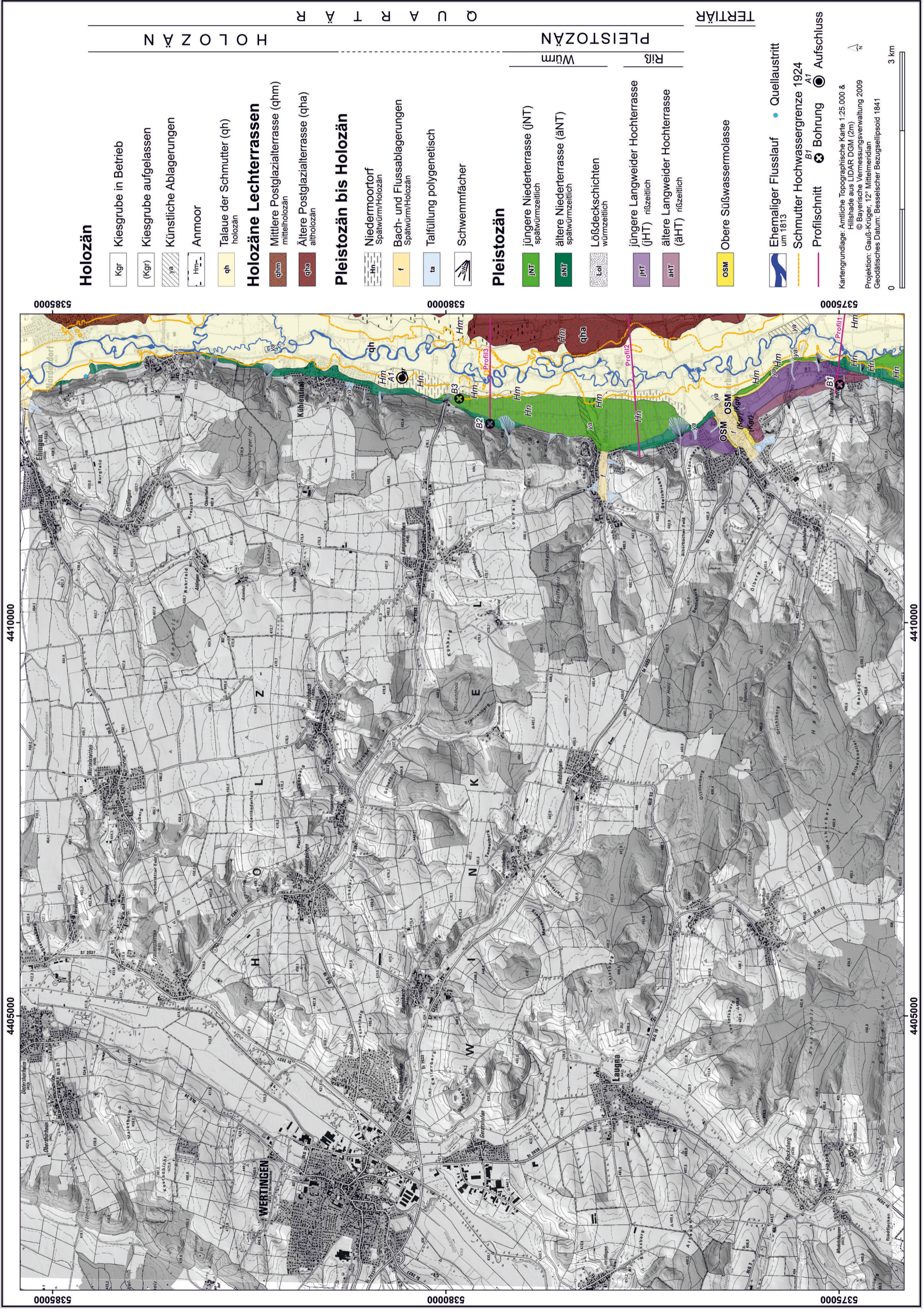


Quartärgeologische Karte 1: 25.000 Blatt Nr. 7430 Wertingen

7430 WERTINGEN

GIS-Kompilation: Dipl. Geogr. Karl Gumpel & Dipl. Geogr. Silke Schwieger 2011

Geologische Aufnahme: GERHARD SCHELLMANN 2011



- HOLOZÄN**
- Kgr Kiesgrube in Betrieb
 - (Kgr) Kiesgrube aufgelassen
 - ya Künstliche Ablagerungen
 - Hm- Anmoor
 - qh Talaue der Schmutter (qh) holozän
- Holozäne Lechterrassen**
- qhm Mittlere Postglazialterrasse (qhm) mittelholozän
 - qha Ältere Postglazialterrasse (qha) altholozän
- Pleistozän bis Holozän**
- Hm Spätwürm/Holozän
 - f Bach- und Flussablagerungen Spätwürm/Holozän
 - ta Talfüllung polygenetisch
 - Hm- Schwemmfächer
- Pleistozän**
- WÜR M**
- jNT jüngere Niederterrasse (jNT) spätwürmzeitlich
 - äNT ältere Niederterrasse (äNT) spätwürmzeitlich
 - Lol Lössdeckschichten würmzeitlich
- RIS**
- jHT jüngere Langweider Hochterrasse (jHT) rifzeitlich
 - äHT ältere Langweider Hochterrasse (äHT) rifzeitlich
- OSM** Obere Süßwassermolasse
- TERTIÄR**
- Ehemaliger Flusslauf um 1813
 - Quellaustritt
 - Schmutter Hochwassergrenze 1924
 - Profilschnitt
 - Bohrung
 - Aufschluss

Kartengrundlage: Amtliche Topographische Karte 1:25.000 & Hillshade aus LIDAR DSM (2m)
 © Bayerische Vermessungsverwaltung 2009
 Projektion: Gauß-Krüger, 12° Mittelmertidian
 Geodätisches Datum: Besselscher Bezugseipsoid 1841

0 3 km

**Erläuterungen zur quartärgeologischen Karte 1:25.000 des Schmuttertals
auf Blatt 7430 Wertingen
– Kartierungsergebnisse aus dem Jahr 2011**

Gerhard SCHELLMANN

Vorwort

Die quartärgeologische Aufnahme des Schmuttertals und der Langweider Hochterrasse auf Blatt Nr. 7430 Wertingen wurde vom Verfasser im Jahr 2011 durchgeführt. Die hier publizierten Fassungen von Karte und Erläuterungen entsprechen weitgehend dem Projektabschluss im Dezember 2011. Die Gestaltung der Kartenlegende erfolgte überwiegend anhand der Generallegende für die Geologische Karte von Bayern 1:25.000.

Für die Überlassung zahlreicher Schichtenverzeichnisse von Bohrungen gebührt besonderer Dank dem Wasserwirtschaftsamt Donauwörth, dem Straßenbauamt Augsburg und dem Ingenieurbüro HydroConsult GmbH. Das Wasserwirtschaftsamt Donauwörth ermöglichte zudem eine Einsicht in die unveröffentlichte Stellungnahme der Bayerischen Landesanstalt für Moorwirtschaft und Landkultur (BLaML 1959) mit dem Titel „Moortechnische Erhebungen in den Gemeinden Kühenthal, Langenreichen und Markt (Ldkr. Wertingen) mit Lageplan 1:5.000“. Es gewährte zudem eine Einsicht in folgende Pläne mit alten Hochwassergrenzen und unbegradigtem Schmutterlauf: „Wasser- und Bodenverband, Schmutterregulierung Lkr. Donauwörth“, Lageplan 1:5.000, Donauwörth 28.11.1963; „Schmutterausbau Lkr. Augsburg, Grenzen vom HW August 1924, Lageplan 1:5.000“; „Instandhaltungsplan der Schmutter im Lkr. Wertingen, Überschwemmungsgebiet HW Juli/August 1924 der Schmutter im Lkr. Wertingen“, Lageplan 1:5.000, Donauwörth März 1971. Dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege Thierhaupten danke ich für die Datenbankauszüge über die Bodendenkmäler im Blattgebiet.

An weiteren, nicht veröffentlichten Unterlagen standen bei der Kartenbearbeitung verschiedene Rohstoffkarten, das Bohrarchiv (Bodeninformationssystem BIS) und das Lagerstättenarchiv des Bayerischen Landesamtes für Umwelt sowie die bayerischen Uraufnahmen im Maßstab 1: 5.000 aus dem Jahr 1813 oder 1814, die Positionsblätter 1:25.000 Nr. 548 Biberbach aus dem Jahr 1874 und Nr. 578 Gablingen aus dem Jahr 1875 zur Verfügung.

Für Hinweise, anregende Diskussionen und die gute Zusammenarbeit danke ich den Kollegen vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) Dr. G. DOPPLER und Dr. E. KROEMER sehr. Einen besonderen Dank gebührt auch den Studenten und Mitarbeitern des Lehrstuhls für Physische Geographie (Universität Bamberg), darunter vor allem dem studentischen Bohrteam, dass unter Leitung von Herrn Roland BEER

(Laborleiter) zahlreiche Deckschichtensondierungen im Blattgebiet durchgeführt hat sowie vor allem Frau Dipl. Geogr. Silke SCHWIEGER, die in überaus bewährter Weise ihren großen Sachverstand im GIS- und Grafikbereich eingebracht hat.

Die hier vorgelegte Erläuterung enthält eine kurz gefasste Beschreibung der Kartiereinheiten. Literaturhinweise sind auf wesentliche Publikationen begrenzt.

Die Finanzierung erfolgte durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt (LfU) im Rahmen des EU-kofinanzierten Projektes „Informationsoffensive Oberflächennahe Geothermie 2008-2011“.

1. Naturräumlicher Überblick

Das Blatt 7430 Wertingen ist am östlichen Blattrand geprägt durch das annähernd Süd-Nord verlaufende Schmuttertal, während das übrige nicht kartierte Blattgebiet zur Iller-Lech-Schotterplatte gehört (Abb. 1). Dabei sind die Oberflächenformen im Blattgebiet das Ergebnis quartärer Erosions- und Akkumulationsprozesse bei gleichzeitiger langsamer Heraushebung des Gebietes bis zur heutigen Höhenlage. Während in

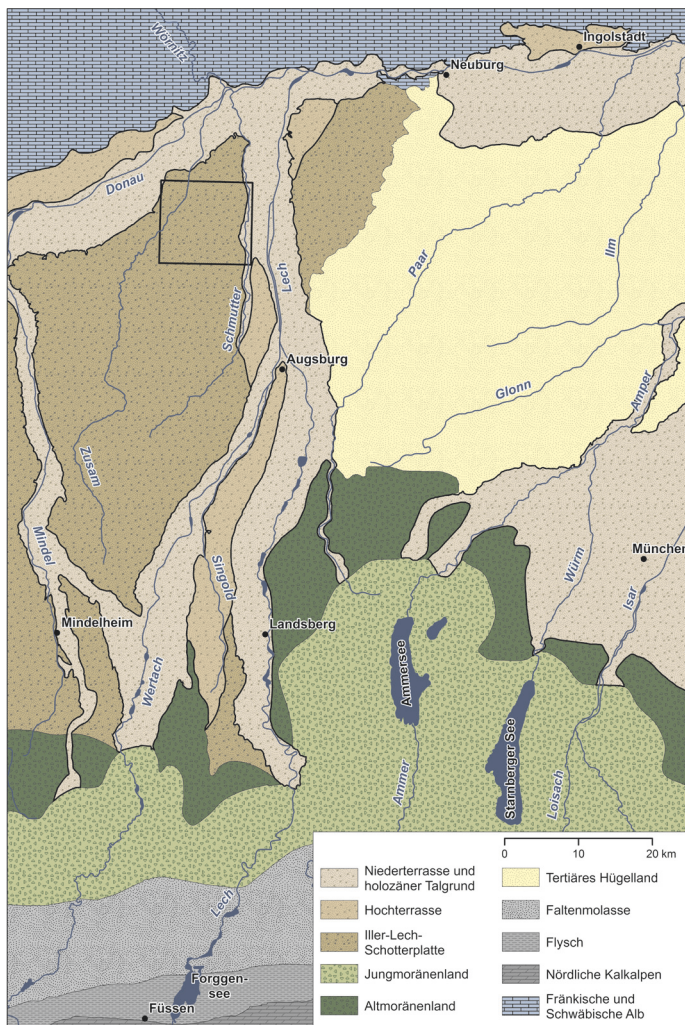


Abb. 1: Geologische und geomorphologische Übersichtskarte. Der Rahmen zeigt die Lage des Kartenblattes 7430 Wertingen.

den quartären Warmzeiten vor der landwirtschaftlichen Nutzung des Gebietes die Formung des bewaldeten Oberflächenreliefs stark eingeschränkt und weitgehend auf die Talböden der Schmutter und ihrer Seitenbäche beschränkt war, kam es in den quartären Kaltzeiten nicht nur dort, sondern im gesamten Blattgebiet zu ausgeprägten Abtragungs- und Akkumulationsprozessen durch Wind und Wasser sowie schwerkraftbedingtem Bodenfließen über Dauerfrostboden. Großflächige Rodungen der Wälder und eine ackerbauliche Nutzung des Gebietes seit dem Neolithikum haben eine Offenlandschaft geschaffen, in der trotz warmzeitlicher Klima- und Vegetationsbedingungen das oberflächlich abfließende

Niederschlagswasser an den Oberhängen eine intensive Abtragung und in den natürlichen Tiefenzonen der Täler und Dellen eine Akkumulation teilweise mächtiger feinklastischer Kolluvien und Hochflutsedimente bewirkte.

