

Erläuterungen
zur
Geologischen Übersichtskarte
des
Iller-Mindel-Gebietes

1:100000

von

HERMANN JERZ
WALTER STEPHAN
REINHARD STREIT
HERMANN WEINIG

Mit 1 Beilage

MÜNCHEN 1975

Herausgeber und Verlag: Bayerisches Geologisches Landesamt
8 München 22, Prinzregentenstraße 28

Bücherei
Bayerisches Geologisches

- Anschrift der Verfasser: Dr. H. JERZ, Dr. W. STEPHAN, Dr. R. STREIT und Dr. H. WEINIG,
Bayerisches Geologisches Landesamt, 8 München 22, Prinzregentenstraße 28.

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|--|-------|
| Vorbemerkung | 5 |
| 1. Luftbildauswertung als Grundlage der Geologischen Übersichtskarte des Iller-Mindel-Gebietes (R. STREIT) | 6 |
| 2. Geographisch-geomorphologische Übersicht (H. JERZ) | 7 |
| 3. Schichtenfolge (Stratigraphie; H. JERZ) | 8 |
| 3.1. Tertiär (Molasse) | 8 |
| 3.1.1. Untere Süßwassermolasse (USM) | 9 |
| 3.1.2. Obere Meeresmolasse (OMM) | 9 |
| 3.1.3. Brackwassermolasse (BWM) | 10 |
| 3.1.4. Obere Süßwassermolasse (OSM) | 11 |
| 3.2. Quartär | 13 |
| 3.2.1. Pleistozän | 13 |
| 3.2.1.1. Ältester Deckenschotter (Ältestpleistozän) | 14 |
| 3.2.1.2. Älterer Deckenschotter (Älteres Altpleistozän) | 15 |
| 3.2.1.3. Mindel-Moränen | 17 |
| 3.2.1.4. Jüngerer Deckenschotter (Jüngeres Altpleistozän) | 17 |
| 3.2.1.5. Riß-Moränen | 18 |
| 3.2.1.6. Hochterrassenschotter (Mittelpleistozän) | 19 |
| 3.2.1.7. Würm-Moränen | 20 |
| 3.2.1.8. Niederterrassenschotter (Jungpleistozän) | 20 |
| 3.2.1.9. Löß, Lößlehm und Decklehm | 22 |
| 3.2.2. Holozän | 23 |
| 3.2.2.1. Postglaziale Schotter (Holozän) | 23 |
| 3.2.2.2. Alm und Kalktuff | 23 |
| 3.2.2.3. Niedermoore | 24 |
| 3.2.2.4. Auenablagerungen (Jüngeres Holozän) | 24 |
| 3.2.2.5. Alluvium der Nebentäler | 25 |
| 4. Grundwasserverhältnisse (H. WEINIG) | 25 |
| 5. Nutzbare Ablagerungen (W. STEPHAN) | 27 |
| 6. Die Böden (H. JERZ) | 32 |
| 7. Literatur | 34 |

Vorbemerkung

Die immer umfangreicher werdende Gewinnung von Kies, Sand und anderen dringend benötigten Baustoffen bedeutet für die betroffenen Landschaften einen erheblichen Eingriff. Nachteilige Folgen und ökologische Schäden stellen sich ein, wenn die Gewinnungsstellen, wie früher üblich, ungeordnet und ohne Rücksichtnahme auf mögliche Folgenutzungen angelegt werden. Deshalb ist vor allem die Ordnung der Kiesgewinnung in den verschiedenen Problemgebieten eine vordringliche Aufgabe im Rahmen landesplanerischer Arbeiten in Bayern.

Als Fachbeitrag zur Landschaftsrahmenplanung der Region Donau—Iller wurde daher von Seiten des Bayerischen Geologischen Landesamtes eine Karte vorgelegt, in der die Gewinnungsstellen und Verbreitungsgebiete der potentiell nutzbaren Ablagerungen eingetragen wurden. Da weder moderne Übersichtskarten noch geologische Spezialaufnahmen dieses Gebietes vorhanden sind, erweiterten die Verfasser ihre „Geologisch-lagerstättenkundliche Karte“ zu der hier vorliegenden „Geologischen Übersichtskarte des Iller-Mindel-Gebiets“ (Beilage 1). Das Bayerische Geologische Landesamt hofft, mit der Herausgabe dieser Karte eine brauchbare Übergangslösung für den oben erwähnten Raum geschaffen zu haben.

Das bearbeitete Gebiet wird zu einem großen Teil von der geologischen Übersichtskarte 1 : 200 000 von Baden-Württemberg, Teilblatt 4 (F. WEIDENBACH & K. C. BERZ 1933) bedeckt. Im Nordwesten reicht die Übersichtskarte des Iller-Riß-Gebiets 1 : 100 000 (F. WEIDENBACH, H. GRAUL & H. KIDERLEN 1950) noch in das Iller-Mindel-Gebiet herein. Im Vergleich zu den genannten Karten, wie auch zur Übersichtskarte von Bayern 1 : 500 000, bietet die vorliegende Karte im Maßstab 1 : 100 000 eine weitergehende Differenzierung der geologischen Einheiten, zahlreiche Verbesserungen und eine Reihe von neuen Ergebnissen.

An geologischen Unterlagen wurden weiter berücksichtigt:

- Geologische Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1 : 300 000 des Bayerischen Geologischen Landesamtes 1955 (mit den Aufnahmen der regionalen Bearbeiter W. EICHENBERG, B. FUCHS, K. JENSEN, H. NATHAN und I. SCHAEFER);
- die neueren geologischen und geomorphologischen Arbeiten zur Gliederung der präwürmzeitlichen Schotter von I. SCHAEFER (1968 b, 1973), P. SINN (1972), M. LÖSCHER (1974) und zur Gliederung der Altmoränen des Iller-vorlandgletschers von G. GLÜCKERT (1974);
- Ergebnisse von Schußbohrungen für seismische Messungen der Firma Prakla-Seismos GmbH, Hannover, abgeteuft von der Firma A. Goettker Erben, Wathlingen;
- Moorkarte 1 : 100 000 (1972) der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau zum Landschaftsrahmenplan Donau-Iller-Blau;

— Unterlagen aus dem Bohrarchiv und der Lagerstättenkartei des Bayerischen Geologischen Landesamtes.

Zahlreiche spezielle Angaben in den Erläuterungen und in der Tabellenlegende (Beilage 1) beziehen sich auf noch unveröffentlichte Ergebnisse von Geländebeobachtungen und Kartierungen sowie auf Bohrungen und Laboruntersuchungen des Bayer. Geologischen Landesamtes.

1. Luftbildauswertung als Grundlage der Geologischen Übersichtskarte des Iller-Mindel-Gebietes

(REINHARD STREIT)

Die Aufgabe, für einen Landschaftsrahmenplan der Region Donau—Iller mit den Landkreisen Günzburg, Neu-Ulm, Unterallgäu und der kreisfreien Stadt Memmingen in kurzer Zeit eine übersichtliche Darstellung über die Verbreitung der nutzbaren Steine und Erden und über die derzeitigen Gewinnungsstellen zu erhalten, führte zu dem Entschluß, für diesen Planungsraum eine geologische Luftbildauswertung zu versuchen. Luftbilder im Maßstab 1 : 24 000, die von Befliegungen der Bundeswehr vorwiegend aus den Jahren 1969 und 1970 stammen, wurden in dankenswerter Weise vom Bayerischen Landesvermessungsamt, München, zur Verfügung gestellt.

Die photogeologische Auswertung der Nordhälfte des Planungsgebietes lag in den Händen von H. WEINIG (Kartenblätter Illertissen, Buch, Krumbach, Ziemetshausen und nördliches Gebiet), die Südhälfte wurde von R. STREIT bearbeitet. Die Auswertung erfolgte unter dem Spiegelstereoskop, wobei die geologischen Grenzen und die künstlichen Aufschlüsse entweder unmittelbar in die Luftbilder eingetragen wurden, oder es wurde eine Transparentfolie verwendet, die auf die Luftbilder gelegt wurde, was jedoch das Umzeichnen in die topographische Karte 1 : 25 000 erschwerte. Bei den festgestellten Gruben wurde nach Möglichkeit unterschieden, in welchem Zustand des Abbaues oder der Auffüllung sie sich befanden. Die Übertragung der Aufschlüsse von den Luftbildern in die Karten unterstützte Herr Berg-Ing. M. Höck. Die Umzeichnungen erfolgten ohne optische Geräte, lediglich durch Vergleich der topographischen Merkmale. Unterlagen von verschiedenen Firmen und Behörden, die durch W. STEPHAN besorgt wurden, ergänzten oder bestätigten das durch die Luftbildauswertung gewonnene Bild.

Die geologischen Grenzen ließen sich auf den Luftbildern meist gut erkennen. Deutlich traten vor allem die eiszeitlichen Terrassenflächen in Erscheinung, wie auch die Würm-Moränen des Iller-Gletschers im Süden. Schwieriger war das Erkennen der Untergrenze der Deckenschotter, besonders an

Stellen mit mächtigen Hangschuttdecken und in bewaldeten Gebieten. Auch mächtige Lösslehmdecken verhüllten mancherorts die unterlagernden Terrassen-aufschüttungen und bildeten stellenweise ein Hindernis für die Kartierung nach dem Luftbild. Die Alt-Moränen waren nach der Morphologie nicht immer klar vom Tertiär zu unterscheiden. Die Mooregebiete sind zwar in einigen Talauen mit ihrer Umgrenzung im Luftbild deutlich zu erkennen, doch wurden die dargestellten größeren Moore einer Übersichtskarte der Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau entnommen.

Da die Luftbildauswertung verständlicherweise eine Reihe ungelöster Fragen übrigließ, waren anschließende Geländebefahrungen notwendig. Außerdem konnte bei dieser Gelegenheit der Zustand der Gruben überprüft und damit der derzeitige Stand ermittelt werden. Die Geländebefahrungen erfolgten 1973 und 1974. Hierbei war die Unterstützung durch H. JERZ, der außerdem die geologische Überarbeitung für die Blätter Amendingen, Memmingen, Grönenbach, Obergünzburg und Mkt. Rettenbach übernommen hatte, eine besonders wertvolle Hilfe. So war es möglich, durch einen relativ geringen Arbeitsaufwand der einzelnen Bearbeiter eine geologische Übersichtskarte eines größeren Gebietes im Südwesten Bayerns zu erstellen, das von 29 Meßtischblättern bedeckt oder berührt wird und von dem noch keine Spezialkartierungen erschienen sind.

2. Geographisch-geomorphologische Übersicht

(HERMANN JERZ)

Das Kartengebiet gehört naturräumlich folgenden vier größeren Landschaftseinheiten an (vgl. GRAUL 1952, MEYEN & SCHMITHÜSEN 1953):

- Voralpines Hügel- und Moorland
- Iller-Lech-Schotterplatten
- Unteres Illertal
- Donauried

Ein schmaler Streifen nördlich der Donau bei Ulm zählt noch zur Schwäbischen Alb (östliche Flächenalb).

Das voralpine Hügel- und Moorland, auch Moränen-Hügelland bezeichnet, umfaßt in der Karte mindel-, riß- und würmzeitliche Endmoränen des Illervorlandgletschers, der hier bei seinem Maximalvorstoß in der Mindelzeit bis über 40 km weit vom Alpenrand (bei Immenstadt) nach Norden vorgestoßen ist.

Die Flächen werden größtenteils landwirtschaftlich als Dauergrünland genutzt. Der naturnahe Wald ist insbesondere in der Altmoränenzone stark

zurückgedrängt. In den Jungmoränengebieten weiter im Süden nehmen Moore und Fichtenwälder größere Flächen ein.

Einen Teil der Iller-Lech-Schotterplatten bildet die stark gegliederte Riedellandschaft zwischen Iller und Mindel, auch Iller-Mindel-Platte bezeichnet. Sie umfaßt verschieden alte eiszeitliche Schotterplatten und -terrassen, in welche die fast geradlinig von Süden nach Norden ziehenden Täler der Donauzuflüsse eingeschnitten sind. Als kleinere Naturräume können hier noch das Roth-, Günz-, Kammlach- und Mindeltal sowie das Memminger Trockental unterschieden werden.

Während die hochgelegenen Schotterplatten vorwiegend bewaldet sind, tragen die jüngeren Talterrassen Ackerland und — nach Süden zunehmend — Wechselland und Grünland. Die ehemals stärker vernäßten oder vermoorten Talböden werden heute intensiv als Grünland genutzt.

Im Unteren Illertal unterscheidet man nach GRAUL (1952) das obere und das untere Illergieß, mit Grenze an der Bellenberger Enge, und die deutlich höher gelegenen Schotterfelder mit dem Illertisser Feld und dem Iller-Schwemmkegel bei Neu-Ulm. Die jüngeren Überflutungsböden liegen innerhalb der meist deutlich begrenzten Auwaldstufe; die als Ackerland geeigneten höheren Schotterflächen werden immer mehr auch als Grünland genutzt.

Das Donauried umfaßt größere Auwaldbezirke sowie die Versumpfunggebiete im Donaumoos und Langenauer Ried. Die Riede sind größtenteils in Grünlandflächen umgewandelt. Große Areale unterliegen heute der Kiesgewinnung.

3. Schichtenfolge (Stratigraphie)

(HERMANN JERZ)

3.1. Tertiär (Molasse)

Der Ablagerungsraum der Molassesedimente erstreckt sich vom Alpenrand bis zur Schwäbischen Alb. Er gliedert sich in eine 15—20 km breite Zone der gefalteten Molasse im Süden und in einen etwa 120 km breiten nördlichen Teil der ungefalteten Molasse oder Vorlandmolasse. Im Gebiet der Iller-Mindel-Platte gehören die tertiären Schichten ausschließlich der Vorlandmolasse an. Die Grenze zur Faltenmolasse verläuft südlich des dargestellten Raumes durch das Stadtgebiet von Kempten (vgl. Geologische Übersichtskarte von Bayern 1:500 000, 1964; Geologische Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1:300 000, 1955).

Im Kartengebiet sind die Molasseschichten zu einem großen Teil von den quartären Ablagerungen überdeckt. Sie treten vorzugsweise an den Hängen der

tief eingeschnittenen Täler zutage. Ihre Schichtenfolge umfaßt hier miozäne und pliozäne Ablagerungen. Sie bestehen vorwiegend aus fluvialen und limnischen (USM, OSM)¹⁾, im mittleren Miozän auch aus marinen (OMM) und brackischen (BWM) Bildungen. Sie setzen sich vorwiegend aus Mergel und Sanden zusammen, denen bereichsweise Geröllagen und Süßwasserkalke zwischengeschaltet sind. Als örtliche Besonderheit gilt das Auftreten von vulkanischem Tuffmaterial.

