

Zur Paläogeographie der nördlichen Iller-Lech-Platte und zur Genese ihrer Schotter im Altpleistozän

MANFRED LÖSCHER, KLAUS MÜNZING & WOLFGANG TILLMANNNS*)

Northern alpine foreland (Iller-Lech-Platte), lower pleistocene, paleogeography (lower pleistocene Danube), stratigraphy of gravel bodies, heavy minerals, molluscs.

Kurzfassung: Der schotterpetrographische Nachweis eines altpleistozänen Donaulaufes in der nordwestlichen Iller-Lech-Platte erfordert bis in das frühe Altpleistozän hinein für die Iller einen nach NE gerichteten Abfluß. Die heutige Abflußrichtung ist erstmals mit der Entstehung der Zwischenterrassenschotter nachweisbar. Schwermineralogisch ist der altpleistozäne Donaulauf nach Einmündung in das Molassebecken nur noch auf kurze Strecke zu verfolgen. In seinen übrigen Laufabschnitten finden sich ausschließlich von der Molasse (OSM) geprägte Schwermineralspektren.

Die bei Burgau und Wörleschwang im Sediment der altpleistozänen Donau gefundenen Mollusken sind warmzeitlich. Dieser Befund wird zumindest auf Teilbereiche des betreffenden Schotterkörpers übertragen.

[On the Paleogeography of the Northern Iller-Lech-Platte and the Origin of its Gravel Bodies during Lower Pleistocene]

Abstract: The existence of the Danube in the NW area of the Iller-Lech-Platte during the Lower Pleistocene which has been proven by gravel analysis leads to the conclusion that the Iller flowed in a NE direction until the Lower Pleistocene. The direction of the present drainage manifests for the first time with the sedimentation of the "Zwischenterrassenschotter". It is possible by means of heavy minerals to follow only a short distance the direction of the lower pleistocene Danube after it passes through the Molasse-basin. In the following stretch the heavy mineral spectrum derives solely from the Molasse (OSM). The molluscs which have been found in the sediments of the lower pleistocene Danube near Burgau and Wörleschwang are warm climatic. This result can be transferred at least to parts of the concerning gravel body.

1. Vorbemerkungen

Im nördlichen Teil der Iller-Lech-Platte wurden in den letzten Jahren wichtige Hinweise für die Genese dieser Landschaft, vor allem im Altpleistozän, gefunden.

Im folgenden Text sind verantwortlich:

- a) M. Löscher für Stratigraphie und Klimagenese der Schotterablagerungen und Paläogeographie,
- b) K. Münzing für Mollusken,
- c) W. Tillmanns für Schwerminerale.

2. Die paläogeographische Entwicklung

Die Schlüsselstellung für die Klärung der paläogeographischen Entwicklung dieses Gebietes im Altpleistozän nimmt die Weißjurafazies, das Sediment der von SCHEUENPFLUG (1970, 1973) entdeckten altpleistozänen Donau ein. Hierbei handelt es sich um eine Schotterfazies, die an bestimmten Stellen im Liegenden des donaukaltzeitlichen unteren Deck-

*) Anschriften der Verfasser: Dr. M. Löscher, Geograph. Inst. d. Univ. Heidelberg, Grabengasse 1, 6900 Heidelberg; Dr. K. Münzing, Geol. Landesamt Bad.-Württ., Albertstr. 5, 7800 Freiburg i. Br.; Dr. W. Tillmanns, Geol. Inst. d. Univ. Köln, Zulpicher Straße 49, 5000 Köln 1.

schotter¹⁾ vorkommt und die in der Fraktion 20—63 mm ϕ zu etwa 75 % aus Weißjurageröllen besteht; der Rest sind harte, widerständige Gerölle, wie sie im Einzugsbereich der Donau oberhalb von Ulm — einschließlich der pliozänen Höhengschotter auf der Westalb — vorkommen (Näheres hierzu bei SCHEUENPFLUG 1973 und LÖSCHER 1976). Alpine Carbonatgerölle fehlen in der Weißjurafazies völlig.

Der Südrand der Weißjurafazies liegt bis zu 18 km südlich des heutigen Donaustromes und bis zu 80 m höher als der würmeiszeitliche bzw. holozäne Donautalboden (Abb. 1). Das westlichste Vorkommen von nicht entkalkter Weißjurafazies liegt bei Deubach an der Ostseite des Günztales (TK 7627), das östlichste ca. 1 km östlich Welden (TK 7530). Zur Lage der genannten Orte vergleiche Abb. 2 a.

Aus den genannten Fakten ergibt sich die wichtige Konsequenz, daß zur Zeit der Sedimentation der Weißjurafazies die Iller samt einiger westlich benachbarter Flüsse nur östlich Welden in die Donau einmünden konnte²⁾. Diese Vorstellung ist aus anderer Sicht auch schon von SCHAEFER (1957: 31) kurz angedeutet und von SINN (1972: 78) definitiv gefordert worden.