Quartäre Lockergesteine unterschiedlicher Herkunft bedecken daher großflächig den älteren Untergrund aus miozänen Sedimenten der alpinen Vorlandmolasse. Sande und Tone der miozänen Vorlandmolasse treten vor allem an den Unterhängen der stark zertalten Hochflächen und Bergrücken westlich des Schmuttertals zu Tage, während auf den Höhenrücken und Bergkuppen häufig mehrere Meter mächtige Kieskörper verschiedener, unterschiedlich alter Deckenschotter der Zusamplatte bzw. der Staufenberg-Terrassentreppe erhalten sind.

An den westlichen Talhängen des Schmuttertals sind kleinräumig neben ausstreichendem Tertiär und von mehreren Metern mächtigen Lößlehm überdeckt in verschiedenen Talniveaus Kieskörper erhalten, die entweder als jüngere Deckenschotter oder in Analogie zu anderen Periglazialtälern der Iller-Lech-Schotterplatten als Zwischenterrassenschotter *sensu* GRAUL (1943) und LÖSCHER (1976) oder als Periglazialschotter *sensu* SCHAEFER (1952), BECKER-HAUMANN (1995) und DOPPLER et al. (2011) anzusprechen sind.

Bei Betrachtung der oberflächennahen geologischen und geomorphologischen Verhältnisse (siehe geologische Karte; Abb. 2) gliedert sich das hier betrachtete Blattgebiet wie folgt. Entlang des östlichen Blattrandes erstreckt sich der 0,5 bis 1,5 km breite spätwürmzeitliche und holozäne Talboden des unteren Schmuttertals, der zum Teil noch auf das östliche Nachbarblatt (7431 Thierhaupten) hinüberreicht. Während am westlichen Talrand unmittelbar vor dem Anstieg zum Hügelland der Zusamplatte bzw. der Staufenberg-Terrassentreppe häufiger eine schmale, im Mittel 2 bis 4 m über der Talaue gelegenen Älteren Niederterrassenfläche (äNT) aus dem Würmhochglazial erhalten ist (Tab. 1), bilden im Osten mittelholozäne Lechterrassen des Herbertshofer Feldes (GRAUL 1943) eine wenig markante Begrenzung des Schmuttertalbodens. Erst ganz im Südosten des Blattgebietes, östlich von Eisenbrechtshofen, besitzt das Schmuttertal auf beiden Talseiten eine morphologisch deutliche Umrahmung und zwar nach Osten durch die etwa 8 bis 9 m höhere Langweider Hochterrasse und nach Westen durch den Anstieg zum Hügelland bzw. zur zertalten Hochfläche der Staufenberg-Terrassentreppe. Dabei ist die Langweider Hochterrasse in zwei verschiedenen Talniveaus (ältere und jüngere Hochterrasse) als schmale, bis zu 400 m breite Verebnung auch noch westlich des Talbodens zwischen Eisenbrechtshofen und Biberbach erhalten.

In der quartärgeologischen Karte ist der natürliche, stark mäandrierende Flusslauf der Schmutter dargestellt, wie er in den Uraufnahmen aus dem Jahr 1813/14 und in ähnlicher Weise auch noch in älteren topographischen Karten vor 1960 zu sehen ist.

Im Zuge flussbaulicher Maßnahmen in der ersten Hälfte der 1960er Jahre wurde die Schmutter begradigt, von flachen Dämmen eingefasst und damit zu einem künstlichen Flusslauf. Alte Paläomäander in den flussbegleitenden Auen zeugen davon, dass die Schmutter mindestens seit Beginn des Holozäns ein Mäanderfluss war, der durch seitliche Flusslaufverlagerungen die holozäne Schmutterraue geschaffen hat.

Außerhalb des Schmuttertals und seinen jung- und mittelpleistozänen Nieder- und Hochterrassenfluren ist die Landschaft im Blattgebiet geprägt durch zahlreiche Hügel und Bergrücken mit dazwischen liegenden breiten Ausraumzonen. Naturräumlich wird dieser Raum auch als Iller-Lech-Schotterplatte (Abb. 1) bezeichnet. Die höchste Erhebung im Blattgebiet bilden dort die von Ältesten Deckenschottern bedeckten Anhöhen am P. 505 westlich von Eisenbrechtshofen mit Höhen von über 500 m ü. NN. Die niedrigsten Oberflächenerhebungen sind im annähernden Nord-Süd verlaufenden Schmuttertal anzutreffen. Es besitzt im Raum Eisenbrechtshofen eine Höhenlage von 437 m ü. NN und dacht nach Norden mit einem Talgefälle von 1,6‰ auf 419 m ü. NN im Raum Nordendorf ab.

Das Klima im Blattgebiet ist von den Temperaturen gemäßigt und ganzjährig feucht. Im Zeitraum zwischen 1961 und 1990 betrug die Jahresdurchschnittstemperatur etwa 8°C (DEUTSCHER WETTERDIENST: Klimastation Augsburg-Mühlhausen) und der Jahresniederschlag erreichte im Durchschnitt 750 bis 800 mm mit einem vorherrschenden Niederschlagsmaximum im Sommer (DEUTSCHER WETTERDIENST: Klimastationen Augsburg-Mühlhausen und Augsburg-Kläranlage).

Das Schmuttertall prägen großflächig verbreitete Niedermoore und schwarze Anmoore, die vor allem auf der Jüngeren Niederterrasse (jNT) weit verbreitet sind. Dagegen sind in der holozänen Talaue unterschiedlich humusführende Auenböden entwickelt, auf den mittelholozänen und ältesten jungholozänen Auenflächen neben schwarzen Anmooren vor allem stark humose Auenpararendzinen und im Bereich der mittelalterlichen bis neuzeitlichen Aue graue bis gelbbraune Auenpararendzinen. Im Schmuttertall überwiegt westlich der Schmutter Grünlandnutzung, während östlich der Schmutter große Areale ackerbaulich genutzt werden. Südlich von Kühenthal wird im Talboden Kies abgebaut (Kap. 4: Aufschluss A1).

2. Quartäre Erdgeschichte

Die oberflächennah anstehenden Gesteinsschichten im Blattgebiet Wertingen stammen aus dem mittleren Tertiär (Miozän) und dem Quartär. Eine Einführung in die erdgeschichtliche Entwicklung des Molassebeckens geben DOPPLER (1989), DOPPLER et al. (2005), LEMCKE (1988) sowie UNGER & DOPPLER (1996), einen detailreichen Überblick über die Quartärstratigraphie des Bayerischen Alpenvorlandes gewähren DOPPLER et al. (2011). Vorstellungen zur quartären Entwicklung der Iller-Lech-

Tab. 1: Stratigraphische Übersicht für das Quartär auf Blatt Nr. 7430 Wertingen (Bavaria verändert nach DOPPLER et al. 2011; Tab. 3).

| Age (Ka) | International | | | | Bavaria | | | | Schmuttertal zwischen Nordendorf und Eisenbrechtshofen |
|----------|----------------------|-------------|--------|--------------|------------------|--------|--------------------|------------------------|---|
| | Marine Isotop. Stage | Magnetostr. | System | (Sub-)Series | Stratigraphie | | Terrassen | | |
| 11,5 | 1 | | | | Holozän | | | Postglazialterrassen | holozäne Talau der Schmutter mittlere Postglazialterrasse des Lechs (qhm) ältere Postglazialterrasse des Lechs (qha) |
| 30 | 2 | | | | Jungpleistozän | Würm | Ober-Würm | Spät-Niederterraschen | Jüngere Niederterrasse (jNT) Ältere Niederterrasse (äNT) |
| 70 | 3 | | | Mittel- | | | Übergangsterassen- | | |
| | 4 | | | Früh-Mittel- | | | schotter | | |
| | 5a | | | | Mittelpleistozän | Riß | | Hochterrassenschotter | Jüngere Langweider Hochterrasse (jHT) Hangendfazies Ältere Langweider Hochterrasse (äHT) Liegendfazies der Langweider Hochterrasse |
| 115 | 5d | | | Unter- | | | Riß/Würm | | |
| 130 | 5e | | | | | | | | |
| | 6 | | | | Altpleistozän | Mindel | | Jüngere Deckenschotter | |
| | 10 | | | | | | Mindel/Riß | | |
| | 11 | | | | | | | | |

Schotterplatte vermitteln u.a. AKTAS (1990), BECKER-HAUMANN (2001), BIBUS (1995), BRUNNACKER et al. (1982) sowie LÖSCHER (1976). Mit der Talgeschichte der Schmutter befassen sich u.a. SCHEUENPFLUG (1979; ders. 1980; ders. 1981), AKTAS & FRECHEN (1991) sowie BECKER-HAUMANN (1995).

Mit dem Pleistozän begann als Folge tiefgreifender Klimaveränderungen ein neues Kapitel der Landschaftsgeschichte, das „Eiszeitalter“. Es ist charakterisiert durch eine Folge von Kaltzeiten und Warmzeiten und begann vor etwa 2,6 Mio. Jahren. Die jüngste Kaltzeit, die Würm-Kaltzeit, endete mit einer letzten Kaltphase, der Jüngeren Dryas, vor 11.500 Kalenderjahren bzw. 10.000 ¹⁴C-Jahren. Eine Zusammenfassung des Eiszeitalters in Bayern liegt von JERZ (1993; ders. 1996) vor.

Aus der vorletzten und wahrscheinlich aus der drittletzten Kaltzeit (Riß-Kaltzeitenkomplex) stammen die jüngere und die ältere Hochterrassenfläche (Tab. 1) zwischen Eisenbrechtshofen und Biberach, die beide vom Lech abgelagert wurden. Zu dieser Zeit mündete die Schmutter weiter talaufwärts im Raum Neusäss (7631 Augsburg) und Täferlingen (7530 Gablingen) in den Lech. Erst am Ende der Riß-Kaltzeit hat sich die Mündung der Schmutter in den Lech weiter nach Norden mindestens bis in den Raum Eisenbrechtshofen und von dort nach der Würm-Kaltzeit sukzessive bis zur heutigen Mündung in die Donau südöstlich von Donauwörth verlagert.

In der letzten Kaltzeit (Würm) wurde die Landschaft im Blattgebiet durch kaltzeit-

lich periglaziale Abtragungsprozesse (u.a. großflächiger Bodenabtrag durch Wind und Wasser, Eintiefung von Dellen und Hangrunsen) selbst auf wenig geneigten Geländeoberflächen intensiv umgestaltet. In den Tälern kam es zur Ablagerung mehrerer Meter mächtiger Niederterrassenkiese (Tab. 1), an den Ausgängen von Hangrunsen, Dellen- und Seitentäler entstanden Schwemmfächer, am Fuße der Hänge kam es zur Ablagerung feinklastischer Abschwemmmassen und außerhalb der Täler bereichsweise zur äolischen Ablagerung von Lößdeckschichten.

Eine erste Wiederbewaldung im Würm-Spätglazial mit Beginn des Bølling-Interstadials beendete diese großflächig wirksame kaltzeitliche Morphodynamik weitgehend. Erosion und Akkumulation von Sedimenten beschränkten sich nun vor allem auf die Tiefenlinien der Täler. Durch seitliche Bettverlagerungen von Bächen und Flüssen entstanden in der Folgezeit die heutigen holozänen Talauen mit ihren Hochflutlehmen und liegenden sandig-kiesigen Bach- bzw. Flussbettablagerungen. Bei starkem Hangwasserzustrom konnten sich in den älteren Auenarealen zudem ausgedehnte Niedermoore und schwarze Anmoore bilden, die im Blattgebiet vor allem den westlichen Talboden des Schmuttertals prägen. Dieser Zeitabschnitt geringer morphodynamischer Aktivitäten endete mit dem Neolithikum.

