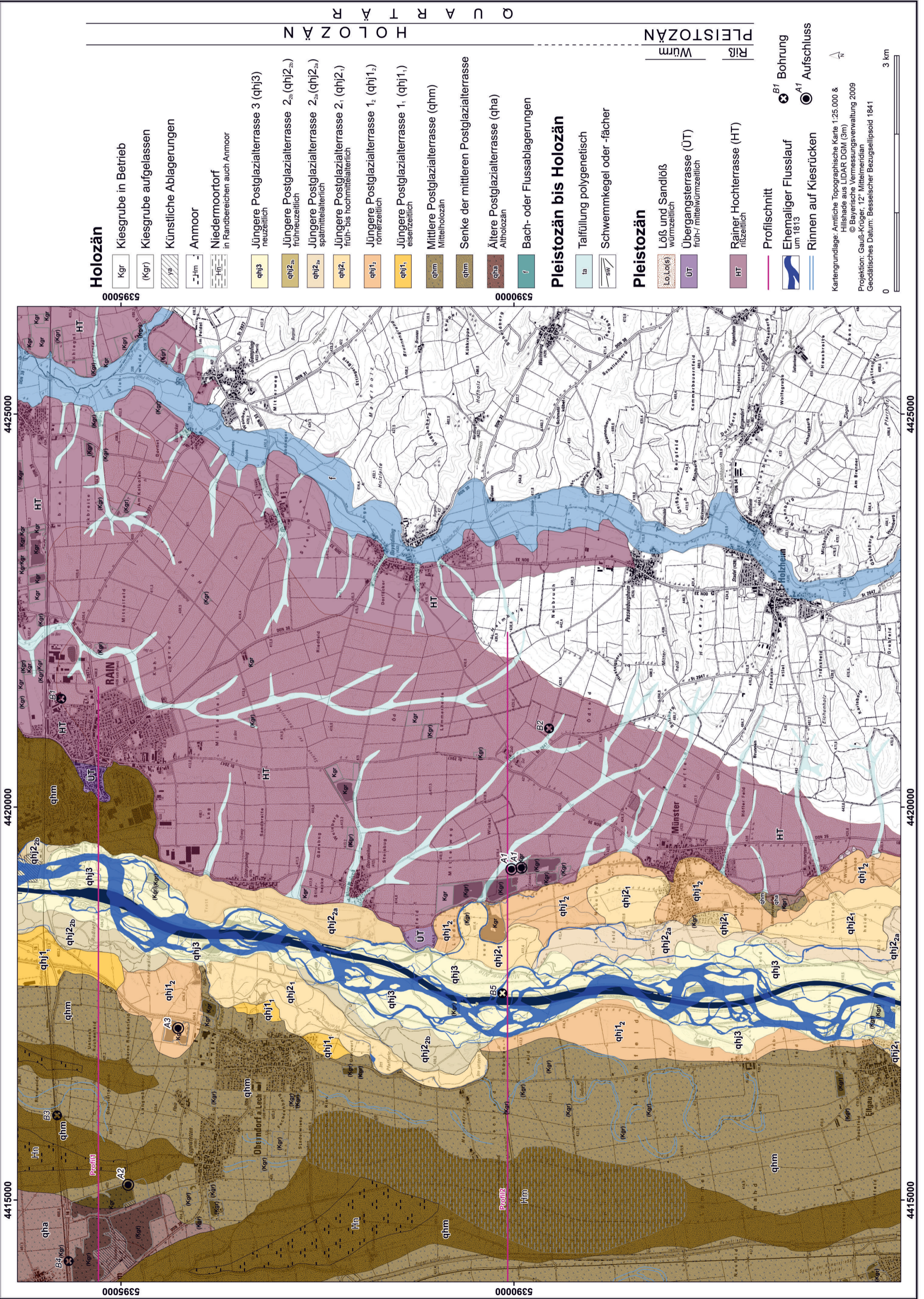


# Quartärgeologische Karte 1: 25.000 Blatt Nr. 7331 Rain

7331 RAIN

GIS-Kompilation: Dipl. Geogr. Karl Gumpel & Dipl. Geogr. Silke Schwieger 2009

Geologische Aufnahme: PATRICK SCHIELEIN & GERHARD SCHELLMANN 2008 - 2009









Nr.	TERRASSE	ARCHIV	OBJEKTID	OBJEKTNAME	TK
<b>7331_Profil1</b>					7331
1	qhm	Straßenbauamt Augsburg		Egelsee_B11	7331
2	qhm	Straßenbauamt Augsburg		Egelsee_B10	7331
3	qhm	Wasserwirtschaftsamt Donauwörth	1131-7331-39	Asbach-Bäumenheim_Dep._B 3	7331
4	qhm			B1 (2001; EGG_12)	7331
5	qhm			Aufschluss Eggelstetten E	7331
6	qhm	Straßenbauamt Augsburg		BW42_B3 AUCH B2	7331
7	qhm	Wasserwirtschaftsamt Donauwörth	4110-7331-10	Brunnen I	7331
8	qhm	Straßenbauamt Augsburg		BW41_B4	7331
9	qhj1_1	Straßenbauamt Augsburg		6_GK_B6	7331
10	qhj2_2b	Landesamt für Umwelt	7331BG015013	w Rain, GW-Erkundung Lechfeld, Br. II/1	7331
11	qhj3	Straßenbauamt Augsburg		3_Lech_B4	7331
12	qhm	Landesamt für Umwelt	7331BG015001	NE Rain, Altlastenuntersg. B 1	7331
13	HT	Landesamt für Umwelt		BIS_R_017	7331
<b>7331_Profil2</b>					
1	qhm	Wasserwirtschaftsamt Donauwörth	4110-7330-114	Mertingen_Brunnen_7	7331
2	qhm	Straßenbauamt Augsburg		8_BW106_B4	7331
3	qhm	Straßenbauamt Augsburg		8_BW106_B3	7331
4	qhm	Wasserwirtschaftsamt Donauwörth	4110-7331-10	Brunnen I	7331
5	qhm	Wasserwirtschaftsamt Donauwörth	1131-7331-52	Ellg_BSD_GWM 1	7331
6	qhj3	Lechwerke		Bohrloch_4	7331
7	qhj3	Lechwerke		Bohrloch_11	7331
8	qhj3	Wasserwirtschaftsamt Donauwörth	1131-7331-28	Oberpeiching OP/24	7331
9	qhj1_2			Aufschluss "Lindensee"	7331
10	HT			Aufschluss Ksg. Münster N	7331
11	HT			Aufschluss Ksg. Münster E	7331
12	HT	Wasserwirtschaftsamt Donauwörth	1131-7331-19	Muenster/Gut Sulz 106A	7331
13	HT	Wasserwirtschaftsamt Donauwörth	1131-7331-8	Suzl Bgw 3	7331

Beilage 3: Bohrungen der Talquerprofile auf Blatt 7331 Rain. Genauere Informationen zu den in der Tabelle in Kurzform beschriebenen Bohrungen sind im Bodeninformationssystem (BIS) enthalten und können vom LfU unter Beachtung des Datenschutzes abgegeben werden.



**Erläuterungen zur quartärgeologischen Karte 1:25.000 des Lechtals  
auf Blatt 7331 Rain  
– Kartierungsergebnisse aus den Jahren 2008 und 2009**

Patrick SCHIELEIN & Gerhard SCHELLMANN

**Vorwort**

Die quartärgeologische Aufnahme des jungquartären Lechtals auf dem Blatt Nr. 7331 Rain 1:25 000 wurde zwischen September 2008 und November 2009 von Dipl.-Geogr. Patrick SCHIELEIN unter Anleitung durch G. SCHELLMANN (Universität Bamberg, Lehrstuhl für Physische Geographie) durchgeführt. Die hier publizierten Fassungen von Karte und Erläuterungen entsprechen weitgehend dem Projektabschluss im Dezember 2010. Die Gestaltung der Kartenlegende erfolgte überwiegend anhand der Generallegende für die Geologische Karte von Bayern 1:25 000. Die Kartierung ist Teil des mit EU-Mitteln geförderten LfU-Projektes „Informationsoffensive Oberflächennahe Geothermie 2008-2011“ (LfU = Bayerisches Landesamt für Umwelt).

Die Flussgeschichte auf dem Blattgebiet war wiederholt Gegenstand geologischer Untersuchungen (v.a. GRAUL 1943, SCHAEFER 1966, LÖSCHER 1976, KILIAN & LÖSCHER 1979, TILLMANNS et al. 1982, SCHREIBER 1985), welche sich aber meist auf alt- und mittelpleistozäne Ablagerungen konzentrierten. Die bei TILLMANNS et al. (1983) dargestellten Areale der Aindlinger Terrassentreppe wurden unverändert übernommen. Die Verbreitung der Deckschichten auf der Rainer Hochterrasse ist der Bodenübersichtskarte 1:200 000, Blatt Nr. CC 7926 Augsburg (BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE 2001) entnommen. Wenig Informationen zum jungquartären Talgrund lieferten die Geologischen Übersichtskarte 1:200 000, Blatt Nr. CC 7926 Augsburg (DOPPLER & MEYER 2001), die Geologischen Karte des Donautales 1:200 000 (HOMILIUS et al. 1983) und die Kartierungen von SCHREIBER (1985). Diese Bereiche wurden neu kartiert.

Vom Bayerischen Landesamt für Umwelt wurden Bohrunterlagen, topographische Karten, Moorkarten der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft sowie ein hochauflösendes Geländemodell des Bayerischen Landesamts für Vermessung und Geoinformation zur Verfügung gestellt. Schichtenverzeichnisse weiterer Bohrungen überließen dankenswerterweise das Wasserwirtschaftsamt Donauwörth, die Stadt Rain am Lech, das Staatliche Straßenbauamt Augsburg, die Bayerische Elektrizitätswerke GmbH, der Zweckverband Wasserversorgung Fränkischer Wirtschaftsraum und die Betreiber des Kieswerkes Klauser-Wensauer GmbH & Co KG. Weitere Informationen zur Schottermächtigkeit der Rainer Hochterrasse wurden von KILIAN & LÖSCHER (1979) übernommen. Zur Abgrenzung der jüngsten Postglazialterrassen wurden historische Karten aus dem Vermessungsamt Donauwörth (Finanzamtlicher Exradi-

tionsplan aus den Jahren 1831/34) und des Bayerischen Landesamts für Vermessung und Geoinformation (Uraufnahmen aus den Jahren 1813/14) hinzugezogen. Des Weiteren lieferten Angaben über Bodendenkmäler aus der Datenbank des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege in Thierhaupten Altershinweise für die holozänen Lechterrassen. Allen genannten Behörden und Firmen bzw. ihren Repräsentanten danken wir sehr für ihre Unterstützung.

Die  $^{14}\text{C}$ -Datierungen stammen von Beta Analytic in Miami (Kalibrierung mit INTCAL04 bei 2 Sigma-Standardfehler). Die OSL-Messungen wurden am Institut für Angewandte Geologie der Universität für Bodenkultur in Wien (Prof. Dr. M. FIEBIG und Dr. J. LOMAX) in Zusammenarbeit mit Dr. F. PREUSSER (Universität Bern) durchgeführt. Für hilfreiche Unterstützung und anregende Diskussionen zur jungquartären Flussgeschichte danken die Verfasser Dr. G. DOPPLER (LfU) und Dr. E. KROEMER (LfU), dem Bearbeiter des benachbarten Blattes 7330 Mertingen. Einen besonderen Dank gebührt auch den Studenten und Mitarbeitern des Lehrstuhls für Physische Geographie (Universität Bamberg), darunter insbesondere Dipl. Geogr. Karl GÜMPEL und

Dipl. Geogr. Silke SCHWIEGER, die in überaus bewährter Weise ihren großen Sachverstand im GIS- und Grafikbereich eingebracht haben.