Bei der Wasserscheide, die damals die Einzugsgebiete von Iller und Donau voneinander getrennt haben muß, kann es sich nur um diejenige handeln, die GRAUL (1943, 1949) zwischen Mindel- und Lechtal rekonstruiert und als „Dinkelscherbener Altwasserscheide“ bezeichnet hat. Das Fehlen alpiner Carbonatgerölle in der Weißjurafazies spricht nun allerdings dafür, daß sich diese Altwasserscheide wesentlich weiter nach W fortgesetzt haben muß (Abb. 2 a).

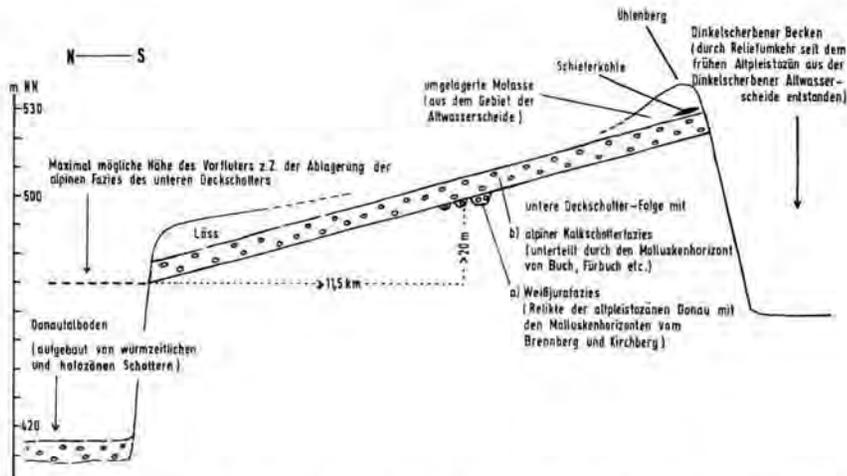


Abb. 1: Stratigraphische Beziehung der Schotterfazies und der Molluskenfaunen des unteren Deckschotter in der nördl. Iller-Lech-Platte. Entwurf M. Löscher.

¹⁾ Wie schon bei LÖSCHER (1976), wird auch hier bei der Benennung der Schotterkörper weitgehend auf die inzwischen überholte PENCKsche Nomenklatur verzichtet und stattdessen diejenige von GRAUL (1943, 1962) benützt, die der großen Anzahl der hier auftretenden Schotterablagerungen weitaus besser gerecht wird.

²⁾ Der Alpenrhein muß damals schon durch das Hochrheintal abgefließen sein, da weder in den hier besprochenen altpleistozänen, noch in den ältestpleistozänen Schotterablagerungen der Iller-Lech-Platte typische Rheingerölle gefunden worden sind. Dadurch wird der Befund von BOENICK (1970) indirekt gestützt.

Die Weißjurafazies wird — stellenweise mit scharfer Diskordanz — von einer alpinen Kalkschotterfazies (mit unterschiedlicher Geröllführung, LÖSCHER 1976) überlagert. Zwischen beiden Schotterfazies (Abb. 1) muß ein beträchtlicher Hiatus liegen, da die hangende Fazies auf einen Vorfluter eingestellt war, der um über 20 m tiefer und um mehr als 11,5 km weiter nördlich als der Südrand der Weißjurafazies lag.

Die alpine Schotterfazies im Hangenden (Abb. 1) bedeckt ein sehr viel größeres Areal als die Weißjurafazies im Liegenden und baut den auch heute noch große Flächen abdeckenden Schotterkörper auf, den GRAUL (1962) als „unteren Deckschotter“ bezeichnet hat. Er wurde von der Iller und anderen subalpinen Flüssen in der nördlichen Iller-Lech-Platte abgelagert, nachdem die Altwasserscheide in ihrem mittleren Abschnitt abgetragen worden war und die Flüsse nun einen kürzeren Weg zum Vorfluter nehmen konnten. Die Donau hatte zwischen Ablagerung der Weißjurafazies und Laufveränderung der südlichen Zuflüsse ihren Lauf nach N verlagert und dabei eine in diese Richtung abdachende Ebene hinterlassen. Auf dieser konnten sich die von den Flüssen abgelagerten Schotter seitlich miteinander verzahnen und eine zusammenhängende Schotterfläche aufbauen, die das Ausmaß der Münchener Schiefen Ebene erreichte (Abb. 2 b).

Wie durch Schotteranalysen (vor allem der Fraktion 2—6,3 cm \varnothing) nachgewiesen wurde, hatten die Flüsse, die den unteren Deckschotter in der nördlichen Iller-Lech-Platte akkumulierten, damals dieselbe Abflußrichtung, wie heute noch alle größeren Flüsse östlich des Lechs in ihrem Unterlauf, nämlich von SW—NE.