Waldrodungen und Ackerbau ermöglichten das erneute Einsetzen flächen- und linienhafter Abtragungsprozesse vor allem an Talhängen und im Quellgebiet der Täler und Dellensysteme, während in den Talauen verstärkt Auelehme abgelagert wurden. Der extremste Eingriff des Menschen in die Naturlandschaft des Blattgebiets war jedoch die Begradigung und Lauffestlegung der Schmutter in den 1960er Jahren sowie die parallel durchgeführte Entwässerung der ausgedehnten Niedermoorflächen zwischen Biberbach und Langenreicher Mühle durch die Anlage zahlreicher Entwässerungsgräben.

3. Schichtenfolge

Die im Kartengebiet an der Oberfläche des Schmuttertals auftretenden Einheiten werden nachfolgend in der Reihenfolge der Kartenlegende besprochen.

3.1 Quartär

3.1.1 Pleistozän

3.1.1.1 Ältere und jüngere Langweider Hochterrasse, äHT und jHT

Mittelpleistozän (international: Mittelpleistozän), Riß

Schmelzwasserschotter der Langweider Hochterrasse sind westlich der Schmutter zwischen Eisenbrechtshofen und Biberbach als 300 bis 450 m breite lößbedeckte Terrassenleiste erhalten (Abb. 2). Von der Höhenlage der Terrassenoberfläche ist die Hochterrasse zweigeteilt und zwar in eine schmale, etwa 16 bis 18 m über der Schmutteraue gelegene ältere Hochterrassenleiste (äHT) entlang des aus miozänen

Sedimenten aufgebauten Talhangs und eine tiefere, zum Tal hin vorgelagerte jüngere Hochterrassenverebnung (jHT) in etwa 10 bis 14 m Höhe über der angrenzenden Schmutterraue (Abb. 3). Letztere dürfte der Langweider Hochterrasse im Typusgebiet zwischen Gablingen (7530 Gablingen) und Langweid (7531 Gersthofen) entsprechen.

Mächtigkeit: Die Schottermächtigkeiten sind weitgehend unbekannt. Eine Bohrung am Außenrand des höheren äHT-Niveaus bei Eisenbrechtshofen (Kap. 5: Bohrung B1) durchteufte unter 7 m mächtigen feinklastischen Deckschichten (Lößlehm und Fließerden) einen 4 m mächtigen Kieskörper, dessen Oberkante etwa 11 m und dessen Basis etwa 7 m über der Schmutterraue liegt (Abb. 3: Profil 1). Dagegen liegt der Schotterkörper der jHT, der mit der Langweider Hochterrasse am Ostrand des Schmuttertals zu korrelieren ist, wahrscheinlich einige Meter tiefer im Tal. Die Kiesbasis der jHT liegt allerdings etwas höher als die jüngere Niederterrasse und die holozäne Schmutterraue, so dass in und unterhalb von Eisenbrechtshofen Sande der Oberen Süßwassermolasse (OSM) am Anstieg zur Hochterrassenverebnung des Talhangs anstehen. Die Lage der Kiesoberkante ist unter Fließerden und Lößdeckschichten unbekannter Mächtigkeit verborgen.

Lithologie und Fazies: Informationen zur Lithologie der Hochterrassenkiese liegen nicht vor. Da beide Hochterrassen vom Lech abgelagert wurden, ist davon auszugehen, dass deren Kieskörper eine ähnliche Korngröße und petrographische Zusammensetzung hat wie der kalkgeröllreiche Hochterrassenschotter im Bereich der Langweider Hochterrasse zwischen Gablingen und Langweid, wo er in mehreren Kiesgruben teilweise bis zur Quartärbasis aufgeschlossen ist.

Eine Unterteilung des Hochterrassenschotters im Blattgebiet in einen sandreichen Liegend- sowie in einen sandärmeren und deutlich horizontal- und troggeschichteten Hangendschotter ist aus dem Blattgebiet mangels Aufschlüssen nicht bekannt. Eine solche Unterteilung des Kieskörpers der Jüngeren und wahrscheinlich auch der älteren Langweider Hochterrasse konnte auf den südlichen Nachbarblättern 7530 Gablingen (SCHELLMANN, in diesem Band) und 7531 Gersthofen (SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band) nachgewiesen werden.

Alter: In Analogie zum *locus typicus* der Langweider Hochterrasse zwischen Gablingen und Langweid kann für die jHT ein Riß-hochglaziales Alter (vorletzte Kaltzeit, Jung-Riß) angenommen werden. Hinweise auf ein höheres Alter fehlen. Die äHT ist entweder ebenfalls noch im Jungriß oder schon im mittleren Riß (drittletzte Kaltzeit, Mittel-Riß) entstanden.

Aufschlüsse: keine.

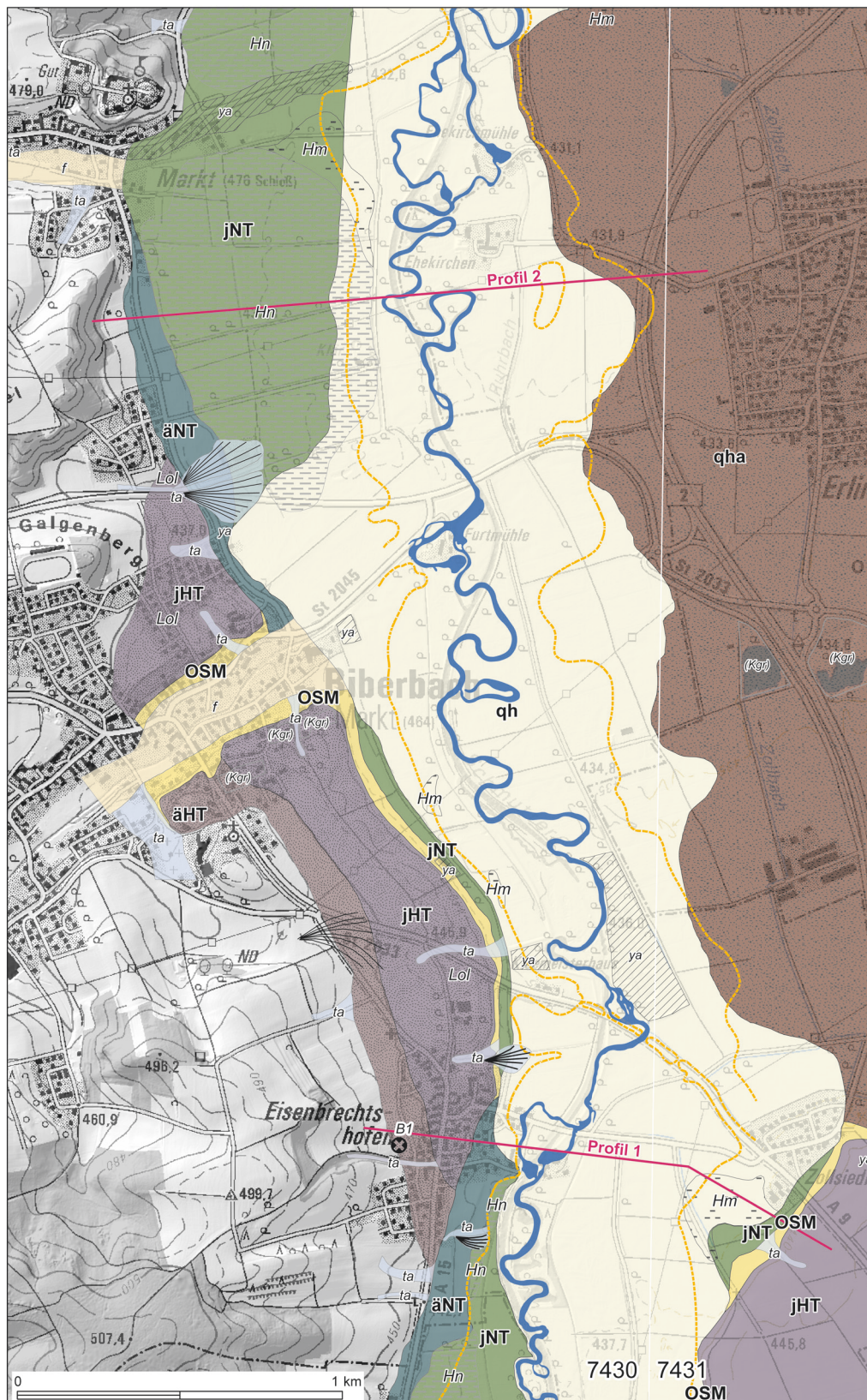


Abb. 2a: Quartärgeologische Karte des Schmuttertals zwischen Eisenbrechtshofen und Markt. Legende und Aufstufung der Aufschlüsse siehe Abb. 2d.

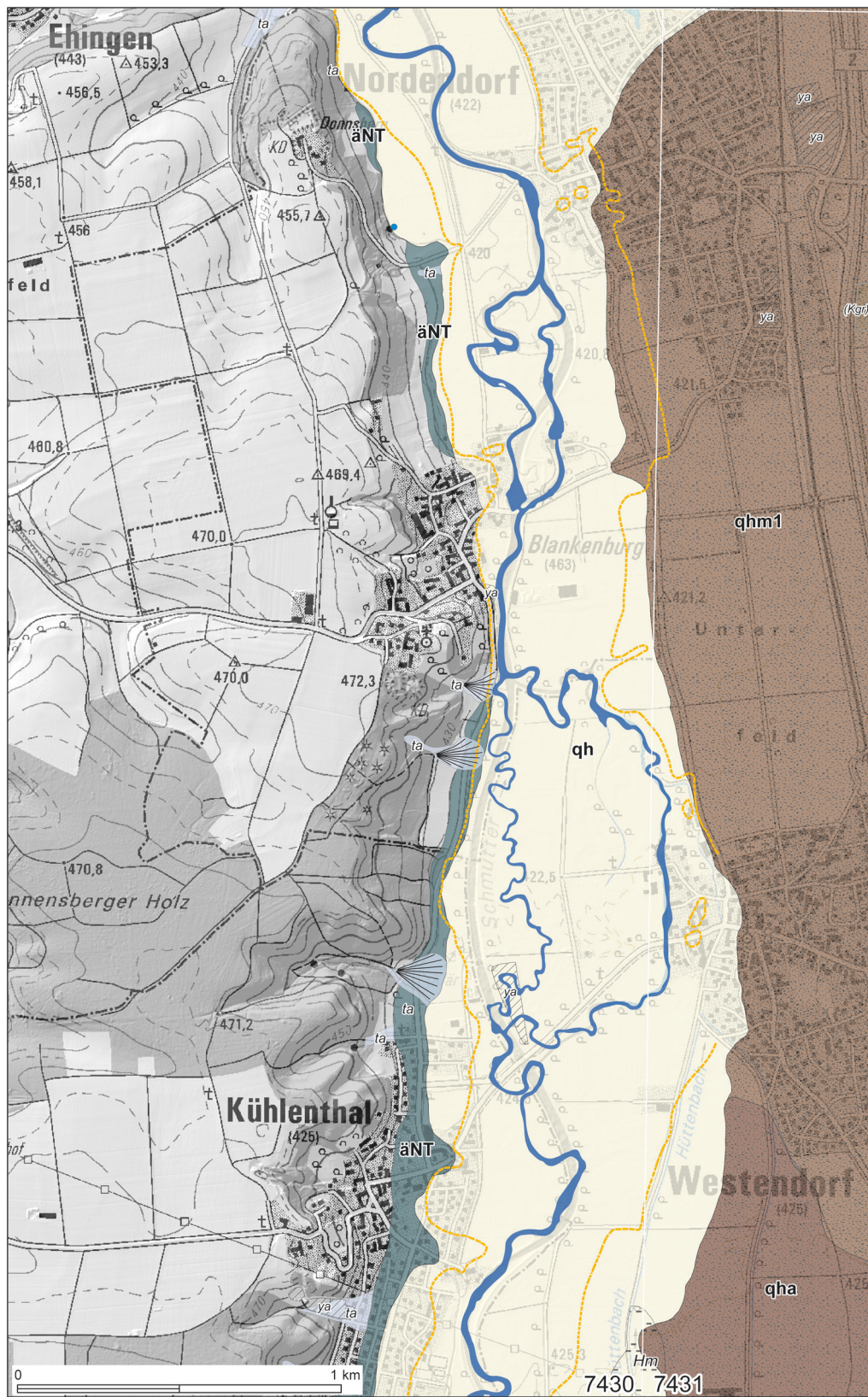


Abb. 2c: Quartärgeologische Karte des Schmuttertales zwischen Kühlenthal und Nordendorf. Legende und Auflistung der Aufschlüsse siehe Abb. 2d.