3.1.1. Untere Süßwassermolasse (USM); Chatt, Aquitan, ?Burdigal

Die ältesten aufgeschlossenen Schichten im Kartengebiet bilden die in der Ulmer Umgebung verbreiteten sog. Ulmer Schichten, die auch als Thalfinger Schichten oder als Subrugulosa-Schichten bezeichnet werden. Sie sind nördlich der Donau in einer kalkigen Randfazies ausgebildet (ERB & KIDERLEN 1955, S. 34) und werden nach dem Auftreten von u. a. *Omphalosagda subrugulosa* QUENSTEDT dem Aquitan zugerechnet. Im Westen (außerhalb des Kartengebietes) grenzen sie an die chattischen sog. Ehinger Schichten (oder Ramondi-Schichten, nach *Plebecula ramondi* BRONGT.).

Die bis über 50 (—100) m mächtigen Ulmer Schichten liegen einer verkarsteten Malmoberfläche auf, die mit etwa 2° nach Südosten geneigt ist und deren flexurartiges Abtauchen am Südrand der Ulmer Alb noch durch eine Reihe von SW—NE streichenden Verwerfungen verstärkt wird (vgl. SCHULER 1973, S. 174 f.). Die Randfazies besteht aus meist hellgrauen bis grauweißen, unmittelbar dem Weißjura aufliegenden Süßwasserkalken, ferner aus grauen und bunten Ton- und Sandmergeln sowie aus grüngrauen Sanden (GROSCHOPF 1965, SCHULER 1973). Nach Süden vollzieht sich der Übergang in eine Beckenfazies vor allem mit Tonmergeln, glimmerführenden Sanden sowie mit kalkigen Einlagerungen. Die Randfazies ist nördlich der Donau verbreitet, die Beckenfazies südlich davon ausgebildet und in zwei kleinen Vorkommen östlich von Neu-Ulm bei Pfuhl und Steinheim aufgeschlossen.

3.1.2. Obere Meeresmolasse (OMM); Ob. Burdigal, Helvet

Im Zuge der Gesamtüberflutung des Molassebeckens im Helvet (LEMCKE 1973, S. 15, 26 f.) drang das Molassemeer über den Ablagerungsraum der USM hinaus nach Norden vor bis zu der heute noch morphologisch erkennbaren Klifflinie ca. 15 km nördlich der Donau (u. a. MOOS 1925, KIDERLEN 1931). Die noch erhaltenen marinen Schichten sind hier auf einige wenige kleine Vorkommen über USM-Schichten beschränkt oder sie sind von pliozänen Ablagerungen (Donauschotter) verdeckt. Dargestellt sind die OMM-Schichten nur im Profilschnitt 1 (s. Beilage 1).

¹⁾ OSM = Obere Süßwassermolasse; BWM = Brackwassermolasse; OMM = Obere Meeresmolasse; USM = Untere Süßwassermolasse.

Zwischen den Ablagerungen der OMM und den unterlagernden Ulmer Schichten besteht stellenweise eine deutliche Erosionsdiskordanz. Für einen bedeutenden Hiatus spricht eine beginnende Verkarstung in den aquitanen USM-Süßwasserkalken vor der Meerestransgression; auf eine kräftige Aufarbeitung weisen Gerölle von USM-Kalken hin, die teilweise von Bohrmuscheln (Pholaden) angebohrt sind (u. a. SCHULER 1973, S. 171).

Die aus der weiteren Ulmer Umgebung beschriebenen glaukonitischen Sande und Mergel der Baltringer Schichten (15—25 m) gehören bereits dem mittleren Helvet an (LEMCKE et al. 1953). Beckeneinwärts werden diese von fossilführenden, sandig-mergeligen Wechselfolgen unterlagert, die einem älteren Zyklus (Ob. Burdigal—Unt. Helvet) zugerechnet werden. Zum Hangenden hin vollzieht sich — mit der Regression des Miozänmeeres (Mittl.—Ob. Helvet) — der Übergang von der marinen in eine limnische Fazies mit terrestrischen Einflüssen, mit Feinsanden und feinkörnigen, plattigen Sandsteinen, und mit einem nach oben abnehmendem Glaukonitgehalt. Das Hangende bilden Krustenkalke mit dem 0,5—1 m mächtigen sog. Albstein.

3.1.3. Brackwassermolasse (BWM); Ob. Helvet (Unt. Torton)

Im oberen Helvet führte der allmähliche Rückzug des Meeres zu einer Verbrackung und schließlich zu einer völligen Aussüßung des Molassebeckens. In die Regressionsphase des OMM-Meeres fällt die Ausbildung einer Flußrinne am Südostrand der Schwäbischen Alb, die aus der Gegend von Dillingen am Albrand entlang bis in die Gegend von Schaffhausen verlief und dort in das Helvet-See einmündete. Diese sog. Graupensandrinne (vgl. u. a. MOOS 1925, S. 244 ff.; KIDERLEN 1931, S. 292 ff.; LEMCKE 1973, S. 15 f., Abb. 2) enthält als Rinnenfüllung fluviatile, glimmerreiche Sande und feinkörnige Quarzgerölle („Graupensand“), die Grimelfinger Schichten (10—15 m). Auf bayerischem Gebiet sind sie allerdings nirgends an der Oberfläche anstehend und nur aus Bohrungen, vor allem im Donauried, bekannt. Die bis etwa 10 km breite Graupensandrinne ist bis in die USM eingetieft, so daß die OMM-Schichten nur nördlich und südlich dieser Rinne anzutreffen sind (vgl. Profil 1). Die im Südosten an die Graupensandrinne angrenzenden Bereiche sind als „Albsteinschwelle“ besonders gekennzeichnet (vgl. LEMCKE 1973, S. 15, Abb. 2).

Während einer kurzzeitigen Rücktransgression des OMM-Meeres aus der Ostschweiz bis zur Salzach durch die Graupensandrinne kamen die bis über 40 m mächtigen, glimmerführenden Sande und Mergel der Kirchberger Schichten (Ob. Helvet) mit brackischer Fauna zur Ablagerung (u. a. mit *Melanopsis impressa* KRAUSS, *Congeria amygdaloides* DUNKER, *Cerastoderma sociale* KRAUSS). Ihnen entsprechen die Oncophora-Schichten in Niederbayern. Auf der gegenüber der Typuslokalität Kirchberg a. d. Iller liegenden (bayerischen) Talseite streichen die brackischen Schichten östlich und nordöstlich von Senden

zutage aus und sind auch noch weiter östlich bei Echlishausen und bei Günzburg an der Reisenburg erschlossen. Die Kirchberger Schichten sind nicht nur auf die Graupensandrinne beschränkt, sondern sie greifen im Südosten noch über diese Rinne hinaus auf die Schichten der OMM über (vgl. auch Bohrprofile in den Erläuterungen zur Molasse-Übersichtskarte 1:300 000, 1955, S. 89 ff.). Gegen die OSM im Hangenden kann die Grenze vielfach mit einer Süßwasserkalkbank (u. a. mit *Bithynia*, *Hydrobia*) gezogen werden.

3.1.4. Obere Süßwassermolasse (OSM); Torton, Sarmat, Pont

Nach dem Rückzug des Meeres aus dem Molassebecken kam es zu wesentlichen Änderungen in den Ablagerungsbedingungen und im Sedimenttransport. Die Ablagerungen der OSM mit feinkörnigen, fluviatil-limnischen und gröberkörnigen, fluviatil-terrestrischen Bildungen unterliegen einem häufigen Wechsel. An den nicht horizontbeständigen Wechselfolgen sind graue bis grünlichgraue Mergel (oder „Letten“) sowie quarz- und feldspatführende, glimmerreiche Sande (auch als „Flinzsand“ oder „Fohsand“ bzw. „Pfohsand“ bezeichnet) beteiligt. Geröllführende Schichten treten im Westen nur untergeordnet auf.

Der Materialtransport im Molassebecken war bis zum unteren Pliozän — analog der Hauptentwässerung — von Osten (bzw. Südosten) nach Westen (bzw. Südwesten) gerichtet (FÜCHTBAUER 1967, S. 288). In gleicher Richtung nehmen auch die Korngrößen ab. Im Südteil des Kartengebietes, etwa südlich von Memmingen, erfolgte etwa bis ins (mittlere) Sarmat die Zufuhr auch aus dem alpinen Raum im Süden (Nesselburg- und Hochgratfächer, vgl. SCHIEMENZ 1960). Von Süden eingeschüttete Grobsedimente der OSM sind bis in die Gegend von Ottobeuren bei Hopferbach und Boschachhof (vgl. SINN 1972) und im Gebiet von Grönenbach und im Rohrach-Tobel nachgewiesen.

Die mittlere Gesamtmächtigkeit beträgt im zentralen Bereich des dargestellten Ablagerungsraumes 350—450 m; im Norden (nördlich Krumbach) ist die OSM weniger als 200 m, im Süden gegen die Faltenmolasse bis über 700 (—1200) m mächtig.

Die OSM wird mit DEHM (1951, S. 142 f.) und STEPHAN (1964, S. 191 ff.) in zwei Abschnitte gegliedert, die sich in der Fossilführung (v. a. Reste von Großsäugetieren, s. u.) unterscheiden. Beide Serien beginnen jeweils mit vorwiegend limnischen Feinsedimenten (Tone, Mergel), um dann in zunehmend gröberes Material mit einer festländischen Fazies (Sande, z. T. mit feinkiesigen Einschaltungen) überzugehen.

Die untere Abteilung (Torton—mittl. Sarmat) reicht mit ihren (liegenden) limnischen Bildungen bis an den Nordrand des Beckens. Hingegen bildet für die gröbere Fazies im höheren Teil dieser Serie die Linie Dinkelscherben—Krumbach—Illertissen bereits die nördliche Grenze (vgl. ABELE,

FUCHS & STEPHAN 1955, S. 51, sowie die Molasse-Übersichtskarte 1 : 300 000). Das aus dem Osten gelieferte Geröllmaterial keilt nach Westen allmählich aus und wird durch kiesführende, glimmerreiche Sande, z. B. die E r o l z h e i m e r S a n d e (3—5 m) ersetzt (KIDERLEN 1931, S. 308; „Geröllsande“ bei LEMCKE et al. 1953). Nach Säugetierfunden lassen sie sich stratigraphisch nahe der Grenze Torton/Sarmat einordnen.

Bedeutende Änderungen treten oberhalb der Grenze Torton/Sarmat im Schwermineralgehalt auf: Abnahme des Granatgehaltes (von etwa 80 % auf ca. 65 % der Schwerminerale) und Verschwinden der Zoisitminerale („A-Grenze“ nach FÜCHTBAUER 1954; vgl. Molasse-Übersichtskarte 1 : 300 000, 1955). Generell weist die Granat- und Epidot-reiche Fazies auf die Zentralalpen als Herkunftsgebiet hin.

In der unteren Abteilung sind vulkanische Einlagerungen bekannt, die auf einen autochthonen Vulkanismus im Molassetrog zur Zeit des Oberen Miozäns schließen lassen. Vulkanische Auswürflinge wurden in Gallenbach bei Aichach (vgl. STEPHAN 1952) in obertortonen Ablagerungen gefunden. Jüngeren Alters sind die nahe der Obergrenze der unteren Serie (mittl. Sarmat) vereinzelt nachgewiesenen Bentonite, z. B. bei Thannhausen und Krumbach. Z. B. besteht der Bentonit von Krumbach, der sog. Badstein, überwiegend aus vulkanischen Glaspartikeln, die im Innern eine beginnende Montmorillonitierung zeigen. Der Montmorillonitgehalt beträgt rd. 20 % (Bestimmung durch Dr. M. SALGER, Bayer. Geol. Landesamt München).

Die Sedimente der oberen Abteilung (Ob. Sarmat—Unt. Pont) bestehen hauptsächlich aus Sanden. Die Mergelschichten sind deutlich untergeordnet. Aufgeschlossen sind Mergelhorizonte z. B. in den Ziegeleigruben von Erkheim und Hawangen. Die Nordgrenze dieses jüngeren Teils der OSM verläuft entlang der Linie Schwabmünchen—nördlich Memmingen (vgl. Molasse-Übersichtskarte 1 : 300 000).

In der paläontologischen Gliederung nach Säugetierarten ist für die untere Serie (Torton—mittl. Sarmat) die Vormacht von *Mastodon angustidens* CUVIER und ab dem Sarmat auch das Auftreten des *Dinotherium bavaricum* v. MEYER kennzeichnend (DEHM 1955, S. 83 ff.). Für die obere Serie (Ob. Sarmat—Unt. Pont) leitend sind die Großformen der Elefanten-Verwandten *Dinotherium* aff. *giganteum* KAUP. und *Mastodon* aff. *longirostris* KAUP. (DEHM 1955, S. 82).

In nachpontischer Zeit stellte sich wieder die frühere, zur Zeit der USM gültige Entwässerung von West nach Ost in Richtung pannonisches Becken ein. Die Umkehrung der Entwässerung wird mit der Heraushebung der Westalpen und des Schweizer Faltenjura in Zusammenhang gebracht (s. LEMCKE 1973, S. 35). Aus dem jüngeren Pliozän stammen vor allem die hochgelegenen Restschotter der Urdonau in der Ulmer Gegend.

3.2. Quartär

Quartäre, d. s. pleistozäne und holozäne Ablagerungen haben im gesamten Kartengebiet eine große Flächenverbreitung. Sie bestimmen im wesentlichen das heutige Landschaftsbild. Der tertiäre Untergrund wird von ihnen zu einem großen Teil abgedeckt.

Im Verlauf des Quartärs sind die tertiären Landformen durch das Gletschereis und die Schmelzwasserströme des Iller- und östlichen Rheinvorlandgletschers gänzlich umgeformt worden. Im Zusammenhang mit dem häufigen Wechsel von Akkumulations- und Erosionsvorgängen kam es im Verlauf der verschiedenen Glazial- und Interglazialzeiten wiederholt zu bedeutenden Veränderungen im Tal- und Gewässernetz. Dies zeigt sich u. a. auch in der stratigraphischen Gliederung der eiszeitlichen Schotterablagerungen, wonach zuoberst die ältesten Schotterplatten und dazwischen eingeschachtelt die jüngsten Terrassen- und Talschotter liegen. Frühere tertiäre Hochgebiete — vielfach Wasserscheiden — sind weitgehend abgetragen und durch Rinnen und Talzüge ersetzt (Reliefumkehr). Lediglich im Süden im Bereich der Endmoränen ist die normale geologische Abfolge noch gewahrt.

Von besonderer landschaftsgeschichtlicher Bedeutung für dieses Gebiet ist die Westwanderung der Iller im Laufe des Pleistozäns. Sie wechselte im Ältestpleistozän aus dem Gebiet ostwärts der „Dinkelscherbener Altwasserscheide“ in das Gebiet westlich davon, im Altpleistozän ins Mindel- und anschließend ins Günztal, im Mittelpleistozän vom Günz- ins Rothtal und im Jungpleistozän vom Roth- ins heutige Illertal (vgl. GRAUL 1943; SCHAEFER 1953, 1957; SINN 1972; LÖSCHER 1974).

Die hier auftretenden Ablagerungen bestehen vornehmlich aus eiszeitlichen Schotterablagerungen, aus Moränen, aus äolischen Sedimenten (Löß, Lößlehm, Decklehm) sowie aus Fließerden. Eindeutige interglaziale Bildungen sind bislang nur durch fossile Böden nachgewiesen.