Auf den unteren Deckschotter folgen zeitlich die Zwischenterrassenschotter. Sie sind auf den vorfluternahen Bereich beschränkt und hier wiederum fast ausschließlich auf ein kleines Areal beiderseits des unteren Lechs und auf ein größeres westlich bzw. südwestlich des unteren Günztales. Im letzteren treten die Zwischenterrassenschotter völlig an die Stelle des sonst so ausgedehnten unteren Deckschotters.

Wie die Geländeaufnahme ergab, werden die im N gelegenen Riedelflächen zwischen den fluvioglazialen Abflußrinnen von Günz, Weißenhorner Roth, Iller und württembergischer Rot jeweils von 2—4 Zwischenterrassenschottern aufgebaut, die — jeweils von E nach W abfallend — in Form kleiner Terrassentritten angeordnet sind. Auf Grund des Verlaufes ihrer Rinnenränder läßt sich nachweisen, daß sie von Flüssen abgelagert wurden, die in ihrem Unterlauf nach N bzw. NNW strömten (Abb. 2 c).

Die höheren Zwischenterrassenschotter liegen schon ca. 20—30 km südlich des Vorfluters niveaugleich mit dem unteren Deckschotter und gehen auch stellenweise direkt in diesen über. Im N jedoch, am Donautalsüdrand, liegen sie um 15 m tiefer als dieser auf gleicher Breite. Daraus ergibt sich für die Zwischenterrassenschotter mit 3,1—5 ‰ auch ein durchweg höheres Gefälle als für die auf gleicher Breite liegenden unteren Deckschotter mit 2,5—3,5 ‰. Die tieferen Zwischenterrassenschotter reichen weiter nach S und lassen heute keinen direkten Kontakt mit dem unteren Deckschotter erkennen (LÖSCHER 1976: 87). Alle Zwischenterrassenschotter werden von einer kristallinarmen und dolomitifreien Kalkschotterfazies aufgebaut und in ihrer Gesamtheit vorläufig ebenfalls noch in die Donau-Kaltzeit gestellt.

Die genannten Fakten führen zu folgendem Ergebnis: Zum Zeitpunkt der Entstehung des unteren Deckschotters lag nordwestlich der Linie Wain—Dietenheim—Günzburg noch Tertiärhügelland (Reste der Dinkelscherbener Altwasserscheide). Da dieses gegenüber den morphologisch widerständigeren Schottern schneller ausgeräumt wurde, konnte eine Anzapfung durch periglazial-fluviatile (autochthone) Flüsse erfolgen. Für die nach N abgelenkten Flüsse bedeutete die neue Abflußrichtung eine Laufverkürzung um ca. 50 ‰ und dadurch bedingt eine Zunahme des Gefälles, da der Vorfluter schon immer ein geringeres Gefälle (heute im Laufabschnitt unterhalb Ulm etwa 1 ‰, zur Zeit der altpleistozänen Donau 0,5 ‰) als die südlichen Nebenflüsse aufwies.