Holozän

- Kgr Kiesgrube in Betrieb
- (Kgr) Kiesgrube aufgelassen
- ya Künstliche Ablagerungen
- Hm Anmoor
- qh Talau der Schmutter (qh)
holozän

Holozäne Lechterrassen

- qhm Mittlere Postglazialterrasse (qhm)
mittelholozän
- qha Ältere Postglazialterrasse (qha)
altholozän

Pleistozän bis Holozän

- Hn Niedermoortorf
Spätwürm/Holozän
- f Bach- und Flussablagerungen
Spätwürm/Holozän
- ta Talfüllung polygenetisch
- sw Schwemmfächer

Pleistozän

- jNT jüngere Niederterrasse (jNT)
spätwürmzeitlich
- äNT ältere Niederterrasse (äNT)
spätwürmzeitlich
- LoI Lößdeckschichten
würmzeitlich
- jHT jüngere Langweider Hochterrasse (jHT)
rißzeitlich
- äHT ältere Langweider Hochterrasse (äHT)
rißzeitlich

- OSM Obere Süßwassermolasse

Ehemaliger Flusslauf um 1813 • Quellaustritt

----- Schmutter Hochwassergrenze 1924

— Profilschnitt B1 ⊗ Bohrung A1 ⊙ Aufschluss

Kartengrundlage: Amtliche Topographische Karte 1:25.000 & Hillshade aus LIDAR DGM (2m)
© Bayerische Vermessungsverwaltung 2009
Projektion: Gauß-Krüger, 12° Mittelmeridian
Geodätisches Datum: Besselscher Bezugsellipsoid 1841

Aufschluss auf dem Kartenblatt 7430 Wertingen.

| Nr. in GK | Aufschlussname | R-Wert H-Wert | Ansatzhöhe Endteufe | Aufgeschlossene geol. Einheiten |
|-----------|----------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|
| A 1 | Kühlental S | 44 13 113 53 80 558 | 425,80 m NN 1,1 m | qh |

HOLOZÄN

QUARTÄR

PLEISTOZÄN

TERTIÄR

Abb. 2d: Legende und Auflistung des Aufchlusses.

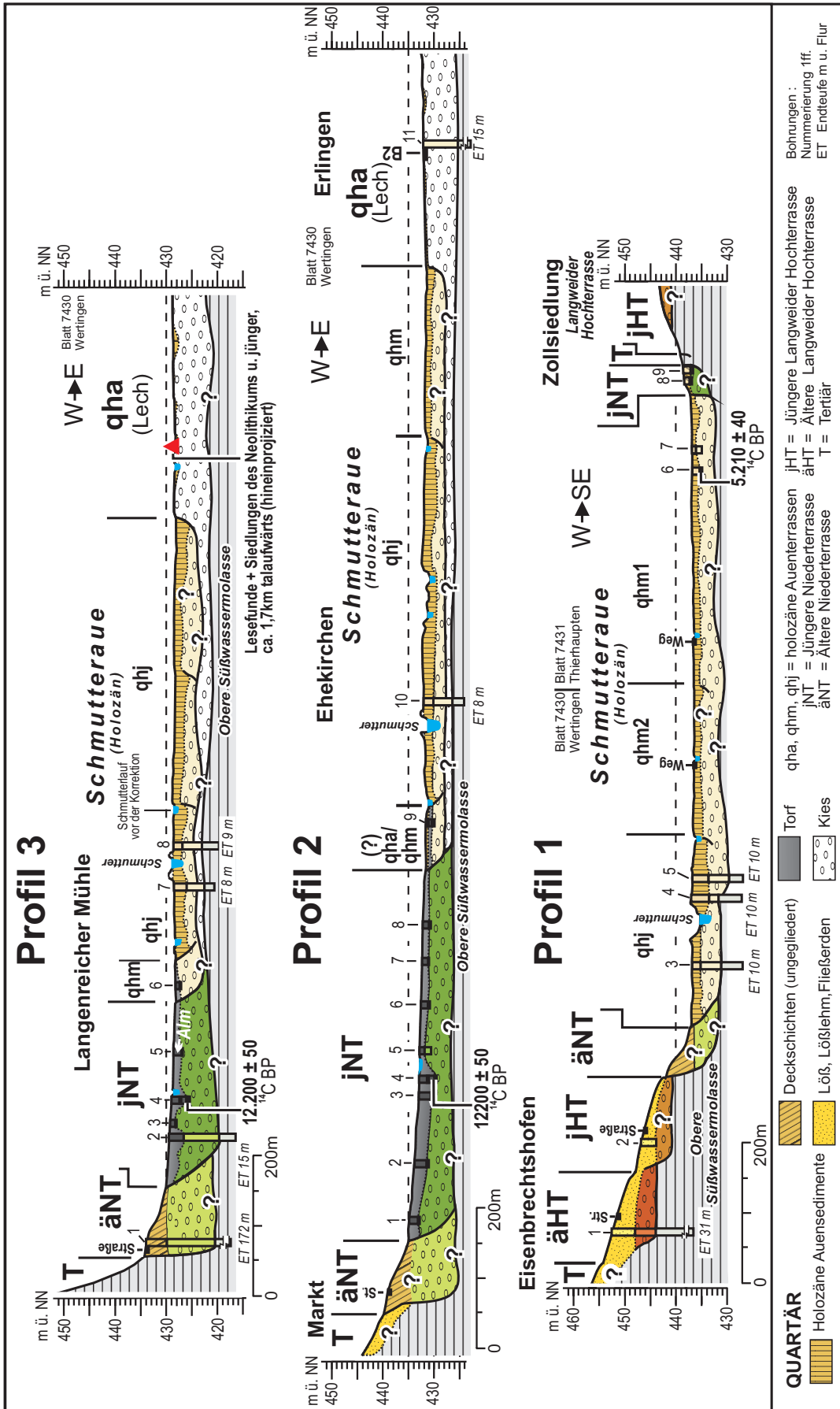


Abb. 3: Geologisches Querprofil (stark überhöht) durch das Schmuttertal im Raum Langenreicher Mühle (Profil 3) sowie zwischen Eisenbrechtshofen und der Zollsiedlung (Profile 2 und 1). Quellennachweise der Bohrungen siehe Kap. 5. Tab. 3.

3.1.1.2 Löß und Lößlehm, Lo / Lol

Jungpleistozän (international: Oberpleistozän), Würm

Pleistozäner Löß und Lößlehm bedecken meist mit mehreren Metern Mächtigkeit die Hochterrassenflächen im Raum Eisenbrechtshofen.

Mächtigkeit: Die Mächtigkeiten der Lößdeckschichten können stark variieren. Auf der Älteren Hochterrassenfläche bei Eisenbrechtshofen erreichen sie Mächtigkeiten von bis zu 7 m, auf der talwärts angrenzenden jüngeren Langweider Hochterrasse teilweise mehr als 3 m.

Lithologie: Löß ist ein äolisches Sediment aus karbonathaltigem, schwach feinsandigem Schluff (Silt) mit geringen Tonanteilen, der meist eine gelblich-hellbraune Farbe und Nadelstichporen besitzt. Im Blattgebiet besitzt er häufig einen höheren Feinsandanteil, wobei die Lößdeckschichten auf der Jüngeren Langweider Hochterrasse nördlich von Eisenbrechtshofen zum Teil bis 0,9 m unter Flur weitgehend entkalkt und verlehmt sind. Lößlehm ist eine pedogene oder diagenetische Umbildung des Löß in der Regel verbunden mit einer Entkalkung und einer Erhöhung des Tonanteils auf teilweise über 40 Gew.-%.

Fazies: Die Lößdeckschichten sind äolischer Genese. In ihnen sind Lagen aus periglazialen Fließerden, periglazialen Spülsedimenten sowie interstadialen (Nassböden, Verbraunungshorizonten, Humuszonen) und manchmal auch interglazialen (Pseudogley-Parabraunerden bis hin zu sekundären Pseudogleyen) Bodenhorizonten eingelagert.

Alter: Genauere Informationen zur Altersstellung der Deckschichten aus Löß und Lößlehm liegen nicht vor. Der jüngste am Top der Lößdecken erhaltene und unter dem holozänen Boden oft noch kalkhaltige Löß ist als würmzeitlich anzusehen.

Aufschlüsse: keine.

3.1.1.3 Ältere Niederterrasse, äNT

Jungpleistozän (international: Oberpleistozän), Hochwürm

Hochwürmzeitliche Flussschotter der Älteren Niederterrasse (äNT) sind als schmale Terrassenleisten am westlichen Talrand des Schmuttertals bei und südlich von Eisenbrechtshofen, zwischen Biberbach und Markt, westlich der Langenreicher Mühle, im Raum südlich und nördlich von Kühenthal sowie nördlich von Blankenburg erhalten.

Die Oberflächen der äNT liegen meist 2 bis 3 m über der Schmutterraue, können allerdings bei stärkerer Überdeckung durch Abschwemmsande vom angrenzenden Talhang, wie dies im talrandnahen Bereich der äNT zwischen Biberbach und Markt sowie westlich der Langenreicher Mühle der Fall ist, auf bis zu 6 m über Schmutterraue ansteigen. Am Ausgang von Kerb- und Dellentälern liegen auf der äNT häufig einige

Meter mächtige Schwemmkegel, ein Hinweis auf ein mindestens hochwürmzeitliches Terrassenalter.

Mächtigkeit: Die Mächtigkeiten des Kieskörpers und der aufliegenden feinklastischen Sedimente (Hochflutablagerungen, sandige und schluffige Schwemmsedimente, Flugsande) sind wegen fehlender Aufschlüsse weitgehend unbekannt. Drei Grundwasserbohrungen auf der äNT südwestlich der Langenreicher Mühle (Abb. 3: Profil 3; Kap. 5: Bohrung B2) durchteuften zunächst 4,5 m feinklastische Deckschichten unbekannter Genese und anschließend den 9,5 m mächtigen sandigen Kieskörper der äNT. Die Kiesoberkante liegt dort bei 429,3 m ü. NN und damit etwa 3 m über der Kiesoberkante in der holozänen Schmutterraue im Bereich der Langenreicher Mühle. Die Kiesbasis wurde bei 419,8 m ü. NN erreicht. Sie liegt damit in einer ähnlichen Tiefenlage wie die Kiesbasis im Bereich der angrenzenden Schmutterrauen.

Lithologie und Fazies: unbekannt.

Alter: Die äNT entstand wahrscheinlich im Würm-Hochglazial, wobei einzelne als äNT kartierte Talrandleisten auch ältere würmzeitliche Bildungen sein könnten. Die Auflagerung feinklastischer Schwemmkegelablagerungen und Abschwemmsande vom Talhang dauerte wahrscheinlich bis zum Ausgang der Würm-Kaltzeit an.

Aufschlüsse: keine.

3.1.1.4 Jüngere Niederterrasse, jNT

Jungpleistozän (international: Oberpleistozän), Spätwürm

Spätwürmzeitliche Flussschotter der Jüngeren Niederterrasse (jNT) sind nur westlich der durch Altarme und zahlreiche Aurinnen gegliederten holozänen Schmutterraue erhalten. Im Einzelnen handelt es sich um drei größere Teilflächen, die alle von ausgedehnten Niedermooren bedeckt sind. Die südlichste und bis zu 400 m breite jNT-Fläche im Blattgebiet befindet sich südlich von Eisenbrechtshofen und reicht talaufwärts in das Nachbarblatt hinein bis nach Achsheim (SCHELLMANN, in diesem Band: 7530 Gablingen). Ihre Oberfläche liegt überwiegend im Auenniveau, nur talrandnahe Bereiche besitzen bis zu 1 m Höhe über der Schmutterraue und liegen damit außerhalb der Reichweite extremer Hochwasserereignisse.

Eine weitere jNT-Fläche erstreckt sich als schmale, meist nur 50 m breite Terrassenleiste entlang der holozänen Schmutterraue zwischen Eisenbrechtshofen und Biberbach. Ihre Oberfläche liegt etwa 1 m oberhalb der Schmutterraue, außerhalb der Reichweite extremer Hochwasserlagen.

Die größte zusammenhängende und bis zu 640 m breite jNT-Fläche erstreckt sich weiter talabwärts nördlich des Biberbachs bis westlich der Langenreicher Mühle. Sie

liegt, abgesehen von wenigen kleinen auennahen Arealen, ebenfalls außerhalb der Reichweite extremer Hochwasserlagen. Die Terrassenoberfläche liegt im Mittel 0,5 bis 1,5 m oberhalb der Schmutterraue. Im Raum ober- und unterhalb von Markt steigt die jNT-Oberfläche bereichsweise mit Zunahme der Niedermoormächtigkeiten zum Talrand hin auf bis zu 3 m über der Schmutterraue an.