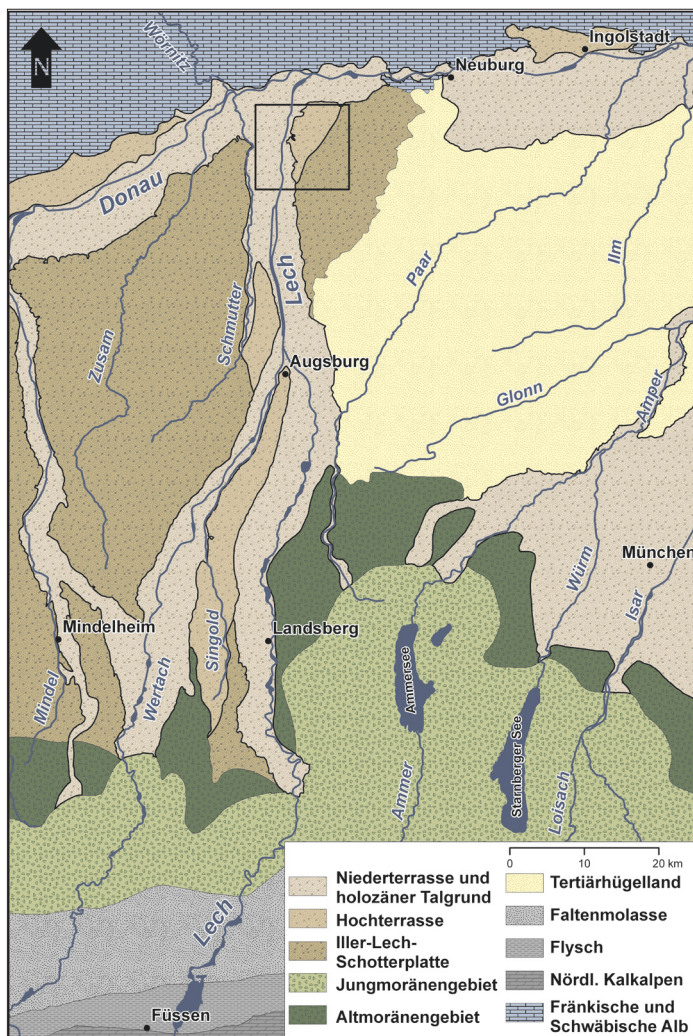


Abb. 1: Geologische und geomorphologische Übersicht. Die umrandete Fläche bezeichnet die Lage des Gradabteilungsblattes Nr. 7331 Rain.

### 1. Naturräumlicher Überblick

Das Blatt Rain ist gekennzeichnet durch unterschiedlich alte quartäre Ablagerungen des unteren Lechs, der das Kartenblatt von Süden nach Norden durchfließt (Abb. 1). Der holozäne Talgrund nimmt etwa die westliche Hälfte des Kartenblattes ein. Im Südosten erstrecken sich jüngere Terrassenfolgen der alt- und mittelpleistozänen Aindlinger Terrassentreppe. Die holozäne Lechau wird im Osten von der Rainer Hochterrasse überragt, die im weiteren Sinne die unterste und von ihrer Ausdeh-

nung her auffälligste Stufe der Aindlinger Terrassentreppe ist.

Der tiefste Punkt des Kartenblattes mit 399,3 m ü. NN liegt am nördlichen Blattrand in einer Rinne innerhalb der jüngsten Postglazialterrasse nahe des kanalisierten Lechlaufes und der höchste Punkt (488,8 m ü. NN) östlich des Lechs am Blattenberg im Bereich des Unteren Deckschotter.

Der jungquartäre Talgrund des Lechs liegt meist 5 bis 7 m, im Süden sogar über 10 m tiefer als die Oberfläche der angrenzenden Rainer Hochterrasse und wird von deren markantem Terrassenhang begrenzt. Das Relief des Talgrundes wird von zahlreichen ehemaligen Flussarmen, Fluss- und Hochwasserrinnen geprägt. Die Älteren und Mittleren Postglazialterrassen erstrecken sich etwa 1 m oberhalb der jungholozänen Talauflage und sind vor allem westlich des Lechs verbreitet. Die Mittlere Postglazialterrasse ist durch mehrere Rücken und dazwischenliegenden Senken untergliedert. Eine Niederterrasse ist im Blattgebiet oberflächlich nicht erhalten.

Die relativ ebene Oberfläche der Rainer Hochterrasse liegt ca. 10 m über dem Talboden des Lechs (Abb. 2) und wird im Süden und Südosten von den mehreren Dekametern höher liegenden, älteren Teilen der Aindlinger Terrassentreppe begrenzt. Im Anstieg sind häufig Fließerden verbreitet (TILLMANNNS et al. 1983: 19).

Die alt- und mittelpleistozäne Aindlinger Terrassentreppe besteht nach TILLMANNNS et al. (1983: 6ff.) aus dem Hochschotter, den Oberen, Mittleren und Unteren Deckschottern sowie aus dem Ortlfinger, Gempfinger und Pessenburgheimer Schotter. Davon sind die beiden letztgenannten und der Untere Deckschotter im Blattgebiet vertreten. Die fluviatilen Schotterkörper dieser Terrassen sind größtenteils von mehreren Metern mächtigen Löß- und Lößlehmdecken maskiert.

Im Liegenden der quartären Ablagerungen sind auf Blatt Rain meist sandig bis tonig ausgebildete Schichten der Oberen Süßwassermolasse (OSM) verbreitet. In Hanglagen oberhalb der Hochterrasse und an den Talhängen der Kleinen Paar stehen gelblichgraue und stark glimmerhaltige Feinsande (Flinzsand) der OSM oberflächlich an (TILLMANNNS et al. 1983: 7). Hydrogeologisch gesehen sind die quartären Ablagerungen, vor allem im Talgrund des Lechs, ein wichtiger Grundwasserleiter.

Die natürliche Flussdynamik des Lechs ist heute weitgehend unterbunden als Folge der bereits vor über 100 Jahren einsetzenden Korrektionsmaßnahmen und der zahlreichen, seit Mitte des 20. Jahrhunderts erstellten Staustufen.

Das Klima kann nach KÖPPEN (1923) als feuchttemperiert mit warmen Sommern (Cfb) eingestuft werden. Das langjährige Temperaturmittel an der Klimastation „Augsburg–Mühlhausen“ (462 m ü. NN), die etwa 25 km südlich der Stadt Rain liegt, betrug zwischen 1961 und 1990 8,0°C. Im gleichen Zeitraum lag der Mittelwert des jährlichen

Niederschlags dort bei 749,7 mm, in Rain (409 m ü. NN) bei 718,7 mm (DEUTSCHER WETTERDIENST 2009).

Die jungholozänen Terrassen sind fast flächendeckend von Auwald bedeckt. In Senken zwischen den mittelholozänen Rücken westlich des Lechs haben sich durch den hohen Grundwasserstand Niedermoortorfe und Anmoorböden gebildet. Diese Areale werden als Grünland genutzt. Auf den höherliegenden Flächen des Talbodens und auch auf der Hochterrasse dominiert Ackerbau. Dagegen sind die stärker reliefierten Bereiche der Aindlinger Terrassentreppe vor allem Grünland oder werden forstwirtschaftlich genutzt.

Bodendenkmäler belegen eine Besiedlung der Hochterrasse und der älteren Landschaftseinheiten seit dem Neolithikum, während im jungquartären Talgrund die bisher ältesten Siedlungsfunde aus der römischen Kaiserzeit stammen (Denkmaldatenbank des Bayer. Landesamtes für Denkmalpflege, persönl. Korrespondenz).

Im Blattgebiet wurden und werden an zahlreichen Stellen quartäre Kiese abgebaut. Im Abbau befindliche Kiesgruben liegen sowohl im holozänen Talgrund als auch auf der Hochterrasse. In den holozänen Bereichen ist wegen des hohen Grundwasserspiegels nur Nassabbau möglich, während auf der Rainer Hochterrasse großflächig Trockenabbau betrieben wird. Zahlreiche aufgelassene Gruben belegen die Bedeutung des Kiesabbaus auch in der Vergangenheit. Südlich von Oberndorf wurde in historischer Zeit Torf gestochen.

## 2. Quartäre Erdgeschichte

Das Quartär (Eiszeitalter) begann vor ca. 2,6 Mio. Jahren mit dem Pleistozän und zeichnet sich durch eine Folge von Kalt- und Warmzeiten aus. Die Landschaftsgestaltung des Alpenvorlands wurde während der Kaltzeiten von Gletschern und deren Schmelzwässern bestimmt. Die ältesten Zeugnisse glazifluvialer und periglazial-fluviatiler Akkumulationen im Blattgebiet sind der Untere Deckschotter, der Gempfinger und der Pessenburgheimer Schotter (TILLMANNS et al. 1983: 7f.).

Während des jüngeren Mittelpleistozäns (Riß-Komplex) schotterte der Lech als verwilderter Fluss (*braided river*) die Rainer Hochterrasse auf (Tab. 1) Ihre relativ große Ausdehnung wird auf Staueffekte vor dem Eintritt in die Südliche Frankenalb zurückgeführt (SCHAEFER 1966: 101). Die Donau schuf nach ihrem Zusammenfluss mit dem Lech dort enge Durchbruchstäler in den Jurakalken. Der Einfluss der Laufverkürzungen der Donau beim Wechsel vom Altmühl- ins Schuttertal und anschließend in das heutige Donautal auf die Entstehung der Rainer Hochterrasse wird kontrovers diskutiert (u.a. GRAUL 1943, SCHAEFER 1966, KILIAN & LÖSCHER 1979, TILLMANNS et al. 1982, FIEBIG & PREUSSER 2003).

Tab. 1: Stratigraphische Übersicht.

Age (Ka)	International			Bavaria		Lechtal		
	Marine Isotop. Stage	Magnetostr.	System (Sub-)Series	Stratigraphie	Terrassen			
11,5	1		BRUNHES QUATERNARY	Holocene	Holozän	Postglazialterrassen qhj3, qhj2 <sub>2a</sub> , qhj2 <sub>2a1</sub> , qhj2 <sub>1</sub> , qhj1 <sub>2</sub> , qhj1 <sub>1</sub> , qhm und qha		
30	2			Upper (Late) Pleistocene	Jungpleistozän	Übergangsterrasse (ÜT)		
70	3			Mittelpleistozän	Wü r m			
	4							
115	5a						Ober-Wü r m	Spät-wü r m
	5d						Mittel- wü r m	Nieder- terrassen- schotter
130	5e					Unte r- wü r m	Frü h- Mittel- wü r m	
	6			Mittelpleistozän	Ri ß / Wü r m	Übergangsterrassen- schotter		
	10			Mittelpleistozän	R i ß	Hochterrassenschotter	Rainer Hochterrasse (HT)	
	11							Mindel/Ri ß

Im Riß/Wü r m-Inter- glazial herrschten ähnliche oder sogar wärmere klimatische Ver- hältnisse als heute. Auf den Terrassen- flächen konnten tiefgreifende Ver- witterungsböden entstehen (Para- braunerden), deren fossile Unterböden

zum Teil noch heute an der Kiesoberkante der Rainer Hochterrasse unter Würmlöß verbreitet sind.

Auch im Würm, der jüngsten Kaltzeit, kam es während wärmerer Abschnitte zu Bildung interstadialer Böden (u.a. Nassböden, Humuszonen), die vereinzelt in würm- zeitlichen Lößdeckschichten auf der Rainer Hochterrasse erhalten sind.

Im Oberen Würm erreichten die alpinen Gletscher vor ca. 18. bis 20.000 Jahren ihren Höchststand, allerdings mit deutlich geringerer Ausdehnung wie zur Zeit der Riß-Vorlandvergletscherung. Die würmzeitlichen Schmelzwässer schufen im Hoch- und Spätglazial unterschiedlich alte Niederterrassen, die im Blattgebiet, zumindest oberflächennah, im Laufe des Holozäns vollständig ausgeräumt wurden.

Vor allem die Ausblasung von feinkörnigem Material aus den vegetationsarmen Schotterflächen der Niederterrasse lieferte die jüngsten Lößsedimente, die auf den Flächen der Deckenschotter und der Hochterrasse als Deckschichten verbreitet sind. In den Kaltzeiten waren periglaziale Prozesse wie beispielsweise das Kriechen jah- reszeitlich aufgetauter Bodenschichten auf Permafrost (Geli-Solifluktion) und die flächenhafte Erosion durch kaltzeitliche Abspülung (Abluation) äußerst aktiv. Wei- tere Zeugnisse kaltzeitlicher Klimabedingungen wie Eiskeil-Pseudomorphosen und Dellenbildungen sind in einzelnen Aufschlüssen bzw. in der Morphologie der Rainer Hochterrasse erkennbar. Diese kaltzeitliche Überprägung der Landschaft endete mit der Jüngeren Dryas vor etwa 11.500 Kalenderjahren bzw. vor etwa 10.000 <sup>14</sup>C-Jahren.

Flussdynamisch betrachtet war der Lech, anders als z. B. die Donau, in der Postgla- zialzeit kein durchgehend mäandrierender, sondern ein häufig stark verzweigter Fluss mit hoher Erosionskraft. Im Blattgebiet sind daher innerhalb der holozänen Lechaue heute noch zahlreiche ehemalige Flussarme zum Teil mit zahlreichen Verzweigungen, aber auch mit einzelnen Mäanderbildungen erhalten. Im Zuge holozäner Flusserosion

wurden neben älteren holozänen Lechablagerungen und den Niederterrassen, auch Teile der Rainer Hochterrasse ausgeräumt. Letzteres ist heute noch sichtbar an oftmals mäanderförmigen Unterschneidungen des Hochterrassenhanges. Die ältesten holozänen Lechablagerungen stammen aus dem Präboreal/Boreal. Sie sind oberflächlich nur kleinräumig, an der Basis jüngerer holozäner Terrassen als Sockelschotter aber großflächig erhalten. Im Subboreal kam es zu großflächigen Akkumulation der Mittleren Postglazialterrasse. Seitdem hat sich der Lech und seine Mündung sukzessive nach Osten, d.h. donauabwärts, verlagert.