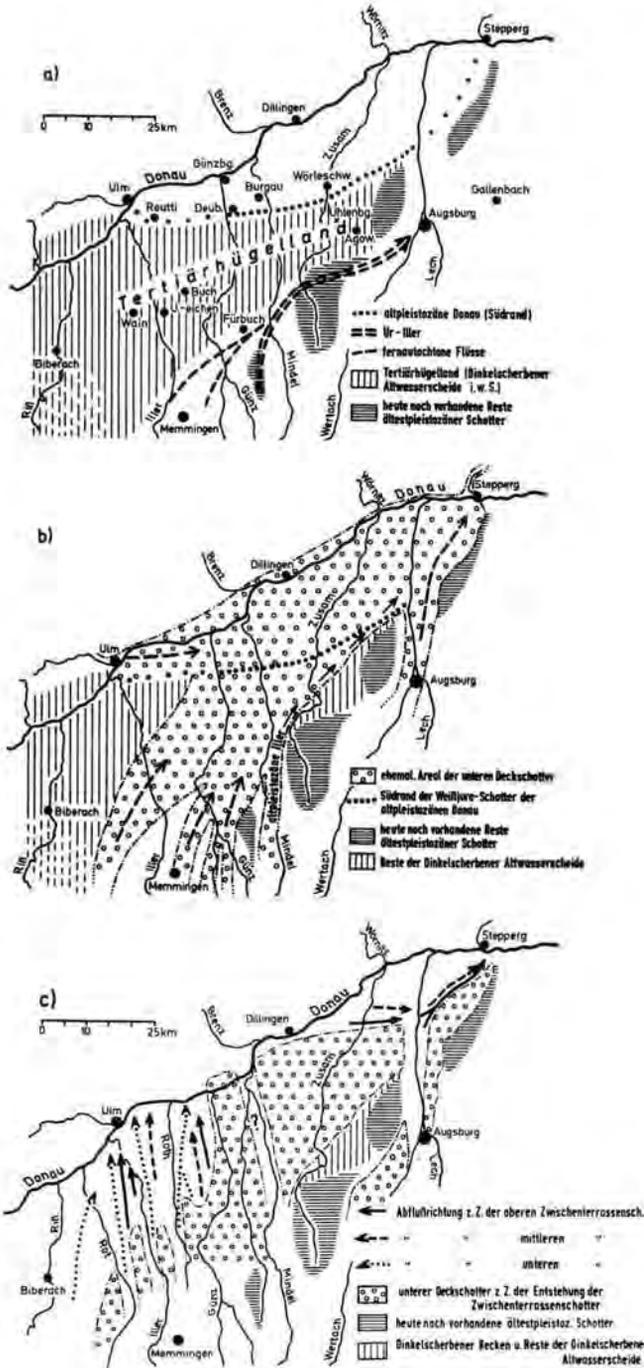


Abb. 2 a - c: Die Abflußverhältnisse der Iller-Lech-Platte an der Wende Ältest-/Altpleistozän. Entwurf M. Löscher.

Auf Grund der Anordnung der bisher untersuchten Zwischenterrassenschotter und ihrer petrographischen Zusammensetzung³⁾ muß angezweifelt werden, ob die verschiedenen Zwischenterrassenschotter jeweils eigenständige kaltklimatische Akkumulationsphasen repräsentieren, wie dies gemeinhin sonst bei Schotterkörpern in der Iller-Lech-Platte und im Alpenvorland angenommen wird. Nach den petrographischen Untersuchungen scheint es sich vielmehr um umgelagertes Material aus dem südlich und südwestlich angrenzenden Deckschotter (und zwar vorwiegend aus dessen hangender Fazies, s. hierzu SINN 1972 und LÖSCHER 1976) zu handeln, das nach der Laufverlegung der ursprünglich nach NE stürmenden Flüsse in den neuen Tälern sedimentiert wurde. Die Anordnung der Zwischenterrassenschotter in Form kleiner Terrassentreppen und mit den im Laufe der Zeit immer weiter nach S ausgreifenden Schotterkörpern läßt hierbei das Bestreben erkennen, die unmittelbar nach der Ablenkung noch instabilen Gefällsverhältnisse auszugleichen.

Ein eindeutiger (paläontologischer) Beweis für die nichtkaltzeitliche Genese konnte aber bis jetzt noch nicht erbracht werden.

Nach Ablagerung der Zwischenterrassenschotter gab es in der nördlichen Iller-Lech-Platte keine großen Flächen mehr, die nicht von Schotterfeldern bedeckt waren. In der nun folgenden Zeit werden die Schotter nicht mehr deckenförmig akkumuliert, sondern in die anschließend gebildeten Abflurrinnen als Schotterstränge eingelagert. Da der untere Deckenschotter und die Zwischenterrassenschotter auf die postdonauzeitlich gebildeten Talrinnen wie ein stabiles Korsett wirkten, wurden gemäß dem Wechsel von Erosion und Akkumulation die älteren Talschotter mehr oder weniger stark — und mitunter sogar völlig — ausgeräumt, bevor ein neuer Schotterkörper eingelagert werden konnte.

Nach Ablagerung der Zwischenterrassenschotter blieb in der nördlichen Iller-Lech-Platte die neue Abflußrichtung bis heute erhalten. Paläogeographisch bedeutsame Veränderungen gab es dann nur noch durch Laufverlegungen der Flüsse von einer Talrinne in eine andere, wie z. B. in der letzten Eiszeit der Wechsel der unteren Iller vom Weißenhorner Tal ins heutige untere Illertal.

3. Schwermineralogische Befunde zu den untersuchten Sedimenten

3.1. Arbeitsansatz

In diesem Abschnitt wird der Frage nachgegangen, inwieweit sich im Quartär der Iller-Lech-Platte mit Hilfe der Schwermineralanalyse paläogeographische Aussagen machen lassen und wieweit sich besonders der altpleistozäne Donaulauf mit dieser Methode nachweisen und verfolgen läßt.

Zu diesem Zweck wurden aus mehreren Profilen des genannten Gebietes Sandproben entnommen, die nach Vorbehandlung der Proben mit kochender HCl (zur Entfernung opaker Umkrustungen) und Abtrennung der Schwerminerale mittels Bromoform schwermineralogisch untersucht wurden. In den einzelnen Körnerpräparaten (Einbettungsmittel Aroclor, n=1,665) wurden jeweils 300 Körner ausgezählt.