Bei den holozänen Ablagerungen handelt es sich im wesentlichen um kiesig-sandige Flußablagerungen, um Alm- und Kalktuffabsätze und um Niedermoorbildungen.

3.2.1. Pleistozän („Eiszeitalter“)

Das Iller-Mindel-Gebiet spielt in der Erforschung der Eiszeiten eine hervorragende Rolle. Hier erkannte ALBRECHT PENCK (1882) die Mehrgliedrigkeit der eiszeitlichen Ablagerungen. In seinem gemeinsam mit EDUARD BRÜCKNER verfaßten Werk „Die Alpen im Eiszeitalter“ (1901/09) begründete er mit den vier Schotterfeldern der Gegend von Memmingen sein tetraglaziales System und benannte die vier Eiszeiten nach Alpenvorlandflüssen (in umgekehrter alphabetischer Reihenfolge) als Würm-, Riß-, Mindel- und Günz-Eiszeit. Später

hat BARTHOLOMÄUS EBERL (1930) die Eiszeitenfolge durch die Donau-Eiszeit erweitert. Nach neueren Vorstellungen ist aufgrund von Löß- und Schotter-stratigraphischen Ergebnissen noch mit weiteren, prädonauzeitlichen Kaltzeiten zu rechnen (z. B. siehe I. SCHAEFER 1957, 1968 a, „Biber-Eiszeit“). Allerdings sind bisher im Alpenvorland nur die Moränen von vier Vereisungen bekannt (vgl. H. GRAUL 1973).

Den nachstehenden, stark zusammengefaßten Erläuterungen zur Übersichtskarte des Iller-Mindel-Gebiets liegt folgende Pleistozän-Gliederung zugrunde (in Anlehnung an GRAUL 1962):

- Ältestpleistozän — mit prädonau- und donauzeitlichen,
- Altpleistozän — mit günz- und mindeleiszeitlichen,
- Mittelpleistozän — mit rißeiszeitlichen und
- Jungpleistozän — mit würmeiszeitlichen Bildungen.

3.2.1.1. Ältester Deckenschotter (Ältestpleistozän)²⁾

Als die ältesten kaltzeitlichen Schotterablagerungen im Kartengebiet werden die hochgelegenen Schotter am Hochfirst, im Gebiet Plattenberg—Arlesried und bei Markt Wald im Bereich der Staudenplatte angesehen. Während der ausgedehnte Markt Walder Schotterkomplex ostwärts des Mindel- und Flossachtals aus verschiedenen Schottersträngen besteht, die durch die autochthonen Täler der Zusam, Neufnach und Schmutter voneinander getrennt sind, bildet der gleichfalls stark zerschnittene Plattenberg—Arlesrieder Schotter westlich des Kammlach-Tales eine zusammenhängende Schotterplatte. Hingegen stellt der einige km südlich des Plattenberges erhaltene Hochfirst-Schotter ein isoliertes Vorkommen dar.

Die genannten Schotter gehören zu den prägünzzeitlichen Ablagerungen. Sie können dem Komplex der donaukaltzeitlichen Bildungen i. w. S. zugerechnet werden. SCHAEFER (1953, 1968 b) und neuerdings LÖSCHER (1974, Karte 4) haben den Schotter am Hochfirst (709 m), der den Plattenberg—Arlesrieder Schotter noch um etwa 10 m überragt, als prädonauzeitlich eingestuft (? SCHAEFERS Biber-Eiszeit). Der Komplex der Staudenplatte einschließlich der Schotter bei Markt Wald befindet sich zur Zeit in Neubearbeitung. Noch unbekannt ist die Ausdehnung einer donauzeitlichen Vergletscherung (vgl. SINN 1971, S. 188 ff.).

Die ursprünglich von EBERL (1930, S. 305) seiner Donau-Eiszeit zugeordneten Daxberger und Eisenburger Schotter weiter im Westen liegen mindestens 15 (—20) m tiefer; sie sind in der vorliegenden Karte als günzzeitlich bezeichnet.

²⁾ „Hochschotter“ und „Deckschotter“ nach GRAUL (1943) und LÖSCHER (1974); „Höhenterrassen“ und „Deckterrassen“ nach SCHAEFER (1953, 1957).

Am Hochfirst und im Plattenberg—Arlesrieder Komplex sind die teilweise noch frischen und fest verbackenen Schotter zwischen 7 und 10 m mächtig. Die frischen Schotter sind beispielsweise im Ortsbereich von Arlesried aufgeschlossen (beim ehem. Steinbruch). Aus Bohrungen in Erlenberg sind 8—9 m mächtige Schotter bekannt, davon sind 6—7 m verwittert (entkalkt). Die Mächtigkeit der Deckschichten — ältere Decklehme und jüngerer Lösslehm — beträgt östlich Arlesried bis über 10 m.

3.2.1.2. Älterer Deckenschotter (Älteres Altpleistozän)⁹⁾

Die sog. Älteren Deckenschotter (im Sinne von A. PENCK) besitzen im Iller-Mindel-Gebiet eine sehr große Verbreitung. Sie bilden wie die ältesten Deckenschotter hochgelegene, meist bewaldete Schotterplatten, die durch kräftige Zertalung fiederförmig gegliedert sind. Ihre zeitliche Zuordnung ist ziemlich umstritten. Von den meisten Autoren werden sie seit PENCK & BRÜCKNER (1901/09) der viertletzten Kaltzeit, also der Günz-Eiszeit zugerechnet (vgl. auch SINN 1972), andere stellen sie teilweise oder ganz in die Donau-Eiszeit (GRAUL 1962, LÖSCHER 1974). Auch wird ihre teilweise Zuordnung in die Mindeleiszeit vertreten (WEIDENBACH u. Mitarb., Geolog. Karte 1950: für den Schotterkomplex zwischen Illerberg und Reutti; SCHAEFER 1973: für den Eisenburger Schotter).

Die größten Schotterkomplexe sind (Bezeichnungen z. T. nach P. SINN 1972 und M. LÖSCHER 1974):

- Schrattenbach-Theinselberger Schotter (Ottobeuren SW—W),
- Oberhaslacher Schotter (Ottobeuren SE),
- Oberburger Schotter (Ronsberg NE),
- Daxberg-Fürbucher (einschl. Lerchenberger) Schotter,
- Inneberg-Reisensburger Schotter,
- Eisenburger Schotter (Memmingen NNE),
- Kellmünzer Schotter,
- Bucher Schotter,
- Burger Schotter.

Isolierte Schottervorkommen in entsprechender Höhenlage decken den Hohen Rain und die Kronburg ab, weitere befinden sich zwischen Untereichen und Illertissen. Möglicherweise gehörten sie einem einzigen Schotterstrang an. Die Zuordnung eines weiteren isolierten Schottervorkommens am Guggenberg westlich Unterkammlach ist unsicher.

Für die älteren Deckenschotter sind im südlichen und mittleren Kartengebiet vielfach kristallinreiche und dolomitarme Basisschotter bemerkenswert. Sie werden nach oben mit ziemlich scharfer Grenze von meist mächtigeren,

⁹⁾ „Älterer (= Oberer) Deckenschotter“ nach PENCK und BRÜCKNER (1901/09); „Deckterrasse“ nach EBERL (1930).

kristallinarmen und dolomitreichen Schottern überdeckt. Die Liegendschotter werden als periglazial-fluviatile Ablagerungen in autochthonen Rinnen mit vorwiegend umgelagertem Tertiärmaterial erklärt (GRAUL 1953 b, S. 268, SINN 1972, S. 44 ff.). B. EBERL benannte diese Schotterfazies „Ottobeurer Schotter“ und stellte sie ins Pliozän.

Über den (frühglazialen) Basisschottern folgen typische Fluvioglazialschotter mit reichlich ostalpinem Material, die im Hochglazial von den Schmelzwässern des Illergletschers aufgeschüttet worden sind.

Für die nördlichsten Bereiche der Iller-Mindel-(Lech-)Platte ist das Auftreten einer Weißjurakalkfazies (bis über 50 % Weißjuragerölle) an der Basis der altpleistozänen Schotter bedeutungsvoll. Ihre Südgrenze — etwa im Verlauf einer Linie von Ulm über Kissendorf, Jettingen nach Welden und Steppberg — markiert den Südrand des alt- (oder ?ältest-)pleistozänen Donaulaufs (SCHEUENPFLUG 1970, LÖSCHER 1974). Danach floß die Donau damals fast 20 km weiter südlich als heute.

Die Schotterstränge der älteren Deckenschotter setzen sich nach Süden noch unter den Mindel- und Rißmoränen fort. Im Süden sind die meist sehr fest verbackenen Deckenschotter mit häufig über 20 Metern am mächtigsten (nordwestlich Eggenthal fast 30 m). Die zugehörigen, gүнzzeitlichen Moränen sind im Kartengebiet noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

In den Nagelfluhwänden der älteren Deckenschotter sind die tiefreichenden, mit Lehm verfüllten Verwitterungsschlote (geologische Orgeln) besonders auffällig (z. B. an der Wolfertschwender Steige und westlich Bossarts). Stellenweise reichen sie bis zur Tertiärobergrenze hinunter.

Die Mächtigkeit der äolischen Deckschichten (Lößlehm und Decklehm) beträgt gebietsweise bis über 10 (12) m.

Eine Sonderstellung im Kartengebiet nehmen die sog. Zwischenterrassenschotter (im Sinne von M. LÖSCHER 1974) ein, die hier zwischen dem unteren Günzthal und dem unteren Illertal verbreitet sind und die sich nordwärts an den Bucher und an den Kellmünzer Schotter anschließen. Sie sind weniger fest verbacken und durch eine dolomitfreie und kristallinarme Fazies gekennzeichnet (LÖSCHER 1974, S. 81 ff.). Die einzelnen Schotterkomplexe passen höhenmäßig nicht so gut zusammen wie z. B. die Deckenschotterplatten.

LÖSCHER (1974) unterscheidet obere, mittlere und untere Schotterniveaus, und zwar bezeichnet er die Wallenhauser Schotter als obere, die Roggenburger als mittlere, die Kissendorfer als untere sowie westlich davon die Bellenberger als mittlere und die Sendener als untere Zwischenterrassenschotter. M. LÖSCHER vermutet ihr Alter näher bei den (donauzeitlichen) Deckschottern als bei den gүнz- und mindeleiszeitlichen Ablagerungen. In der vorliegenden Karte sind sie den gүнzzeitlichen Bildungen zugeordnet. Da diese Schotter weder dem typisch periglazial-fluviatilen noch dem fluvioglazialen Faziestyp (s. o.) entsprechen, könnte es sich hierbei auch um warmzeitliche Ablagerungen handeln (nach M. LÖSCHER etwa als Bildungen eines großen Schwemmkegels).

3.2.1.3. Mindel-Moränen

Der Illervorlandgletscher hatte in der Mindel-Eiszeit seine größte Ausdehnung (vgl. u. a. SINN 1972, GLÜCKERT 1974). Entsprechendes gilt auch für die benachbarte, östliche Hälfte des Rheingletschers, während in seinem Westteil die Mindelmoränen noch vom rißzeitlichen Gletschereis überfahren worden sind (GRAUL 1962, 1968).

Im Gebiet des Illervorlandgletschers liegen die äußersten Mindelmoränen noch bis zu 4 km vor den äußersten Rißmoränen. Ihre Hauptausdehnung liegt im Obergünzburger Raum (vgl. GLÜCKERT 1974). Die Randlagen befinden sich (von Westen nach Osten) bei Brandholz—Manneberg, östlich Ittelsburg im Falkenwald, bei Böhen und Bibelsberg, nördlich Dingisweiler (Grub, Linden), südlich und südöstlich Wineden (Holzer Wald, Sonderhof), südlich Bayersried (Schönlings).

Die glazialen Formen der altpleistozänen Moränen sind ziemlich verwaschen, bedingt durch solifluidale Umlagerungen im Periglazialbereich während der späteren Eiszeiten und durch die bis über 10 (12) m mächtigen Deckschichten aus Decklehm.

Die Mindel-Endmoränen setzen sich großenteils aus grobem Kies- und Blockmaterial zusammen, das meist stark verbacken ist. Die Mächtigkeiten betragen im Westen bei Brandholz 20—30 m (SCHAEFER 1973, S. 188) und weiter im Osten bei Ollarzried (Unter-Schochen) rd. 25 m. Durch Spülbohrungen sind bei Ollarzried und westlich Eggenthal mehrmals 2—3 m mächtige Günz/Mindel-Interglazialböden (aus Günzeiszeitlichem Schotter) nachgewiesen. Eindeutige Günz-Moränen sind im Kartengebiet nicht bekannt (vgl. hierzu SCHÄDEL & WERNER 1963; GRAUL 1968; EICHLER 1970).

3.2.1.4 Jüngerer Deckenschotter (Jüngeres Altpleistozän)⁴⁾

Die Schmelzwasserschotter der drittletzten und zugleich größten Vorlandvereisung im Illergletschergebiet sind vornehmlich im südlichen Kartengebiet verbreitet, wo auch an einigen Stellen ihre Verknüpfung mit den Moränen der Mindeleiszeit nachgewiesen ist (SINN 1972, SCHAEFER 1973, GLÜCKERT 1974). Westlich Grönenbach und nordöstlich Ronsberg sind die Übergangskegel noch zu erkennen. Die Ablagerungen der Jüngeren „Deckenschotter“ erfolgten in den im Süden bereits vorhandenen, breiten Abflußbahnen. Nach Norden besitzen sie zunehmend den Charakter von Rinnen- oder Talschottern. Sie sind fast durchgehend noch im Mindeltal erhalten, während sie in den anderen Talzügen fast gänzlich von den jüngeren Schmelzwasserströmen ausgeräumt worden sind.

⁴⁾ „Jüngerer (= Unterer) Deckenschotter“ nach PENCK & BRÜCKNER (1901/09); „Altterrasse“ nach EBERL (1930).

Die wichtigsten, hier der Mindel-Eiszeit zugerechneten Schotterkomplexe sind (von Süden nach Norden):

- Grönenbacher Feld und Schwaighauser Schotter (vgl. SINN 1972, SCHAEFER 1973),
- Günzegg-Guggenberg-Stephansrieder Schotter (vgl. SINN 1972),
- Oberegger-Saulengrainer und Mindelheimer-Westernacher Schotter mit den isolierten Vorkommen bei Erlis und Eutenhausen (SINN 1972),
- Schotterfelder zwischen der oberen Mindel und der Flossach,
- Kirchheim-Burgauer-Schotter (vgl. LÖSCHER 1974, LÖSCHER & LÉGER 1974).

Die östlich des Günztales zwischen Sontheim und Dankelsried morphologisch in Erscheinung tretenden Terrassenreste bestehen nach SCHAEFER (1951, S. 112) aus periglazialen Material und sind vermutlich mindelzeitlichen Alters.

Für einige südliche Vorkommen (südlich Ottobeuren) besteht wie bei den älteren Deckenschottern eine Differenzierung zwischen einem basalen, kristallinen und dolomitarmen Periglazialschotter und einem kristallinarmen und dolomitreichen Fluvioglazialschotter (vgl. SINN 1972).