Im Jungholozän erhöhte sich vermutlich durch intensive rodungsbedingte Bodenerosion im Einzugsgebiet des Lechs eventuell seit dem Neolithikum die Suspensionsfracht der Lech-Hochwässer. Dadurch kam es auf den tieferen und jüngeren Postglazialterrassen auch außerhalb von Aurinnen und Senken zu einer verstärkten Ablagerung von Hochflutsedimenten vor allem in Form von Auenmergeln.

Weitere im Blattgebiet auftretende holozäne Bildungen sind Schwemmkegel an der Einmündung von Seitentäler und Dellentälchen am Außenrand der holozänen Talaue, Anmoore und Niedermoore auf der Mittleren Postglazialterrasse.

### 3. Schichtenfolge

#### 3.1 Quartär

##### 3.1.1 Pleistozän

##### 3.1.1.1 Rainer Hochterrasse (HT)

*Mittelpleistozän, Riß*

Die Rainer Hochterrasse bildet östlich des Lechs eine eigene, vom Talgrund und den höheren Talhangterrassen der Aindlinger Terrassentreppe klar abgesetzte Landschaftseinheit. Vom tieferen, jungquartären Talgrund trennt sie eine Terrassenkante von 5 bis über 10 m Höhe (Abb. 2). Die älteren Ablagerungen der Aindlinger Terrassentreppe liegen in deutlich höheren Niveaus südlich und östlich der Rainer Hochterrasse. Am westlichen Rand der Hochterrasse ist südlich von Oberpeiching sowie in der Altstadt von Rain ein 1 bis 2 m tieferes Terrassenniveau erhalten, die vermutlich kleine Relikte einer würmzeitlichen Übergangsterrasse *sensu* SCHELLMANN (1988) darstellen (Tab. 1). Eine darüber hinausgehende Untergliederung der Hochterrasse im Sinne SCHAEFERS (1966: 101 ff.) in eine 7 m-, eine 14 m- und eine 21 m-Terrasse ließ sich weder bei den Geländebegehungen noch im hochauflösenden digitalen Geländemodell bestätigen. Zwar ist innerhalb der Hochterrasse zwischen Rain und Münster streckenweise ein flacher Geländeanstieg auf ein etwa 2 m höheres Areal vorhanden, was allerdings, wie bereits KILIAN & LÖSCHER (1979: 211f.) feststellten, wahrscheinlich eine Folge unterschiedlicher periglazialer Abtragungsprozesse ist.

**Mächtigkeit und Lagerung:** Der Kieskörper der Rainer Hochterrasse erreicht in Boh-

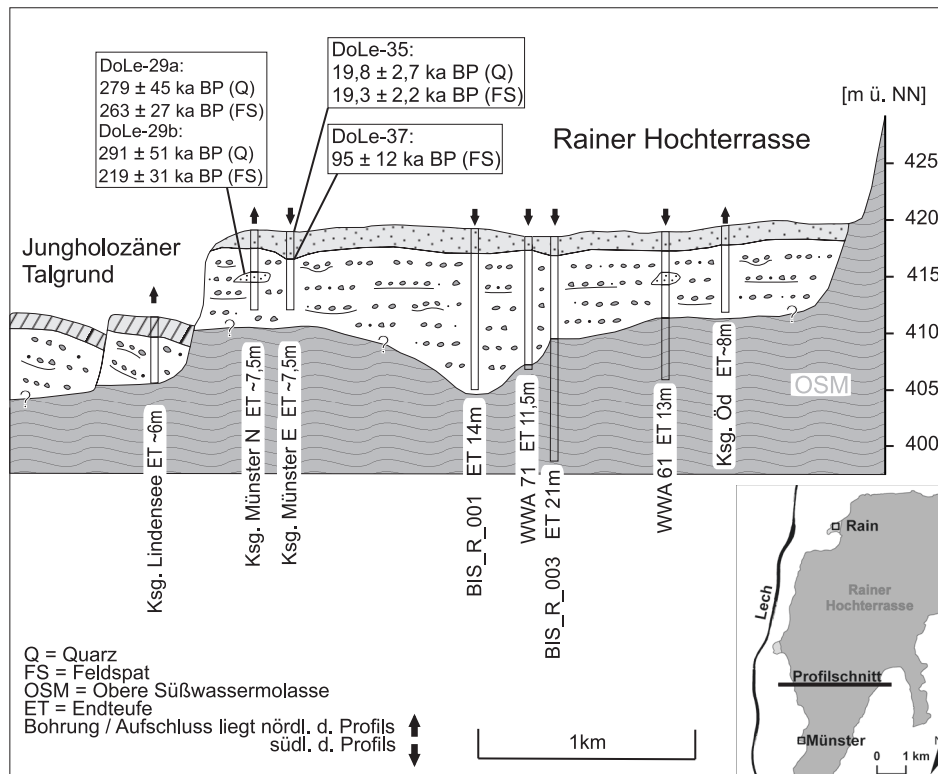


Abb. 2: Querprofil durch die Rainer Hochterrasse mit Ergebnissen von OSL-Messungen (s. Abb. 3). Die Tiefenlage der Quartärbasis stützt sich auf die aufgeführten Bohrungen und auf Angaben von KILIAN & LÖSCHER (1979).

rungen Mächtigkeiten von 7 bis 13 m, wobei lokal starke Schwankungen auftreten können (Abb. 2). Dabei liegt die Quartärbasis im Bereich der Hochterrasse meist etwa 10 m höher als im angrenzenden jungquartären Talgrund: Dort sinkt sie von über 400 m ü. NN auf ca. 395 m ü. NN nach Norden hin ab (Abb. 8). Innerhalb der Quartärbasis deutet sich eine Rinne mit einer Quartärmächtigkeit von 15 m an. Sie verläuft unter der Rainer Hochterrasse von Südwesten nach Nordosten und wurde bereits von KILIAN & LÖSCHER (1979: 213f.) beschrieben.

Die Hochterrassenkiese sind großflächig von äolischen Deckschichten (Sandlöß, Löß) der Würm-Kaltzeit bedeckt (Abb. 2; Kap. 3.1.1.2). Sie erreichen Mächtigkeiten von durchschnittlich 1,5 m, in Rinnenfüllungen auch über 3 m. Lediglich in Rückenpositionen und entlang des Hochterrassenabfalls zum jungquartären Talboden des Lechs reicht der Hochterrassenkies häufig bis zur Oberfläche.

**Lithologie:** Der Kieskörper der Rainer Hochterrasse besitzt nach TILLMANNS et al. (1982: 94f.) einen hohen Anteil karbonatischer Gerölle (80–90%) mit nur wenigen quarzitischen und kristallinen Geröllen, wie sie für die Lech-Fazies typisch ist. In Aufschlüssen östlich der Kleinen Paar stellen GRAUL (1943: 12ff.) und TILLMANNS et al. (1982: 95) sehr hohe Anteile von umgelagertem Molassematerial und verwitterten Schottern älterer fluvialer Ablagerungen fest, die sie als periglaziale Schotterfazies von autochthonen Gewässern aus der Aindlinger Terrassentreppe interpretieren.

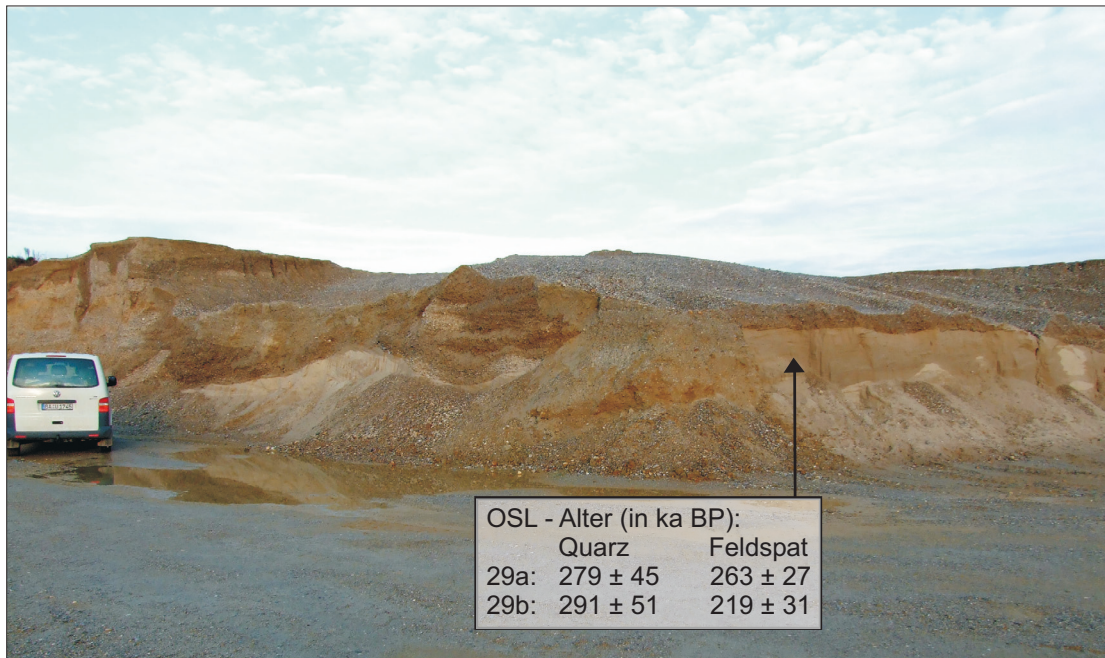


Abb. 3: Lumineszenzdatierte Sandlage in der Kiesgrube Münster (Rainer Hochterrasse). Höhenlage der Geländeoberfläche bei ca. 417 m ü. NN. Lage des Profils bei R 44 18 973, H 53 90 961.

Eine Zweiteilung des Schotterkörpers der Rainer Hochterrasse durch einen Mergelbatzenhorizont, wie von TILLMANNNS et al. (1982: 82ff.) postuliert, konnte bei der derzeitigen Aufschlusssituation nicht beobachtet werden. Zwar treten in der Kiesgrube (Ksg.) Münster isolierte Mergelbatzen auf, allerdings in verschiedenen Niveaus.

Innerhalb des Kieskörpers treten vereinzelt (Ksg. Münster, u.a. Kap. 6: Bohrung 1 und Bohrung 2) 1 bis 2 m mächtige Sandschichten auf und zwar vor allem in 2 bis 4 m Tiefe unter der Kiesoberkante. Diese kleinbogig schräggeschichteten Sande enthalten dünne Bänder aus Fein-, Mittel- und Grobkiesen und werden als fluviale und nicht als äolische Ablagerungen angesehen (Abb. 3).

Am Top des Kieskörpers der Rainer Hochterrasse, überdeckt von würmzeitlichen Lößdeckschichten sind teilweise Reste eines Bt-Horizontes einer mindestens letztinterglazialen (eemzeitlichen) Parabraunerde erhalten (Abb. 4).

**Fazies:** glazifluvial (kaltzeitlicher Schmelzwasserschotter).

**Alter:** Die Überdeckung der Hochterrassenschotter durch zum Teil frühwürmzeitliche Lößablagerungen sowie der Erhalt eines warmzeitlichen, mindestens letztinterglazialen Bt-Horizontes am Top des Kieskörpers (Abb. 4) belegen eine mindestens rißzeitliche Akkumulation der Rainer Hochterrasse.

Nach OSL-Datierungen fand die Ablagerung von Lössen und Humuszonen in einem Dellentälchen auf der Hochterrasse, das in der Ksg. Münster angeschnitten war (Abb. 4), im Zeitraum zwischen ca. 20 ka und 100 ka BP statt. Lumineszenz-Messungen zweier Proben aus einer Sandlage im Kieskörper der Rainer Hochterrasse in

Tab. 2: Lumineszenz-Datierungen von Sandlagen aus der Rainer Hochterrasse und an Proben aus ihrer Würmlößbedeckung.

Probe	Schicht	Rechts- / Hochwert	Entnahme- tiefe u. GOK	Alter in ka BP	
				Quarz	Feldspat
DoLe-35	Deckschicht (Jungwürmlöß)	44 19 240 53 89 934	0,5 m	19,8 ± 2,7	19,3 ± 2,2
DoLe-37	Deckschicht (Humuszone)	44 19 240 53 89 934	2,5 m	in Sättigung	95 ± 12
DoLe-29b	Sandlage im Kieskörper	44 18 973 53 90 961	4,5 m	291 ± 51	219 ± 31
DoLe-29a	Sandlage im Kieskörper	44 18 973 53 90 961	4,5 m	279 ± 45	263 ± 27

ca. 4,5 m unter GOK in der Ksg. Münster lieferten gemessen an Quarzen Alterswerte von  $279 \pm 45$  ka und  $291 \pm 51$  ka BP sowie gemessen an Feldspäten Alterswerte von  $219 \pm 31$  ka und  $263 \pm 27$  ka (Tab. 2; Abb. 3). Nach diesen OSL-Altern und deren Konfidenzintervall könnte die Aufschotterung der Hochterrasse in der 2. Kaltzeit, aber auch in der 3. oder 4. Kaltzeit vor heute stattgefunden haben.