Zu Vergleichszwecken wurden aus dem zuletzt von SCHULER (1973) beschriebenen Vorkommen einer pliozänen Donau auf dem Eselsberg bei Ulm ebenfalls Proben entnommen; dort lagern die Schotter in einer Erosionsrinne der USM, sonst in flächiger Verbreitung der OMM auf (SCHULER 1973). Weitere Vergleichsproben zur Charakterisierung der OSM wurden im Bereich der Iller-Lech-Platte an der Basis der Schotterkörper und aus dem Brockhorizont der OSM entnommen.

³⁾ Nach bisherigen Kenntnissen enthält jede glazifluviale Akkumulation in der Iller-Lech-Platte einen mehr oder weniger deutlichen Gehalt an Dolomiten. Da diese aber zu den Komponenten gehören, die am schnellsten verwittern, — s. hierzu FEZER (1969) zum Thema Tiefenverwitterung — enthalten umgelagerte Schottersedimente in ihrem Spektrum keine Dolomite mehr.

3.2. Befund

In den Profilen werden Granat, die Epidotgruppe (Epidot, Zoisit), Metamorphe (vorwiegend Staurolith und Disthen, untergeordnet Sillimanit und Andalusit) und die Stablen (Zirkon, Turmalin, Rutil, untergeordnet Anatas) dargestellt.

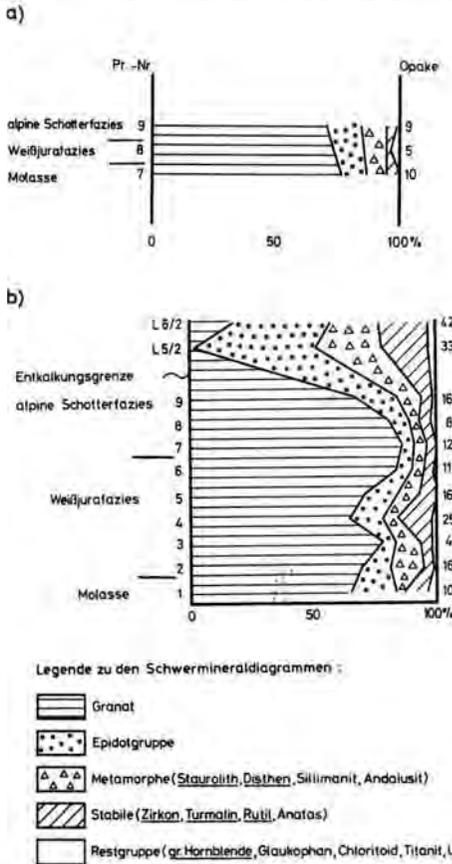


Abb. 3 a+b: Schwermineraldiagramm der Kiesgruben am Brennbach (2,5 km SW Burgau; RW 3602450/HW 5365280) und am Kirchberg (1 km E Wörleschwang; RW 4397260/HW 5367950), mit Legende zu den Schwermineraldiagrammen. Entwurf W. Tillmanns.

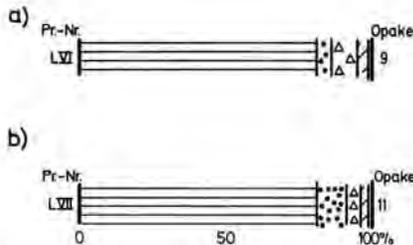


Abb. 4 a+b: Schwermineraldiagramm aus den tortonischen Brockhorizonten bei a) Gallenbach (RW 4433600/HW 5364340) und b) Agawang (RW 4403100/HW 5358460). Entwurf W. Tillmanns.

Die Proben aus den Profilen Brennborg und Wörlschwang zeigen gleiche Spektren (Abb. 3 a u. b). Granat dominiert mit bis zu 80 0/0. Daneben treten die Epidotgruppe, Metamorphe und Stabile mit etwa gleichen Prozentzahlen auf. Damit stimmen diese Analysen mit den Proben aus der OSM (Abb. 3 a u. b, 4) weitgehend überein. Im Bereich und oberhalb der Entkalkungsgrenze gehen im Profil Wörlschwang die Granatgehalte stark zurück. Damit verbunden ist ein Ansteigen der Epidotgehalte, der Metamorphen und Stablen. Hierbei handelt es sich offensichtlich um einen Verwitterungseffekt, dem zunächst der instabile Granat zum Opfer fällt (WEYL 1952). In Übereinstimmung damit stehen die zahlreichen Ätzfiguren und Auflösungerscheinungen an den in den Proben verbliebenen Granaten und das nahezu vollständige Fehlen der extrem instabilen grünen Hornblende. Den Einfluß der Verwitterung zeigt ebenfalls der sprunghafte Anstieg der Opaken oberhalb der Entkalkungsgrenze an. Ein zumindest teilweise ebenfalls durch Verwitterung beeinflusstes Schwermineralspektrum zeigt das Profil der Schotterkuppe Reutti (Abb. 5). Granatgehalte von 17 0/0 im Liegenden, die auf 3 0/0 im Hangenden absinken, zeigen zusammen mit den hohen Gehalten an Opaken den Einfluß der Verwitterung an. Gegenüber der Epidotgruppe weisen Metamorphe und Stabile (mit im Mittel 30 0/0) relativ hohe Anteile auf.

