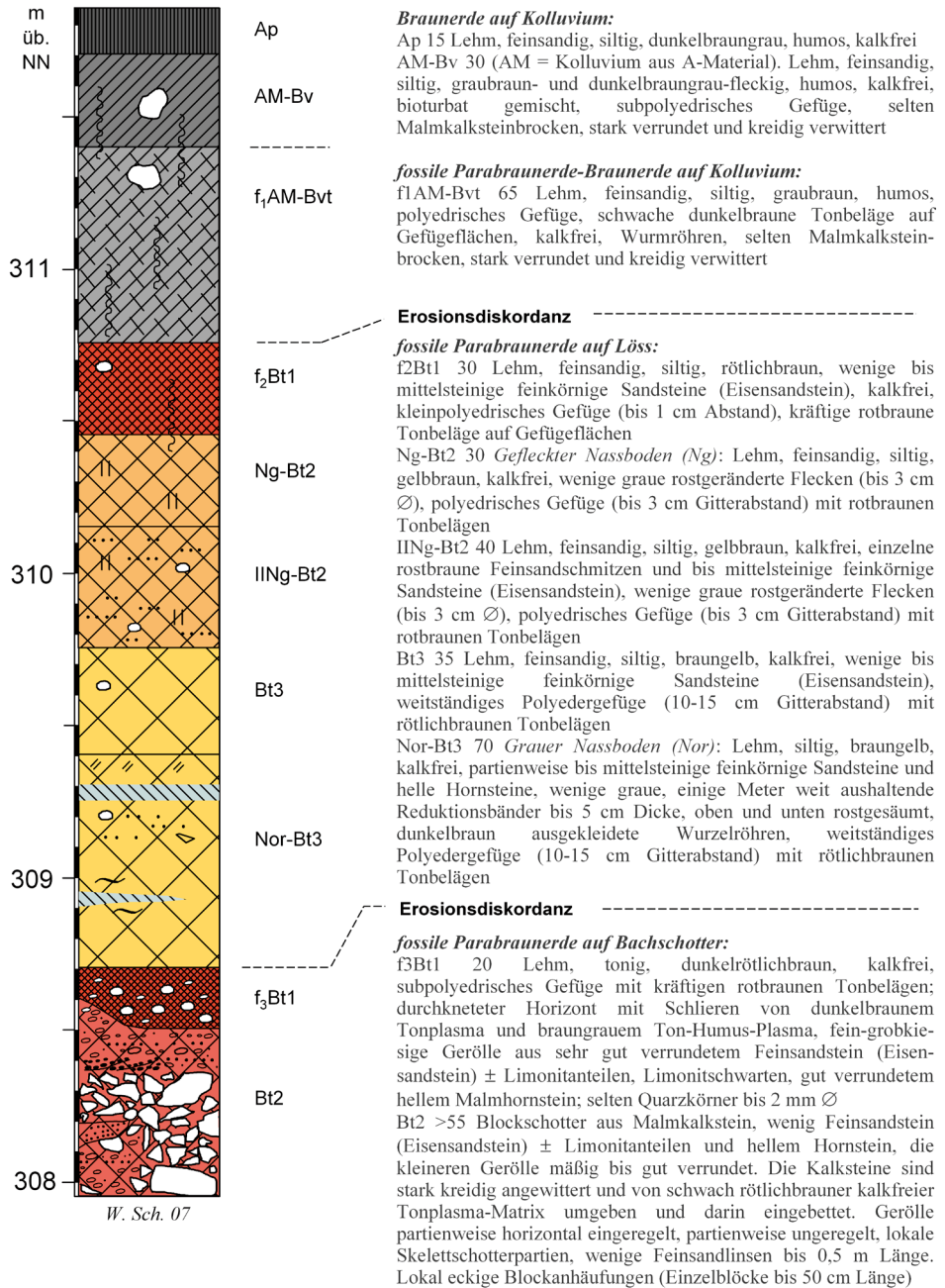


**Abb. 3.** Aufschluss Wannbach, Baugrube Hs.-Nr. 71. Maßstab 1,20 m lang. Auffallend die unregelmäßige Obergrenze (Diskordanz) des Schotter unter dem Löss. Nur in einigen Mulden des Schotter ist der abschließende Auelehm und Boden (fB) dicker erhalten. Über dem mächtigen Löss liegt der fossile holozäne Boden (fB) und am Aufschluss-Oberende graues humoses Kolluvium. Foto: W. SCHIRMER 14.05.2007

**Fig. 3.** Wannbach section, excavation pit of house number 71. Blue scale 1.20 m. Note the irregular top line (discordance) of the gravel bed. Its cover of flood loam and soil (fB) is thicker only in some a few hollows on top of the gravel. A subsequent thick loess layer is covered by fossil Holocene soil (fB), followed by grey colluvial humus. Photo: W. SCHIRMER 14.05.2007