Eine frühwürmzeitliche Entstehung des Terrassenkörpers, wie sie von FIEBIG & PREUSSER (2003: 456ff.) angenommen wurde, kann allein schon wegen des früh- bis hochwürmzeitlichen Alters der Deckschichten und wegen der Ausbildung eines interglazialen Bt-Horizontes am Top der Hochterrassenkiese ausgeschlossen werden. Erst die tieferliegenden Areale der Übergangsterrasse (ÜT) am Westrand der Rainer Hochterrasse südlich von Oberpeiching und in Rain sind jünger als die Rainer Hochterrasse und könnten frühwürmzeitliche Bildungen darstellen.

**Aufschlüsse:** Ksg. Münster, R: 44 19 300, H: 53 90 000.

### 1.1.1.2 Schmelzwasserschotter, früh- bzw. mittelwürmzeitlich (Übergangsterrasse, ÜT)

*Früh- bis Mittelwürm* (international *Unter- und Mittelwürm*)

Eine Übergangsterrasse (ÜT) *sensu* SCHELLMANN (1988) ist nur in Form zweier kleiner Terrassenareale am westlichen Rand der Rainer Hochterrasse südlich von Oberpeiching sowie in der Altstadt von Rain erhalten. Sie entspricht der von SCHAEFER (1966) beschriebenen „Neuburger Tal-Terrasse“. Die Oberfläche der ÜT liegt meist 2 m tiefer als die Oberfläche der Rainer Hochterrasse. Von der westlich angrenzenden holozänen Lechaue ist sie durch eine 3 bis 4 m hohe Steilstufe deutlich abgesetzt. Mangels Aufschlüssen existieren keine Informationen zu den Deckschichten und zur Lithologie, Mächtigkeit und Fazies des Terrassenschotters.

**Alter:** Die Übergangsterrassen im bayerischen Alpenvorland entstanden nach SCHELLMANN (2010) wahrscheinlich im Früh- bzw. Mittelwürm. Es ist davon auszugehen, dass auch die im Blattgebiet erhaltene Übergangsterrasse, die jünger als die rißzeitliche Rainer Hochterrasse und älter als die hochwürmzeitliche Hauptniederterrasse des Lechs ist, auch in diesem Zeitraum vom Lech abgelagert wurde.

### 3.1.1.3 Löß und Sandlöß, Lo / Lo(s)

#### Würm

Die Verbreitung von Deckschichten auf der Rainer Hochterrasse und der Übergangsterrasse wurde aus der Bodenübersichtskarte 1:200.000 CC 7926 Augsburg (BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE 2001) übernommen. Es handelt sich dabei überwiegend um Löß und Sandlößablagerungen. Diese Deckschichten sind im zentralen Bereich der Rainer Hochterrasse, abgesehen von einzelnen Kiesrücken, flächenhaft verbreitet. Im nördlichen Bereich mit Annäherung an das jungquartäre Donautal fehlen die Deckschichten vollständig. Auch im westlichen Bereich entlang der Kante zum jungquartären Lechtal dünnen sie stark aus und können stellenweise fehlen.

**Mächtigkeit und Lagerung:** Die Mächtigkeit der Lößdeckschichten schwankt in der Regel zwischen wenigen Dezimetern und zwei Metern. In einzelnen Rinnenfüllungen können sie auch über 2 m mächtig sein.

**Lithologie: und Fazies** Die lithologische Ausprägung der Deckschichten auf der Rainer

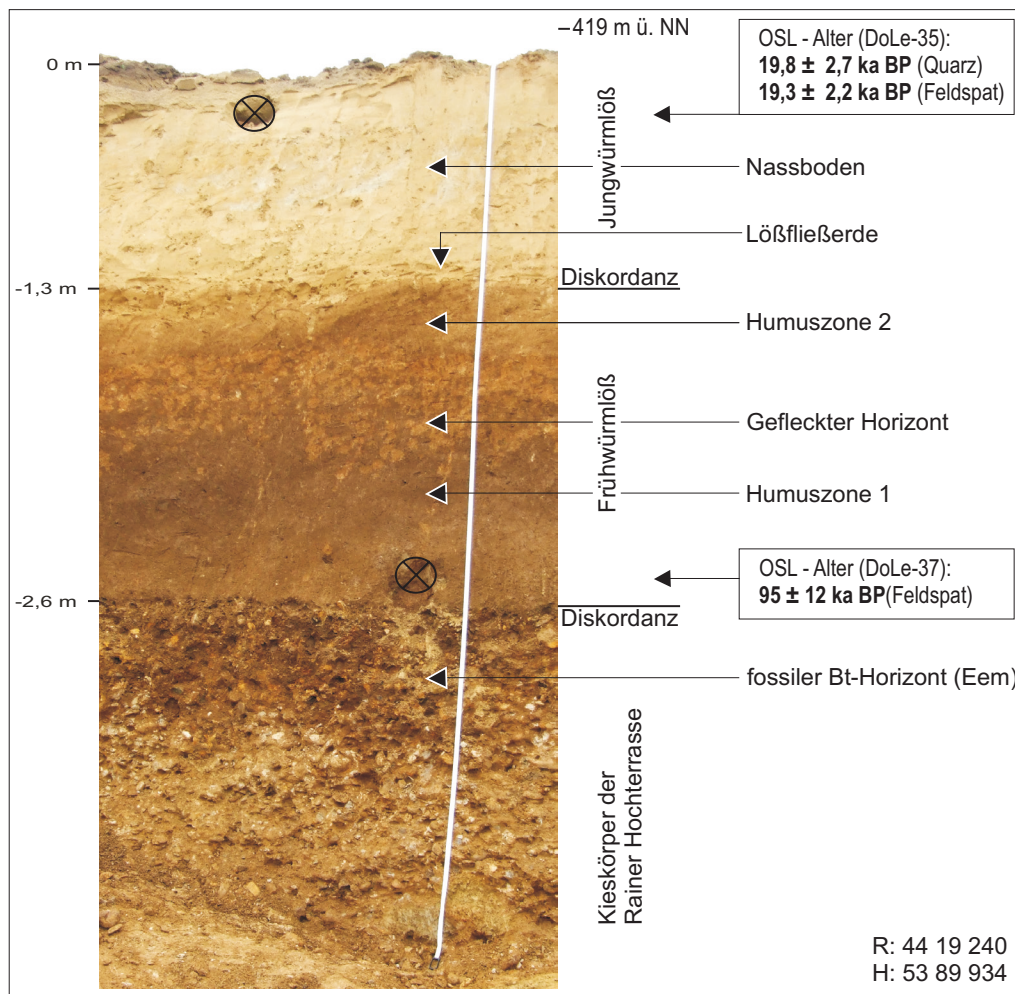


Abb. 4: Die Deckschichten auf der Rainer Hochterrasse in einem Aufschluss der Kiesgrube Münster. Die holozäne Parabraunerde (ca.0,5 m) ist abgeschoben. Höhenlage der Geländeoberfläche bei ca. 419 m ü. NN.

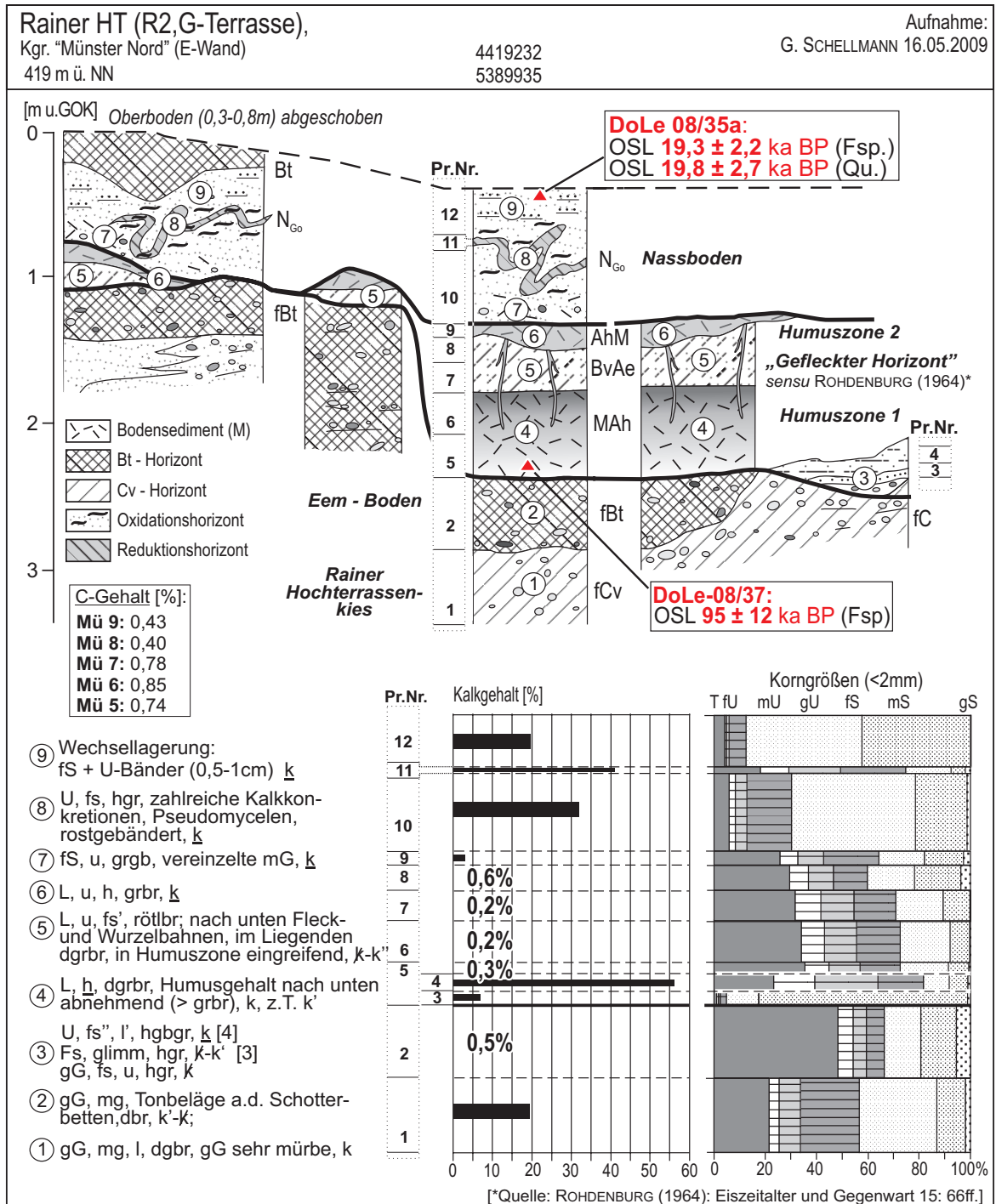


Abb. 5: Deckschichtenprofil auf der Rainer Hochterrasse in der Kiesgrube „Münster“. Kalkgehalte nach SCHEIBLER, Korngrößenanalysen nach KÖHN & KÖTTGEN.

Hochterrasse wurde von den bisherigen Bearbeitern unterschiedlich angesprochen. Während GRAUL (1943: 12ff.) von einer Lösslehmdecke spricht, sehen TILLMANNS et al. (1982: 96ff.) und ebenso AKTAS & FRECHEN (1991: 24f.) die teils verschwemmten und krypturbar überprägten Löss- und Sandlöss-Ablagerungen als fluviatile Deckschichten aus dem Frühwürm an. Aktuell sind in mehreren Kiesgruben diese Lössdeckschichten mit typischen interstadialen Bodenbildungen der Würmkaltzeit aufgeschlossen.

In südlichen Bereich der Kiesgrube Münster (Abb. 4, Abb. 5) sind im basalen

Bereich einer Dellenfüllung zwei Humuszonen erhalten, die den Mosbacher Humuszonen (SCHÖNHALS et al. 1964: 200f., SEMMEL 1968: 10f.) entsprechen dürften. Die Obere ist etwa 0,5 m, die untere Humuszone bis zu 0,9 m mächtig. Zwischen beiden Humuszonen tritt eine auffällige Ansammlung rötlichbrauner Flecken auf (Abb. 4 und Abb. 5: Gefleckter Horizont), wie sie nach ROHDENBURG (1964: 66f.) unter saurem Milieu durch Bleichung entlang von Wurzelbahnen entstehen können. SEMMEL (1996: 14) deutet derartige Verfärbungen als Bv-Entwicklung unter einer frühwürmzeitlichen Nadelwaldsteppe.