Die Mächtigkeit der jüngeren Deckenschotter beträgt im Süden bis über 20 m, nach SCHAEFER (1973, S. 179) im Grönenbacher Feld bis 26 m, und im Norden bei Burgau weniger als 10 (8) m. Bemerkenswert ist ein von Norden nach Süden zunehmender Verfestigungsgrad in den Schottern. Durch Verwitterung entstandene geologische Orgeln reichen bis über 5 m tief. Die Mächtigkeit der Deckschichten — im Norden Löß, im Süden Lößlehm und Decklehm — beträgt bis über 10 m.

3.2.1.5. Ri ß - M o r ä n e n

Die Moränen der vorletzten Vereisung liegen bis zu 4 km hinter den äußersten Mindel-Moränen zurück. Ihre äußeren Randlagen befinden sich östlich Legau, bei Herbisried, bei Warlins, südlich Günzegg, bei der Moos-Mühle, bei Ronsberg, Mindelberg und Webams (vgl. GLÜCKERT 1974). Besonders hohe Moränenwälle bilden den Simmerberg (mit P. 901 m, höchstgelegener Endmoränenwall im Alpenvorland) und den höchsten Punkt im Schellenberger Wald (ca. 880 m). Seine größte Ausdehnung nach Norden hatte der rißzeitliche wie auch schon der mindelzeitliche Illervorlandgletscher im Obergünzburger Raum.

Die Glazialformen der Rißmoränen sind vielfach noch bemerkenswert frisch; selbst Toteisformen sind stellenweise noch zu erkennen. Nur bei größeren Deckschichtenmächtigkeiten (Decklehm, bis ca. 5 m) sind die ursprünglichen Formen stärker verwischt.

Die Rißmoränen bestehen aus sandigem, (stark) schluffigem Kies- und Blockmaterial und sind mehr oder minder stark verbacken. In randlichen Be-

reichen, vor den hohen Endmoränen, beträgt ihre Mächtigkeit immerhin noch bis zu 20 m. Südlich Ollarzried (beim Kuisler) wurde unter 15 m mächtiger Reißmoräne ein 3—4 m mächtiger Mindel/Reiß-Interglazialboden (aus Mindelmoräne, evtl. aus einem Verwitterungsschlot) erbohrt.

3.2.1.6. Hochterrassenschotter (Mittelpleistozän)

Die von den Schmelzwässern in der vorletzten Eiszeit (Reiß-E.) aufgeschütteten sog. Hochterrassenschotter bilden im Raum Memmingen ausgedehnte, bis zu 4 km breite Schotterflächen („Felder“, s. PENCK & BRÜCKNER 1901): das Hawanger Feld und seine Verlängerung im Günztal, das Hitzenhofener Feld und seine Fortsetzung im Rothtal. Im Süden ist die Steinbacher Hochterrasse bei Legau mit den Reißmoränen verknüpft, die Wurzel der Zeller Hochterrasse wird bei Grönenbach von einem jungpleistozänen Übergangskegel überdeckt. Außer im Roth- und im Günztal sind größere Hochterrassenflächen nur noch im oberen Kammlach- und im oberen Flossach-Tal (südl. Bad Wörishofen) sowie nördlich der Donau bei Langenau und im Raum Gundelfingen, Dillingen und Höchstädt (im Nordosten, außerhalb der Karte) vorhanden. Hochterrassenreste befinden sich bei Mindelheim, Unterrammingen, Jettingen und Offingen.

Im Memminger Raum ist der rd. 15 m betragende Höhenunterschied zwischen dem Hawanger Feld und dem tieferen Hitzenhofener Feld besonders auffällig. Im Vergleich der Hochterrassen im Günz- und im Rothtal betragen die Niveauunterschiede noch ca. 10 m (vgl. Profile). Beide Schotterfelder und -stränge unterscheiden sich außerdem deutlich durch den Kristallinanteil im Geröllspektrum. Während für das Hawanger Feld und die Günztal-Hochterrasse die kristallinen Gerölle nur etwa 1 % ausmachen, betragen sie im Hitzenhofener Feld und in der Rothtal-Hochterrasse bis über 5 % (SINN 1973, S. 95; LÖSCHER 1974, S. 138). Niveau- und Materialunterschiede werden mit dem Einbruch der rheinglazialen Schmelzwässer im Reißhochglazial erklärt (SINN 1972, S. 110 f.). Nach einer Phase kräftiger Seitenerosion wurden die Schmelzwässer des Illergletschers bei Memmingen in die tiefere, von den Schmelzwässern des Rheingletschers besetzte (ursprünglich fernautochthone) Ur-Eschach-Lautrach-Rinne abgelenkt. Dadurch war auch der letztinterglaziale Illerlauf im Rothtal festgelegt. Der weitere Talwechsel ins heutige Illertal erfolgte im Jungpleistozän.

Die Mächtigkeiten der Schotter nehmen von Süden nach Norden allmählich ab, z. B. im Günztal von 8—10 m bei Günz auf 4—5 m bei Günzburg. Im oberen Kammlach-Tal werden von Aufschlüssen bei Stetten rd. 20 m und bei Unterkammlach 18 m mächtige HT-Schotter beschrieben (SINN 1972, S. 119). In Loppenhausen erreichen sie noch 8—9 m (LÖSCHER 1974, S. 134 f.), um dann nach Norden über Krumbach weiter auszudünnen. Im Hitzenhofener Feld sowie bei Steinheim und Niederrieden beträgt die HT-Schottermächtigkeit ca. 10—12 m, ebenso im unteren Rothtal bei Oberfahlheim (LÖSCHER 1974, S. 137).

Die Verfestigung der HT-Schotter ist unregelmäßig, sie tritt lagenweise oder auch stotzenförmig auf und erfaßt insbesondere an Talrändern auch größere Partien. Generell ist der Verfestigungsgrad im Süden höher als in den nördlichen Vorkommen.

Die Mächtigkeit der Deckschichten (Löß im Norden, Lößlehm im Süden) beträgt durchschnittlich 2—3 m, gebietsweise auch 4—6 m (z. B. bei Steinheim und Niederrieden, bei Autenried).

3.2.1.7. Würm - Moränen

Aus der Zeit des letzten Eishöchststandes des Illervorlandgletschers (vor ca. 20 000 Jahren) während der Würm-Eiszeit stammen die relativ frischen Endmoränen bei Grönenbach (Sommersberg, Ziegelberg, Schrattenbach), bei Probstried und Untrasried. Sie markieren die nördliche Begrenzung des im letzten Glazial besonders breit entwickelten Illertal-Gletscherlobus. Der östlich benachbarte (kleinere) Günztallobus befindet sich bereits außerhalb des süd-östlichen Kartenrandes. Mit der zum Illertallobus zählenden Dietmannsrieder Gletscherzunge (vgl. z. B. GERMAN 1959) konnte der Illervorlandgletscher bis Ziegelberg weit in das Memminger Tal vordringen, das vorher noch das Illertal bildete, und bis in die Höhe von Grönenbach seinen Vorschüttungskegel ausbreiten. Besonders groß ist dort auch die Mächtigkeit der pleistozänen Ablagerungen, denn Würmmoräne und ältere Schotter umfassen dort zusammen über 90 m.

An glazialmorphologischen Formen sind neben Endmoränen Rückzugsmoränen, Schmelzwasserrinnen, Sölle und nach Süden in Richtung Kempten mehrere Drumlinfelder erhalten.

Das Moränenmaterial besteht im Bereich der äußeren Endmoränen aus Kies und Sand mit einem wechselnden Schluffanteil. Es ist dicht gelagert und nur lagenweise etwas verbacken. Die großen Schottervorkommen bei Dietmannsried, die eine deutliche Deltaschichtung zeigen, werden als Bildungen in einem an Rückzugsmoränen aufgestauten (intramoränen) Stausee im ausgehenden Hochglazial gedeutet.

3.2.1.8. Niederterrassenschotter (Jungpleistozän)

Die sog. Niederterrassenschotter liegen als Talschotter in den allochthonen Rinnen, die von den Schmelzwässern in der letzten Eiszeit (Würm-E.) benützt worden sind. Sie bilden die Füllung der grundwasserreichen Talzüge und sind oft von Auensedimenten und stellenweise auch von Moorbildungen überdeckt (Roth-, Günz- und Mindeltal). In der Karte sind nur die auch morphologisch von der Talaue sich abhebenden NT-Schotterflächen ausgeschieden.

In den Talzügen der Iller-Mindel-Platte mit NT-Schottern besteht im Süden noch die unmittelbare Verbindung zu den Würmmoränen:

- vom Illertal über die Aitrachrinne zum östlichen Rheingletscher bei Leutkirch und über die Lautrachrinne zum westlichen Illergletscher südöstlich Legau,
- im Memminger Trockental zu den Endmoränen des Illergletschers bei Ziegelberg (mit breitem Übergangskegel),
- im westlichen Günztal mit den Endmoränen bei Untrasried und östlich Probstried und im östlichen Günztal mit denen südlich von Obergünzburg.

Die NT-Schotter im Mindetal wurden von den Schmelzwässern des Wertach-Lech-Gletschers durch das Friesenrieder Tal und durch das Wertach-Flossach-Tal geschleust.

Die größten NT-Schotterflächen (über der Auenstufe) befinden sich im Memminger Trockental (PENCKs Memminger Feld), im Steinheimer und Fellheimer Feld, im Erolzheimer Feld, bei Westerheim und Sontheim, bei Mindelheim und Türkheim sowie im unteren Rothtal. Im Donautal wie auch im Unterlauf der alpinen Zuflüsse (Iller, Wertach und Lech) sind die NT-Schotter teilweise ausgeräumt oder von holozänen (Schwemmkegel-)Ablagerungen überdeckt (vgl. Illerschwemmkegel, s. Abschn. 3.2.2.).

Für die Niederterrassen im Memminger Raum ist — wie schon bei den Hochterrassen — das Vorhandensein von zwei NT-Niveaus mit einer Höhendifferenz von 8—10 m bemerkenswert. Das höhere Steinheimer-Fellheimer Feld wie auch dessen Fortsetzung im Rothtal unterscheidet sich vom tieferen Erolzheimer Feld jenseits der Iller durch einen geringeren Kristallinanteil im Schotter und durch seine Deckschichten aus Löß und Lößlehm (meist 1—2 m, max. 4 m, vgl. BRUNNACKER 1953, S. 116 ff.). Der Talwechsel der illerglazialen Schmelzwässer von Rothtal ins heutige Illertal erfolgte nach GRAUL (1953 c, S. 30 ff.) im Zuge der Anzapfung der Illerschmelzwässer durch die rheinglazialen Schmelzwässer im Würmhochglazial. Als Abflusrrinnen für den westlichen Illergletscher waren weiterhin die Legau-Lautrach-Rinne und das Memminger Achtal in Funktion,

Die Aufwehung der würmeiszeitlichen Deckschichten auf das Steinheimer-Fellheimer Feld konnte unmittelbar nach der Ablenkung der Illerschmelzwässer während der Aufschüttung des Erolzheimer Schotterfeldes erfolgen. Beweise für eine längere Sedimentationsunterbrechung gibt es nicht (vgl. BRUNNACKER 1953, S. 124).

Die Schottermächtigkeiten der Niederterrassen betragen im Süden im Memminger Trockental bis über 25 m (bei Woringen), im Fellheimer und Erolzheimer Feld ca. 10 m, im Memminger Achtal 7—8 m, in den Günztälern (d. h. in zentralen Rinnenbereichen) bei Ottobeuren 6—8 m, bei Markt Rettenbach 5—7 m, bei Erkheim, Günz und Egg 8—10 m, im Schwelktal zwischen Attenhausen und Westerheim 11—13 m, im Mindetal bei Mindelheim 6—8 m und bei Burgau ca. 5 m, im Flossachtal und bei Türkheim 10—12 m, im unteren Rothtal bei Nersingen 6—8 m sowie im Donauried 6—8 m und weniger.

3.2.1.9. Löß, Lößlehm und Decklehm

Die äolischen Deckschichten des Iller-Mindel-Gebiets sind in der vorliegenden Übersichtskarte nicht abgegrenzt. Für allgemeine Angaben über ihre Mächtigkeit wird auf die Kartenlegende verwiesen. Genaueres über ihre Ausbildung und über die zugehörigen Bodengesellschaften ist den geologischen Profilschnitten und einer Tabellenlegende (s. Beilage 1) zu entnehmen.

Die in den verschiedenen Glazialzeiten aus den Talauen und Schotterebenen ausgeblasenen Feinstsande und Schluffe finden sich als äolische Sedimente hauptsächlich auf den älteren Schotterflächen sowie stellenweise auch auf den tertiären Schichten (bevorzugt an den nach Osten orientierten Hängen). Bedeutende Auswehungsgebiete waren hier vor allem das Donautal und das Illertal, aber auch die breiteren Talabschnitte im Roth-, Günz-, Kammlach- und Mindeltal.

Für die Fazies der Deckschichten sind in erster Linie die von Norden nach Süden zunehmenden Niederschläge bestimmend (vgl. BRUNNACKER 1957, S. 12). Im Norden treten hauptsächlich Löss und nach Süden zu vor allem Lößlehm und Staublehm auf. Die Grenze zwischen dem mittleren (gemäßigten) und dem südlichen (feuchten) Faziesbezirk verläuft etwa mit der (850—) 900 mm-Niederschlagslinie nördlich Memmingen—Mindelheim—Landsberg. Das südlichste bekannte Vorkommen mit Löß ist das in der Ziegelei-grube Steinheim bei Memmingen.

Mit der zunehmenden Bodendurchfeuchtung von Norden nach Süden ist auch eine Zunahme der Vergleyung zu beobachten. Die Deckschichten bilden vor allem im Süden sog. Decklehm, die mehr oder minder stark verflossen sind und mit Fließerden vermischt sein können. Daneben treten auch typische, in sommerlichen Auftauperioden entstandene Fließerden aus Verwitterungsprodukten der Schotter, Deckschichten und Molassesedimente auf, die insbesondere an den flacheren Hängen verbreitet sind oder ehemalige Hohlformen ausfüllen.

Die Mächtigkeit der Deckschichten ist je nach dem Ablagerungszeitraum und der Entfernung vom Auswehungsgebiet sehr unterschiedlich. Auf den Deckenschottern sind bis zu 15 m mächtige äolische Sedimente bekannt (vgl. LÉGER 1972), auf den Altmoränen sind sie bis etwa 10 m, auf den Hochterrassen bis zu 6 m mächtig. Eine Besonderheit des Illergebiets sind die Löß- und Lößlehmschichten auf der oberen Niederterrasse im Steinheimer und Fellheimer Schotterfeld sowie im Weißenhorner Rothtal mit Mächtigkeiten bis zu ca. 4 m, durchschnittlich zwischen 1 und 2 m (vgl. BRUNNACKER 1953, S. 118). Die Kalkgehalte der jüngeren (würmeiszeitlichen) Lössen betragen im Norden bis über 50 % und im Süden bis über 30 % (Zgl. Steinheim, oberer Löß mit 32 % CaCO_3).