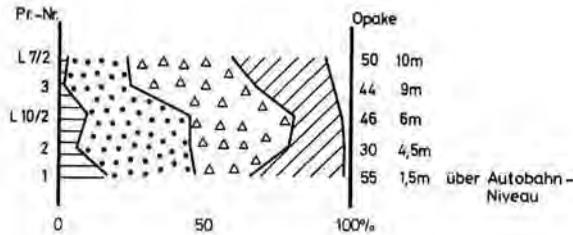


Abb. 5: Schwermineraldiagramm aus den Sedimenten des altpleistozänen Donaulaufes von der Schotterkuppe E Reutti (RW 3580230/HW 5359120). Entwurf W. Tillmanns.

Ein von den beschriebenen Spektren abweichendes Bild läßt das Profil der Kiesgrube Untereichen erkennen (Abb. 6). Die insgesamt niedrigen (um 20 0/0) Gehalte an Opaken zeigen zusammen mit den relativ hohen Gehalten von Granat (um 30 0/0) nur einen geringen Verwitterungseinfluß an. In Übereinstimmung hiermit stehen die hohen Gehalte an der extrem instabilen grünen Hornblende, die nach WEYL (1952) einer Verwitterung zu erst zum Opfer fallen müßte.

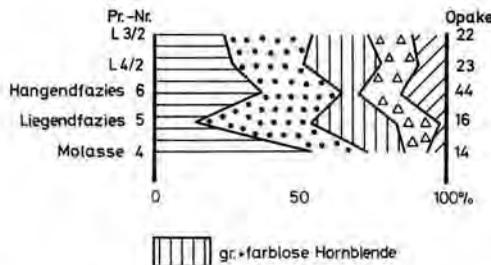


Abb. 6: Schwermineraldiagramm aus den beiden alpinen Fazies des unteren Deckschotters in der Kiesgrube Untereichen (RW 3582750/HW 5337900). Entwurf W. Tillmanns.



Abb. 7 a + b: Schwermineraldiagramm aus den altquartären Donausedimenten von a) Tuttlingen-Honberg (RW 3488440/HW 5315580) und b) Tuttlingen-Koppenland (RW 3484400/HW 5315820). Entwurf W. Tillmanns.

Profil Tuttlingen-Koppenland (Abb. 7) zeigt ein von Granat und Stablen bestimmtes Spektrum (40 % bzw. 32 %). Trotz der hohen Zahl an Opaken (61 %) finden sich 6 % Hornblende in der Probe. Die Epidotgruppe ist mit 11 %, die Metamorphen sind mit 10 % vertreten.

Profil Tuttlingen-Honberg (Abb. 7) wird durch den hohen Gehalt an Opaken (um 98 %) bestimmt. Neben den Opaken fanden sich nur vereinzelt Granat, Epidot, Zirkon und Andalusit. Gemäß der Aufschlußsituation handelt es sich um einen Schotter mit extrem hohem Anteil an Lokalmaterial (Malmkalke). Demzufolge kann das Feinmaterial nur aus umgelagerten Verwitterungsbildungen stammen. In Übereinstimmung damit steht der extrem hohe Anteil an Opaken in diesem Profil.

Die den Sedimenten der pliozänen Donau entnommenen Proben enthalten Schwermineralspektren (Abb. 8), die bei insgesamt hohen Anteilen an Opaken (im Mittel um 50 %) nur geringe Granatgehalte aufweisen. In den aus dem Hangenden der Erosionsrinne entnommenen Proben (8167—8174) sind die Epidotgruppe, Metamorphe und Stabile mit jeweils um 30 % vertreten. In den Proben 8175—8183, die in Bereichen entnommen wurden, wo geringmächtige Sedimente der pliozänen Donau die OMM überlagern, finden sich erhöhte Epidotgehalte.