Über den Humuszonen folgt eine 20 bis 60 cm mächtige feinsandige und schluffige Lößfließerde (6% T, 24,4% U, 69,6% S) mit einzelnen Kiesschnüren. Der darüber liegende Löß ist bis zu 1,3 m mächtig und besteht aus einem liegenden stark schluffigen Löß (17,9% T, 56,6% U, 25,5% S) und einem hangenden sandstreifigem Löß (4,2% T, 8,2% U, 87,6% S). Im liegenden Löß sind häufig ein bis zwei Nassbodenhorizonte erhalten, die aufgrund ihrer Lage im Profil und ihrer schwachen Ausprägung zeitlich den jungwürmzeitlichen Erbenheimer Böden im Hessischen Raum (SCHÖNHALS et al. 1964: 201f., SEMMEL 1968: 12) entsprechen dürften.

**Alter:** Die relative Alterseinstufung der Humuszonen ins Frühwürm und der Nassböden ins Jungwürm wird durch zwei OSL-Datierungen bestätigt (Abb. 4, Abb. 5, Tab. 2). So ergaben die OSL-Datierung des obersten, nicht von der holozänen Bodenentwicklung überprägten unverwitterten Sandlößpaketes ein jungwürmzeitliches Alter von  $19,8 \pm 2,7$  ka (Quarz) bzw.  $19,3 \pm 2,2$  ka (Feldspat). Die untere Humuszone besteht aus äolisch umgelagertem humosen Bodenmaterial eines unter vermutlich interstadialen Klimabedingungen entstandenen Ah-Horizontes. Die Ablagerung dieser humosen Sedimente ereignete sich nach der OSL-Datierung einer Probe von der Basis der unteren Humuszone vor etwa  $95 \pm 12$  ka, also während des Frühwürms wahrscheinlich zur Zeit des MIS 5b (MIS = Marine Isotopen-Stufe).

**Aufschlüsse:** Ksg. Münster, R: 44 19 300, H: 53 90 000; Ksg. Oberpeiching, R: 44 20 350, H: 53 92 250; Ksg. Öd, R: 44 21 200, H: 53 91 300.

### 3.1.2 Pleistozän bis Holozän

Polygenetische Talfüllungen und Hangablagerungen sind Bildungen, deren Erstanlage häufig bis ins Pleistozän zurückreicht, die aber teilweise im Holozän weiterhin aktiv waren.

#### 3.1.2.1 Talfüllung, polygenetisch, ta

##### *Pleistozän bis Holozän*

Die Rainer Hochterrasse ist von Dellentälchen durchzogen, die in der Würmkaltzeit

unter Dauerfrostboden entstanden sind. Heute sind sie Trockentäler. Die Tälchen sind schon im Würm (Löß, Sandlöß, Fließerden, geringmächtigen Sand- und Kieslagen) und teilweise auch noch im Holozän (Kolluvien) mit feinklastischen Sedimenten zumindest teilweise verfüllt worden.

**Mächtigkeit, Lagerung:** Die Füllungen der Dellentälchen erreichen Mächtigkeiten von einigen Dezimetern, selten von wenigen Metern.

**Lithologie:** Die Zusammensetzung der Dellenfüllungen ist sehr heterogen. Sie bestehen aus umgelagerten glimmerreichen Sanden der Oberen Süßwassermolasse, quartären Sanden und Kiesen der Aindlinger Terrassentreppe sowie Lössen und Lößfließerden. Der Sedimenteintrag geschah vor allem in den Kaltzeiten durch äolische, abluative und solifluidale Prozesse. Im Holozän wurden bereichsweise auch Kolluvien aus der Umgebung der Dellentälchen eingetragen.

### 3.1.3 Holozän

#### 3.1.3.1 Ältere Postglazialterrasse, qha

*Altholozän (Präboreal bis Boreal)*

Flussschotter der Älteren Postglazialterrasse des Lechs sind im Blattgebiet nur in einem kleinen Areal unmittelbar östlich des Lechs und am westlichen Blattrand erhalten. Der östliche Terrassenrest liegt direkt am Steilanstieg zur Rainer Hochterrasse und wird von mehreren Flussrinnen durchzogen. Die Friedberger Ach fließt heute in ihrer Randsenke entlang des Hochterrassenhangs. Nach SCHEUENPFLUG (1978: 580) lag die Mündung der Friedberger Ach in den Lech ehemals talaufwärts bei Thierhaupten. Durch anthropogene Eingriffe wurde ihr Lauf im Mittelalter verlegt und sie wurde zum Nebenfluss der Donau.

Die westlich des Lechs gelegenen Areale der Älteren Postglazialterrasse sind durch die größtenteils aufgelassenen Grubenareale der Kiesgrube Eggelstetten weitgehend abgebaut. Hier konnte die Grenze zur lechwärts angrenzenden Mittleren Postglazialterrasse nur vermutet werden. Dagegen sind beide Terrassen außerhalb der Kiesgruben durch eine deutliche Terrassenkante getrennt. Diese ist am markantesten ausgebildet, sobald Senken der Mittleren Postglazialterrasse (s.u.) an die Ältere Postglazialterrasse grenzen.

**Mächtigkeit und Lagerung:** Die Mächtigkeit der quartären Ablagerungen im Bereich der Älteren Postglazialterrasse liegt nach den wenigen aus diesem Areal vorliegenden Bohrungen (n= 6) in einer Größenordnung von 7 bis 14 m unter Flur. Teilweise reicht der Kieskörper bis zur Oberfläche, teilweise ist er von mehreren Metern mächtigen Auenmergeln bedeckt.

**Lithologie:** In der aufgelassenen Ksg. Lämmerweide südlich von Münster und im

westlichen Teil des Grubenareals Eggelstetten ist die Ältere Postglazialterrasse nur unzureichend aufgeschlossen. Nach schotterpetrographischen Untersuchungen von SCHREIBER (1985: 99ff.) in der Ksg. Eggelstetten führt die Ältere Postglazialterrasse, die dort als Sockelschotter die Mittlere Postglazialterrasse unterlagert, neben alpinen Geröllen auch Lydite, Basalte, rötliche Quarzite, Sandsteine und vor allem Malmkalke. Insgesamt ist die Geröllzusammensetzung nach SCHREIBER (1985: 102) einer Lech-Donau-Fazies zuzuordnen.

**Fazies:** fluviatil, warmzeitlich.

**Alter:** Aufgrund der morphostratigraphischen Lage ist von einer altholozänen Altersstellung auszugehen. Darauf weisen  $^{14}\text{C}$ -Datierungen mit präborealen Altern an zwei Kiefernstämmen aus der Flussbettfazies der Älteren Postglazialterrasse auf dem nördlich anschließenden Kartenblatt 7231 Genderkingen (SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band: 7231 Genderkingen).

**Aufschlüsse:** Ksg. Lämmerweide, R: 44 18 750, H: 53 86 560; Ksg. Eggelstetten, R 44 14 500, H 53 95 300.

### 3.1.3.2 Mittlere Postglazialterrasse, qhm

*Mittelholozän (Subboreal)*

Die Mittlere Postglazialterrasse ist östlich des Lechs nur als isolierter Terrassenrest südlich von Münster erhalten. Westlich des Lechs nimmt sie zwischen Ellgau und dem nördlichen Blattrand große Teile des jungquartären Talbodens ein. Morphologisch auffällig sind langgestreckte Rücken, die parallel zum Lech verlaufen und auf denen mäandrierende oder auch verzweigte Paläoflussarme erhalten sind. Diese Rücken sind teilweise mehrere Kilometer breit und voneinander durch mehrere hundert

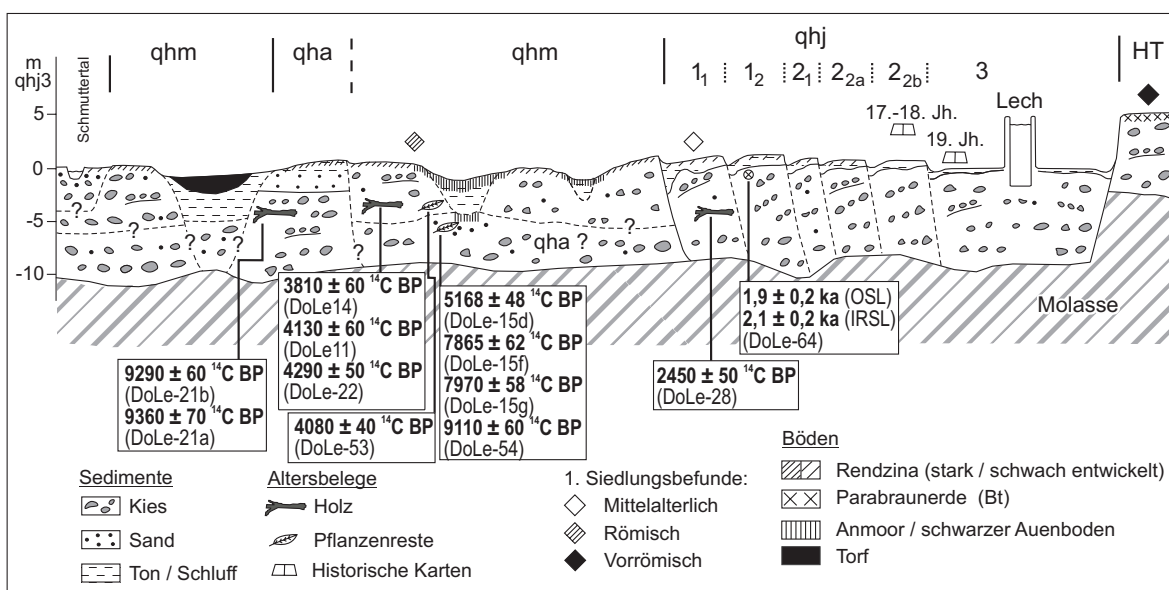


Abb. 6: Schematisches Talquerprofil durch die holozänen Lechterrassen.

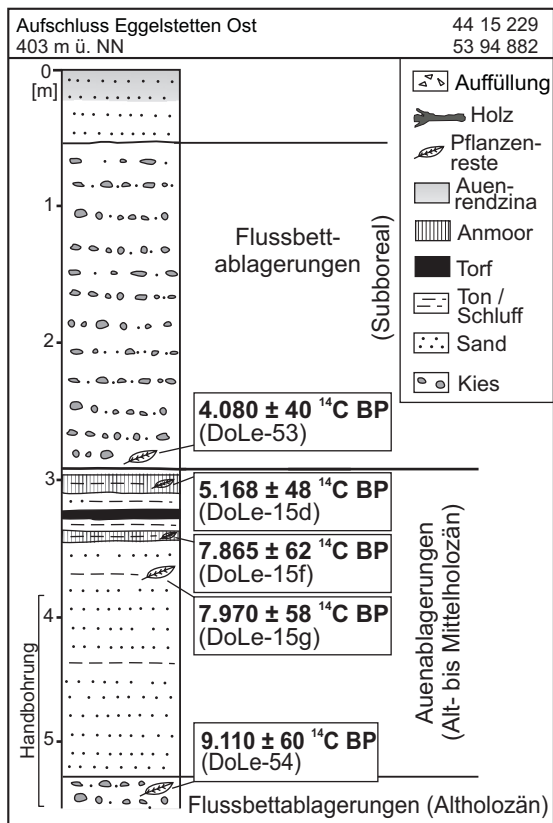


Abb. 7: Die Mittlere Postglazialterrasse in einem Aufschluss der Kiesgrube Eggelstetten.

Meter breite und 1 bis 2 m tiefere Senken getrennt (Abb. 6).

**Mächtigkeit und Lagerung:** Im Bereich der Mittleren Postglazialterrasse besitzt die Quartärbasis Schwankungen von mehreren Metern. Sie kann lediglich in einer Tiefe von etwa 8 m unter Geländeoberkante (u. GOK) liegen (Kap. 6: Bohrung 3), aber auch bis in eine Tiefe von ca. 12 m u. GOK hinabreichen. In mehreren Bohrungen und im Aufschluss Eggelstetten (Abb. 7) tritt eine Stapelung zweier Kieskörper auf. Der hangende Kieskörper der Mittleren Postglazialterrasse ist hier etwa 3 m mächtig, während im Liegenden teilweise über 2 m mächtige feinklastische Hochflutablagerungen und darunter ein weiterer, bis 7 m mächtiger Kieskörper folgen. Die feinklastischen Füllungen im Bereich der Senken können bis zu 5 m mächtig sein.

**Lithologie:** Der unterschiedliche lithologische Aufbau von Rücken- und Senkenarealen auf der Mittleren Postglazialterrasse ist aktuell bis zum Grundwasserspiegel in der Kiesgrube Eggelstetten aufgeschlossen.