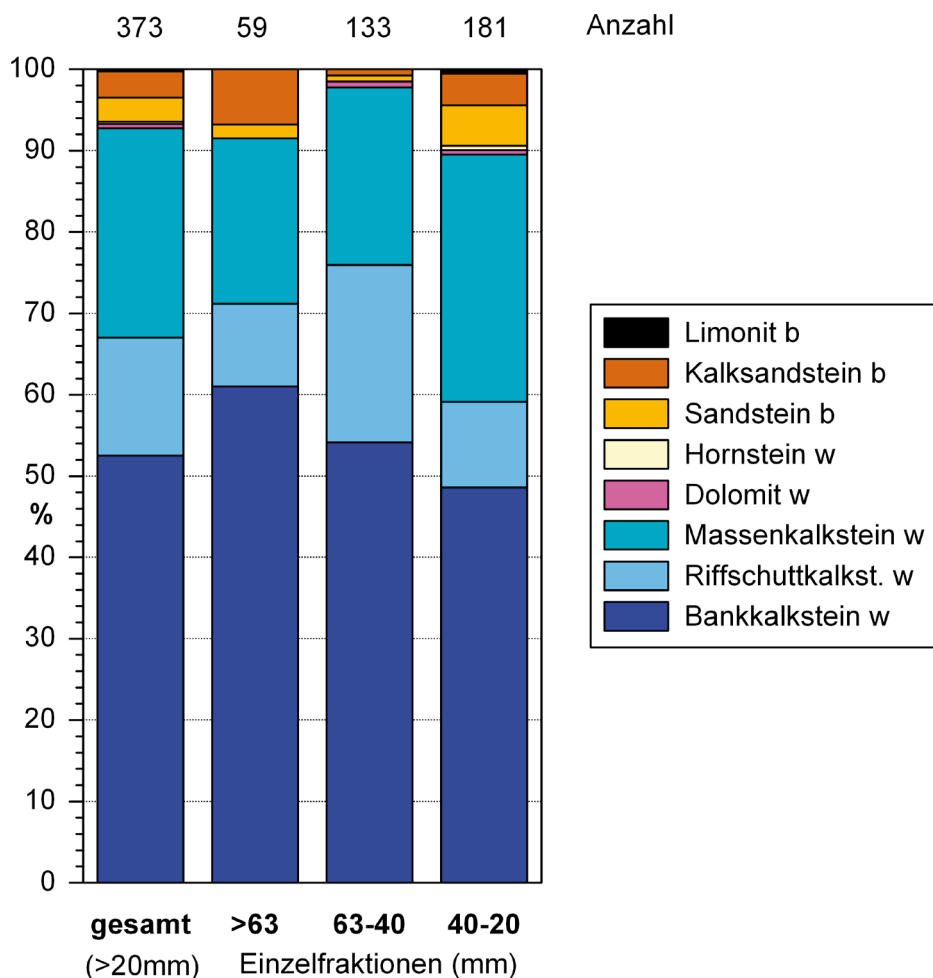
>20 mm und die Anteile der Einzelfractionen >63, 63–40 und 40–20 mm Geröll-durchmesser. Die Doggergesteine (mit b in Abb. 5 gekennzeichnet) sind die am Talrand am nächsten anstehenden. Dass sie nur gering vertreten sind, liegt am starken sandigen Zerfall der tonigen Sandsteine beim Transport. Die Kalksandsteine des Doggers sind am Profilaufbau zwar nur sehr gering beteiligt, aber sie überstehen den Transport besser als die tonig gebundenen, stellen daher im Geröllbestand mehr als die Hälfte der Doggersandsteine.

Die Gesteine des Malms sind in Abb. 5 mit w gekennzeichnet. Die nächste im Einzugsgebiet verbreitete Fazies sind die Bankkalksteine des Malm  $\alpha$ – $\gamma$ , die mehr als 50% des Geröllanteils ausmachen. Sie stellen die Hauptschuttkomponente am Talhang und sind im Aufschluss auch direkt durch Blöcke beteiligt. Der Plateaurand des Taleinzugsgebiets wird von Massenfazies des Malms gebildet. Hier wurden Riffschuttkalkstein, Massenkalkstein und Dolomit unterschieden. Am Riffschutt-



**Abb. 4.** Aufschlussprofil Wannbach 1. Lage siehe Abb. 1 und 2. Boden-Symbole nach KA 5 und SCHIRMER (2000: 30)

**Fig. 4.** Wannbach section 1. Location see Fig. 1 and 2. Pedological symbols after KA 5 and SCHIRMER (2000: 30)



**Abb. 5.** Schotteranalyse aus dem unverwitterten Thoosbach-Schotter unter der Basis des Profils 1. Die linke Säule zeigt die Analyse des Gesamtschotters >20 mm. Rechts davon ist dieselbe Analyse in drei Geroellfraktionen (>63 mm, 63-40 mm, 40-20 mm) dargestellt. b = Brauner Jura (Dogger), w = Weißer Jura (Malm)

**Fig. 5.** Analysis of unweathered Thoosbach gravel below the base of section 1. Left column exhibits the unfractionated gravel >20 mm. On the right the same analysis shows three gravel fractions (>63 mm, 63-40 mm, 40-20 mm). b = Dogger, w = Malm

kalkstein beteiligen sich matrix- bis korngestützte Intramikrite und Intramikrudite (wackestone, grainstone, floatstone und rudstone). Der Massenkalkstein tritt in der kleinsten untersuchten Fraktion am häufigsten auf. Hier macht sich also auf die kurze Transportentfernung von 2–4 km das Zurückbleiben größerer Gerölle und deren Aufarbeitung schon bemerkbar. Dass der Dolomit so gering vertreten ist, liegt an seiner Neigung zu sandigem Zerfall. Die große Rötelfels-Bergsturzmasse aus Dolomit, die am Nordhang des Altenthals 2 km bachaufwärts liegt, macht sich



Geröllgröße (mm)	Bankkalkstein w	Riffschuttkalkst. w	Massenkalkstein w	Dolomit w	Hornstein w	Sandstein b	Kalksandstein b	Limonit b	Summe
> 20	52.55	14.48	25.74	0.54	0.27	2.95	3.22	0.27	100.00
> 63	61.02	10.17	20.34	0.00	0.00	1.69	6.78	0.00	100.00
63-40	54.14	21.80	21.80	0.75	0.00	0.75	0.75	0.00	100.00
40-20	48.62	10.50	30.39	0.55	0.55	4.97	3.87	0.55	100.00

**Tab. 1.** Daten zu Abb. 5 in %. b = Brauner Jura (Dogger), w = Weißer Jura (Malm).

**Tab. 1.** Data of Fig. 5 in %. b = Middle Jurassic (Dogger), w = Upper Jurassic (Malm).

also im Thoosbach-Geröllbestand so gut wie nicht bemerkbar. Der Bergsturz dürfte ohnehin jünger sein als die Hangfußterrasse, falls es nicht schon einen Vorläufer-Bergsturz gab.

Der Schotter wird von einer intensiven Bodenbildung (Auen-Parabraunerde) überlagert und überprägt. Daher sind die Karbonatgerölle unterhalb der Bodenbildung sämtlich kreidig angewittert. Die Gerölle tragen Karbonatlösungs-rinden von 1 mm bis Zentimeter Dicke. Die Karbonatlösung reicht aber auch bis zu völliger Auflösung und Zerfall des Gerölls.