3.2.2. Holozän („Nacheiszeit“)

3.2.2.1. Postglazial-Schotter (Älteres Holozän)

Postglaziale Schotterablagerungen, die zeitlich etwa zwischen den jungpleistozänen Niederterrassen und den jungholozänen Auenablagerungen einzuordnen sind, können im Iller- und im Donautal abgetrennt werden. Möglicherweise gehören im mittleren Illertal, z. B. westl. Volkrathshofen, die obersten dieser Terrassen, die unmittelbar unter der NT-Stufe folgen, noch dem Spätglazial (= jüngstes Pleistozän) an.

Wie die Terrassentreppen zeigen, war eine kräftige Tiefenerosion nach dem Gletscherrückgang nur im oberen Illertal wirksam. Nach Norden gegen die Illermündung konvergieren die Erosionsterrassen. Sie werden schließlich von Schotterakkumulationen bzw. von Schwemmkegeln abgelöst. Hingegen fand im Mindel-, Günz- und Rohtal nach dem Eisrückzug keine nennenswerte Tiefenerosion mehr statt. Die zentralen Rinnenbereiche werden heute von Auen-sedimenten und gebietsweise auch von Moorbildungen eingenommen.

Die bedeutendste postglaziale Schotterakkumulation mit z. T. umgelagerten NT-Schottern bildet der *Illerschwemmkegel*, der sich etwa von Illertissen bis gegen das Donautal bei Burlafingen und Nersingen erstreckt. Seine (frühpostglaziale) Wurzel ist im Bereich von Herrenstetten und Unterbalzheim anzunehmen. Nach ¹⁴C-Datierungen und dendrochronologischen Bestimmungen an fossilen Baumstämmen (Kiefern, Eichen) begannen die Aufschüttungen im Präboreal und Boreal, setzten sich in verstärktem Umfang im Atlantikum fort und endeten für bestimmte Bereiche vor ca. 4000 Jahren v. h. im Subboreal (BECKER 1972). In einem tieferen Aufschüttungsniveau (Auenstufe) setzt sich nach den Untersuchungen von B. BECKER die Schwemmkegelbildung noch weiter fort und reicht bis in die historische Zeit.

3.2.2.2. Alm und Kalktuff

Im Memminger Achtal und im Stadtgebiet von Memmingen befinden sich ausgedehnte Vorkommen von Alm und Kalktuff bzw. Kalktuffsand mit Mächtigkeiten bis zu ca. 4 m. Sie enthalten vielfach torfige Zwischenlagen. Das Liegende bilden grundwassererfüllte Niederterrassenschotter, abgelagert in einer Schmelzwasserrinne des Illervorlandgletschers. Die Kalkablagerungen reichen im Norden etwa bis Steinheim, während sie nach Süden von den Moorbildungen im Benninger Ried abgelöst werden. Alm, Kalktuff und Torf haben sich in einem Bereich gebildet, wo der aus dem Memminger „Trockental“ zuströmende Grundwasserstrom zutage tritt.

Pollenanalytische Untersuchungen (HOHENSTATTER in: BRUNNACKER, 1959, S. 132, Tab. 13) sowie Altersdatierungen des Basistorfs und einer weiteren Torflage im Alm haben für die Vorkommen bei Memmingen ein relativ hohes Alter ergeben (Präboreal bis Boreal). Für die basalen Torflagen wurden ¹⁴C-Alter

von 9485 ± 125 und 9240 ± 135 Jahren v. h. und für eine Torflinse nahe der heutigen Alm-Obergrenze ein Alter von 8525 ± 170 Jahren vor heute bestimmt (Bestimmung durch Dr. GEYH, Hannover).

Ein weiteres großes Kalktuffvorkommen befindet sich im oberen Mindeltal bei Neuenried (Ronsberg-NE). Es handelt sich hierbei um Kalkablagerungen aus starken, über Tertiär austretenden Hangquellen. Die Datierung einer Holzkohle aus 3,2 m Tiefe ergab ein ^{14}C -Alter von 4580 ± 90 Jahren v. h. und die Bestimmung eines Humushorizontes im Kalktuff in 60—90 cm Tiefe ein Alter von 1640 ± 70 Jahren v. h. (Bestimmung durch Prof. Dr. SCHARPENSEEL, Bonn).

3.2.2.3. Niedermoore

Niedermoorbildungen, in Schwaben auch als Ried bezeichnet, sind im Kartengebiet hauptsächlich an die Talböden gebunden. Es handelt sich um Quell- und vor allem um Versumpfungsmoore, deren Entstehung mit einem Anstieg des Grundwasserspiegels in Zusammenhang steht.

Die relativ größten Moorkomplexe befinden sich

- im Donautal mit dem Donaumoos, Langenauer Ried und Leipheimer Moos ⁵⁾,
- im Illertal mit dem Finninger Ried und dem Ried bei Illerberg,
- im Rothtal mit Niedermoores bei Buch und Winterrieden (bzw. Pleß),
- im Günztal mit einem größeren Niedermoor südlich Westerheim,
- im Mindeltal mit Niedermoores bei Burgau, Jettingen, Kirchheim/Schw. und Balzheim („Mindelrieder Paradies“ ⁵⁾,
- bei Memmingen mit dem Benninger Ried ⁵⁾.

Die Torfmächtigkeiten betragen im Durchschnitt zwischen 0,5 und 1,5 m, im Mindeltal sind bis über 2 m bekannt.

3.2.2.4. Auenablagerungen (Jüngerer Holozän)

Jungholozäne, vorwiegend kiesige und sandige Ablagerungen in den Talauen sind in der Karte nur im Donau-, Iller- und Wertach-Tal unterschieden. Von den Ablagerungen des älteren Holozäns sind sie dort deutlich durch Hochflutrinnen und Altwasserbögen abgegrenzt. Im Mindel-, Günz- und Roth-Tal bedecken sie weitgehend die Niederterrassenschotter in den Talböden. Auf eine gesonderte Darstellung der Auenablagerungen wurde hier aus Übersichtsgründen verzichtet.

Die Auenablagerungen sind im Kartengebiet noch wenig untersucht. Relativ am besten bekannt ist ihre zeitliche Einstufung in den Donauauen

⁵⁾ Naturschutzgebiete.

(„Donaugriß“), wo nach datierten Baumstämmen ein Ablagerungszeitraum von rd. 3—4000 Jahren (Subboreal bis heute) angenommen wird (vgl. BECKER 1972).

3.2.2.5. Alluvium der Nebentäler

Hierzu zählen in erster Linie die Ablagerungen in den autochthonen Tälchen, durch welche die Riedel aus Tertiär und altpleistozänen Schottern fiederförmig aufgegliedert sind. Die Füllung der im wesentlichen durch rückschreitende Erosion entstandenen Rinnen besteht hauptsächlich aus (z. T. periglazialen) Abschlammungen, einem Gemenge aus Lehm, Sand und Geröll.

In der Karte weiß gelassen sind ebenso die alluvialen Talböden, u. a. im Roth-, Günz-, Kammlach- und Mindeltal mit Fluß- und Bachablagerungen einschließlich der Überflutungsböden.

4. Grundwasserverhältnisse

(HERMANN WEINIG)

Entsprechend der Überlagerung der Molassesedimente durch Quartärmaterial, vor allem durch terrassenartig angeordnete fluvioglaziale Schotterfelder, lassen sich im Kartenbereich die oberflächennahen Grundwasserkörper der in der Regel gut durchlässigen quartären Grobsedimente vom Grundwasser des überwiegend feinporigen Tertiärmaterials unterscheiden. Obwohl zwischen dem Grundwasser beider Formationen an vielen Stellen hydrogeologische Zusammenhänge bestehen, verhält sich die tertiäre Unterlage zu den Quartärschottern als Grundwassersohlschicht, da sie im Vergleich zu diesen sehr viel geringere Durchlässigkeitswerte besitzt.

Das Auftreten grundwasserleitender Schichten in der tertiären Abfolge ist vor allem an die Beckenfazies der Oberen Süßwassermolasse (OSM) gebunden, innerhalb der bis zu einer Tiefe von etwa 250 m zwischen sandigen Mergeln und Tonen in unregelmäßiger Verteilung auch Sande, zuweilen mit Feinkiesen vermischt, auftreten. Dieses Gebiet, in dem mehrere Ortschaften durch Tiefbrunnen Tertiärwasser erschließen, läßt sich im Norden etwa durch die Linie Illertissen—Ichenhausen—Zusmarshausen, im Süden durch die Linie Memmingen—Türkheim abgrenzen, wobei die sandig-kiesigen Einschaltungen nach Osten zunehmen. Gegen Norden und Süden werden die grundwasserführenden Teile der Beckenfazies zunehmend von schwer- oder undurchlässigen Feinsedimenten der OSM ersetzt. Als guter tertiärer Grundwasserleiter ist im Nordwesten die in die tonig-sandig-mergeligen Schichten der USM und OMM eingelagerte und von den brackischen Sanden und Mergeln der Kirchberger Schichten überlagerte Graupensandrinne zu nennen. Dagegen führen die im Südwesten des Kartengebietes nachgewiesenen tertiären Grobschotter infolge ihrer konglomeratischen Ausbildung nur wenig Grundwasser.

Die hydrogeologischen Zusammenhänge zwischen den grundwasserführenden Schichten der OSM sind aufgrund ihrer unregelmäßigen Verteilung zwischen schlecht durchlässigen Feinsedimenten schwer zu durchschauen und noch weitgehend ungeklärt. R. ULBRICH (1973) leitet aus den Druckspiegeln der im Tertiär stehenden Tiefbrunnen eine Beziehung des Grundwassers der Jungtertiärschichten bis etwa 80 m Tiefe zu den Hauptvorflutern ab.

Aus den an der Oberfläche austreichenden sandig ausgebildeten Tertiärschichten treten über stauenden Mergeln und Tonen besonders im Mittelabschnitt des Kartengebietes in unterschiedlicher Höhenlage Quellen aus, die auch zur Trinkwasserversorgung mancher Ortschaften herangezogen werden.

Die quartären Schotterablagerungen besitzen — abgesehen von Nagelfluhbildungen in älteren Schottern — durchweg gute bis sehr gute Durchlässigkeiten. Jedoch ist ihre Grundwasserführung von der Höhenlage ihrer stauenden tertiären Basis zum jeweiligen Vorfluter abhängig. Somit lassen sich die quartären Schotterfelder einteilen in vorfluterbezogene, grundwassererfüllte Schotterkörper und solche, deren tertiäre Basis über dem Vorflutniveau liegt und damit weitgehend grundwasserfrei sind.

Zu den grundwasserarmen Schottern gehören zunächst alle diejenigen alt- und ältestpleistozänen Schotterplatten, die als Riedelrücken die höchsten Erhebungen bilden. Sie beziehen ihr Grundwasser ausschließlich aus dem die lehmigen Deckschichten durchsickernden Niederschlagswasser. Nur bei großflächigen Schotterplatten ist mit der Ausbildung eines geringmächtigen zentralen Grundwasserkörpers zu rechnen, der nach allen Seiten über dem Tertiärsockel ausfließt, wobei es zur Ausbildung eines Quell- oder Naßhorizontes kommen kann. Die Quellen und Naßstellen treten meist im Zusammenhang mit Rinnen oder Mulden im Relief der tertiären Unterlage auf. Die Hangquellen der Riedelrücken sind meist deutlich vom Gang der Niederschläge abhängig. Kleinflächige Schottervorkommen oder stark zertalte Teile der Riedelrücken, wie sie vor allem im Norden des Kartengebietes auftreten, sind grundwasserfrei.

Auch alle mindel- und rißeiszeitlichen, den Riedelrücken terrassenartig vorgelagerten Schotterfelder sind nur in Basisnähe von Grundwasser erfüllt, da ihr Tertiärsockel zumeist über der Talaue zu Tage tritt oder doch einige Meter über deren Grundwassersohle ansteigt. Jedoch nehmen manche Hochterrassen ausgedehnte, zusammenhängende Flächen ein und besitzen damit im Vergleich zu den älteren Schottern großflächige Einzugsgebiete. Zudem geben die Schotter meist nur nach einer Seite hin Grundwasser ab, während von der anderen Seite ein Grundwasserzustrom von höher gelegenen Schottern oder aus dem Tertiär erfolgen kann.

Das aus den Riedelrücken oder Schotterterrassen wie auch aus tertiären Schichten austretende Grundwasser gelangt dabei häufig ohne eine an der Oberfläche sichtbare Quellbildung zu verursachen unter den hangverkleidenden Lehm-

oder Fließerdeschürzen in die nächsttiefere Schotterterrasse oder in die Schotter der Talaue.

Aus Quellen oder künstlich freigelegten Grundwasseraustritten an den Rändern von Hochterrassen werden viele Ortschaften oder Gehöfte mit Trinkwasser versorgt.

Die grundwasserreichsten, da zum Großteil unterhalb des Vorflutwasserspiegels liegenden quartären Ablagerungen stellen die Aufschotterungen der Niederterrasse sowie die postglazialen Schotter der breiten Haupttäler dar. Hier kommt es zur Ausbildung von Grundwasserkörpern mehrerer Meter Mächtigkeit, wobei die Grundwasseroberfläche häufig bis nahe unter Gelände reicht und an vielen Stellen auch zur Torfbildung führte. Durch Flußregulierung und damit verbundene Flußbetteintiefung ist heute in Flußnähe das Grundwasser in unterschiedlichem Maße abgesenkt bzw. durch Kraftwerke oder durch Stützwälle beeinflusst (vgl. DAUSCHER 1973).

Dort, wo das Talgrundwasser nicht durch Oberflächeneinflüsse verunreinigt oder durch Moorwässer beeinträchtigt ist, wird es z. T. in großem Umfang als Trinkwasser gefördert.

Die Niederterrassenfelder beginnen sich etwa südlich der Höhe von Babenhäusern, verursacht durch junge Taleintiefung in Moränennähe sowie pleistozäne talgeschichtliche Veränderungen (s. o.), morphologisch immer stärker von der postglazialen Talaue abzuheben, wobei häufig auch der Tertiärsockel angeschnitten ist. Im Illertal spaltet sich auch die holozäne Talaue in mehrere Terrassenstufen auf. Somit sind die Schotterprofile der südlichen Niederterrassen, vor allem aber deren randliche Teile, zu einem großen Teil grundwasserfrei (z. B. Fellheimer und Steinheimer Niederterrasse). Ebenso liegen die postglazialen Schotterterrassen des südlichen Illertales weitgehend trocken. Das Grundwasser läuft über dem Tertiärsockel in z. T. ergiebigen Quellen aus.

Das die Moränen aufbauende Material ist aufgrund der schluffig-lehmigen Feinanteile in der Regel ein schlechter Grundwasserleiter. Allein die den Moränen zwischengelagerten oder vom Gletscher überfahrenen fluvioglazial gebildeten Schottereinschaltungen stellen bei entsprechender Tiefenlage lokal begrenzte Grundwasservorkommen dar.