In Rückenpositionen überwiegen kiesige Flussbettsedimente der Mittleren Postglazialterrasse. SCHREIBER (1985: 99ff.) unterschied in dieser Kiesgrube lithologisch ebenfalls zwei gestapelte Kieskörper. Der hangende Kieskörper besteht aus karbonatischen alpinen Geröllen mit geringem Kristallinanteil und wird von SCHREIBER (1985: 102) als „warmfluvialer Schotter im Schwemmfächerbereich“ des Lechs bezeichnet. Im liegenden Kieskörper stellt er einen Einfluss der Donau auf das Schotterspektrum fest. Vor allem in der Basisblocklage sind für das Lechtal untypische Gesteine wie Basalte und Lydite, sowie ein relativ großer Anteil von Malmkalken enthalten (Lech-Donau-Fazies). Zwischen diesen beiden gestapelten Kieskörpern können sandige Auenmergel mit fossilen schwarzen Bodenbildungen erhalten sein (Abb. 7, Kap. 6: Bohrung 2). Letztere sind teilweise anmoorig bis torfig ausgebildet.

Die Senken sind mit feinklastischen Hochflutablagerungen verfüllt (Abb. 6). Darunter sind wiederum fossile Torfe und Anmoore in älteren, sandigen Auenmergeln erhalten. In den tiefsten Bereichen der Senken sind auch an der Oberfläche anmoorige

Tab. 3:  $^{14}\text{C}$ -Datierungen aus dem Blattgebiet. Holzartenbestimmung durch F. STENGER (Universität Bamberg).

Probe	Material	Ort	Rechts- / Hochwert	Entnahm e-tiefe u. GOK	$^{14}\text{C}$ -Alter / kalibriertes Alter (2 sigma)	Terrasse/ Fazies
DoLe-11	Baumstamm (Wacholder)	Ksg. Eggelstetten	44 15 150 53 94 680	3 m	4130 $\pm$ 60 $^{14}\text{C}$ BP 4840 – 4440 cal BP	qhm Flussbettfazies
DoLe-15d	Planzenhäcksel	Ksg. Eggelstetten	44 15 229 53 94 882	3,1 m	5168 $\pm$ 48 $^{14}\text{C}$ BP 6171 – 5750 cal BP	qha Sockelschotter Auenmergel
DoLe-15f	Planzenhäcksel	Ksg. Eggelstetten	44 15 229 53 94 882	3,4 m	7865 $\pm$ 62 $^{14}\text{C}$ BP 8979 – 8542 cal BP	qha Sockelschotter Auenmergel
DoLe-15g	Planzenhäcksel	Ksg. Eggelstetten	44 15 229 53 94 882	3,7 m	7970 $\pm$ 58 $^{14}\text{C}$ BP 8999 – 8641 cal BP	qha Sockelschotter Auenmergel
DoLe-14	Holz (Lesefund)	Ksg. Druisheim	44 13 360 53 89 280	-	3810 $\pm$ 60 $^{14}\text{C}$ BP 4420 – 3990 cal BP	qhm Flussbettfazies
DoLe-22	Baumstamm (Wacholder)	Ksg. Eggelstetten	44 15 170 53 94 678	3,8 m	4290 $\pm$ 50 $^{14}\text{C}$ BP 5040 – 4650 cal BP	qhm Flussbettfazies
DoLe-28	Holz (Lesefund)	Ksg. Lindensee	44 18 717 53 90 158	ca. 5 m	2450 $\pm$ 50 $^{14}\text{C}$ BP 2720 – 2350 cal BP	qhj <sub>1</sub> Flussbettfazies
DoLe-53	Planzenhäcksel	Ksg. Eggelstetten	44 15 229 53 94 882	2,2 m	4080 $\pm$ 40 $^{14}\text{C}$ BP 4820 – 4430 cal BP	qhm Flussbettfazies
DoLe-54	Planzenhäcksel	Ksg. Eggelstetten	44 15 229 53 94 882	4,5 m	9110 $\pm$ 60 $^{14}\text{C}$ BP 10490 – 10180 cal BP	qha Sockelschotter
DoLe-65	Planzenhäcksel	Bohrung E Eggelstetten	44 16 925 53 95 846	2,5m	8787 $\pm$ 70 $^{14}\text{C}$ BP 10152 – 9560 cal BP	qha Sockelschotter Auenmergel

Böden anzutreffen, die südlich von Oberndorf in Niedermoortorfe übergehen.

**Fazies:** fluviatil, warmzeitlich.

**Alter:** Römerzeitliche Bodendenkmäler weisen auf ein *prä*-römisches Bildungsalter der Mittleren Postglazialterrasse. So lässt sich die römische Donau-Südstraße über diese Terrasse hinweg verfolgen, bis sie an der Unterschneidungskante eines jungholozänen Lecharmes endet. Auf der Mittleren Postglazialterrasse im Norden von Oberndorf liegt ein römischer Gutshof, der zwischen dem 1. und 4. Jahrhundert n. Chr. existierte (Czysz 1990: 136ff.).

Der Lesefund eines fossilen Holzes aus einer Kiesgrube östlich von Druisheim (Blatt 7330 Mertingen), die in der Mittleren Postglazialterrasse liegt, erbrachte ein Alter von 3810  $\pm$  60  $^{14}\text{C}$  BP (Tab. 3). Weitere absolute Altersdaten von der Basis des hangenden Kieskörpers in der Kiesgrube Eggelstetten (Abb. 5; Abb. 6; Tab. 3) belegen eine Ausbildung der Mittleren Postglazialterrasse im Subboreal. Zu dieser Alterseinstufung gelangte auch SCHREIBER (1985: 100) auf Basis der Datierung eines Splintholzes aus dem hangenden Kieskörper in der Ksg. Eggelstetten mit einem Alter von 3871  $\pm$  50  $^{14}\text{C}$  BP.

**Aufschlüsse:** Ksg. Eggelstetten, R 44 15 240, H 53 94 870.

### 3.1.3.3 Jüngere Postglazialterrassen 1 bis 3, qhj1<sub>1</sub> qhj1<sub>2</sub> qhj2<sub>1</sub> qhj2<sub>2</sub> qhj3

*Jungholozän (Spätes Subboreal bis Subatlantikum)*

Die jüngeren Postglazialterrassen des Lechs sind beiderseits des regulierten Flusslaufes erhalten und meist durch eine Geländekante von etwa einen Meter von den angrenzenden mittelholozänen Terrassen abgesetzt. Zwischen den jungholozänen Terrassen existieren nur dort deutliche Niveauunterschiede, wo einzelne Mäanderbögen ältere Terrassenflächen unterschritten haben.

Flussgrundrisse in historischen Kartenwerken zeigen, dass die Jüngste Postglazialterrasse qhj3 von einem verzweigten, sich stark verlagernden Lechlauf mit einzelnen Mäanderbögen geformt wurde (Abb. 8; SCHIELEIN 2010). Die älteren jungholozänen Lechterrassen besitzen dagegen Areale, die mäandergeformt sind und Areale, in deren Oberfläche heute noch stark verzweigte Paläoflussbetten und deren Nebenarme erhalten sind. Letztere erschweren oftmals eine Abgrenzung der Terrassen. Dennoch konnten die Jüngeren Postglazialterrassen durch stellenweise auftretende Niveauunterschiede, durch historische Karten, anhand diskordant verlaufender Rinnensysteme und durch ihre Lagebeziehungen zueinander differenziert und relativ stratigraphisch folgendermaßen eingestuft werden:

Jüngere Postglazialterrasse 3	qhj3	Neuzeit
Jüngere Postglazialterrasse 2 <sub>2</sub>	qhj2 <sub>2b</sub>	frühe Neuzeit
	qhj2 <sub>2a</sub>	spätes Mittelalter
Jüngere Postglazialterrasse 2 <sub>1</sub>	qhj2 <sub>1</sub>	Mittelalter
Jüngere Postglazialterrasse 1 <sub>2</sub>	qhj1 <sub>2</sub>	Römerzeit
Jüngere Postglazialterrasse 1 <sub>1</sub>	qhj1 <sub>1</sub>	Eisenzeit

**Mächtigkeit:** Alle Jüngeren Postglazialterrassen besitzen eine Auenmergeldecke von einigen Dezimetern bis zu wenigen Metern Mächtigkeit, die aber in Aurinnen bis auf 5 m ansteigen kann.

Nach Bohrungen liegt die Quartärbasis im Bereich der Jüngeren Postglazialterrassen in einer Tiefe von 7 bis 11 m u. GOK (Abb. 6). Allerdings könnte eine Terrassenstapelung vorliegen, wobei nur der hangende Kieskörper in das Jungholozän zu stellen wäre. Darunter könnten alt- und mittelholozäne Lechablagerungen lagern. Darauf verweisen präboreale Altersdaten aus jungholozänen Terrassen im Lechmündungsgebiet (SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band: 7231 Genderkingen) und eine 1,5 m mächtige Torfschicht, welche den Kieskörper in einer Bohrung am Lechtausee Oberpeiching (Bohrung 5) unterteilt.

**Lithologie und Fazies:** Der meist stark sandige Kieskörper der Jüngeren Postglazialterrassen besteht überwiegend aus hellgrauen, kalkalpinen Geröllen. Die vorhandenen relativ kleinen Aufschlüsse lassen keine Aussagen zum Schichtungsmodell zu. Auf den

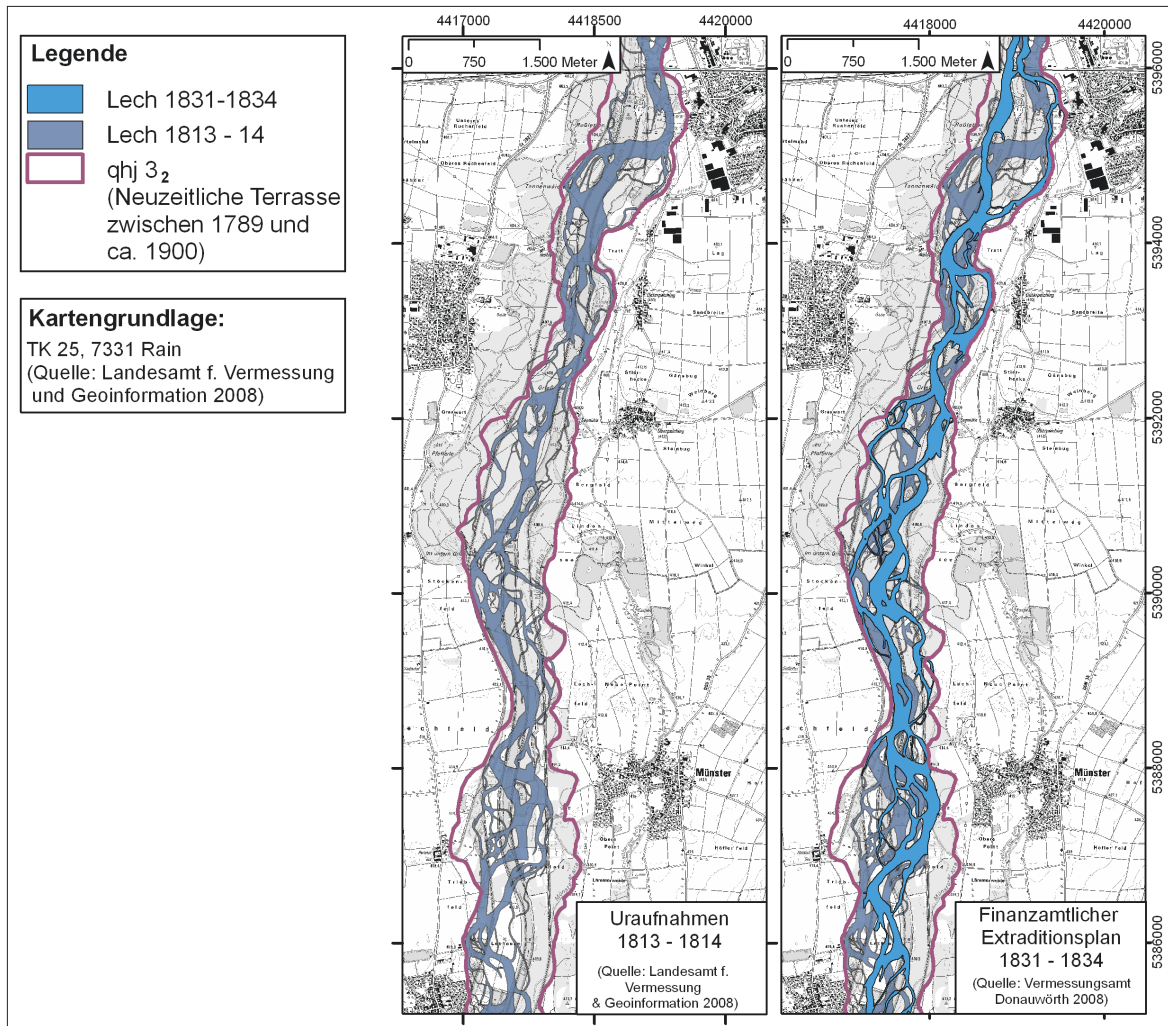


Abb. 8: Der Lech im frühen 19. Jahrhundert (Kartengrundlage: Top. Karte 1:25 000 © Bayerische Vermessungsverwaltung 2008).

kiesigen Flussbettsedimenten liegen meist Hochflutablagerungen aus sandigen bis schluffigen Mergeln.