Dass es sich um Bachschotter handelt, geht aus der teils guten Zurundung der kleineren Gerölle hervor und aus deren typischer fluviatiler Einregelung, allerdings abwechselnd mit Partien chaotischer Geröllregelung. Am Flussbettsediment ist aber auch Hangschutt- bzw. Hangrutschmaterial beteiligt in Form lokaler Ansammlung großer eckiger Kalksteinbrocken bis 50 cm Länge (Bankkalkstein des Unteren Malms). Diese sind nach Südosten, talwärts, geneigt. Ansonsten treten im Schotter lokal kleine Feinsandlinsen bis 0,5 m Länge und kleinere wenige Dezimeter lange Skelettschotterpartien auf (SCHIRMER 1978: 146), also Schotter ohne Matrixstütze (Abb. 6).

Wenngleich Klimaindikatoren fehlen, vermittelt der Schotter durch die Einmischung von grobem Hangmaterial, zahlreichen Partien mit chaotischer Geröllregelung neben guter Regelung einen Habitus von kaltzeitlichem Schotter.

Dieses Flussbettsediment wird von einer dunkelrötlichbraunen tonreichen Lehmlage mit Bodenbildung überlagert. Sie trägt polygenetischen Charakter dadurch, dass sie zugleich Verwitterungsauflösungszone des Schotters, Auensediment und Auenboden darstellt. Mit diesen Gliedern endet die aufgeschlossene Fluviale Serie.



**Abb. 6.** Ausschnitt aus dem Flussbettsediment der Nassanger-Terrasse im Aufschluss Wannbach einige Meter talwärts vom Profil Wannbach 1. In der Bildmitte ist eine Partie von Skelettschotter sichtbar, umgeben von matrixgestütztem Schotter. Foto: W. Schirmer 14.05.2007

**Fig. 6.** Detail from the channel deposit of the Nassanger Terrace of the Wannbach site a few meters downhill from the Wannbach section 1. The center of the picture exhibits some skeleton gravel surrounded by matrix-supported gravel. Photo: W. Schirmer 14.05.2007

Eine normale Fluviale Serie besteht aus Flussbettsediment, örtlich Aurinnensediment, Auensediment und dem abschließenden Auenboden (SCHIRMER 1983: 26). Die drei Hauptglieder, das Flussbettsediment – hier mit seiner obersten Lage –, das Auensediment und der Auenboden, sind hier aber in einer einzigen Lage zusammengedrängt: Es handelt sich um einen auffällig durchgekneteten Horizont aus vorwiegend tonigem Lehm mit Schlieren von dunkelbraunem Tonplasma und braungrauem Ton-Humus-Plasma. Darin eingestreut liegen Gerölle aus Eisensandstein, Limonit und Hornstein, also dem Restschotterspektrum der Karbonatgesteinsauflösung. Restschotter und Tonplasma sind das Auflösungsrelikt der obersten Schotterpartien. Über diesem Schotter muss ein feinsandig bis toniges Auensediment gelegen sein. Auf ihm hat dann Bodenbildung mit Bt- und Ah-Horizont stattgefunden. Deren Schlieren und Fetzen finden sich mit dem Auensediment und dem obersten Schotterauflösungs-Reliktsediment innig verknüpft vor. Das Ganze wurde dann abschließend von einer weiteren Parabraunerde-Bodenbildung überprägt. Von ihr sind autochthone Bt-Horizontanteile des Unterbo-





**Abb.7.** Grenze Flussbettsediment gegen überlagerndes Auensediment in einer Sedimenttasche. Die Tasche zeigt auf Polyederflächen die glänzenden roten Tonbeläge des Bt-Horizontes einer Parabraunerde. Auf beiden Seiten der Tasche sind stark angelöste weißliche Reste von Kalksteingeröllen erkennbar. Auch die Kalksteingerölle im unteren Bildteil sind stark kreidig verwittert. Bildbreite 30 cm. Foto: W. Schirmer 13.05.2007

**Fig.7.** Channel deposit with strongly weathered chalky limestone pebbles, overlain by a pocket of floodplain loam. This loam exhibits polyhedral structure with shiny red clay coatings of the Bt horizon of a luvisol. Adjacent to the pocket the loam contains white remnants of strongly corroded limestone pebbles. The limestone pebbles at the bottom of the picture likewise show chalky weathering of the surface. Width of the photo: 30 cm. Photo: W. Schirmer 14.05.2007

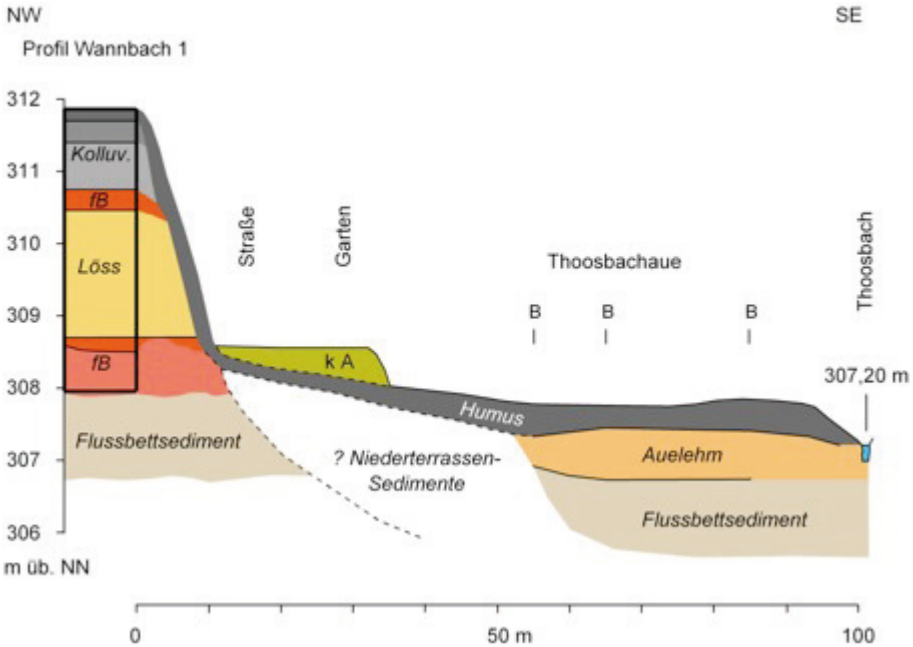
dens mit guter polyedrischer Struktur und Tonbelägen auf Gefügeflächen erhalten (Abb. 7). Die höheren Bodenteile sind abgetragen.