Mächtigkeit: Die jNT ist großflächig von etwa 1 bis 3 m mächtigen Niedermoortorfen bedeckt (s.u.). Während diese talaufwärts von Eisenbrechtshofen häufiger von 1 bis 2 m mächtigen Auelehmen überdeckt sind, reichen unterhalb von Biberach die Niedermoortorfe in der Regel bis zur Geländeoberfläche (Abb. 3: Profile 2 und 3; Abb. 4: S11/43). Nur lokal sind dort bis zu 1 m mächtige Hochflutlehme verbreitet. Unter den Niedermoortorfen bzw. Auelehmen folgen mehrere Meter mächtige jNT-Sande und -Kiese, deren Mächtigkeiten nur unzureichend bekannt sind. Westlich der Langenreicher Mühle durchteufte eine auf der jNT niedergebrachte Bohrung (Kap. 5: Bohrung B3) einen 9 m mächtigen Kieskörper. Kiesbasis und Kiesoberkante liegen in etwa in ähnlicher Tiefe wie in der benachbarten Schmutterraue.

Lithologie und Fazies: unbekannt.

Alter: Die jNT entstand im Würm-Spätglazial, wobei ihre Ausbildung bereits vor dem Bølling-Interstadial (*sensu* HOEK & BOHNCKE 2001) begann und bis zum Ausgang der Jüngeren Tundrenzeit angedauert haben dürfte. Sie entspricht der im Isar- und im Donautal weit verbreiteten spätglazialen Niederterrasse 3 (NT3, SCHELLMANN 1988; ders. 2010).

Dabei existierten bereits zu Beginn des Bølling-Interstadials größere Areale der jNT, wie durch die Datierung der Basislagen aufliegenden Niedermoortorfe belegt. So begann der Torfaufwuchs in zentralen Arealen auf der jNT nordwestlich von Markt etwa vor 12.200 ± 50 ^{14}C BP (Abb. 2: Profil 3; Abb. 3: Sondierung S11/43). Nicht viel jünger ist auch der Beginn der Niedermoorbildung weiter talaufwärts in talrandnahen und zentralen Arealen auf der jNT zwischen Achsheim und Eisenbrechtshofen. Von dort liegt aus dem südlichen Nachbarblatt eine Datierung der Torfbasis vor, die den Beginn des Torfaufwuchses in die Ältere Tundrenzeit vor 11.860 ± 50 ^{14}C BP belegt (SCHELLMANN, in diesem Band: 7530 Gablingen).

Aufschlüsse: keine.

3.1.2 Pleistozän bis Holozän

3.1.2.1 Schwemmkegel und Schwemmfächer, sw

Schwemmfächer und Schwemmkegel sind Akkumulationsformen, die im Blattgebiet vor allem in den Kaltzeiten als Folge der plötzlich stark reduzierten Reliefenergie am Ausgang von Dellentälchen, Hangkerben und Seitentälern auf die angrenzenden

Talböden sedimentiert wurden. Sie wurden in der Karte nur bei klarer morphologischer Erhaltung dargestellt. Allerdings ist davon auszugehen, dass sich periglaziale Fließerden und Spülsedimente am Ausgang von Dellentälchen und Seitentälern im Untergrund noch weit ins Vorland erstrecken.

Mächtigkeit: Die Mächtigkeiten können lokal stark schwanken, von wenigen Dezimetern bis hin zu einigen Metern.

Lithologie: Die Lithologie von Schwemmfächern ist neben den Gefällsverhältnissen vor allem von den Substraten im Einzugsgebiet abhängig. Werden die Schwemmfächer von lößbedeckten Einzugsgebieten genährt, dominieren in der Regel schluffige Substrate. Stehen im Einzugsgebiet Molassesande oder kiesige quartäre Sedimente an, dann dominieren sandige bzw. kiesige Substrate. Generell bestehen die im Blattgebiet auf der nördlichen Talseite des Schmuttertals verbreiteten Schwemmfächer vor allem aus umgelagerten Molassesanden mit unterschiedlichen Anteilen umgelagerter quartärer Kieskörper.

Fazies: Die im Blattgebiet verbreiteten Schwemmfächer und Schwemmkegel sind überwiegend durch periglaziale Ablation entstanden.

Alter: Genauere Informationen zum Alter der Schwemmkegel und Schwemmfächer liegen nicht vor. Überwiegend dürften sie unter kaltzeitlichen Klimabedingungen der Würm-Kaltzeit oder teilweise schon während älterer Kaltzeiten abgelagert worden sein. Sie sind jünger als die unterlagernden Talböden.

Aufschlüsse: keine.

3.1.2.2 Talfüllung, polygenetisch, ta

Pleistozän bis Holozän

Die nicht weiter differenzierten Talfüllungen der zahlreichen Dellentälchen und kleineren Seitentäler sind als polygenetische Talfüllungen zusammengefasst. Die polyzyklische Genese vieler dieser Periglazialtäler über mehrere Kaltzeiten hinweg mit mehrfachem Wechsel von Perioden mit vorherrschender Eintiefung bzw. Ausräumung der Talsohle und Wiederverfüllung spiegelt sich manchmal in der Existenz eines höherer Talbodens wider, der von der aktuellen Talsohle durch eine deutliche Geländestufe abgesetzt ist.

Mächtigkeit: Die Mächtigkeit der Füllungen kann lokal stark schwanken und mehrere Meter erreichen.

Lithologie: Die Zusammensetzung der Ablagerungen ist meist sehr heterogen. Je nach Einzugsgebiet und Transportkraft der Gewässer können Lehme, Schluffe, Sande oder Kiese dominieren.

Fazies: Die Füllungen der Dellen und Dellentälchen sind das Ergebnis periglazialer Morphodynamiken (Abluation und Solifluktion), daneben können lokal junge Kolluvien als Folge ackerbaulich bedingter Spüldenudation (Bodenerosion) auftreten.

Alter: Es liegen keine konkreten Altersbelege vor. Die jüngste Formung dürfte vor allem im Oberwürm, kleinräumig auch im Holozän erfolgt sein.

Aufschlüsse: keine.

3.1.2.3 Niedermoortorf, Hn

Spätwürm / Holozän

Ausgedehnte Niedermoore, die heute von Entwässerungsgräben durchzogen und damit stark trocken gelegt sind, erstrecken sich im Schmuttertäl entlang des westlichen Talrandes auf den dort verbreiteten spätwürmzeitlichen Jüngeren Niederterrassenflächen (jNT). Sie bedecken in geringerer Mächtigkeit auch noch größere Areale der alt- und mittelholozänen Schmutterraue. Im Bereich der durch Auelehme mit wenig entwickelten Auenpararendzinen geprägten jungholozänen Talaue fehlen sie dagegen, sieht man von einzelnen lokalen Vermoorungen von Altarmen ab.

Insgesamt erreichen sie eine Ausdehnung von etwa 1,3 Mio. qm und bedecken damit über 11% der Talfläche (Talfläche = Talaue und Niederterrassen der Schmutter).

Im Einzelnen handelt es sich um zwei größere Niedermoorareale. Das südliche Areal erstreckt sich mit einer Gesamtfläche von 0,36 Mio. qm und mit bis zu 220 m Breite auf der Jüngeren Niederterrasse der Schmutter südlich von Eisenbrechtshofen. Es reicht über das Blattgebiet hinaus weiter talaufwärts bis nördlich von Achsheim (SCHELLMANN, in diesem Band: 7530 Gablingen).

Eine weitere, bis zu 680 m breite Talrandvermooring befindet sich ebenfalls westlich der Schmutter im Talraum nördlich von Biberbach bis südlich von Kühllenthal. Dieses langgestreckte Moorgebiet besitzt insgesamt eine Fläche von 1,28 Mio. qm und ist heute durch die Dammschüttungen der beiden das Tal querenden Landstraßen von Markt nach Meitingen und von Langenreichen nach Meitingen in drei Einzelflächen unterteilt. Ursprünglich dürften sie eine zusammenhängende Moorfläche gewesen sein. Auch diese Talrandvermooring bedeckt überwiegend die Jüngere Niederterrasse der Schmutter.

Erst zwischen Langenreicher Mühle und Kühllenthal sind auch größere Areale der dort bis zum westlichen Talrand reichenden holozänen Schmutterraue großflächig vermoort (Bild 1). Spätestens seit Regulierung der Schmutter und der Anlage zahlreicher Entwässerungsgräben in den 1960er Jahren sind alle Niedermoorareale in landwirtschaftlicher Nutzung und zwar überwiegend in Form von Wiesen.



Bild 1: Aufgepflügte Torfe in der holozänen Schmutterraue südlich von Kühllenthal (Photo: G. SCHELLMANN, März 2011).

Beide am westlichen Außenrand der Schmutterraue gelegenen Niedermoorgebiete werden vor allem durch zuffließendes Grundwasser vom Talrand aus den dort anstehenden miozänen Feinsanden mit einzelnen Mergellagen ernährt. Nur die in der Aue oder auf tiefer gelegenen Jüngeren Niederterrassenflächen gelegenen Moorareale erhalten durch regelmäßige Überschwemmungen eine zusätzliche Wasserzufuhr. Insofern sind sie genetisch Talrand-Stauwassermoore bzw. Randsenkenvermoorungen *sensu* LFU (2005).

Mächtigkeit: Die Niedermoortorfe auf den Jüngeren Niederterrassenflächen der Schmutter talaufwärts von Eisenbrechtshofen liegen vermutlich erst seit dem Subatlantikum im Überflutungsbereich extremer Jahrhunderthochwässer der Schmutter wie das des Jahres 1924. Daher sind die dort etwa 0,5 bis 2 m mächtigen Torfe häufig und vor allem in den auennahen Arealen von im Mittel 1 bis 2 m mächtigen Auelehmen überdeckt.

Anders ist die Situation weiter talabwärts. Die dort ober- und unterhalb von Markt auf den Jüngeren Niederterrassenflächen verbreiteten Niedermoorgebiete liegen als Folge der Verbreitung der Talaue und damit des Hochwasserüberschwemmungsgebietes und wegen des starken Torfaufwuchs vermutlich bereits seit Beginn des Holozäns oberhalb der Reichweite extremer Hochwässer der Schmutter. Daher sind hier feinklastische Sedimenteinschaltungen in den Torfen ebenso selten wie eine Überdeckung mit Hochflutsedimenten. Allerdings weist der hohe Mineralanteil in den Torfen, die im Bereich der Niedermoortorfen nördlich von Markt Aschegehalte von etwa 10 bis 30 % (BLaML 1959) besitzen, auf vereinzelte minerogene Einträge durch Jahrhunderthochwässer oder auch auf Einschwemmungen vom Talhang her hin.

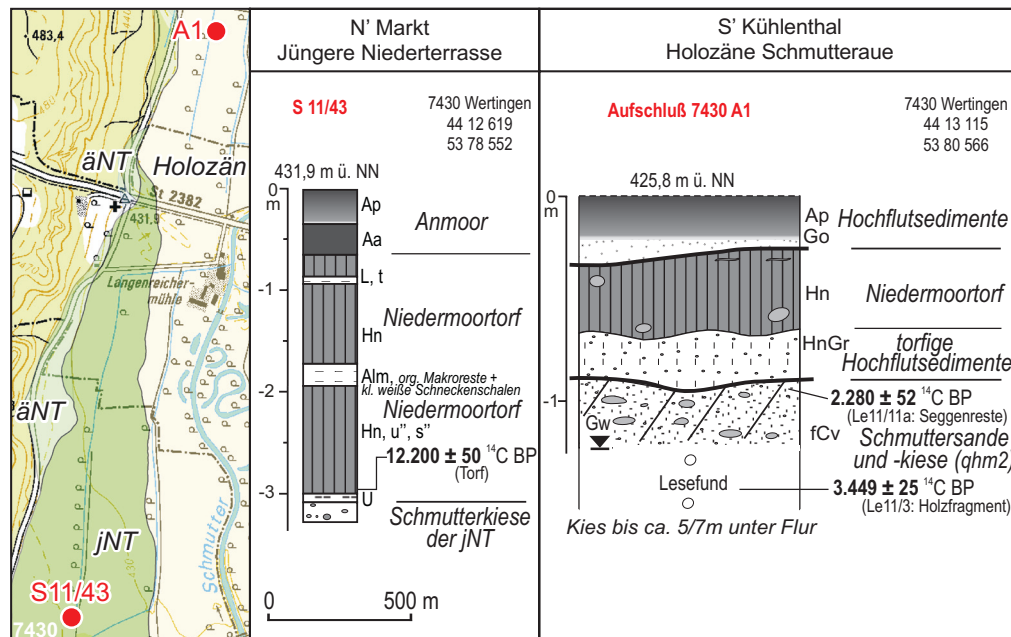


Abb. 4: Deckschichten auf der Jüngeren Niederterrasse nördlich von Markt (Sondierung S11/43) und im Bereich der subborealen Schutteraue südlich von Kühleenthal (Aufschluss 7430 A1).