5. Nutzbare Ablagerungen

(WALTER STEPHAN)

Angaben über Mächtigkeiten und Verbreitung der genutzten Ablagerungen sind dem stratigraphischen Teil dieser Arbeit zu entnehmen.

Tertiär

Die oberflächennahen Lockergesteine des Molassebeckens enthalten hier wenig nutzbare Ablagerungen. Gegenwärtig werden nur Sand-, Mergel- und Tonvorkommen ausgebeutet, von denen lediglich den letzteren größere Bedeutung zukommt.

Sande sind im gesamten Verbreitungsgebiet der anstehenden Molasse zu finden. Sie enthalten neben Quarz und Glimmer hohe karbonatische Anteile und sind daher, auch wegen ihrer Feinkörnigkeit, für viele Spezialzwecke nicht bzw. wenig geeignet. Entsprechend finden sich weit verteilt zahlreiche, jedoch meist nur kleine Gruben für den örtlichen Bedarf.

In der Umgebung von Breitenbrunn werden bis zu 15 m mächtige, fein- bis mittelkiesführende Sande abgebaut, die zum Verputzen, zum Mauern und zum Straßenbau verwendet und aus denen Betonwaren (Rohre usw.) hergestellt werden. Der Kiesanteil (vorwiegend Quarz neben anderen sog. Restgeröllen) wird in einem Quetschwerk gebrochen.

Tone und Mergel

Große Tagebaue finden sich entlang des rechten Illerhanges bei Bellenberg und Untereichen. Das Gesamtprofil bei Bellenberg umfaßt etwa 8 m Löß und Lößlehm, unter denen ca. 15 m Tone und Mergeltone anstehen. In der Ziegelei-grube bei Untereichen steht in einem über 50 m hohen Profil unter Decklehm, Älterem Deckenschotter und etwa 20 m mächtigen tertiären Fein- bis Mittelsanden eine bis zu etwa 30 m mächtige Tonfolge an. Diese ist hier wie an den anderen Orten sehr wechselhaft zusammengesetzt und enthält überwiegend grüngraue bis blaugüne bzw. blaugraue Mergeltone, in die Lagen von feinkörnigen Sanden (bis zu 2,6 m mächtig) und bräunlichen bzw. blaugrauen Tonen eingeschaltet sind. Eine ähnliche Ausbildung des Profils ist auch am Hang des Günztales bei Ichenhausen erschlossen. Sowohl in Bellenberg als auch in Untereichen werden derzeit großformatige Wand- und Deckenziegel hergestellt.

In der Ziegelei-grube Kronberg (Bl. 8126 Leutkirch) werden unter 3—4 m Lößlehm tertiäre Tone, Mergel und Sande abgebaut. Eine Mergelbank steht gegenwärtig am Hahnenberg, südwestlich von Steinheim (östl. Ulm), in Abbau. Aus den etwa 4 m mächtigen Mergeln werden hellgelbe, leichte Mauersteine hergestellt. Auch bei Offingen werden von einer Ziegelei unter abgebauten Lößlehm und Mindelschottern Mergel gewonnen.

Weitere Gewinnungsstellen liegen am Lerchenberg bei Erkheim, bei Hawangen südöstlich Memmingen, bei Engetried in der Nähe von Markt Rettenbach und bei Klosterbeuren (Bl. 7827 Babenhausen).

Quartär

Dem geringen Angebot nutzbarer tertiärer Sedimente steht eine reichere Auswahl quartärer Ablagerungen gegenüber, die u. a. Moränen, verschiedenartige Schotter, Sande, Lehme und Torfe umfaßt.

Moränen sind lediglich am Südrand des Kartengebietes bei Legau, Grönenbach und um Bad Wörishofen zu finden. Sie sind meist sehr bindig ausgebildet und lassen sich daher nur begrenzt als Wegebaumaterial verwenden. Entsprechend finden sich vorwiegend kleine Entnahmestellen, die für den Eigenbedarf der Gemeinden angelegt sind. Innerhalb der Moränengebiete treten gelegentlich nutzbare Schotter auf (z. B. bei Dietmannsried), die auf der Karte jedoch nicht im einzelnen dargestellt worden sind. Die Mächtigkeit der Schotter über dem Grundwasser kann beträchtlich sein. Südöstlich Ziegelberg (Bl. 8127 Grönenbach) sind etwa 10—15 m in Gruben aufgeschlossen.

Die verschiedenen Deckenschotter sind in ihrer Verbreitung und Zusammensetzung bereits im stratigraphischen Teil beschrieben. Hinsichtlich ihrer Nutzung und Verwendung ist vor allem auf folgendes zu achten:

Die Deckenschotter sind allgemein durch starke Verfestigungen gekennzeichnet. Dabei ist die Nagelfluhbildung bei den jüngeren Deckenschottern meist weniger ausgeprägt als bei den Ältesten bzw. Älteren. Erfahrungsgemäß ist damit zu rechnen, daß diejenigen Teile der Schotterplatten, die an exponierten Stellen (z. B. an Talrändern) liegen bzw. gelegen haben, stärker verfestigt sind, während andere weitgehend unverfestigt geblieben sind. Schließlich nimmt der Verfestigungsgrad innerhalb einer stratigraphischen Einheit von Norden nach Süden zu. So sind z. B. die Mindelschotter im Grönenbacher Feld sehr stark durch Kalkausfällungen verbacken, während sie im unteren Mindeltal als Lockergestein anzusprechen sind.

Daneben ist, abgesehen von der unterschiedlich tief reichenden Verlehmung der Deckenschotter (z. B. in geologischen Orgeln), der Zersatz der einzelnen Geröllkomponenten zu berücksichtigen. Vor allem die Älteren Deckenschotter enthalten einen sehr hohen Anteil an Geröllen (vorwiegend Dolomite), die bereits bei der Gewinnung oder später bei der Verarbeitung zu Grus, Sand oder gar Schluff („Dolomitasche“) zerfallen. Nur an wenigen Stellen, wie im unteren Mindeltal, wird daher, insbesondere bei den jüngeren Deckenschottern, ein lockeres und frisches Material anzutreffen sein, das bei einer Materialprüfung den Anforderungen gerecht werden könnte, die hinsichtlich der Reinheit der Korngemische, der Kornform und der Kornzusammensetzung für eine Verwendung als Betonzuschlagstoff gestellt werden. Die Nutzung der lockeren Deckenschotter als Baustoff erfordert daher immer eine besondere Überprüfung.

Im Rahmen der regionalen Kiesabbauplanung scheiden die Deckenschotter somit vorerst als Entlastung für die stark beanspruchten Vorkommen der jungquartären Schotter aus, obwohl sie großflächig verbreitet und praktisch grund-

wasserfrei sind. Die genannten Nachteile, wie die Nagelfluhbildung und der Geröllzersatz, erschweren ihren Abbau derart, daß heute die meisten Gewinnungsstellen aufgelassen sind. Nur ausnahmsweise, so bei Hörlis östlich Babenhausen, werden die stärker verfestigten Teile gebrochen und zusammen mit dem lockeren Material verwendet. Die Gewinnung der quartären Nagelfluh als Baustein erfolgt heute nicht mehr.

Hochterrassenschotter

Im Gegensatz zu den Deckenschottern sind die jüngeren Schotter in der Regel unverfestigt. Eine Ausnahme stellen verschiedene Vorkommen im Raum Memmingen dar (z. B. am Hochterrassen-Rand bei Benningen), die lagenweise stark verfestigte Schotter enthalten.

Die Gerölle im Profil der Hochterrassenschotter sind im allgemeinen wenig zersetzt. Nur einzelne Gerölle, besonders in den oberen Lagen des Profils, zerfallen teilweise zu Grus und Sand (beginnender Dolomitzersatz). Die Hochterrassenschotter werden von einer im Mittel etwa 2—4 m mächtigen Deckschicht aus Löß und Lößlehm überlagert. Nach Süden zu zeichnen sie sich durch größere Mächtigkeiten (bei tieferen Grundwasserständen) aus.

Der gegenwärtige Abbau der Hochterrassenschotter konzentriert sich auf den Raum südöstlich von Memmingen, auf das untere Roth-Tal sowie auf Randlagen im Roth- und Günz-Tal. Die Hochterrassenschotter werden in der Regel im Trockenabbau gewonnen. Die ausgebeuteten Flächen können daher optimal rekultiviert und verschiedenen Nutzungen wieder zugeführt werden. Bei land- und forstwirtschaftlicher Folgenutzung ist dabei der Abtrag, die Lagerung und das Wiederaufbringen der humosen und lehmigen Deckschichten sorgfältig vorzunehmen.

Im Rahmen der regionalen Abbauplanung sollte angestrebt werden, die Gewinnungsstellen in die Bereiche der Hochterrassen zu verlagern, um so die Talräume zu entlasten, die über bedeutende Grundwasservorkommen wie auch über Natur- und Landschaftsschutzgebiete verfügen.

Niederterrassen- und Postglazialschotter sind unzersetzt und eignen sich daher meist zur Herstellung von Baustoffen, die höchsten Ansprüchen genügen.

Der Abbau der Niederterrassenschotter und die Rekultivierung der Abbaufächen gestalten sich im südlichen Gebiet anders als im Unterlauf der Donauzuflüsse bzw. in der Donauniederung selbst. Im Süden liegen die Niederterrassenflächen hoch über dem Tal. Die Schotter sind hier weitaus mächtiger als im Norden. Vor allem läßt der tiefe Grundwasserstand Trockenabbau zu. So liegen z. B. bei Aitrach 12—15 m mächtige Schotter über dem Grundwasserspiegel, südlich Memmingen bei Woringen etwa 15 m. Als weiteres Beispiel können die Abbaue nordwestlich von Steinheim (Bl. Nr. 7926 Erolzheim) in

der hier ausnahmsweise mit Löß bedeckten Niederterrasse genannt werden. Die großflächigen Gewinnungsstellen sind gut zu rekultivieren und wenig landschaftsverändernd. Ähnlich günstige Bedingungen gelten z. B. auch für die Fellheimer Terrasse. In der Niederterrassenfläche zwischen Bad Wörishofen und Türkheim, die etwa 10—15 m mächtige Schotter über dem Grundwasserspiegel aufweist, nutzen mehrere Gewinnungsstellen Flächen aus, die u. a. durch Straßen- und Bahnanlagen abgeschnürt und in ihrer anderweitigen Nutzung stark behindert sind.

Während die Niederterrassenschotter ziemlich einheitlich ausgebildet sind, wechseln die jüngsten Schotter in ihrer Mächtigkeit und in ihrer Zusammensetzung. Sie können zudem organische Bestandteile wie auch torfartige Zwischenschichten enthalten. In wechselnder Mächtigkeit werden sie häufig von sandig-schluffigen Auensedimenten bedeckt. Stellenweise treten auch Moorbildungen auf.

Der Grundwasserspiegel in den Niederterrassenschottern und in den jüngsten Schottern der Donauniederung wie im Unterlauf der Nebentäler liegt oft nur wenige Dezimeter unter der Oberfläche. Entsprechend finden sich hier ausschließlich Naßabbau. Eine besonders starke Häufung von Naßabbauen weist u. a. das Donautal unterhalb von Ulm auf, das auch Liefergebiet für Bauvorhaben bis über die schwäbisch-fränkische Alb hinaus ist. Die fortgesetzte Anlage neuer Baggerseen, die teilweise fast 10 % der Talauflage einnehmen, wirkt besonders dort landschaftsökologische Probleme auf. Die Ordnung und Planung des zukünftigen Kiesabbaus in derartigen Problemgebieten, denen auch als Naturraum mehrfache Bedeutung zukommt, ist daher zu einer vordringlichen öffentlichen Aufgabe geworden.

Sand fallen im allgemeinen als Nebenprodukt der Schottergewinnung an. Südlich Grönenbach liegen aber auch quartäre Sandvorkommen im Bereich der Jungmoränen. Der Sand ist als Zusatz zu den grobkörnigen Schottern, die in der Umgebung abgebaut werden und eine Fehlkörnigkeit im Sandbereich aufweisen, sehr gesucht.

Löß und Lößlehm werden bereits bei Mächtigkeiten von wenigen Metern von der ortsständigen Ziegelindustrie abgebaut. Bei den gehobenen Qualitätsansprüchen an die Ziegeleiprodukte, die durch andere billige Baustoffe einer starken Konkurrenz ausgesetzt sind, ist seit drei Jahrzehnten ein außerordentlich starker Rückgang in der Zahl der Ziegeleien festzustellen, da viele kleine Betriebe bei der Modernisierung der technischen Anlagen nicht schritthalten konnten. Meist müssen den quartären Lehmen heute auch tertiäre Tone beigemischt werden, um den Qualitätsansprüchen zu genügen. Die Gewinnungsstellen lassen sich ohne großen Kostenaufwand leicht und befriedigend rekultivieren.

Torf, früher in zahlreichen Vorkommen für den Eigenbedarf gewonnen, wird in nennenswertem Umfang heute nicht mehr abgebaut.

6. Die Böden

(HERMANN JERZ)

In Anlehnung an die naturräumliche Gliederung können im Kartengebiet die Böden des Moränen-Hügellandes und die Böden der Riedellandschaft mit Verwitterungsbildungen aus verschiedenen Moränen, Schottern, Molasseschichten und Deckschichten von den Böden der Täler mit Auenböden und organisch-mineralischen Grundwasserböden unterschieden werden. In den geologischen Profilschnitten der Beilage 1 sind die wichtigsten Bodengesellschaften der Riedel und Täler in Ziffern angegeben und in einer Tabellenlegende erläutert. Die Moränenböden werden von den West-Ost-Profilen nicht berührt.

In der ausführlichen Legende der Beil. 1 sind die Böden nach ihren für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung bedeutsamen Eigenschaften in Boden- gruppen (A bis D) gegliedert (z.T. nach der Bodenübersichtskarte von Bayern 1 : 500 000 von F. VOGEL und K. BRUNNACKER 1955). Die Bodengruppe A enthält die basenreichen, auf den Überflutungsbereich der periodisch oder auch nur episodisch auftretenden Hochwässer beschränkten, semiterrestrischen Auenböden. In den Gruppen B und C sind — mit Ausnahme der Böden aus Alm (Leg. Nr. 3) — terrestrische, d. h. ohne Grundwassereinfluß entstandene Bodenformen zusammengefaßt. Dabei überwiegen in der Gruppe B die Böden mit hoher bis guter nachschaffender Kraft und hoher bis mittlerer Basensättigung, in der Gruppe C die Böden mit vorwiegend mittlerer bis geringer nachschaffender Kraft und meist geringer Basensättigung. In der Reihenfolge von B nach C werden im allgemeinen die Standorteigenschaften ungünstiger. Eine Zwischenstellung nehmen die Böden der Moränen (Leg. Nr. 6 a und 6 b) und die Böden auf pleistozänen Schottern mit kalkreichen bis kalkarmen Deckschichten (Leg. Nr. 9) ein, für die Klima, Relief und Vegetation als Faktoren der Bodenbildung einen wesentlichen Einfluß haben.