Die bewegte Bodenoberfläche, wie sie in Abb. 3 sichtbar ist, ist einmal durch die Karbonatauflösung entstanden, die stets unregelmäßig tief in den Schotter eingreift. Das zeigen alle Albprofile mit Bt-Horizonten auf Karbonatschotter oder -schutt. Vermutlich hat im Laufe der Auensedimentablagerung oder zwischen den folgenden Bodenbildungsphasen noch eine Kryoturbation die Schotteroberfläche etwas durchbewegt.

Dieser im Profil 20 cm dick erhaltene oberste Horizont der Fluviatilen Serie war also einst etwas mächtiger. Ergänzt man die durch die folgende Erosionsdiskordanz zwischen Fluviatiler Serie und dem Löss abgetragen Auensedimente samt Aueneböden, so mag bei Heranziehung ungestörter Profile und der Berücksichtigung

**Nassanger-Terrasse  
+ Deckschichten**

**holozäne Auenterrasse**



**Abb. 8.** Talquerschnitt des Thoosbaches beim Aufschluss Wannbach. B = Handbohrungen 55, 65, 85 m. fB = fossiler Boden, der obere holozänen Alters, der untere eem-+ unterwürmzeitlichen Alters, kA = künstliche Aufschüttung

**Fig. 8.** Cross section of the Thoosbach valley at the Wannbach section. B = hand corings 55, 65, 85 m. fB = fossil soil – the upper one of Holocene age, the lower one of Eemian + Lower Würmian age, kA = artificial fill

des kleinen Thoosbaches der Horizont vielleicht etwa einen Meter stark gewesen sein. Die überlieferte Bodenoberfläche liegt heute bei 308,70 m. Die ursprüngliche Bodenoberfläche kann also bei ca. 309,5 m rekonstruiert werden. Das ist für die Beurteilung der Talgeschichte wichtig, denn die Oberfläche der Flussterrasse wird immer durch ihre wahre Auenbodenobergrenze festgelegt. Die Terrassenhöhe über Fluss ist dann der Abstand vom Flussspiegel zur Auenbodenobergrenze der Terrasse. Der Thoosspiegel nächst dem Aufschluss quer zum Tal liegt bei 307,20 m (Abb. 8). Die Terrassenhöhe der Fluviatilen Serie beträgt im Aufschluss Wannbach 1 demnach 2,3 m.



### 3.2. Die Löss-Serie

Sie überlagert diskordant die Fluviale Serie, hat also Teile des Auenbodens samt Auensediment abgetragen. Sie besteht aus maximal 2,05 m dickem Lösslehm. Dieser zeigt in verschiedenen Niveaus Lagen oder Einzelsteine von kleinen Eisensandstein- und Limonitsteinchen, selten kleine Hornsteinstückchen, daneben Feinsandschmitzen. Sie verraten zumindest lagenweise Fließerdebildung und Verspülung. Andererseits zeigen fossile Nassböden im tieferen Teil auch autochthone Verhältnisse. Es handelt sich im tieferen Teil um den Grauen Nassbodentyp (Nr), und im höheren Teil um den Gefleckten Nassboden-Typ (Ng) (SCHIRMER 2000: 30). Eine stratigraphische Untergliederung des Lösses wie sie von den Lössgebieten Frankens (RÖSNER 1990) oder als optimale Lössgliederung vom Rhein bekannt ist (Schirmer 2002, 2010a), ist nicht sichtbar. Stärker solifluktuiv verlagerte Löss mit Nassböden sind im letztglazialen Löss aber für die Keldach-Formation (OIS 4) bekannt, also für den tieferen Teil des letztglazialen Lösses. Die Feuchtpprägung des tieferen Würmlössabschnitts in Bayern erwähnt schon BRUNNACKER (1957). Der Lösslehm des Profils Wannbach 1 wird an seiner Obergrenze von einem fossilen Bt-Horizont einer Parabraunerde abgedeckt, der durch den gesamten Löss nach unten greift. Es handelt sich also um rund 2 m Löss, der mit Lössfließerde und kleinen Schwemmlagen wechselt, die nachträglich entkalkt zu Lösslehm umgebildet wurden. Dabei wurden in den Steinlagen sicher vorhandene Malmkalksteinchen aufgelöst; das lässt sich aus den wenigen vorhandenen Hornsteinstückchen und aus der Position am Hang mit außerhalb des Aufschlusses verbreitetem Malmkalkschutt erschließen.

### 3.3. Die Kolluvial-Serie

Die maximal 1,1 m mächtige Kolluvial-Serie besteht aus zwei humosen Kolluvien mit trennender fossiler Parabraunerde-Braunerde. Die Kolluvien enthalten größere Malmkalksteine, die von der Bodenbildung sehr stark angelöst sind. Auf dem oberen Kolluvium hat sich der Oberflächenboden als Braunerde auf humosem Kolluvium gebildet.

### 3.4. Das Gesamtprofil Wannbach 1

Das Profil Wannbach beinhaltet also von oben nach unten:

- 45 cm Braunerde auf jüngerem Kolluvium
- 65 cm fossile Parabraunerde-Braunerde auf älterem Kolluvium
- Erosionsdiskordanz
- 205 cm fossile Parabraunerde auf  
Löss, Schwemmlöss und Lössfließerde mit fossilen Grauen und Gefleckten Nassböden

- Erosionsdiskordanz
- 20 cm fossiler Parabraunerdekomplex auf  
Auen sediment und (karbonatgelöstem) Restschotter des Flussbettsedi-  
ments
- 110 cm (im Profil sind davon nur 65 cm dargestellt) Flussbettsediment des  
Thoosbaches

## **4. Deutung und Alter der Ablagerungen**

Die beiden Kolluvien stellen durch Pflügen und Bodenaufflockerung am Hangfuß abgelagertes Bodenmaterial dar. Sie sind jüngeren holozänen Alters, rodungszeitlich. Bodenfunde zu ihrer genaueren Datierung fehlen. Der Bt-Horizont auf dem Lösslehm stellt den holozänen präkolluvialen Boden der vorsiedlungszeitlichen Waldlandschaft dar. Der Lösslehm selbst verkörpert letztglaziale Lössablagerung. Der tiefere Löss-Nassboden-Abschnitt zeigt anhand von Fließerden und Nassböden Ähnlichkeit zur Keldach-Formation des OIS 4.