Die Torfe erreichen nach eigenen Sondierungen und den zahlreichen Sondierungen der Bayerischen Landesanstalt für Moorwirtschaft und Landkultur (BLaML 1959) im Niedermoorgebiet oberhalb von Markt vielfach Mächtigkeiten von 1 bis 2,5 m. Im Niedermoorgebiet zwischen Markt und Langenreicher Mühle liegen die Mächtigkeiten bei 1 bis 3,7 m, wobei unterhalb von Markt in den Torfen häufiger 10 bis 40 cm mächtige Almlagen eingeschaltet sind (Abb. 4: Sondierung S11/43; BLaML 1959). In allen Niedermoorgebieten auf der jNT können die Torfmächtigkeiten kleinräumig stark schwanken. Größere Mächtigkeiten folgen anscheinend ehemaligen Flussrinnen.

Die Niedermoorflächen nördlich der Langenreicher Mühle liegen innerhalb der alt- und mittelholozänen Schutteraue und besitzen Mächtigkeiten von 0,2 bis 1,5 m (BLaML 1959). Dabei werden heute noch tiefer gelegene Areale der Niedermoorflächen am Rande der jungholozänen Talaue bei Jahrhunderthochwässern überflutet, wie dies auch die in der quartärgeologischen Karte wiedergegebene Hochwassergrenze des Jahrhunderthochwassers im Jahre 1924 zeigt. In dieser schmalen Zone am Rande der jungholozänen Schutterauen tragen die Niedermoortorfe häufig eine wenige Dezimeter mächtige Überdeckung durch sandige Auelehme (Abb. 4: Aufschluss 7430 A1). Lokal treten auch geringmächtige feinsandige und lehmige Sedimenteinschaltungen in den Torfen auf.

Außerhalb dieser schmalen Zone am Rande der jungholozänen Schutteraue reichen die Torfe in der Regel bis an die Geländeoberfläche. Allerdings besitzen auch sie als Folge wiederkehrender Überschwemmungen durch Schutterhochwässern relativ hohe Aschegehalte von 32 bis 42 % (BLaML 1959). Innerhalb oder an der Basis der

Torfe treten wiederholt geringmächtige Lagen oder Linsen aus Alm mit Kalkgehalten von 40 bis 70% (BLaML 1959) auf.

In allen Niedermoorgebieten sind am Top und zum Teil auch innerhalb der Torfschichten wenige Dezimeter mächtige schwarze Anmoorhorizonte („Pechanmoore“ *sensu* BRUNNACKER 1959) weit verbreitet. Die Basis der Torfe bilden Sande und Kiese der Schmutter oder, insbesondere dort, wo die Niedermoore in der holozänen Schmutterraue liegen, auch häufiger torfige Feinsande (Abb. 4: Aufschluss 7430 A1) oder schluffige bis lehmige Auensedimente. Lokal sind zwischen mineralischem Untergrund und Niedermoortorf auch geringmächtige Lagen aus Torfmudden eingeschaltet.

Außerhalb der beschriebenen großen Niedermoorareale am westlichen Talrand des Schmuttertals können im Bereich verlandeter Altarme kleinräumige, in der Karte nicht dargestellte Vermoorungen auftreten. Auch in den großen Anmoorgebieten auf den alt- und mittelholozänen Auenflächen am östlichen Rand der Schmutterraue sind in Rinnen vereinzelt bis zu 2 m mächtige Torflagen verbreitet.

Lithologie: Nach Untersuchungen des BLaML (1959) handelt es sich überwiegend um Braunmoostorfe und Carex-Phragmites-Torfe mit hohen Mineralanteilen (Aschegehalte zwischen 32 und 70%).

Alter: Der Aufwuchs des Niedermoores begann auf den talrandnahen Niederterrassenflächen unterhalb von Markt bereits im Spätglazial mit Beginn des Bølling-Interstadials (*sensu* HOEK & BOHNCKE 2001). Das belegt die AMS ¹⁴C-Datierung der Torfbasis im Niedermoorgebiet nördlich von Markt, die ein früh-bøllingzeitliches Alter von 12.200 ± 50 ¹⁴C BP ergab (Abb. 4: Sondierung S11/43). Die innerhalb der holozänen Schmutterraue gelegenen Niedermoore sind deutlich jünger und wahrscheinlich vor allem alt- und mittelholozänen Alters, wobei südlich von Kühenthal das Torfwachstum nach der Datierung organischer Makroreste (Seggenreste) am Top der liegenden subborealen Schmutterkiese lokal auch erst im frühen Subatlantikum nach 2.280 ± 52 ¹⁴C BP begann (Abb. 4: Aufschluss 7430 A1).

Aufschlüsse: Kiesgrube südlich von Kühenthal (Abb. 4: Aufschluss 7430 A1).

3.1.3 Holozän

3.1.3.1 Ältere Postglazialterrasse, qha

Altholozän (Präboreal bis Boreal)

Unterhalb von Eisenbrechtshofen wird die holozäne Schmutterraue am östlichen Auenrand von alt- und mittelholozänen Lechterrassen begleitet. Dabei nimmt deren Alter talabwärts ab (Abb. 2). Zwischen Zollsiedlung und Westendorf ist es eine altholozäne (Ältere Postglazialterrasse) und unterhalb von Westendorf eine mittelholozäne (Mittlere Postglazialterrasse 1) Lechterrasse, die mit geringer Flächenausdehnung auch

noch in das Blattgebiet hineinreichen. Beide sind großflächig auf dem Nachbarblatt Thierhaupten verbreitet (SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band: 7431 Thierhaupten).

Mächtigkeit: Die Schottermächtigkeiten liegen nach drei Baugrundbohrungen an der Brücke über die B2 östlich von Ehekirchen bei 6,8 bis 8,7 m, wobei die Quartärbasis in einer ähnlichen Tiefe liegt wie im Bereich der westlich angrenzenden Schmutterraue. Der Kieskörper reicht häufig bis zur Geländeoberfläche oder ist von nur geringmächtigen, in der Regel weniger als 0,5 m mächtigen Auenmergeln bedeckt.

Lithologie und Fazies: Zur Lithologie und Fazies liegen mangels Aufschlüssen keine Informationen vor.

Alter: Auf der am Ostrand der holozänen Schmutterraue sich erstreckenden Älteren Postglazialterrasse des Lechs wurden entlang der Bundesstraße B2 im Bereich der Zufahrt Biberbach Siedlungsspuren und Lesefunde unter anderem des Neolithikums und der Bronzezeit nachgewiesen (Denkmalpflegeamt Thierhaupten). Insofern ist die dortige Lechterrasse älter als das Neolithikum und entstand wahrscheinlich im Präboreal/Boreal (SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band: 7431 Thierhaupten).

Aufschlüsse: keine.

3.2.3.2 Mittlere Postglazialterrasse, qhm1

Mittelholozän (Atlantikum)

Am nordöstlichen Blattrand im Bereich von Nordendorf und südlich davon grenzt die jungholozäne Schmutterraue nach Osten an die älteste Mittlere Postglazialterrasse (qhm1) des Lechs, die großflächig auf dem Nachbarblatt Thierhaupten (SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band: 7431 Thierhaupten) verbreitet ist.

Mächtigkeit: Der Kieskörper reicht häufig bis zur Geländeoberfläche oder ist nur von geringmächtigen, in der Regel deutlich unter 1 m mächtigen Auenmergeln bedeckt. Über die Mächtigkeiten des Schotterkörpers liegen aus dem Blattgebiet keine Informationen vor. Weiter östlich auf dem Nachbarblatt Thierhaupten (SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band: 7431 Thierhaupten) schwanken die Kiesmächtigkeiten zwischen 5 bis 9 m, wobei die Quartärbasis ähnlich tief liegt wie in der angrenzenden Schmutterraue.

Lithologie und Fazies: Zur Lithologie, Fazies und Schichtungsbild liegen aus dem Blattgebiet mangels Aufschlüssen keine Informationen vor.

Alter: Aus dem Blattgebiet liegen keine Informationen zum Alter der Terrasse vor. Sie ist älter als die jungholozäne Schmutterraue und entstand wahrscheinlich im Atlantikum (siehe auch SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band: 7431 Thierhaupten).

Aufschlüsse: keine.

3.2.3.4 Talaue der Schmutter, qh

Holozän

Mit Einmündung des jungquartären Schmuttertals in das Lechtal im Raum Eisenbrechtshofen – Zollsiedlung nimmt die Breite der Schmutterraue deutlich zu und zwar von etwa 0,5 km Breite am südlichen Blattrand auf etwa 0,5 bis 1,2 km Breite unterhalb von Eisenbrechtshofen. Diese deutliche Verbreiterung des Tales ist darauf zurückzuführen, dass das Schmuttertal oberhalb von Eisenbrechtshofen seit Ausgang der Riß-Kaltzeit und der Ausbildung der Langweider Hochterrasse ein Periglazialtal ist, während es unterhalb von Eisenbrechtshofen im Würm und im anschließenden Alt- und älteren Mittelholozän durch Schmutter und Lech gestaltet wurde.

Noch in der Würm-Kaltzeit und im frühen Holozän (Präboreal/Boreal) mündete die Schmutter im Raum Eisenbrechtshofen – Zollsiedlung in den bis zum westlichen Talrand des heutigen Schmuttertals reichenden Lech. Anschließend verlagerte sich die Mündung beider Flüsse weiter talabwärts. Im Atlantikum lag sie im Raum Westendorf (SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band: 7431 Thierhaupten) und im Subboreal beim Schwaighof nördlich von Nordendorf. Daher wird die heutige Schmutterraue an ihrem östlichen Talrand von unterschiedlich alten Lechterrassen begleitet: Zwischen Zollsiedlung und Westendorf sind es präboreale/boreale sowie zwischen Westendorf und Nordendorf atlantische Lechablagerungen (SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band: 7431 Thierhaupten). Das bedeutet aber, dass die holozänen Schmutterkiese nördlich von Eisenbrechtshofen petrographisch von umgelagerten Schotterablagerungen des Lechs mit extremer Dominanz von kalkigen Geröllen geprägt sind.

Eine weitere stratigraphische Untergliederung in unterschiedlich alte Auenflächen der durch zahlreiche Altarme und Aurinnen gestalteten holozänen Schmutterraue konnte wegen eng begrenzter Zeitvorgaben für die Aufnahme des Kartenblattes nicht durchgeführt werden. Daher sei nur darauf hingewiesen, dass sich die entlang des ehemaligen, noch nicht begradigten Schmutterlaufs erstreckende jungholozäne Schmutterraue durch ihre wenig entwickelten hell- bis dunkelgrauen Auenpararendzinen deutlich von den alt- und mittelholozänen Auenflächen (Bild 2) und deren stärker humosen Bodenentwicklungen in Form dunkelbrauner bis schwarzer Auenpararendzinen, schwarzer Anmoore bis hin zu kleinräumig verbreiteten Niedermoortorfen abheben. Dabei dominieren im Blattgebiet bei weitem jungholozäne Auenflächen, talabwärts von Kühenthal und Westendorf ist die Schmutterraue insgesamt erst im Subatlantikum seit der Eisen-/Römerzeit entstanden.

Mächtigkeit: Die holozänen Auensedimente sind im Mittel 1 bis 2,5 m, vereinzelt auch bis zu etwa 3 m mächtig (Abb. 5). Darunter folgt bis zum miozänen Sohlgestein ein



Bild 2: Außenrand der von schwarzen Anmooren geprägten mittelholozänen Schmuttterraue gegen die altholozäne Postglazialterrasse 1 des Lechs an der Landstraße 2382 südlich von Westendorf (Photo: G. SCHELLMANN November 2011).

häufig nur 4 bis 6 m, selten bis zu 12 m mächtiger Kieskörper (Abb. 5). Unbekannt ist der Anteil holozäner Schmutterkiese am Kieskörper. Da dessen Basis (= Quartärbasis) in der holozänen Schmuttterraue in ähnlicher Tiefenlage liegt wie im Bereich der wärmzeitlichen Niederterrassenflächen, könnten wärmzeitliche Lechschotter die holozänen Schmutterkiese unterlagern. Dafür spricht, dass die tiefsten feinklastischen Altarmfüllungen lediglich bis zu 3,2 m unter Geländeoberfläche hinabreichen (Abb. 5). Insofern sollte die Flussbettsohle der Schmutter im Holozän nicht wesentlich tiefer, vielleicht bei maximal 4 bis 6 m unter Geländeoberfläche gelegen haben (Abb. 3).