In der Tabellenlegende sind die Böden ferner nach ihrer Bodenart, ihrer bodentypologischen Zuordnung und nach ihrem Ausgangsmaterial charakterisiert. Der ökologische Feuchtegrad gibt wesentliche Hinweise über das pflanzenverfügbare Bodenwasser in der Vegetationszeit und bildet einen entscheidenden Faktor in der Frage nach der potentiellen Bodennutzung. Die weiteren Angaben betreffen die derzeitige Bodennutzung und die Bodenbewertung.

Die wichtigsten im Kartengebiet auftretenden Böden und deren Eigenschaften sind in den nachstehenden Abschnitten in sehr stark zusammengefaßter Weise beschrieben. Für spezielle Fragen wird auf die Erläuterungen zur Bodenkarte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 7927 Amendingen verwiesen (JERZ 1975), in denen vor allem die für das mittlere Iller-Mindel-Gebiet typischen Bodeneinheiten ausführlich behandelt und durch chemische und physikalische Analysendaten belegt sind.

(1) Im Moränen-Hügelland lassen sich geomorphologisch und bodenkundlich die älteren Moränen von den jüngeren trennen. Die Böden der Altmoränen unterscheiden sich von denen der Jungmoränen durch ihre größere Entkalkungs- und Entwicklungstiefe, die durch das höhere Bodenalter bedingt ist. Diese Bodenaltersgrenze markiert im gesamten nördlichen Alpenvorland sehr deutlich die äußerste Würmvereisungsgrenze (vgl. auch WERNER 1964). Innerhalb der Altmoränen der Riß- und Mindelvereisung sind die Unterschiede durch jüngere Deckschichten mehr oder minder stark verwischt. Auch im Übergang zu den altpleistozänen Schotterplatten mit z. T. mächtigen Lößlehm- und Decklehmauflagen ist der Bodenwechsel allmählich.

Die Moränenböden sind im allgemeinen äußerst vielfältig, was einerseits bei den Jungmoränen im unterschiedlichen Material und Kornaufbau, im bewegten Relief und in den wechselnden hydrologischen Verhältnissen begründet ist und andererseits auf den Altmoränen durch zwei- und mehrschichtige Bodenprofile mit Deckschichten und Fließerden bedingt ist.

Die vorherrschenden Bodentypen sind Parabraunerden und Braunerden aus sandigem bis tonigem Lehm. Auf Altmoränen mit dichter Decklehmauflage sind die Böden häufig und vor allem im Untergrund pseudovergleyt.

Die Moränenböden sind humusreich, ihre Bodenreaktion ist neutral und (häufiger) sauer bis stark sauer (unter Wald); die Basensättigung ist vorwiegend mittel bis gering. Im Illergletschergebiet mit vorwiegend karbonatischem Bodenausgangsmaterial ist ihre Versorgung mit Nährstoffen ohne Düngergaben nicht ausreichend.

Nutzung: Dauergrünland; Wald.

(2) Die Böden der Riedellandschaft (ohne Täler) umfassen hauptsächlich tiefgründige Braunerden und Parabraunerden aus sandigem, schluffigem und tonigem Lehm. Die verschiedenen Bodenausgangsmaterialien sind Schotter, Decklehm, Lößlehm, Löß sowie vor allem an den Flanken der Riedel neben Molassesanden und -mergel auch Fließerden.

Die Böden dieser genannten Substrate (vgl. Gruppe B und C, siehe Beilage 1) sind bei Ackernutzung mäßig und unter Grünland oder Wald stark humushaltig. Die Bodenreaktion ist auf den Agrarflächen der Gruppe B alkalisch bis schwach sauer und in der Gruppe C sauer bis stark sauer. Unter Wald sind generell (stark) saure Reaktionsverhältnisse vorherrschend. Die Basensättigung ist bei den jüngeren Bodenbildungen hoch bis mittel (Leg. Nr. 3—9, außer 6 b) und bei den älteren Böden gering (Leg. Nr. 6 b, 10—13). Die Sorptionskapazität für Nährstoffe ist überwiegend als mittel und in den Lößböden als hoch zu bezeichnen (Leg. Nr. 7 sowie z. T. 8 und 9). Bei gutem bis mittlerem Nachlieferungsvermögen der Böden ist die natürliche Nährstoffversorgung für Kali meist mittel und für Phosphor gering.

Die Wasserkapazität ist im allgemeinen hoch bis sehr hoch, auf Molasse-schichten und Terrassenschotter mittel bis gering. Die Ertragsleistung kann als mittel und bei günstigen Voraussetzungen auch als hoch eingestuft werden; sie ist jedoch nach Süden (klimabedingt) abnehmend.

Nutzung: Acker und Grünland; Wald.

Für eine Ackernutzung besonders geeignet sind die Flächen der Leg. Nr. 7 und 8. Die Bodeneinheiten der Leg. Nr. 9 und 11 sind im Norden noch gut und gegen Süden nur noch bedingt ackerfähig.

Eine Sonderstellung nehmen die grundwassernahen Böden aus Altm und Kalktuff bei Memmingen ein (Leg. Nr. 3). Sie sind hochkalkhaltig, jedoch nur bei guter Versorgung mit wichtigen Nährstoffen (Kali, Phosphor) und mit Spurenelementen ertragreich. Trockenheit und Grundwasserabsenkungen können zu beträchtlichen Dürreschäden führen.

Nutzung: Grünland, z. T. Acker.

(3) Die Böden der Täler aus kiesigen und sandigen Flußablagerungen setzen sich im Donau-, Iller-, Mindel- und Wertach-Tal aus kalkreichen und z. B. im Roth-, Günz- und Kammlach-Tal aus kalkärmeren (bis \pm kalkfreien) Auenböden, aus flachgründigen (Kalk-)Braunerden sowie aus teilweise kalkhaltigen, mineralischen und organischen Grundwasserböden zusammen. Letztere sind hauptsächlich im Donautal sowie im Roth-, Günz- und Mindeltal verbreitet.

Bezeichnend für die Talböden i. e. S. sind hohe Humusgehalte und eine alkalische bis neutrale Bodenreaktion. Sehr unterschiedlich und abhängig vom Ausgangsmaterial, von der Korngrößenzusammensetzung und vom Grundwasserstand sind die Nährstoff- und Sorptionsverhältnisse, die Wasserkapazität und die Ertragsleistung.

Nutzung: Grünland, vereinzelt Streuwiesen; Auwald.

Die Böden der (höheren) Postglazialterrassen und die des Iller-Schwemmkogels werden bevorzugt als Grünland, zeitweise auch als Acker genutzt (Wechselland).

7. Literatur

- ABELE, G., FUCHS, B. & STEPHAN, W.: Die westliche bayerische Vorlandmolasse. — In: Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1 : 300 000, S. 46—58, München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1955.
- ANDRES, G. & PFEIFFER, D.: Erläuterungen zur Hydrogeologischen Übersichtskarte 1 : 500 000 Blatt Augsburg. — 154 S., Remagen (Bundesanst. f. Landeskunde) 1955.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT: Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1 : 300 000. — 102 S., München 1955.
- Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 500 000. — 2. Aufl., 344 S., München 1964.

- BECKER, B.: Warmzeitliche (postglaziale) Schotterakkumulation des Illerschwemmkegels zwischen Senden und Burlafingen und der Donau zwischen Pfuhl und Nersingen. — In: Führer zu den Exkursionen der 16. wissensch. Tagung der DEUQUA, S. 18—19, Stuttgart 1972.
- BRUNNACKER, K.: Die bodenkundlichen Verhältnisse der würmeiszeitlichen Schotterfluren im Illergebiet. — *Geologica Bavarica*, **18**, S. 113—130, München 1953.
- Die Geschichte der Böden im jüngeren Pleistozän in Bayern. — *Geologica Bavarica*, **34**, 95 S., München 1957.
 - Zur Kenntnis des Spät- und Postglazials in Bayern. — *Geologica Bavarica*, **43**, S. 74—150, München 1959.
- DAUSCHEK, H.: Die Beziehungen zwischen Grund- und Flußwasser und deren Beeinflussung durch Stauanlagen im Wertachtal zwischen Ettringen und Augsburg. — Diss. Univ. München, München 1973.
- DEHM, R.: Zur Gliederung der jungtertiären Molasse in Süddeutschland nach Säugetieren. — *N. Jb. Geol. u. Paläontol.*, **1951**, Mh., S. 140—152, Stuttgart 1951.
- Die Säugetierfaunen in der Oberen Süßwassermolasse und ihre Bedeutung für die Gliederung. — In: Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1 : 300 000, S. 81—88, München 1955.
- EBERL, B.: Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande (Iller-Lechgletscher). — 427 S., Augsburg (B. Filser) 1930.
- EICHLER, H.: Das präwürmeiszeitliche Pleistozän zwischen Riß und oberer Rottum. Ein Beitrag zur Stratigraphie des nordöstlichen Rheingletschergebietes. — *Heidelberger Geogr. Arb.*, **30**, 144 S., 5 K., 2 Prof., Heidelberg 1970.
- ERB, L. & KIDERLEN, H.: Erläuterungen zur Molassekarte 1 : 300 000, Anteil Baden-Württemberg. — In: Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1 : 300 000, S. 33—41, München 1955.
- FÜCHTBAUER, H.: Transport und Sedimentation der westlichen Alpenvorlandmolasse. — *Heidelb. Beitr. Mineral. u. Petrogr.*, **4**, S. 26—53, Würzburg 1954.
- Die Sandsteine in der Molasse nördlich der Alpen. — *Geol. Rdsch.*, **56**, S. 266—300, Stuttgart 1967.
- GERMAN, R.: Die Würmvereisung an Rhein- und Illergletscher zwischen Federseebecken und Günztal. — *Geologica Bavarica*, **43**, S. 3—73, München 1959.
- GLÜCKERT, G.: Mindel- und rißeiszeitliche Endmoränen des Illervorlandgletschers. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **25**, S. 96—106, Öhringen 1974.
- GRAUL, H.: Zur Morphologie der Ingolstädter Ausräumungslandschaft. Die Entwicklung des unteren Lechlaufes und des Donaumoosbeckens. — *Forsch. z. deutsch. Landeskde.*, **43**, Leipzig 1943.
- Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 179 Ulm. — *Geogr. Landesaufnahme 1 : 200 000*. 39 S., 1 K., Stuttgart (Amt für Landeskunde) 1952.
 - Bemerkungen zu einer geologischen Übersichtskarte des Iller-Riß-Gebietes. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **105**, S. 517—524, Hannover 1953. — [1953 a].
 - Über die quartären Geröllfazien im deutschen Alpenvorland. — *Geologica Bavarica*, **19**, S. 266—280, München 1953. — [1953 b].
 - In: H. GRAUL & I. SCHAEFER: Zur Gliederung der Würmeiszeit im Illergebiet. — *Geologica Bavarica*, **18**, S. 13—48, München 1953. — [1953 c].
 - Eine Revision der pleistozänen Stratigraphie des Schwäbischen Alpenvorlandes (mit einem bodenkundlichen Beitrag von K. BRUNNACKER). — *Peterm. Geogr. Mitt.* **1962** (4), S. 253—271, Gotha 1962.
 - Führer zur zweitägigen Exkursion im nördlichen Rheingletschergebiet. — In: Beiträge zu

- den Exkursionen anlässlich der DEUQUA-Tagung 1968 in Biberach a. d. Riß. — Heidelberg Geogr. Arb., **20**, S. 31—75, Heidelberg 1968.
- Der Stand der Quartärforschung im Süden der Bundesrepublik in lithostratigraphischer, pedologischer und geomorphologischer Hinsicht. — Heidelberg Geogr. Arb., **38**, S. 251—265, Heidelberg 1973.
- GRAUL, H., SCHAEFER, I. & WEIDENBACH, F.: Quartärgeologische Exkursion durch die Riß-Lech-Platte. — *Geologica Bavarica*, **6**, S. 91—117, München 1951.
- GROSCHOPE, P.: Geologie des tieferen Untergrundes von Ulm. — *Mitt. Ver. f. Naturw. u. Math. Ulm*, **27**, S. 167—183, Ulm 1965.
- JERZ, H.: Erläuterungen zur Bodenkarte von Bayern 1 : 25 000 Blatt Nr. 7927 Amendingen. — München (Bayer. Geol. L.-Amt). — [In Druckvorbereitung].
- KIDERLEN, H.: Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des Süddeutschen Tertiärs. — *N. Jb. Mineral. usw.*, **66**, Beil.-Bd., Abt. B, S. 215—384, Stuttgart 1931.
- LÉGER, M.: Die Deckschichten auf den Terrassen des unteren Mindeltales. — In: Führer zu den Exkursionen der 16. wissenschaftl. Tagung der DEUQUA, S. 30—34, Stuttgart 1972.
- LEMCKE, K.: Die Lagerung der jüngsten Molasse im nördlichen Alpenvorland. — *Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing.*, **39**, Nr. 95, S. 29—41, Riehen/Basel 1972.
- Zur nachpermischen Geschichte des nördlichen Alpenvorlandes. — *Geologica Bavarica*, **69**, S. 5—48, München 1973.
- LEMCKE, K., ENGELHARDT, W. v. & FÜCHTBAUER, H.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes. — *Beih. Geol. Jb.*, **11**, 182 S., Hannover 1953.
- LÖSCHER, M.: Die präwürmzeitlichen Schotterablagerungen in der nördlichen Iller-Lech-Platte. — *Ungedr. Diss. Univ. Heidelberg (Geogr. Inst.)*, 158+41 S., 4 K., 17 Prof., Heidelberg 1974.
- LÖSCHER, M. & LÉGER, M.: Probleme der Pleistozänstratigraphie in der nördlichen Iller-Lech-Platte. — *Heidelberg Geogr. Arb.*, **40** (Hans Graul-Festschrift), S. 59—76, Heidelberg 1974.
- MEYNEN, E. & SCHMITHÜSEN, J.: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. — Remagen 1953.
- MOOS, A.: Beiträge zur Geologie des Tertiärs im Gebiet zwischen Ulm a. d. Donau und Donauwörth. — *Geogn. Jh.*, **37**, S. 167—252, München 1925.
- PENCK, A.: Die Vergletscherung der deutschen Alpen, ihre Ursachen, periodische Wiederkehr und ihr Einfluß auf die Bodengestaltung. — 484 S., Leipzig (Barth) 1882.
- PENCK, A. & BRÜCKNER, E.: Die Alpen im Eiszeitalter. — 3 Bde., 1199 S., Leipzig 1901/09.
- SCHÄDEL, K. & WERNER, J.: Neue Gesichtspunkte zur Stratigraphie des älteren und mittleren Pleistozäns im Rheingletschergebiet. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **14**, S. 5—26, Öhringen 1963.
- SCHAEFER, I.: Die Würmeiszeit im Alpenvorland zwischen Riß und Günz. — *Abh. Naturkde. u. Tiergartenver. f. Schwaben e. V.*, **2** (Geolog.-Paläontol. Reihe, H. 1), Augsburg 1940.
- Die diluviale Erosion und Akkumulation. Erkenntnisse aus Untersuchungen über die Talbildung im Alpenvorland. — *Forsch. z. deutsch. Landeskd.*, **49**, 154 S., Landshut 1950.
- In: H. GRAUL & I. SCHAEFER: Zur Gliederung der Würmeiszeit im Illergebiet. Stellungnahme zu den Ausführungen H. GRAULS. — *Geologica Bavarica*, **18**, S. 49—112, München 1953.
- Erläuterungen zur Geologischen Karte von Augsburg und Umgebung 1 : 50 000. — 92 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1957.
- The Succession of Fluvio-glacial Deposits in the Northern Alpine Foreland. — University