Der fossile Auenboden unter dem Löss gehört damit mindestens dem letzten Interglazial-Komplex, OIS 5 an (Tab. 1). Ein höheres Alter wäre infolge der Diskordanz zwischen fossilem Auenboden und Löss theoretisch möglich, ist aber aus morphologischen Gründen höchst unwahrscheinlich. Denn von keinem Flussgebiet ist eine noch ältere Terrasse in solch tiefer morphologischer Lage je bekannt geworden. Außerdem ist der fossile Boden im Aufschluss — wie Abb. 3 zeigt — durchgehend entwickelt. Ältere Terrassen sind normalerweise bewegter erodiert; ist es schon erstaunlich genug – und darin liegt eine Bedeutung dieses Profils – dass der Auenboden einer präwürmzeitlichen Ablagerung so knapp über heutiger Auenhöhe liegt. Das Alter des Flussbettsediments ist also höchst wahrscheinlich OIS 6-zeitlich, also junggriss – bzw. saalezeitlich. Gewisse eemzeitliche Schotteranteile im oberen Schotterprofil können nicht ausgeschlossen werden; aber die teilweise chaotische Lagerung und der Hangrutschanteil sprechen für kaltzeitliches Flussbettsediment.

Damit entspricht die Hangfuß-Terrasse in Wannbach der gleichaltrigen Nassanger-Terrasse am Obermain (SCHIRMER 2007a: 114), die vergleichbare Höhenlage über Fluss und vergleichbare Deckschichtenfolge trägt (Tab. 1).

## **5. Der Talgrund des Thoosbaches in Wannbach**

Um die genaue Höhe des Profils über Fluss einzumessen und zu prüfen, ob die rezente Aue durch Dauchablagerungen überhöht ist (Dauch ist ein heimischer Ausdruck für Süßwasserkalk bzw. Kalktuff), wurde ein Schnitt vom Profil zum Thoosbach mit dem Nivelliergerät vermessen und abgebohrt. In einigen Tälern der Alb,

wie z. B. im Lautertal bei Bad Staffelstein, sind die Täler durch Dauchablagerungen stark überhöht. Solche Bildungen haben eine Verringerung des Bachspiegel- und Auenabstandes von den Hangfußterrassen zur Folge.

In der Thoosbachaue wurden flache Handbohrstockbohrungen (B in Abb. 8) mit einer Stechsonde, die einen ungestörtem Kern von 2,1 cm Durchmesser liefert, bei Meter 55, 65 und 85 des dargestellten Schnittes niedergebracht.

Profil der Thoosau bei Meter 65 (Mächtigkeiten in cm):

***Pararendzina auf Auensediment***

Wiese

- 25 cm Ap Lehm, siltig, dunkelgraubraun, humos, stark kalkhaltig
- 5 cm Ap-C Lehm, siltig, gelbgraubraun, schwach humos, stark kalkhaltig, wenige Dauch-Feinkies-Gerölle
- 50 cm C Lehm, siltig, gelbbraun, stark kalkhaltig, einige Dauchgerölle bis Feinkiesgröße, Holzkohlefitter
- 25 cm Go-C Lehm, siltig, gelbbraun, stark kalkhaltig, rost- und manganfleckig, einige Dauchgerölle und schmale Dauch-Feinkies-Lagen
- >8 cm fAh-Gr Lehm, siltig, braungrau, schwach humos, stark kalkhaltig, zahlreiche feinkiesige Dauchgerölle, Holzkohlefitter

Die Bohrungen Meter 55, 65 und 85 zeigen untereinander denselben Aufbau. Die Grenzen im Profilschnitt Abb. 8 wurden jeweils unter dem Ap-C-Horizont und unter dem Go-C-Horizont eingetragen, also unter dem Humus und unter dem Auensediment.

Der Schnitt erschließt – zumindest im Auenbereich ab Meter 55 eine normale Fluviale Serie, bestehend aus Flussbettsediment, Aurinnensediment, Auensediment und Auenboden (SCHIRMER 1983). Unter dem Auensediment (C- und Go-C-Horizont) folgt in den Bohrungen 55 und 65 Meter ein schwach humoses vergleytes Aurinnensediment (Ah-Gr-Horizont), in Bohrung Meter 85 lehmiges Dauchgeröll mit gut verrundetem Dauch-Feinkies. Das zeigt eine Flussbettsedimentobergrenze, in die üblicherweise Aurinnensedimente eingetieft liegen. Aurinnensediment wie Auensediment bestehen weitgehend aus Silt. Dieser ist ein von der Albhochfläche und von Albhängen umgelagerter Löss. Das Auensediment (C- und Go-C-Horizont) führt zahlreiche Holzkohlefitter mit sich. In der Bohrung 55 Meter ist dem C-Horizont noch ein Holzast, in der Bohrung 85 ein Ziegelbrocken eingelagert. Das lässt insgesamt auf eine jungholozäne Auenterrasse schließen. Ihre Geländeoberfläche zeigt einen kleinen typischen Uferwall nahe dem Bach. Die Existenz des Ap-C-Horizontes zeigt, dass die Wiese lange nicht gepflügt worden ist. Die gesamte Wiese schließt unmittelbar an Haus- und Gartengelände des Dorfes an. Das erklärt auch die ungewöhnlich dicke Humusauflage.

Was sich unter dem Gelände von Meter 10-55 des Schnittes verbirgt, wurde nicht erkundet, da das Gelände aus Straße und künstlich aufgehöhtem Gartengelände besteht.