Lithologie und Fazies: Die Auensedimente bestehen überwiegend aus zum Teil kalk-

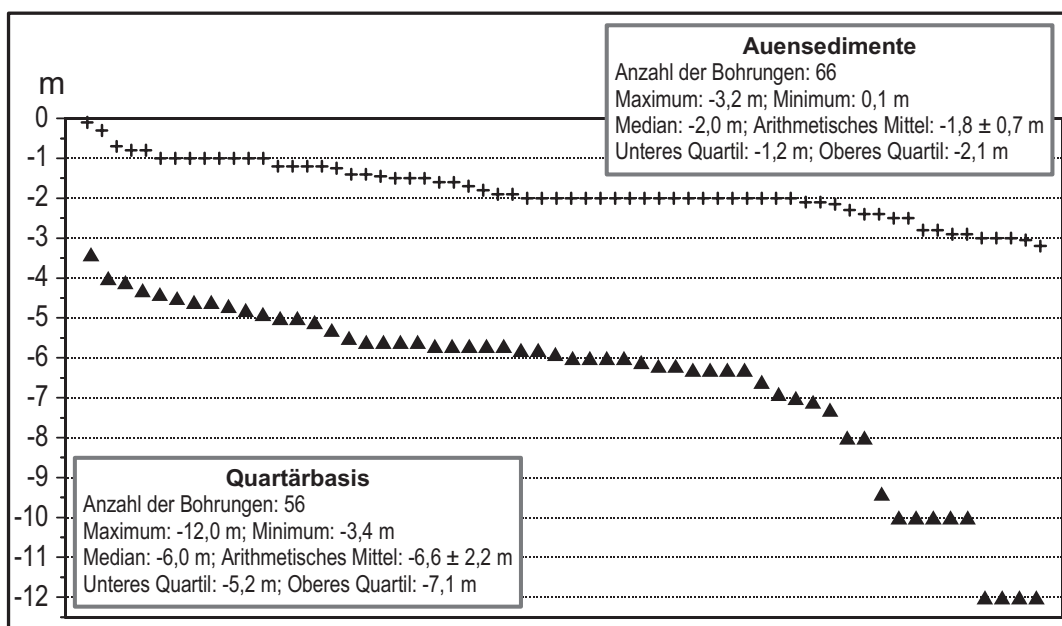


Abb. 5: Holozäne Schmuttterraue – Mächtigkeiten der Auensedimentdecke (Kreuze) sowie Tiefenlage der Quartärbasis (Dreiecke) in Metern unter Geländeoberfläche nach Schichtenverzeichnissen von Bohrungen (7430 Wertingen).

Tab. 2: ^{14}C -Alter organischer Substanzen aus dem Schmuttetal.

| Probe | Material / Terrasse | Rechts- / Hochwert | Entnahme- tiefe u. GOK | ^{14}C -Alter / kalibriertes Alter (2 sigma) | Delta ^{13}C | Labor- nummer |
|----------|--------------------------|------------------------|-------------------------------|---|--------------------------|------------------|
| Le11-3 | Holz / qh | 44 13 135 53 80 600 | Lesefund aus Kieskörper | 3449 ± 25 ^{14}C BP 3827 – 3788 cal BP (22 %) 3778 – 3741 cal BP (12 %) 3734 – 3638 cal BP (66 %) | -26,3 | Hd- 29904 |
| Le11-11a | Pflanzen- reste / qh | 44 13 115 53 80 566 | 1,2 m | 2280 ± 52 ^{14}C BP 2356 – 2152 cal BP | -28,3 | Erl- 16306 |
| S11/43 | Pflanzen- reste / jNT | 44 126 19 53 785 52 | 2,95 m | 12200 ± 50 ^{14}C BP 14186 – 13927 cal BP | -33,1 | Beta- 303177 |

haltigen Auelehmen, die mittel- bis feinsandigen Sanden oder sandigen Kiesen der Schmutter aufliegen. In alt- und mittelholozänen Auenarealen sind die Auelehme häufig entkalkt und tragen am Top verbreitet schwarze Anmoore oder schwarze bis dunkelbraune Auenpararendzinen. In Altarmen können lokal geringmächtige Torflagen auftreten. Der sedimentologische Aufbau und die petrographische Zusammensetzung des unterlagernden Kieskörpers ist weitgehend unbekannt. Die in der Kiesgrube südlich von Kühenthal (Abb. 4: Aufschluss 7430 A1) im Nassabbau gewonnenen Kiese bestehen überwiegend aus Karbonatschottern und ähneln auch von der Korngröße her Lechablagerungen.

Alter: Die holozäne Schmutterraue besitzt unterschiedlich alte Auenflächen, wobei eine morphostratigraphische Differenzierung im Rahmen der engen Zeitvorgaben zur Erstellung des Kartenblattes nicht möglich war. Die Datierung eines Holzstücks aus dem holozänen Kieskörper, das beim Nassabbau in der Kiesgrube südlich von Kühenthal gefördert wurde, ergab ein Alter von 3.449 ± 25 ^{14}C BP (Abb. 4: Aufschluss 7430 A1; Tab. 2: DoLe 08/76). Die Datierung von Seggenresten am Top des Kieskörpers ergab ein Alter von 2.280 ± 52 ^{14}C BP (Abb. 4: Aufschluss 7430 A1; Tab. 2: DoLe 08/82a). Insofern ist der dortige Kieskörper im Laufe des Subboreals von der Schmutter abgelagert worden.

Zwei weitere Datierungen holozäner Flussbettablagerungen der Schmutter konnten nahe dem östlichen Blattrand auf dem Nachbarblatt 7431 Thierhaupten durchgeführt werden. Dabei ergab die Datierung organischer Makroreste aus früh-subatlantischen Schmuttersanden in der holozänen Schmutterraue südwestlich von Westendorf ein Alter von 2.620 ± 40 ^{14}C BP sowie die Datierung organischer Makroreste eingelagert in atlantischen Schmuttersanden und -kiesen westlich der Zollsiedlung ein Alter von 5.210 ± 40 ^{14}C BP (siehe SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band: 7431 Thierhaupten). An beiden Lokalitäten folgten im Hangenden Auensedimente mit schwarzen Anmoorbildungen.

Aufschlüsse: Aktuell existieren keine Aufschlüsse, die Informationen über den Sedi-

mentaufbau der holozänen Schmutterraue bieten. Lediglich in der Kiesgrube südlich von Kühllenthal (Abb. 4: Aufschluss 7430 A1) sind die torfigen und anmoorigen Deckschichten auf den subborealen Schmutterkiesen aufgeschlossen, wobei der Kieskörper unterhalb des Grundwasserspiegels liegt und im Nassabbau gewonnen wird.

3.2.3.5 Anmoor, Hm

Holozän

Größere Anmoorgebiete mit wenigen lokalen, meist in Rinnen verbreiteten Niedermoortorfen erstrecken sich am östlichen Rand der Schmutterraue südlich der Zollsiedlung und vor allem vom Unterlauf des Zollbachs bis südlich von Westendorf (SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band: 7431 Thierhaupten), dort, wo das von Osten zuströmende Grundwasser oberflächennah ansteht. Kleinere Anmoore existieren zudem am talwärtigen Rand der Niedermoorgebiete und im Bereich verlandeter Altarme. Pechschwarze Anmoore sind zudem in allen Niedermoorgebieten an der Oberfläche als rezente Bodenentwicklung oder als fossile Bodenhorizonte innerhalb der Torfe weit verbreitet.

Mächtigkeit: Die stark humosen, zum Teil torfigen, in der Regel pechschwarzen Anmoorhorizonte („Pechanmoore“ *sensu* BRUNNACKER 1959) sind überwiegend 0,2 bis 0,4 m, vereinzelt bis zu 0,65 m mächtig.

Lithologie: Anmoore bestehen in der Regel aus einem Gemisch von Mineralboden und 15 bis 30 Masse-% organischer Substanz. Viele der in der Aue verbreiteten Anmoore sind Abbauprodukte von Torfen, wobei alle Übergänge vom Torf zum torfigen Anmoor bis zum stark mineralischen Anmoor auftreten.

Alter: Die Anmoorbildung begann schon im spätglazialen Bølling/Allerød-Interstadial und hält außerhalb der jungholozänen Schmutterraue bis heute an. Innerhalb der nach-römerzeitlichen Aue verhindert die intensive Ablagerung feinklastischer Hochflutsedimente eine Bildung von Anmooren.

Die in Rinnen häufiger von Torfen unterlagerten fossilen Anmoore und auch die an der heutigen Geländeoberfläche verbreiteten Anmoore am östlichen Talrand der Schmutter südlich der Zollsiedlung entstanden erst nach 5.210 ± 40 ^{14}C BP (siehe SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band: 7431 Thierhaupten). Das sich bis auf das Nachbarblatt 7431 Thierhaupten erstreckende Anmoorgebiet südlich von Westendorf ist bereichsweise erst im Älteren Subatlantikum entstanden. Dort ist ein unter jungen Hochflutlehm begrabenes Pechanmoor jünger als 2.620 ± 40 ^{14}C BP (siehe SCHIELEIN & SCHELLMANN, in diesem Band: 7431 Thierhaupten).

Aufschlüsse: keine.

3.2.3.6 Künstlich verändertes Gelände, künstliche Ablagerungen, yo ya

Industriezeitalter

Künstliche Aufschüttungen und stark veränderte Areale wurden als eigene Kartiereinheit dargestellt, sofern größere Areale davon betroffen sind. Weitere anthropogene Veränderungen, z. B. durch Verkehrswegebau oder Siedlungstätigkeit, gehen meist aus den topographischen Signaturen hervor.

3.2.3.7 Ehemaliger Flusslauf

Auf dem Kartenblatt ist der quasi natürliche Flusslauf der Schmutter im frühen 19. Jahrhundert mit ihren zahlreichen Mäanderbögen dargestellt. Der Flusslauf wurde aus georeferenzierten Uraufnahmeblättern im Maßstab 1:5.000 aus dem Jahr 1813 (Landesamt für Vermessung und Geoinformation) übernommen.

4. Geologische Aufschlüsse

Nachfolgend ist der einzige aktuelle Aufschluss im Blattgebiet aufgelistet.

A1 [Aufschluss 7430 A1]: Kiesgrube südlich von Kühenthal, in Betrieb

Lage: R 44 13 115, H 53 80 566

Ansatzhöhe: 425,80 m ü. NN

Geologisches Profil (Aufnahme: G. SCHELLMANN)

- Quartär
- Hochflutsedimente, Mittelalter und jünger
- 0,25 m humoser, schwach feinsandiger Schluff, dunkelbraun, kalkfrei bis schwach kalkhaltig, einzelne Ziegelbrocken; Ap-Horizont einer Auenpararendzina
- 0,40 m Mittelsand, feinsandig, stark glimmerhaltig, zahlreiche Ziegelfragmente, stark kalkhaltig, stark roststreifig;
- Quartär
- Niedermoortorf, Jungholozän, Hm
- 0,70 m Torf, stark zersetzt, vereinzelte Grobkiese, kalkfrei, braun;
- Quartär
- Hochflutsedimente, römerzeitlich
- 0,90 m Feinsand, schluffig, stark glimmerhaltig, mm-starke Torflagen, kalkfrei, hellgraubraun;
- Quartär
- Kiesführende Schmuttersande, jüngerer Subboreal, qhm2
- 1,15 m Mittelsand, feinsandig, zahlreiche Kiese, Kalkgerölle stark verwittert (Cv-Horizont), am Top mm-starker Wurzelfilz (vermutlich Seggenreste), kalkhaltig, hellgrau, Organische Makroreste datiert auf 2.280 ± 52 ¹⁴C BP (Tab. 2: Le11/11a).
Auskunft Baggerfahrer: Kiesabbau bis 5–7 m unter Grundwasserspiegel; Kieszusammensetzung: überwiegend Karbonate, daneben Radiolarite und Bruchstücke von Schieferkohlen;
Lesefund eines ausgebagerten Holzfragmentes, Alter des Holzes: 3.449 ± 25 ¹⁴C BP (Tab. 2: Le11/3).