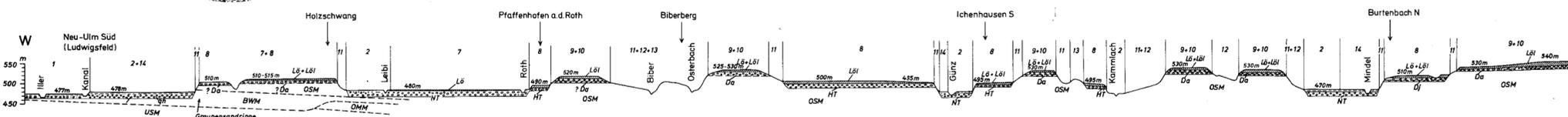
- of Colorado Studies, Series in Earth Sciences, **7**, S. 9—14, Boulder, Colorado, 1968. — [1968 a].
- Untergrund und Formenschatz des Landkreises Mindelheim. — In: Der Landkreis Mindelheim, S. 3—24, 1 Kte. (1 : 100 000), Mindelheim 1968. — [1968 b].
 - Das Grönenbacher Feld. — Eiszeitalter und Gegenwart, **23/24**, S. 168—200, Öhringen 1973.
- SCHEUENPFLUG, L.: Weißjurablöcke und -gerölle in pleistozänen Schottern der Zusamplatte (Bayerisch Schwaben). — *Geologica Bavarica*, **63**, S. 177—194, München 1970.
- SCHIEMENZ, S.: Fazies und Paläogeographie der Subalpinen Molasse zwischen Bodensee und Isar. — *Beih. Geol. Jb.*, **38**, 119 S., Hannover 1960.
- SCHLICKUM, W. R.: Die Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse von Ober- und Unterkirchberg. — *Arch. Moll.*, **92**, S. 1—10, Frankfurt/Main 1963.
- Die beiden miozänen Brackwasserbecken der süddeutschen Molasse und ihre Molluskenfauna. — *Senckenbergiana lethaea*, **52**, S. 569—581, Frankfurt/Main 1971.
- SCHULER, G.: Zur Stratigraphie und Lagerung des Tertiärs auf dem Oberen Eselsberg nördlich von Ulm/Donau (Ergebnisse der Baugrunderkundung für den Universitätsneubau). — *Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F.* **55**, S. 159—181, Stuttgart 1973.
- SINN, P.: Zur Stratigraphie und Paläogeographie des Präwürm im mittleren und südlichen Illergletscher-Vorland. — *Heidelberger Geogr. Arb.*, **37**, 159 S., 5 Karten, 12 Prof., Heidelberg 1972.
- Zur Ausdehnung der Donau-Vergletscherung im schwäbischen Alpenvorland. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **22**, S. 188—191, Öhringen 1971.
 - Geröll- und geschiebekundliche Untersuchungen im südlichen und mittleren Illergletscher-Vorland. — *Heidelberger Geogr. Arb.*, **38**, S. 90—108, Heidelberg 1973.
- STEPHAN, W.: Ein tortoner vulkanischer Brockhorizont in der Oberen Süßwassermolasse Bayerns. — *Geologica Bavarica*, **14**, S. 76—85, München 1952.
- Molassebecken. — In: *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 500 000.* — S. 92—112, München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1964.
- TROLL, C.: Die jungglazialen Schotterfluren im Umkreis der deutschen Alpen. — *Forsch. deutsch. Landes- u. Volkskde.*, **24**, S. 158—256, Stuttgart 1926.
- ULBRICH, R.: Das Grundwasser im Jungtertiär zwischen Donau, Iller und Isar. — *Die Wasserwirtschaft*, **63**, S. 216—218, Stuttgart 1973.
- VOGEL, F.: *Erläuterungen zur Bodenkundlichen Übersichtskarte von Bayern 1 : 500 000.* — 168 S., München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1961.
- WEIDENBACH, F.: Geologische Exkursionen in das Quartär des nördlichen Alpenvorlandes. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **102**, S. 317—327, Hannover 1951.
- WERNER, J.: Grundzüge einer regionalen Bodenkunde des südwestdeutschen Alpenvorlandes. — *Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Bad.-Württ.*, **17**, 91 S., Freiburg i. Brsg. 1964.



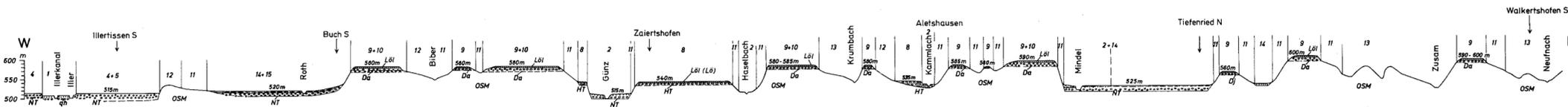
Geologische West-Ost-Profile zur Übersichtskarte 1:100 000 des Iller-Mindel-Gebietes mit Bodengesellschaften

Erläuterung der Bodeneinheiten (vgl. Ziffern)

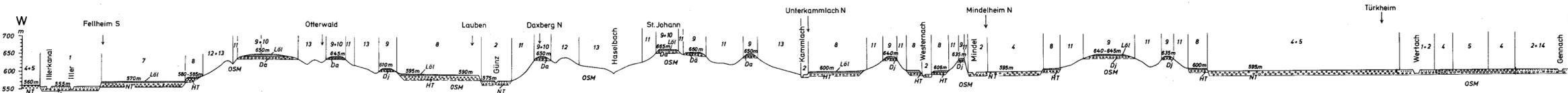
Profil 1 53 58 000



Profil 2 53 42 000



Profil 3 53 26 000



Erläuterung der Abkürzungen in den Querprofilen:

- qh Postglazialschotter (Holozän)
- NT Niederterrassenschotter (Jungpleistozän)
- HT Hochterrassenschotter (Mittelpleistozän)
- Dj Jüngere Deckenschotter (Altpleistozän)
- Da Ältere Deckenschotter (Altpleistozän)
- Dä Älteste Deckenschotter (Ältestpleistozän)
- L6 L6B (kalkreich bis kalkhaltig)
- L6L L6blehm (entkalkt) und Decklehme
- OSM Obere Süßwassermolasse (Ob. Miozän-Pliozän)
- BWM Brackwassermolasse (Ob. Miozän)
- OMM Obere Meeresmolasse (Miozän)
- USM Untere Süßwassermolasse (Oligozän-Miozän)

Maßstab 1:100 000
10 fache Überhöhung

Erläuterung der Bodengesellschaften
(siehe geologische West-Ost-Profile)

| Legenden-Nr. | Bodenarten | Allgemeine bodentypologische Kennzeichnung | Bodenausgangsmaterial | Ökologischer Feuchtegrad (kennzeichnend für den Bodenwasserhaushalt während d. Veg. Zeit) | Derzeitige Bodennutzung | Bodenbewertung |
|---|--|--|--|--|---|--|
| A. Auenböden (Überflutungsböden); hohe Basensättigung | | | | | | |
| 1 | Lehmiger Sand bis lehmiger Schluff, oft kiesig, auf karbonatreichem Schotter | Vorwiegend Auenrendzina, kalkreich | Junge Flußablagerungen | mäßig trocken bis mäßig frisch | Auwald; Grünland-Wechselland | Böden sehr geringer bis mittlerer Qualität (20-45); landwirtschaftliche Nutzung (als Grünland) nur auf hochwassergeschützten Flächen. |
| 2 | Lehmiger Sand bis schluffiger Lehm, z.T. kiesig | (Brauner) Auenboden, meist kalkhaltig, häufig als Gley, stellenweise anmoorig | Junge Ablagerungen in Flußauen und größeren Bachtälern | wechselfeucht bis feucht | Auwald; Grünland | Böden vorwiegend mittlerer Qualität (30-60); Mähweide, z.T. auch Ackerstandorte. |
| B. Böden mit hoher bis guter nachschaffender Kraft; hohe bis mittlere Basensättigung | | | | | | |
| 3 | Feinsandiger bis toniger Schluff | Rendzina, Rendzina-Gley und Kalkgley, z.T. anmoorig | Alm, Kalktuff, Kalktuffsand | wechselfeucht bis feucht, stellenweise naß | Grünland | Böden mittlerer (bis guter) Qualität (40-60); Mähweidenutzung, nach längeren Trockenperioden unausgeglichene Erträge. |
| 4 | Sandiger Lehm, kiesig, auf Schotter (überwiegend aus Karbonatgeröll) | Braunerde (und Parabraunerde) geringer bis mittlerer Entwicklungstiefe, örtlich (Kultu-)Rendzina | Postglaziale (bis spätglaziale) Schotter | mäßig frisch bis frisch, örtlich mäßig trocken | Grünland (Ackernutzung zurücktretend) | Böden mittlerer bis guter Qualität (50-65); intensive Mähweidenutzung, nach Norden zu bei Niederschlägen unter 850 mm pro Jahr auch für Ackerbau geeignet. |
| 5 | Sandiger und schluffiger Lehm, z.T. mit Geröll, auf Schotter (vorwiegend aus Karbonatgeröll) | Braunerde und Parabraunerde meist mittlerer Entwicklungstiefe | Jungpleistozäne Schotter; (Niederterrassenschotter, Würm-Eiszeit) | frisch bis mäßig frisch | | |
| 6 a* | Sandiger bis toniger Lehm, geschiebeführend | Braunerde und Parabraunerde meist mittlerer bis großer Entwicklungstiefe, stellenweise Rendzina | Jungpleistozäne Moränen (Würm-Eiszeit) | mäßig frisch, z.T. mäßig trocken | Grünland; Wald | Böden vorwiegend mittlerer Qualität (35-55); Mähweidenutzung. Nasse Standorte Grenzertragsböden. |
| 6 b* | Sandiger bis toniger Lehm, z.T. kiesig-sandig | Braunerde und Parabraunerde großer Entwicklungstiefe, häufig pseudovergleyt | Mittel- und altpleistozäne Moränen (Riß- und Mindelzeit), meist mit Decklehmedecke | frisch bis wechselfeucht | Grünland; Wald | Böden mittlerer Qualität (40-55). [Basensättigung meist mittel bis gering]. Mähweidenutzung. |
| 7 | Feinsandiger bis schluffiger Lehm | Braunerde mittlerer bis großer Entwicklungstiefe | L6B (im Norden) und L6blehm (im Süden); Jungpleistozän | frisch (bis mäßig frisch) | Wechselland (Acker vorherrschend); z.T. Wald | Böden guter Qualität (60-75) mit den besten Ackerstandorten der Region. |
| 8 | Feinsandiger bis schluffiger, toniger Lehm, z.T. mit kiesig-sandiger Beimengung | Braunerde und Parabraunerde, meist großer Entwicklungstiefe, örtlich pseudovergleyt | L6B (im Norden) und L6blehm (im Süden); z.T. mit älteren Verwitterungsböden (aus Schotter) vermischt | frisch (bis mäßig frisch) | Wechselland (Acker vorherrschend) | Böden guter bis mittlerer Qualität (55-70); bei Niederschlägen unter 850 mm pro Jahr gute Ackerstandorte. |
| 9 | Lehm mit wechselndem Gehalt an Feinsand und Schluff, z.T. tonig, z.T. mit kiesig-sandiger Beimengung | Braunerde und Parabraunerde großer Entwicklungstiefe, häufig staunäß (pseudovergleyt), in Mulden auch als Gley | L6B (im Norden) und L6blehm (im Süden); z.T. Decklehme, auf altpleistozänen Schottern | frisch, wechselfeucht, im Süden bis mäßig feucht | Wechselland (überwiegend Acker), z.T. Wald; gegen Süden zunehmend Grünland | Böden mittlerer bis guter Qualität (40-65). [Basensättigung bei L6B hoch, bei Decklehm gering]. Im Norden Ackerland, bei Staunässe jedoch Feldbau erschwert; im Süden intensive Mähweidenutzung. |
| C. Böden mit mittlerer bis geringer nachschaffender Kraft; meist geringe Basensättigung (z.T. versauert) | | | | | | |
| 10 | Schluffreicher (toniger) Lehm, z.T. kiesig-sandig | Braunerde bis Pseudogley | L6blehm und Decklehm auf alt- und ältestpleistozänen Schottern | wechselfeucht, z.T. feucht | Wald; Grünland | Böden geringer bis mittlerer Qualität (35-50); Grünland- und Waldstandorte, Ackernutzung schwierig. |
| 11 | Sandiger Lehm bis schluffiger Lehm, z.T. mit kiesiger Beimengung | Braunerde geringer bis großer Entwicklungstiefe, in Hanglage häufig durch Quellaustritte vergleyt | Tertiäre Sande und Mergel, mit pleistozänen Decklehmern und Fließerdern vermischt | frisch bis mäßig feucht | im Norden vorwiegend Ackerland, z.T. Wald; im Süden Grünland-Wechselland und Wald | Böden unterschiedlicher Qualität (35-65), mit zunehmender Nässe geringere Bodenwerte. |
| 12 | Lehmiger bis stark lehmiger Sand, z.T. z.T. schluffig-tonig, glimmerhaltig | Braunerde vorwiegend großer Entwicklungstiefe, stellenweise staunäß (pseudovergleyt) | Sand, Sandmergel und Mergel der Molasse (Tertiär) | mäßig frisch bis frisch, z.T. wechselfeucht | Wechselland (überwiegend Grünland), z.T. Wald | Böden mittlerer Qualität (35-55), Hanglagen rutsch- und erosionsgefährdet, z.T. Grenzertragsböden. |
| 13 | Schwach lehmiger bis lehmiger Sand bis stark sandiger Lehm | Braunerde mittlerer bis großer Entwicklungsstufe, Pseudogley und Gley | Tertiäre Sande (Flinz) | mäßig frisch bis mäßig trocken | Wald; Wechselland (vorwiegend Grünland) | Böden mittlerer (bis geringer) Qualität (30-45), z.T. Grenzertragsböden, Vorzugsweise Waldstandorte. |
| D. Organisch-mineralische Grundwasserböden und Moorböden | | | | | | |
| 14 | Anmooriger, sandiger bis schluffiger Lehm, z.T. kiesig | Anmoorgley, z.T. erdiger Niedermoorboden, vielfach kalkhaltig | Jungquartäre (holozäne) Bildungen | mäßig feucht bis naß | Grünland; Streuwiesen | Meist mittelwertige Grünlandstandorte (30-45), für Weidenutzung bedingt geeignet. |
| 15 | Niedermoorortf | Niedermoor, z.T. Moorgley | | mäßig feucht bis naß | | |

* Die Legenden-Nr. 6a und 6b treten in den geologischen West-Ost-Profilen nicht auf.