3.3 Deutung

Liefergebiet für die Schwerminerale im untersuchten Gebiet ist allgemein der alpine und voralpine Raum und, spezifisch für den nördlich anschließenden periglazialen Raum, der Schwarzwald mit seiner Ostabdachung (süddeutsche Schichtstufenlandschaft), der von der Donau entwässert wird. Einen ausgezeichneten Überblick über die aus den Alpen in das Molassebecken gelieferten Schwerminerale und damit über die Schwermineralführung der Molasseminerale gibt die Arbeit von LEMCKE et al. (1953). Einige Schwermineralanalysen aus fluvioglazialen Schottern der Riß-Lech-Platte stellt WEYL (1952) vor. Daten zur Schwermineralführung der Donausedimente im Bereich der südlichen Frankenalb liegen mit der Arbeit von TILLMANN (1977) vor. Nach den genannten Autoren ist für die OSM und die fluvioglazialen Sedimente ein Schwermineralspektrum mit Vorherrschaft des Granats, weiter der Epidotgruppe, grüner Hornblende, Staurolith und Disthen charakteristisch. Stabile Schwerminerale finden sich nur untergeordnet. Innerhalb dieser „alpinen Schwermineralassoziaton“ variieren die Prozentsätze in Abhängigkeit vom Schüttungsgebiet und einer Verwitterungs- und Transportauslese z. T. erheblich (ZÖBELEIN 1940; WEYL 1952; TILLMANN 1977).

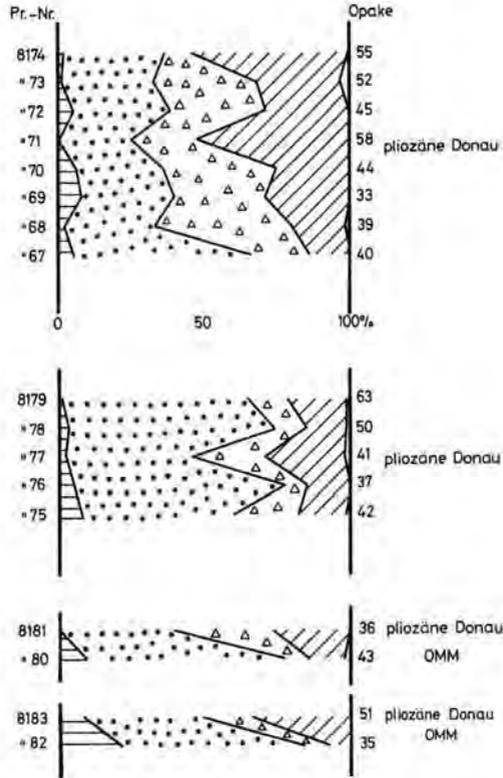


Abb. 8: Schwermineraldiagramm aus den Sedimenten der pliozänen Donau auf dem Eselsberg N Ulm. Entwurf W. Tillmanns.

Typisch alpine Schwermineralassoziationen zeigen die Proben aus den Brockhorizonten der OSM bei Gallenbach und Agawang (Abb. 4) sowie die Proben aus den Profilen Brennberg (Abb. 3 a) und Wörleschwang (Abb. 3 b). Bei den Sandfraktionen aus den Profilen Brennberg und Wörleschwang dürfte es sich — entsprechend dem Schwermineralspektrum — weitgehend um aufgearbeitete OSM handeln, wobei auch die direkte Zulieferung fluvioglazialer Sande nicht ausgeschlossen bleibt. Offensichtlich dominiert die Schüttung aus dem Alpenraum bzw. von umgelagertem Molassesand auch dann noch, wenn in der Grobfraction (Schotter) nur Donaumaterial (vgl. Profil Wörleschwang, Abb. 9) geliefert wird. Im Bereich der Verwitterungszone geht der Granatanteil stark zurück, die Anteile der anderen Schwermineralgruppen nehmen zu und zwar entsprechend ihrer primären prozentualen Verteilung.

Daten zur Schwermineralführung von Sedimenten aus dem Einzugsbereich des Schwarzwaldes liegen mit der Arbeit von WEYL (1951) vor. Deren Assoziationen werden durch hohe Anteile an grüner Hornblende, daneben Granat und nur untergeordnet stabile Schwerminerale und Metamorphe (hier vorwiegend Sillimanit) bestimmt. Eine Abgrenzung von der „alpinen Assoziation“ ist damit nur über die stark erhöhten Anteile an grüner Hornblende möglich. Dieser im Vergleich zur „alpinen Assoziation“ nur quantitative Unterschied geht, wie die untersuchten Profile zeigen, nach Eintritt der Donau in die Molasse durch Aufarbeitung deren Sedimente und durch starke Zulieferung alpiner, fluvioglazialer Sande relativ schnell verloren. Das Profil Untereichen (Abb. 6) zeigt in

Übereinstimmung mit WEYL (1952) ein für alpine, unverwitterte, fluvioglaziale Schüttungen typisches Schwermineralspektrum mit relativ hohen Gehalten an grüner Hornblende.