Die Auenterrasse zeigt jedenfalls normalen Aufbau und stellt keine reine Dauchakkumulation dar, die die Terrasse überhöht hätte. Sie liegt mit einer mittleren Höhe von 307,80 m noch 1,7 m unter der rekonstruierten Oberfläche der Hangfuß-Terrasse, ist also, wenn auch nur wenig, doch deutlich in sie eingetieft.

## 6. Geschehnisablauf

Das Flussbettsediment der mindestens vorletztglazialen Terrasse (Nassanger-Terrasse) an der Basis des Profils kam wahrscheinlich OIS 6-zeitlich zur Ablagerung. Verglichen mit den letztglazialen Terrassen in Mitteleuropa sollte sich der Bach im ausgehenden OIS 6 in seine Aufschüttung eingeschnitten haben und das Auensediment auf dem Schotter abgesetzt haben.

Auch die folgende Auenbodenzeit zeigt, dass der Bach in etwas tieferer Position abseits des Bodens talab lag und den Boden nicht wesentlich überspülte. Nun beinhaltet die OIS 5-Periode (der Rhein-Interglazial-Komplex), wie am Niederrhein deutlich erschlossen, einen ganzen Bodenkomplex aus acht Böden und dünnen zwischengelagerten Lössen (Rocourt-Solkomplex) (Tab. 1). Er beinhaltet vier Phasen der Parabraunerdebildung (Rocourt-, Pesch-, Holz- und Titz-Boden), jeweils gefolgt von einer Humuszone. Diese acht Böden sind alle getrennt durch kurze Kaltzeitphasen, Breviglaziale, in denen etwas Löss abgelagert wurde. In diesen Breviglazialen konnte auch eine gewisse Umlagerung stattfinden. Aus dieser Kenntnis wird der komplex gebaute Boden des Profils Wannbach 1 verständlich. Sein verknetetes Substrat beinhaltet also Bt-Material wie auch Humuszonenmaterial des Rocourt-Solkomplexes. Der jüngste oder die jüngeren Bt-Horizonte dieses Bodens haben dann den verkneteten Komplex noch einmal durch eine Parabraunerde überprägt, von der der autochthone tiefere Bt-Horizont erhalten ist (Abb. 7).

Die Tatsache, dass auf diesem Auenboden Abtragung stattfand ohne fluviatile Spuren zu hinterlassen und dass auf der Abtragungsfläche Löss abgelagert werden konnte, bedeutet, dass der Bach zu all dieser Zeit weiterhin in tieferem Niveau floss, dort akkumulierte, und auch seine Hochwässer diesen Bereich nicht erreichten. Gerade im Letztglazial (Würm) gab es ja eine Reihe von Aufschotterungen an Regnitz und Main (Reundorf-, Schönbrunn- und Ebing-Terrasse) (Tab. 1). An der Regnitz sind das die weiten Terrassenflächen, die die meisten Orte und Verkehrsadern tragen, die als Niederterrassen (ehemals Hauptterrasse der Regnitz) bezeichnet werden, soweit sie dem Hochwasser entwachsen sind. Die entsprechenden Ablagerungen des Thoosbaches liegen wahrscheinlich im Bereich des erhöhten Geländes zwischen dem Hangfuß und der Aue, im Schnitt Abb. 8 mit Straße und Garten. Diese entsprechen zeitlich der Lösssedimentation in Wannbach. Die äolische Lössablagerung in Wannbach war von leichter Hangabspülung und Fließerbewegung am Hang begleitet, wie aus dem Profil (Abb. 4) ersichtlich ist. Sie

hat offensichtlich den Wannbacher Hangfuß von Norden nach Süden gegen das Thoosbachtal vorgeschoben.

Das ist ungewöhnlich. Denn normalerweise zeigen die Talasymmetrien der nördlichen Hemisphäre ein Wandern der Täler nach Ost, Nordost, also zum sonnenexponierten Hang hin. Dieser taut in Kaltzeiten häufiger auf, unterliegt daher stärkerem Solifluktions-, Abspülungs- und Bergrutschgeschehen und wird dadurch steiler. Das ableitende Material wird vom Vorfluter abtransportiert. Daher sind die klassischen Lösshänge die der schattenexponierten Seite. Was zum umgekehrten Wannbacher Fall führen könnte, mag z. B. ein Hangrutsch an der Grenze Opa-linuston/Eisensandstein wenig talauf sein, der sich ins Tal vorschob, den Bach nach Süden drängte und in seinem Schatten unterhalb die Lösserhaltung ermöglichte. Aber das ist nur eine Möglichkeit.

Auf dem Löss bildete sich im frühen Holozän unter Wald eine Parabraunerde. Mit Beginn der Rodung mit Beackerung wurde ihr Oberteil in Boden-Kolluvium verwandelt — am Hangfuß sich anhäufendes humoses Material. Eine gewisse Wiederbewaldung erzeugte Stillstand des kolluvialen Aufwuchses und Bildung einer Parabraunerde-Braunerde auf tieferem Kolluvialteil, ehe wieder aufgenommene Rodung das oberste Kolluvium erzeugte.

In diese Rodungszeit fällt auch die Bildung der Auenterrasse, die zufällig in diesem Abschnitt des Thoosbaches hier abgelagert und erhalten ist. Von den großen Flüssen Mitteleuropas kennt man sieben holozäne Auenterrassen, die auf klimatisch bedingte Aktivierungszeiten des Flussgeschehens zurückgeführt werden können (SCHIRMER 1995). Vielleicht leben wir mit den derzeitigen Klimakapriolen gerade in solch eine neue Aktivierungsphase hinein.

## **7. Die Bedeutung des Wannbacher Aufschlusses**

### **7.1. Löss innerhalb der Alb**

Bemerkenswert für diesen Aufschluss ist, dass auf dem gesamten Blatt Ebermannstadt und vom Trubachtal und seinen Seitentälern bisher kein Löss beschrieben wurde.