**Alter:** Das vermutlich eisenzeitliche Alter der Jüngeren Postglazialterrasse qhj1<sub>1</sub> ist nicht durch absolute Datierungen belegt, während aus der Jüngeren Postglazialterrasse qhj1<sub>2</sub> mehrere Datierungen vorliegen.

Ein Baumstamm aus dem Kieskörper der qhj1<sub>2</sub>-Terrasse, geborgen aus ca. 5 m Tiefe u. GOK in der Ksg. Lindensee nördlich von Münster, wurde auf  $2450 \pm 50$  <sup>14</sup>C BP datiert (Abb. 6; Tab. 3). Es ist höchstwahrscheinlich von einer Umlagerung dieses Holzstammes auszugehen, da dendrochronologische Messungen an zwei Eichen aus der gleichen Grube Alter zwischen 50 und 450 n. Chr. ergaben (Bericht vom 28.04.2010: Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, Praktische Denkmalpflege/ Archäologische Denkmäler, Referat BV – Restaurierung, Archäologie und Dendrolabor, Thierhaupten). Nördlich von Oberndorf erbrachte die OSL-Messung von Quarzen aus einer Sandlinse in der Jüngeren Postglazialterrasse 1<sub>2</sub> ein Alter von  $1,86 \pm 0,2$  ka BP (Abb. 6). Die Entstehung der qhj1<sub>2</sub> kann somit in die Römerzeit gestellt werden.

Für die Jüngere Postglazialterrasse 2<sub>1</sub> liegen keine absoluten Altershinweise aus dem Blattgebiet vor. Innerhalb der jüngeren Postglazialterrasse 2<sub>2</sub> lassen sich stellenweise zwei Terrassenniveaus unterscheiden (SCHIELEIN et al. 2011). Die höhergelegene qhj2<sub>2a</sub> konnte auf dem nördlich anschließenden Kartenblatt 7231 Genderkingen durch archäologische Daten und durch die radiometrische Datierung eines Baumstammes in das späte Mittelalter gestellt werden (SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band: 7231 Genderkingen). Die tieferliegende qhj2<sub>2b</sub> entstand nach historischen Karten im 17. Jahrhundert und die Jüngere Postglazialterrasse 3 des Lechs im 18. und 19. Jahrhundert (Abb. 8; SCHIELEIN 2010).

**Aufschlüsse:** Ksg. Oberndorf, R 44 17 150, H 53 94 300; Ksg. Lindensee, R 44 18 700, H 53 90 200.

### 3.1.3.4 Schwemmkegel oder Schwemmfächer, sw

*Holozän*

Einige, mehrere Meter hohe Schwemmkegel und -fächer sind am Außenrand des holozänen Talbodens entlang der Rainer Hochterrassenkante verbreitet und zwar unterhalb von Hangkerben bzw. am Ausgang eines Dellentälchens.

**Mächtigkeit und Lagerung:** Die Ablagerungen können Mächtigkeiten bis zu mehreren Metern erreichen.

**Lithologie:** Entsprechend ihres Liefergebietes bestehen sie vor allem aus erodierten Kiesen und Sanden der angrenzenden Hochterrasse.

**Alter:** Die Schwemmkegel und -fächer liegen den dort verbreiteten Jüngeren Postglazialterrassen auf. Es handelt sich daher um jungholozäne Bildungen.

### 3.1.3.5 Niedermoortorf, Hn

*Holozän*

Niedermoortorfe kommen auf dem Blattgebiet nur südlich von Oberndorf vor. Sie nehmen hier weite Bereiche der mittelhologänen Rinnenfüllung ein. Am Rand des Moores gehen die Torfe in Anmoore über.

**Mächtigkeit:** Die Mächtigkeit der Torfe beträgt nach Bohrungen meist 2 bis 4 m. Im Randbereich des Moores dünnen sie stark aus.

**Lithologie:** Niedermoortorf entsteht aus abgestorbenem Pflanzenmaterial, das bei hohem Grundwasserstand nur wenig zersetzt wird. Die Pflanzenreste sind im frischen Torf noch gut erkennbar. Der Anteil der organischen Substanz liegt bei über 30%. In den Niedermoortorfen des Arbeitsgebietes treten oberflächennah teilweise wenige zentimetermächtige Horizonte mit starken Kalkanreicherungen (Alm) auf.

**Alter:** Die oberflächennahen Torfvorkommen sind alle im Holozän entstanden. Zum Teil hält ihre Bildung noch an.

### 3.1.3.6 Anmoor, Hm

*Holozän*

Im Randbereich des Niedermoores südlich von Oberndorf, in der nördlichen Fortsetzung dieser Rinnenfüllung und in den weiteren Niederungen der mittelholozänen Terrasse sind Anmoore zu finden.

**Mächtigkeit:** Die anmoorigen Böden erreichen Mächtigkeiten im Dezimeterbereich.

**Lithologie:** Anmoore enthalten 15–30% organische Substanz. Es handelt sich dabei meist um feinkörnige, mineralische Böden, die bei Vernässung durch unvollständigen Abbau von organischem Material entstehen. Es können lokale Karbonatanreicherungen (Alm) auftreten. Neben rezenten Anmooren sind im Blattgebiet auch schwarze fossile Bildungen („Pechanmoor“ *sensu* BRUNNACKER 1957) unter jüngeren Lechablagerungen erhalten.

**Alter:** Die rezenten Anmoore kommen im Blattgebiet nur auf den Mittleren Postglazialterrassen oder auf älteren Ablagerungen vor. Die Anmoore im Liegenden des mittelholozänen Terrassenkörpers und auf deren Oberfläche lassen sich nach pedostratigraphischen Befunden sowie der Datierung eines Holzes zwischen zwei fossilen Anmooren auf dem nördlichen Nachbarblatt 7231 Genderkingen (SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band: 7231 Genderkingen) folgenden Bildungszeiten zuordnen:

- um ca. 5000 <sup>14</sup>C BP;
- nach Ausbildung der Mittleren Postglazialterrasse im ausgehenden Subboreal bis frühen Subatlantikum.

### 3.1.3.7 Künstliche Ablagerungen, ya

*Jungholozän, Industriezeitalter*

Als künstliche Ablagerungen wurden durch menschliche Eingriffe stark veränderte Bereiche ausgewiesen. Die trifft vor allem auf Kiesgrubenareale zu. Daneben gehören auch Verkehrswege, Siedlungen, Industriegebiete und die Flächen der Lechstauseen dazu. Diese wurden aber nicht als eigene Kartiereinheiten ausgewiesen, soweit sie aus den topographischen Signaturen hervorgehen.

## 4. Quartärbasis

Die Grundlage der Quartärbasiskarte stellen Schichtenverzeichnisse von Bohrungen dar. Diese wurden dem Bodeninformationssystem (BIS) des Bayerischen Landesamtes

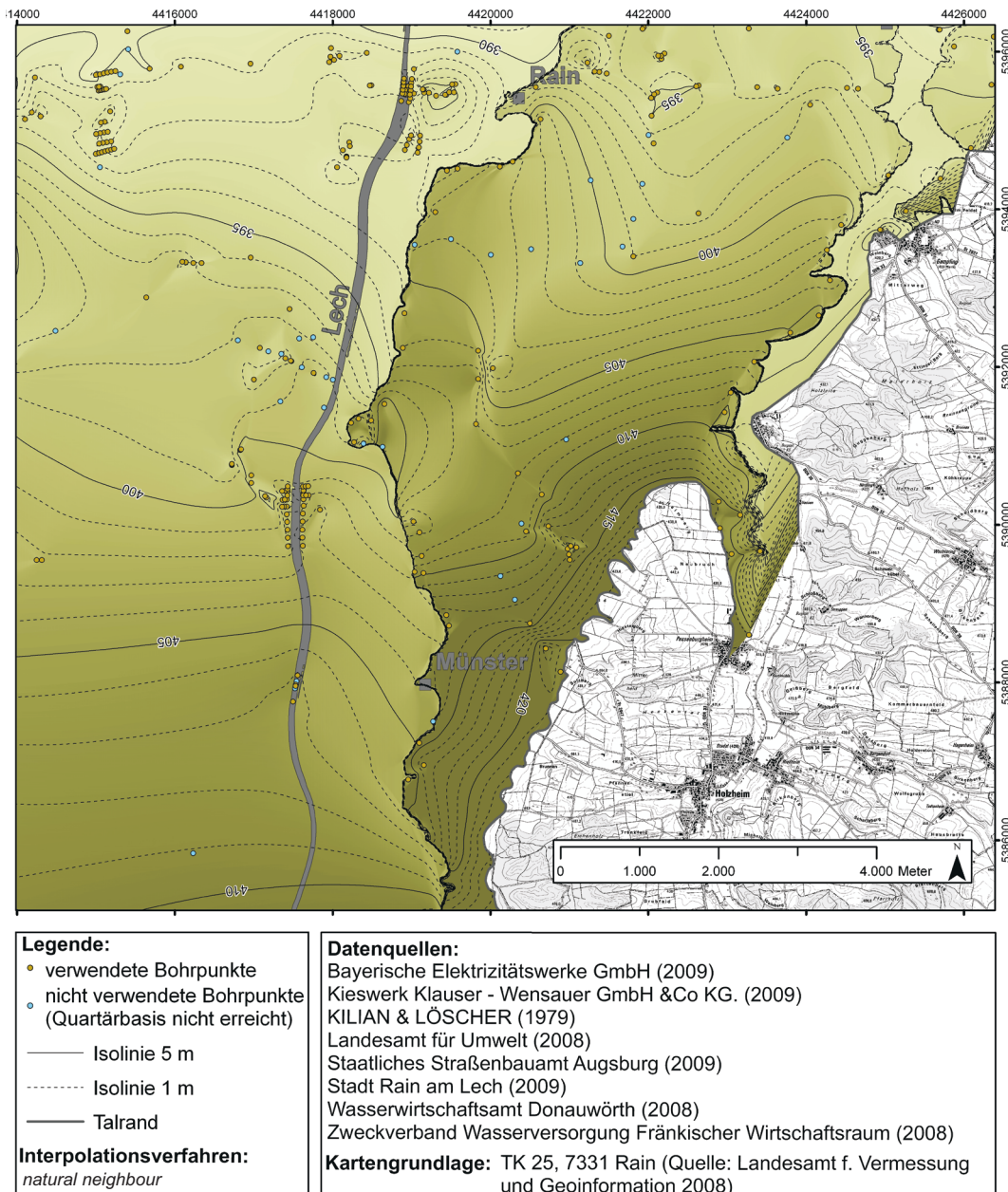


Abb. 8: Quartärbasismodell des Lechtals auf Blatt 7331 Rain. Die Berechnung erfolgte mit Stützpunkten am Talrand und entlang der Hochterrasse.

für Umwelt entnommen, sowie von weiteren Ämtern und privaten Unternehmen zur Verfügung gestellt. Zudem wurden die Daten von KILIAN & LÖSCHER (1979) in die Berechnung der Karte miteinbezogen.

Von den über 300 Schichtenverzeichnissen verfügen etwa 250 Bohrungen über eine Angabe der Quartärbasis. Aus diesen wurden in einem Geographischen Informationssystem (ArcMap 9.3) mittels dem „*natural-neighbor*-Interpolationsverfahren“ ein flächendeckendes Modell (Abb. 8) der Quartärbasis errechnet (zur Methodik siehe SCHELLMANN & GEBHARDT 2010). Da zu den älteren Stufen der Aindlinger Terrassentreppe keine Bohrinformationen vorlagen, wurden entlang des Außenrandes der Rainer Hochterrasse Stützpunkte eingefügt. Somit bleibt die Interpolation der Quartärbasis auf den Bereich beschränkt, für den verlässliche Informationen vorliegen.

Weitere Stützpunkte wurden entsprechend der mutmaßlichen Tiefenlage der Quartärbasis entlang der Hochterrassenkante eingefügt.

Deutlich ist in diesem stützpunktbasiertem Modell (Abb. 8) die ca. 10 m höhere Basisfläche der Hochterrasse zu erkennen. Die Quartärbasis fällt von Süden mit einer Tiefenlage von 424 m ü. NN nach Norden auf 395 m ü. NN ab. Das Quartärbasismodell zeigt im Bereich der Rainer Hochterrasse eine von Südwesten nach Nordosten verlaufende Rinnenstruktur, die wahrscheinlich die Tiefenlinie des Lechtals zu Beginn der Aufschotterung der Rainer Hochterrasse darstellt. Im jungquartären Talgrund fällt die Quartärbasis insgesamt von 410 m ü. NN im Süden auf 395 m ü. NN im Norden ab und zeigt lokal Schwankungen von mehreren Metern. Zwischen den verschiedenen holozänen Terrasseneinheiten sind jedoch keine deutlichen Unterschiede in der Tiefenlage der Quartärbasis festzustellen. Im gesamten Blattgebiet ist im Liegenden der quartären Ablagerungen die Obere Süßwassermolasse (OSM) anzutreffen.