5. Bohrungen

Die nachstehenden Schichtenverzeichnisse von Bohrungen sind eine Auswahl aus der geowissenschaftlichen Dokumentation des Bayerischen Geologischen Landesamtes (Bodeninformationssystem BIS) bzw. aus den vom Wasserwirtschaftsamt Donauwörth, dem Straßenbauamt Augsburg und dem Ingenieurbüro HydroConsult GmbH zur Ver-

Tab. 3: Aufstellung der Bohrungen der Talquerprofile (siehe Abb. 3) auf dem Kartenblatt 7430 Wertingen.

| Nr. | TERRASSE | ARCHIV | OBJEKTID | OBJEKTNAME | TK |
|---------------------|----------|---------------------------------|---------------|--|------|
| 7430_Profil1 | | | | | |
| 1 | äHT | Wasserwirtschaftsamt Donauwörth | 1131743000042 | Biberb_Eisenbr_Bohrung1_Eser_EWS | 7430 |
| 2 | jNT | | S11/55 | SchmutterProfile_055 | 7430 |
| 3 | qhj | Wasserwirtschaftsamt Donauwörth | | 7430_Eisenbr_Wehr_1 | 7430 |
| 4 | qhj | Wasserwirtschaftsamt Donauwörth | | 7430_Eisenbr_Bruecke_1 | 7430 |
| 5 | qhj | Wasserwirtschaftsamt Donauwörth | | 7430_Eisenbr_Bruecke_3 | 7430 |
| 6 | qhm1 | | S11/12 | SchmutterProfile_011 | 7431 |
| 7 | qhm1 | | S11/10 | SchmutterProfile_010 | 7431 |
| 8 | jNT | | S11/09 | SchmutterProfile_009 | 7431 |
| 9 | jNT | | S11/07 | SchmutterProfile_007 | 7431 |
| 7430_Profil2 | | | | | |
| 1 | jNT | BL Moorwirtschaft 1959 | 1959/79 | SchmutterProfile_079 | 7430 |
| 2 | jNT | BL Moorwirtschaft 1959 | 1959/78 | SchmutterProfile_078 | 7430 |
| 3 | jNT | BL Moorwirtschaft 1959 | 1959/77 | SchmutterProfile_077 | 7430 |
| 4 | jNT | | S11/43 | SchmutterProfile_043 | 7430 |
| 5 | jNT | | S11/44 | SchmutterProfile_044 | 7430 |
| 6 | jNT | BL Moorwirtschaft 1959 | 1959/76 | SchmutterProfile_076 | 7430 |
| 7 | jNT | BL Moorwirtschaft 1959 | 1959/73 | SchmutterProfile_073 | 7430 |
| 8 | jNT | BL Moorwirtschaft 1959 | 1959/74 | SchmutterProfile_074 | 7430 |
| 9 | qha/qhm? | BL Moorwirtschaft 1959 | 1959/75 | SchmutterProfile_075 | 7430 |
| 10 | qhj | Wasserwirtschaftsamt Donauwörth | | 7430_Ehekirchenmuehle_Wehr_29 | 7430 |
| 11 | qha | Straßenbauamt Augsburg | | 7431_B136a_3 | 7430 |
| 7430_Profil3 | | | | | |
| 1 | äNT | Landesamt für Umwelt | 7430BG015002 | Meitingen, LGwD 8281, GWM Meitingen T 3 tief | 7430 |
| 2 | jNT | Wasserwirtschaftsamt Donauwörth | | 7430_Brigitta_103 | 7430 |
| 3 | jNT | BL Moorwirtschaft 1959 | 1959/29 | SchmutterProfile_029 | 7430 |
| 4 | jNT | | S11/43 | SchmutterProfile_043 | 7430 |
| 5 | jNT | BL Moorwirtschaft 1959 | 1959/28 | SchmutterProfile_028 | 7430 |
| 6 | qhm | BL Moorwirtschaft 1959 | 1959/30 | SchmutterProfile_030 | 7430 |
| 7 | qhj | Wasserwirtschaftsamt Donauwörth | | 7430_LangenreicherMuehle_23 | 7430 |
| 8 | qhj | Wasserwirtschaftsamt Donauwörth | | 7430_LangenreicherMuehle_24 | 7430 |

fügung gestellten Bohrunterlagen. Die Lage einiger wichtiger Bohrungen sind in der Geologischen Karte eingetragen und im Folgenden kurz beschrieben. Die in eckiger Klammer angegebene Nummer ist die Identifikationsnummer des Bodeninformati-onssystems (BIS) des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU).

B1 [BIS-0035]: Eisenbrechtshofen

Lage: R 44 13 025, H 53 74 995; Ansatzhöhe: 455 m ü. NN

Endteufe: 32,0 m

Geologisches Profil (Aufnahme: Bohrfirma; Deutung: G. SCHELLMANN 2011)

- Quartär
- Junge Auffüllung
- 2,00 m Kies, sandig, Ziegelreste
- Quartär
- Würmlöß, Lo
- 4,00 m Schluff, tonig, sandig
- 6,00 m Ton, schluffig, sandig
- 7,00 m Schluff, sandig, tonig
- Quartär
- Älterer Hochterrassenschotter, (?) Mittleres Riß
- 11,00 m Fein- bis Mittelkies, sandig
- Tertiär
- Miozän
- Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie
- 13,00 m Sand, schluffig
- 14,00 m Schluff, sandig
- 22,00 m Sand, schluffig
- 32,00 m Wechsel von Ton, schluffig und Schluff, tonig

B2 [7430BG015002]: südwestlich Langenreicher Mühle

Lage: R 44 12 512, H 53 79 386; Ansatzhöhe: 433,86 m ü. NN

Endteufe: 172,0 m

Geologisches Profil (Aufnahme: Bohrfirma; Deutung Quartär: G. SCHELLMANN 2011; Deutung-

- Tertiär: BIS, LFU)
 Quartär
 (?) Hochflutlehm, (?) Würm-Spätglazial
 – 4,50 m Ton, schluffig
 Quartär
 Älterer Niederterrassenschotter (äNT), Würm-Hochglazial
 – 14,00 m Kies, Sand, schluffig
 Tertiär
 Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie
 – 40,00 m Ton, Schluff, schwach sandig
 – 45,00 m Sand, Schluff, tonig
 Tertiär
 Obere Süßwassermolasse, Limnische Untere Serie
 – 60,00 m Ton, schluffig
 – 70,00 m Feinsand, schluffig
 – 95,00 m Ton, Schluff
 – 107,00 m Feinsand, Schluff
 Tertiär
 Kirchberger Schichten
 – 110,00 m Ton, Schluff
 Tertiär
 Obere Meeresmolasse oder Grimmelfinger Schichten
 – 118,00 m Feinsand, Schluff
 Tertiär
 Obere Meeresmolasse
 – 138,00 m Ton, Schluff
 Tertiär
 Untere Süßwassermolasse
 – 172,00 m Ton, Schluff

B3 [7430_Brigitta_103, BIS_0904]: westlich Langenreicher Mühle

Lage: R 44 12 863, H 53 79 839; Ansatzhöhe: 427,30 m ü. NN

Endteufe: 15,00 m

Geologisches Profil (Aufnahme: Bohrfirma; Deutung: G. SCHELLMANN 2011)

- Quartär
 Hochflutlehm, Würm-Spätglazial bis Holozän
 – 1,00 m Lehm
 Quartär
 Jüngerer Niederterrassenschotter (jNT), Würm-Spätglazial
 – 10,00 m Kies
 Tertiär
 Miozän
 Obere Süßwassermolasse, Fluviale Untere Serie, miOF
 – 15,00 m Ton mit Sand

Literatur

- AKTAS, A. (1990): Schotterpetrographie, Stratigraphie und Paläogeographie der Zusam-Platte (Baye-risch Schwaben). – Z. dt. geol. Ges., **141**: 99–108.
- AKTAS, A. & FRECHEN, M. (1991): Mittel- bis jungpleistozäne Sedimente der Hochterrassen in der nördlichen Iller-Lech-Platte. – Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. zu Köln, **82**: 19–41; Köln.
- BECKER-HAUMANN, R. (1995): Zur Korrelation der Aindlinger Terrassentreppe mit der Mindel-Lech-Platte. – *Geologica Bavarica*, **99**: 165–178; München.
- BECKER-HAUMANN, R., AKTAS, A. & BRUNNACKER, K. (2001): Erläuterungen zur geologischen Über-sichtskarte des Mindel – Lech – Gebiets. – *Geologica Bavarica*, **106**: 109–228; München.
- BIBUS, E. (1995): Äolische Deckschichten, Paläoböden und Mindestalter der Terrassen in der Iller-

- Lech-Platte. – *Geologica Bavarica*, **99**: 135–164; München.
- BLaML, Bayer. Landesanstalt für Moorwirtschaft und Landkultur (1959): Moortechnische Erhebungen in den Gemeinden Kühnlenthal, Langenreichen und Markt (Ldkr. Wertingen). – unveröffentlicht (WWA Donauwörth).
- BRUNNACKER, K. (1959): Zur Kenntnis des Spät- und Postglazials in Bayern. – *Geologica Bavarica*, **43**: 74–150; München.
- BRUNNACKER, K., LÖSCHER, M., TILLMANN, W. & URBAN, B. (1982): Correlation of the Quaternary Terrace Sequence in the Lower Rhine Valley and Northern Alpine Foothills of Central Europe. – *Quaternary Research*, **18**: 152–173.
- DOPPLER, G. (1989): Zur Stratigraphie der nördlichen Vorlandsmolasse in Bayerisch-Schwaben. – *Geologica Bavarica*, **94**: 83–133, München.
- DOPPLER, G., HEISSIG, K. & REICHENBACHER, B. (2005): Die Gliederung des Tertiärs im süddeutschen Molassebecken. – *Newsl. Stratigr.*, **41**: 359–375, Berlin.
- DOPPLER, G., KROEMER, E., RÖGNER, K., WALLNER, J., JERZ, H. & GROTTENTHALER, W. (2011): Quaternary Stratigraphy of Southern Bavaria. – *Eiszeitalter und Gegenwart (Quaternary Science Journal)*, **60**: 329–365.
- GRAUL, H. (1943): Zur Morphologie der Ingolstädter Ausräumungslandschaft. – *Forschungen zur deutschen Landeskunde*, **43**: 114 S.; Leipzig.
- HOEK, W. Z. & BOHNCKE, S. J. P. (2001): Oxygen-Isotope wiggle as a tool for synchronizing ice-core and terrestrial records over termination 1. – *Quaternary Science Rev.*, **20**: 1251–1264.
- JERZ, H. (1993): Das Eiszeitalter in Bayern. *Erdgeschichte, Gesteine, Wasser, Boden*. – 243 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- JERZ, H. (1996): Gesteinsabfolge des Quartärs. – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [HRSG.] (1996): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500 000. – 4. Aufl.: 236–251; München (Bayer. Geol. L.-Amt).
- LEMCKE, K. (1988): Das bayerische Alpenvorland vor der Eiszeit. *Erdgeschichte, Bau, Bodenschätze*. – 175 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- LFU, Bayerisches Landesamt für Umwelt (2005): Moorentwicklungskonzept (MEK) in Bayern. Moortypen in Bayern. – *Schriftenreihe*, **H. 180**; Augsburg.
- LÖSCHER, M. (1976): Die präwürmzeitlichen Schotterablagerungen in der nördlichen Iller-Lech-Platte. – *Heidelberger Geographische Arbeiten*, **45**: 157 S.; Heidelberg.
- SCHAEFER, I. (1952): Die donau eiszeitlichen Ablagerungen an Lech und Wertach. – *Geologica Bavarica*, **19**: 13–63; 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. (in diesem Band): Quartärgeologische Karte 1:25.000 des Schmuttertals auf Blatt 7530 Gablingen mit Erläuterungen – Kartierungsergebnisse aus dem Jahr 2011. – *Bamberger Geographische Schriften*, SF 12; Bamberg.
- SHELLMANN, G. (in diesem Band): Quartärgeologische Karte 1:25.000 des Schmuttertals auf Blatt 7430 Wertingen mit Erläuterungen – Kartierungsergebnisse aus dem Jahr 2011. – *Bamberger Geographische Schriften*, SF 12; Bamberg.
- SCHUEENPFLUG, L. (1979): Die rißzeitliche Hochterrasse des Lechs nördlich Augsburg und die

- Schmutter (Bayerisch Schwaben). – Heidelberg Geogr. Arb., 49: 194–209; Heidelberg.
- SCHEUENPFLUG, L. (1980): Erdgeschichtliche Übersicht für den Augsburgener Raum. – Ber. des Naturwiss. Vereins für Schwaben e.V., 84 (1/2): 16–21; Augsburg.
- SCHEUENPFLUG, L. (1981): Die Schotterfazies des Augsburgener Umlandes. – Ber. des Naturwiss. Vereins für Schwaben e.V., 85 (1/2): 14–21; Augsburg.
- SCHIELEIN, P. & SCHELLMANN, G. (in diesem Band): Quartärgeologische Karte 1:25.000 des Lech- und Schmuttertals auf Blatt 7431 Thierhaupten mit Erläuterungen – Kartierungsergebnisse aus dem Jahr 2011. – Bamberger Geographische Schriften, SF 12; Bamberg.
- SCHIELEIN, P. & SCHELLMANN, G. (in diesem Band): Quartärgeologische Karte 1:25.000 des Lech- und Schmuttertals auf Blatt 7531 Gersthofen mit Erläuterungen – Kartierungsergebnisse aus dem Jahr 2011. – Bamberger Geographische Schriften, SF 12; Bamberg.
- UNGER, H. J. & DOPPLER, G. (1996): Jüngste tertiäre Ablagerungen im Molassebecken – In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [HRSG.] (1996): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500 000. – 4. Aufl.: 185–187; München (Bayer. Geol. L.-Amt).