Geringmächtiger Löss ist ein fast überall vorhandener Bestandteil der Albüberdeckung. Er glättet dort die Hochflächen. Löss findet sich mächtiger aber auch an Hängen der Alb und seiner Täler. Eine stratigraphische Differenzierung der Lössablagerungen innerhalb der Alb wurde bisher nicht vorgenommen, meist mangels ausreichender Profilmächtigkeit.

Auf sekundärer Lagerstätte ist der Löss eine wesentliche Komponente der Aensedimente in den Tälern der Alb. Er wurde von den Hochflächen und Hängen in den Glazialzeiten und im Holozän mit Beginn der Rodung auf der Albhochflä-

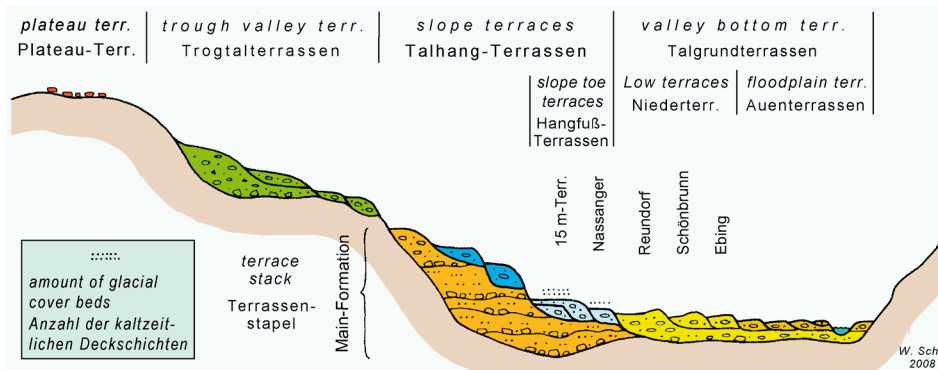


Abb. 9. Schema der Terrassentreppe des Mains (aus Schirmer 2010b)

Fig. 9. Scheme of the terrace flight along the River Main (from Schirmer 2010b)

che seit 7.500 Jahren abgespült. Da die Albäche ihn weitgehend nicht auszuräumen vermögen, erfüllt er die Täler der Alb als holozäner Auelehm besonders stark und hat ihr unebenes Relief, das vor der Rodungszeit bestand, stark eingeebnet (SCHIRMER 2008a: 60). So ist auch der Auelehm des Thoosbachtals stark von Löss geprägt.

## 7.2. Die tiefe Lage der vorletztglazialen Flussterrasse (Nassanger-Terrasse)

Der Befund des Aufschlusses Wannbach ist für die Talgeschichte der Alb bemerkenswert- wurde doch die Eintiefung der Albflüsse in den Albkörper bisher extrem unterschiedlich beurteilt (s. Ziff. 1). Bereits KRUMBECK (1956: 8) sieht die Täler »etwa im Pliozän oder noch im älteren Diluvium bis zur Grundsohle« eingetieft. Die Untersuchungen der Terrassenreste mit Geröllablagerungen des Moenodanuvius im Albkörper (SCHIRMER 1984, 2007b, 2008b) zeigten aber, dass dieser Fluss sich bereits im Neogen ziemlich tief in den Albkörper eingeschnitten hatte. Im frühen Quartär muss er dann – gemäß dem Verhalten des Mains (WURM 1956, KÖRBER 1962, SCHIRMER 2007a) und der Regnitz (SCHIRMER 1979) – etwa die heutige Talsohle erreicht haben, um im Mittelpleistozän wieder aufzuschütten (Main-Formation) und sich in diese Main-Formation wieder einzuschneiden (Abb. 9).

Wie der Aufschluss Wannbach nun zeigt, hat das Flusssystem der Alb noch vor dem vorletzten Glazial den heutigen Talboden erreicht. Im vorletzten Glazial (OIS 6, Jungriss, Saale) wurde dann die Nassanger Terrasse aufgeschüttet, deren Oberfläche nur 2,3 m über dem heutigen Thoosbachniveau liegt. Die Nassanger-Terrasse des Obermains liegt dort 5,5 m über dem Flusspiegel. Sie zeigt, wie die Terrasse von Wannbach, denselben generellen Aufbau mit einem fossilen Boden an ihrer Oberfläche und einer einzigen periglazialen Deckschicht. Es ist das demnach im ganzen Maingebiet samt den Seitenflüssen und Bächen ein gesetzmäßiges Verhal-

ten, dass die vorletzeglaziale Flussterrasse nur wenig über dem Auenniveau liegt. Dabei liegt sie natürlich auch wenig höher als die letztglazialen Niederterrassen (Reundorf-, Schönbrunn- und Ebing-Terrasse), wie es am Main deutlich auskartierbar ist (SCHIRMER 2010b).

Die sehr tiefe Lage dieser Nassanger-Terrasse am Thoosbach rührt daher, dass an kleinen Flüssen die Terrassen-Höhenunterschiede generell kleiner sind. Am Thoosbach kommt es bachaufwärts vor, dass Dauch-Barrieren das Auenniveau lokal überhöhen. Eine solche Barriere ist im Bereich von Wannbach allerdings nicht sichtbar; aber das gesamte Barriersystem könnte den Höhenunterschied zwischen Flusspiegel und den höheren Terrassen etwas verkleinert haben.

### **7.3. Das Verhältnis großer Flüsse zu kleinen Seitenbächen**

Kleine Seitenbäche geben ihre Flussgeschichte ganz allgemein viel schwerer preis als die großen Flüsse. Das liegt an der mangelnden Erhaltung von Flussablagerungen in den meist engeren Tälern der Seitenflüsse. Wenn dort Flussablagerungen überhaupt erhalten sind, dann sind sie vom Raumumfang so klein, dass sich ein wirtschaftlicher Abbau meist nicht lohnt. Es gibt also kaum Kiesgruben oder Sandgruben in den kleinen Seitentälern – und in der Fränkischen Alb mit ihren steil eingeschnittenen Talcañons und -kerben schon gar nicht.