## 5. Geologische Aufschlüsse

**A1:** Kiesgrube N Münster, in Abbau

Lage: R 44 19 240, H 53 89 900; Ansatzhöhe: 419 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: SCHIELEIN 2009)

Beschreibung siehe Abb. 2.

Lage: R 44 19 240, H 53 89 934

Deckschichtenprofil (Aufnahme: SCHELLMANN 2009)

Beschreibung siehe Abb. 4

**A2:** Kiesgrube N Eggelstetten, in Abbau

Lage: R 44 15 230, H 53 94 880; Ansatzhöhe: 403 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: SCHIELEIN 2008)

Beschreibung siehe Abb. 3.

**A3:** Kiesgrube N Oberndorf, in Abbau

Lage: R 44 17 160, H 53 94 280; Ansatzhöhe: 404 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: SCHIELEIN 2008)

Quartär

Flussschotter, jungholozän (Jüngere Postglazialterrasse 1<sub>2</sub>), qhj1<sub>2</sub>

Ap abgetragen

- 0,20 m Mittel- und Grobkies in sandiger Matrix, durchwurzelt, stark karbonatisch

- 0,40 m Sand, leicht schluffig, vereinzelte Molluskenschalen, Holzkohlen, stark karbonatisch

- 1,70 m Mittel- und Grobkies in sandiger Matrix, stark karbonatisch

## 6. Bohrungen

Nachfolgend sind einige wichtige Bohrungen im Blattgebiet aufgeführt. Die vorangestellten Nummern (**B1** usw.) sind in der Geologischen Karte wiedergegeben. In eckigen Klammern steht die Identifikationsnummer aus dem Bayerischen Bodeninformationssystem (BIS, [www.bis.bayern.de](http://www.bis.bayern.de)). Dort sind jeweils unter Beachtung des Datenschutzes ggf. zusätzliche Informationen erhältlich.

Lage und Zweck der Bohrung sind aus datenschutzrechtlichen Gründen mit redu-

zierter Genauigkeit wiedergegeben oder nicht erwähnt.

B1 [7331BG015001]: NE Rain, Deponie Mantlacher Feld, B 1

Lage: R 44 21 378, H 53 95 744; Ansatzhöhe: 408,00 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: Bohrfirma; Deutung: SCHIELEIN 2009)

- Quartär  
Künstliche Auffüllung
- 0,40 m Lockergestein
  - 1,20 m Betonreste
  - 3,00 m Löß und Sandlöß, wärmzeitlich, Lo/Lo(s)
  - 3,00 m Sand, braun
  - 6,50 m Flussschotter, rißzeitlich, HT
  - 6,50 m Kies, braun
  - 8,80 m Sand, braun
  - 12,60 m Kies, grau
- Tertiär  
Obere Süßwassermolasse (OSM)
- 12,80 m Ton, braun
- (= Endteufe)

B2 [WWA: 1131/7331/8]: SE Sulz Bgw 3

Lage: R 44 21 006, H 53 89 555; Ansatzhöhe: 420,93 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: Bohrfirma 1983; Deutung: SCHIELEIN 2009)

- Quartär  
Holozäne Bodenbildung
- 0,30 m Oberboden, braun
  - 1,60 m Löß oder Sandlöß, wärmzeitlich, Lo/Los
  - 1,60 m Schluff, sandig, braun
  - 3,60 m Flussschotter, rißzeitlich, HT
  - 3,60 m Kies, sandig, schluffig, braun
  - 4,40 m Sand, schluffig, braun
  - 7,40 m Kies, sandig, schluffig, graubraun
- Tertiär  
Obere Süßwassermolasse (OSM)
- 13,00 m Feinsand, schluffig, graubraun
- (= Endteufe)

B3: Stbaa 37: N Eggelstetten, B16 Ingolstadt–Donauwörth, Verlegung zwischen Rain und Asbach-Bäumenheim, BW 42

Lage: R 44 16 077, H 53 95 809; Ansatzhöhe: 400,43 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: Bohrfirma 1996; Deutung: SCHIELEIN 2009)

- Quartär  
Flussablagerungen, mittelholozän, qhm
- 0,10 m Sand, stark schluffig, braun
  - 0,50 m Schluff, sandig, schwach kiesig bis kiesig, steif, braun
  - 2,60 m Sand, stark schluffig, grau
  - 2,90 m Schluff, tonig, feinsandig, weich, grau
  - 4,00 m Torf, schwach schluffig, schwach feinsandig, weich, schwarz, braun
  - 9,10 m Flussschotter, altholozän, qha
  - 9,10 m Kies, stark sandig, schwach schluffig, grau
- Tertiär  
Obere Süßwassermolasse
- 10,50 m Sand, schwach schluffig, grau, gelb
  - 11,20 m Schluff, schwach sandig bis sandig, steif, grau, gelb
  - 14,60 m Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, fest, braun
  - 14,70 m Schluff, stark feinsandig, halbfest, grau
  - 15,00 m Schluff, stark tonig, schwach feinsandig, fest, grau, braun
- (= Endteufe)

B4: Stbaa 38: N Eggelstetten B16 Ingolstadt–Donauwörth Verlegung zwischen Rain und Asbach-Bäumenheim, BW 44

Lage: R 44 14 228, H 53 95 671; Ansatzhöhe: 400,88 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: Bohrfirma 1996; Deutung: SCHIELEIN 2009)

Quartär

Flussschotter, mittelholozän, qhm

- 0,60 m Schluff, stark sandig, schwach kiesig bis kiesig, steinig, braun

- 1,10 m Schluff, stark feinsandig, steif, grau

- 8,70 m Kies, stark sandig, schwach schluffig, grau

Tertiär

Obere Süßwassermolasse (OSM)

- 15,00 m Schluff, tonig, schwach feinsandig, halbfest bis fest, grau

(= Endteufe)

B5:W Oberpeiching, Kraftwerk Oberpeiching, Bohrloch Nr.: 11

Lage: R 44 17 621, H 53 90 140 ; Ansatzhöhe: 411,95 m. ü. NN

Handbohrung 1950

Geologisches Profil (Aufnahme: Bohrfirma 1950; Deutung: SCHIELEIN 2009)

Quartär

Jüngste Auenablagerungen (Jüngere Postglazialterrasse 3) qhj 3

- 1,70 m Schlicksand, grau

- 6,50 m Kies

Flussschotter, ?altholozän

- 8,00 m Torf, schwarzbraun

- 9,50 m Kies, schwarzgrau

- 9,80 m Kies mit Blocklage als Basis

Tertiär

Obere Süßwassermolasse (OSM)

- 31,40 m Flinzsand, braungelb bis grau

- 32,90 m Flinzletten, blau gelb

(= Endteufe)

## Literatur

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.] (1996): Geologische Karte von Bayern 1:500.000. – München.

BRUNNACKER, K. (1957): Die Geschichte der Böden im jüngeren Pleistozän in Bayern. – *Geologica Bavarica*, 34; München

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE [Hrsg.] (2001): Bodenübersichtskarte 1: 200.000 – CC 7926 Augsburg. – Hannover.

CZYSZ, W. (1990): Ausgrabungen in einem römischen Gutshof bei Oberndorf a. Lech, Landkreis Donau–Ries, Schwaben. – *Archäologisches Jahr in Bayern*, 1989: 133–140; Stuttgart.

DEUTSCHER WETTERDIENST (2009): <http://www.dwd.de>, abgerufen am 09.11.2010.

DOPPLER, G. & MEYER, R.K.F. (2001): Geologische Übersichtskarte 1 : 200.000 Nr. CC 7926 Augsburg. – Hannover (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe).

FIEBIG, M. & PREUSSER, F. (2003): Das Alter fluvialer Ablagerungen aus der Region Ingolstadt (Bayern) und ihre Bedeutung für die Eiszeitenchronologie des Alpenvorlandes. – *Z. Geomorph., N.F.*, 47/4: 449–467; Berlin.

GRAUL, H. (1943): Zur Morphologie der Ingolstädter Ausräumungslandschaft. Die Entwicklung des unteren Lechlaufes und des Donaumoosbodens. – *Forsch. Dt. Landeskunde*, 43: 1–114; Heidelberg.

HOMILIUS, J., WEINIG, H., BROST, E. & BADER, K. (1983): Geologische und geophysikalische Untersuchungen im Donauquartär zwischen Ulm und Passau. – *Geol. Jb.*, E25: 3–73; Hannover.

- LÖSCHER, M. (1976): Die präwürmzeitlichen Schotterablagerungen in der nördlichen Iller-Lech-Platte. – Heidelberg Geograph. Arb., **45**: 157 S.; Heidelberg.
- KILIAN, R. & LÖSCHER, M. (1979): Zur Stratigraphie des Rainer Hochterrassen-Schotters östlich des unteren Lechs. – Sammlung. quartärmorph. Studien II, Heidelberg Geograph. Arb., **49**: 210–217; Heidelberg.
- KÖPPEN, W. P. (1923): Die Klimate der Erde. – 369 S., Berlin (de Gruyter).
- ROHDENBURG, H. (1964): Ein Beitrag zur Deutung des „Gefleckten Horizonts“. – Eiszeitalter und Gegenwart, **15**: 66–71.
- SCHAEFER, I. (1966): Der Talknoten von Donau und Lech. – Mitt. Geogr. Ges. München, **51**: 59–111; München.
- SHELLMANN, G. (1988): Jungquartäre Talgeschichte an der unteren Isar und der Donau unterhalb von Regensburg. – Inaug.-Diss. Universität Düsseldorf, 332 S., 16 Beil.; Düsseldorf.
- SHELLMANN, G. (2010): Neue Befunde zur Verbreitung, geologischen Lagerung und Altersstellung der würmzeitlichen (NT1 bis NT3) und holozänen (H1 bis H7) Terrassen im Donautal zwischen Regensburg und Bogen. – Bamberger Geographische Schriften, **24**: 1–77; Bamberg.
- SHELLMANN, G. & GEBHARDT, C. (2010): Ein Quartärbasismodell der Donauterrassen zwischen Pfatter und Straubing. – Bamberger Geographische Schriften, **24**: 179–187.
- SCHUEENPFLUG, L. (1978): Zur Flussgeschichte der Paar südöstlich Augsburg (Bayerisches Alpenvorland). – In: Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung. Festschrift zum 60. Geburtstag von Julius Fink. Verlag Ferdinand Hirt, Wien.
- SCHIELEIN, P. (2010): Neuzeitliche Flusslaufverlagerungen des Lechs und der Donau im Lechmündungsgebiet – qualitative und quantitative Analysen historischer Karten. – Bamberger Geographische Schriften, **24**: 215–241; Bamberg.
- SCHIELEIN, P. & SHELLMANN, G. (in diesem Band): Quartärgeologische Karte des Lechtals auf Blatt 7231 Genderkingen mit Erläuterungen – Kartierungsergebnisse aus den Jahren 2008 bis 2009. – Bamberger Geographische Schr., SF 12; Bamberg.
- SCHIELEIN, P., SHELLMANN, G. & LOMAX, J. (2011): Stratigraphy of Late Quaternary fluvial terraces at the confluence of Lech and Danube valleys. – E&G Quaternary Science Journal, **60**: 414–424; Hannover.
- SCHIRMER, W. (1983): Die Talentwicklung an Main und Regnitz seit dem Hochwürm. – Geol. Jb., **A 71**: 11–73; Hannover.
- SCHÖNHALS, E., ROHDENBURG H. & SEMMEL, A. (1964): Ergebnisse neuerer Untersuchungen zur Würmlößgliederung in Hessen. – Eiszeitalter und Gegenwart, **15**: 199–206.
- SCHREIBER, U. (1985): Das Lechtal zwischen Schongau und Rain im Hoch-, Spät- und Postglazial. – Geol. Inst. Univ. Köln, Sonderveröff., **58**: 191 S.; Köln.
- SEMMEL, A. (1968): Studien über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen. – Frankfurter Geographische Hefte, **45**: 133 S.; Frankfurt.
- SEMMEL, A. (1996): Paläoböden im Würmlöß, insbesondere im Altwürmlöß des Steinbruchs Mainz-Weisenau - Problemstellung und Übersicht über die Forschungsergebnisse. – Frankfurter Geowiss. Arb., **D 20**: 11–20.
- STREIT, R. (Hrsg.) (1978): Geologische Karte von Bayern 1:25.000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7232 Burgheim Nord. – 222 S.; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- TILLMANN, W., BRUNNACKER, K. & LÖSCHER, M. (1983): Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Aindlinger Terrassentreppe zwischen Lech und Donau. – Geologica Bavarica, **85**: 3–31; München.

TILLMANN, W., MÜNZING, K., BRUNNACKER, K. & LÖSCHER, M. (1982): Die Rainer Hochterrasse zwischen Lech und Donau. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., **64**: 79–99; Stuttgart.