So wissen wir von der Geschichte der Seitentäler generell relativ wenig. Daher ist der Wannbacher Aufschluss ein Glücksfall. Er zeigt, dass die pleistozäne Talgeschichte des kleinen Thoosbachtals sehr parallel zur Geschichte des Regnitz- und Maintals verläuft. Natürlich hat die Karbonatplatte der Alb auch ihr fluviales Eigenleben, beispielsweise durch die tiefgreifende, den Talzügen manchmal im Untergrund vorausseilende subaerische Lösungswirkung. Trotzdem war offenbar im Pleistozän stets genügend Zeit vorhanden, damit sich die kleinen Täler auf das Erosions-Akkumulationsverhalten der großen Täler einstellen konnten.

Die Nassanger-Terrasse in Wannbach ist für die Flussgeschichte des Maingebietes ein wichtiger Referenzpunkt und ein ergänzendes Zeugnis für die regionale Gültigkeit der pleistozänen Terrassengeschichte. Diese Terrasse müsste demnach auch im Regnitztal in ähnlicher Höhenlage auftreten.

## **8. Dank**

Zwei ungenannten Gutachtern danke ich für die Durchsicht des Textes und für kritische Hinweise.



## 9. Schrifttum

- BRUNNACKER, K. (1957): Die Geschichte der Böden im jüngeren Pleistozän in Bayern. – *Geologica Bavarica*, 34: 95 S.; München.
- EXLER, H. J. (1957), mit einem Beitrag von K. Brunnacker: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.000 Blatt Nr. 6234 Pottenstein. – 44 S.; München.
- HABBE, K. A. (1989): Der Karst der Fränkischen Alb. Formen, Prozesse, Datierungsprobleme. – *Schriften Zentralinst. fränk. Landeskunde u. allg. Regionalforsch. Univ. Erlangen-Nürnberg*, 28: 35-76; Neustadt a. d. Aisch. KA 5: Ad-hoc-AG Boden (2005): *Bodenkundliche Kartieranleitung*. – 5. Aufl., 438 S.; Hannover.
- KÖRBER, H. (1962): Die Entwicklung des Maintals. – *Würzburger geogr. Arb.*, 10: 170 S., 3 Krt, 1 Profil; Würzburg.
- KRUMBECK, L. (1956): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000 Blatt Nr. 6232 Forchheim. – 80 S., 2 Abb., 4 Taf.; München.
- MÜLLER, K. W. (1959), mit einem Beitrag von K. Brunnacker: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000 Blatt Nr. 6233 Ebermannstadt. – 58 S.; München.
- RÖSNER, U. (1990): Die Mainfränkische Lößprovinz. Sedimentologische, pedologische und morphodynamische Prozesse der Lößbildung während des Pleistozäns in Mainfranken. – *Erlanger geogr. Arb.*, 51: 306 S., 27 Beil., 24 Fotos; Erlangen.
- SCHIRMER, W. (1978): Aufbau und Genese der Talaue. – In: *Das Mainprojekt Hydrogeologische Studien zum Grundwasserhaushalt und zur Stoffbilanz im Main Einzugsgebiet. Schriftenreihe bayer. Landesamt Wasserwirtschaft*, 7: 145–154, Abb. 94–97; München.
- SCHIRMER, W. (1979): Das Quartär des Regnitztales. – *Geologische Karte von Bayern 1:25 000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 6132 Buttenheim*: 81–89; München.
- SCHIRMER, W. (1983): Die Talentwicklung an Main und Regnitz seit dem Hochwürm. – *Geol. Jb.*, A 71: 11–43; Hannover.
- SCHIRMER, W. (1984): Moenodanuvius — ein uralter Fluß auf der Frankenalb. – *Hollfelder Bl.*, 9 (2): 29–32; Hollfeld.
- SCHIRMER, W. (1995): Valley bottoms in the late Quaternary. – *Z. Geomorph. N.F., Suppl. Bd. 100*: 27–51; Berlin.
- SCHIRMER, W. (2000): Eine Klimakurve des Oberpleistozäns aus dem rheinischen Löss. – *Eiszeitalter und Gegenwart*, 50: 25–49; Hannover.
- SCHIRMER, W. (2002): Compendium of the Rhein loess sequence. – In: IKINGER, A. & SCHIRMER, W. [eds.]: *Loess units and solcomplexes in the Niederrhein and Maas area*. – *Terra Nostra*, 2002 (1): 8–23, 102–104; Berlin.
- SCHIRMER, W. (2007a): Geschichte und Bau des Maintals am Beispiel des Obermains. – *Bayreuther geogr. Arb.*, 28: 102–119; Bayreuth.
- SCHIRMER, W. (2007b): Terrestrische Geschichte der Nördlichen Frankenalb. – *Bayreuther geogr. Arb.*, 28: 168–178; Bayreuth.
- SCHIRMER, W. (2008a): Der Naturraum Main–Regnitz im ersten Jahrtausend n. Chr. – *Schriftenreihe hist. Ver. Bamberg*, 41, 2. Aufl.: 46–60; Bamberg.



- SCHIRMER, W. (2008b): 140 Millionen Jahre alte Geschichte der Fränkischen Schweiz. – Ausstellungskatalog des Fränkische Schweiz-Museums, 14 (Riffe, Wüsten und Vulkane in Oberfranken): 26–45; Tüchersfeld.
- SCHIRMER, W. (2010a): Interglacial complex and solcomplex. – *Central European Journal of Geosciences*, 2 (1): 32–40.
- SCHIRMER, W. (2010b): Die Geschichte von Moenodanuvius und Main in Oberfranken. – *Streifzüge durch Franken*, 1: 9–24; Lichtenfels.
- SCHRÖDER, B. (1968), mit Beiträgen von K. BERGER, K. BRUNNACKER, G. von EDLINGER & H. HÖRAUF, W. HAARLÄNDER und W.-D. HÜTTEROTH: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1: 25000, Blatt Nr. 6332 Erlangen Nord. – 159 S., 1 Beil.; München.
- WURM, A. (1956): Beiträge zur Flußgeschichte des Mains und zur diluvialen Tektonik des Maingebietes. Die Bedeutung eines Diluvialprofils im Umgehungs kanal des Mains zwischen Volkach und Gerlachshausen (Unterfranken). – *Geol. Bav.*, 25: 1–26, 1 Beil. (Taf. 6); München.