Einen signifikanten Unterschied zur „alpinen und Schwarzwald-Schwermineralassoziation“ bilden die Assoziationen aus den triassischen und jurassischen Sedimenten des süddeutschen Schichtstufenlandes, die nahezu ausschließlich stabile Schwerminerale führen (LEMCKE et al. 1953). Nur untergeordnet treten metamorphe und instabile Schwerminerale (vorwiegend Granat) auf. Am ehesten sollte sich demnach der Einfluß einer den periglazialen Raum entwässernden Donau über einen erhöhten Anteil an stabilen Schwermineralen nachweisen lassen. Hinweise hierfür zeigt schwermineralogisch erstmals das Profil der Schotterkuppe Reutti (Abb. 5), wo schon an der Aufschlußbasis bis zu 40 % stabile Schwerminerale auftreten. Dieser über das gesamte Profil relativ hohe Gehalt an stabilen Schwermineralen dürfte seine Ursache nicht allein in einer Anreicherung (zusammen mit der Epidotgruppe und den Metamorphen) durch Verwitterung des instabilen Granats haben. Dies zeigt auch der Vergleich mit den Analysen aus dem Profil Wörleschwang (Abb. 3 b), wo im Verwitterungsbereich der Anteil der Stablen deutlich geringer als im Profil Reutti ist.

Noch deutlicher tritt der Einfluß der Donauschüttung in der Probe von Tuttlingen-Koppenland (Abb. 7) hervor. Bei niedrigen Gehalten der Epidotgruppe und der Metamorphen ist der Anteil an Stablen so hoch, daß er allein über eine Anreicherung durch Verwitterungsauslese nicht mehr zu deuten ist.

Der außerordentlich hohe Anteil an Opaken im Profil Tuttlingen-Honberg (Abb. 7) läßt eine Deutung dieses Profils wegen der extremen Verwitterungsauslese nicht zu.

Die den Sedimenten der pliozänen Donau bei Ulm am Eselsberg entnommenen Proben (Abb. 8) zeigen über die hohen Anteile an Opaken und die niedrigen Granatgehalte einmal den Einfluß der Verwitterung an, zum anderen enthalten aber besonders die aus der Erosionsrinne entnommenen Proben (8167—8174) überproportional hohe Anteile an Stablen, die nicht allein über eine Anreicherung bedingt durch Verwitterung deutbar sind. Bis zu 55 % stabile Schwerminerale zeigen hier deutlich den Einfluß einer Zulieferung von Schwermineralen aus dem Bereich der süddeutschen Schichtstufenlandschaft an.

3.4. Zusammenfassung zu den schwermineralogischen Befunden

In den Profilen, die nahe dem heutigen Donaulauf und damit am Südrand der süddeutschen Schichtstufenlandschaft liegen (Tuttlingen-Koppenland, Ulm-Eselsberg, Schotterkuppe Reutti) läßt sich über relativ hohe Anteile an stabilen Schwermineralen der Einfluß einer den periglazialen Raum entwässernden Donau nachweisen. Weiter im Innern des Molassegebietes gelegene Aufschlüsse (Brennberg, Wörleschwang) zeigen in der Sandfraktion nur noch eine „alpine Schwermineralassoziation“, wengleich in der Kiesfraktion ein Donau-Spektrum (Juragerölle) vorliegt. Änderungen erfahren die primär vorliegenden Schwermineralspektren durch eine Verwitterungsauslese vorwiegend des instabilen Granats und der grünen Hornblende. Parallel dazu läuft eine Anreicherung der weniger instabilen Epidotgruppe, der Metamorphen und der Stablen (vgl. Profile Wörleschwang und Untereichen).

4. Zur Klimagenese der Weißjurafazies

4.1. Bisheriger Stand

Seit den von PENCK & BRÜCKNER (1909) und EBERL (1930) durchgeführten Untersuchungen ist es im Alpenvorland üblich, die quartären Schotterkörper bis zur Erbringung

des Gegenbeweises als kalkklimatischer Natur anzusehen. Diese zwar hochgradig hypothetische, aber allseits stillschweigend akzeptierte Vorstellung gilt auch für die oft nur noch in kleinen Resten vorkommenden ältestpleistozänen Schotterablagerungen in der Aindlinger- und Staufenberg-Terrassentreppe beiderseits des unteren Lechs (GRAU, 1943, SCHAEFER 1957).

Die warmzeitliche Genese von Schotterablagerungen ist immer noch am besten mittels faunistischer oder floristischer Funde — sofern sie wirklich innerhalb der zu bestimmten Schotterkörper oder Schotterfazies liegen — nachzuweisen. Solche Funde sind im extramoränen Teil des Alpenvorlandes innerhalb der holozänen Schotterablagerungen relativ häufig anzutreffen. Funde in den älteren, vor allem den alt- und ältestpleistozänen Schottern waren bis jetzt jedoch ausgesprochene Glücksfälle.

Aus den ältestpleistozänen (biberkaltzeitlichen) Schottern der Iller-Lech-Platte sind bis jetzt keine paläontologischen Funde, die eindeutige Aussagen über die Genese dieser Schotter zulassen, gemeldet worden. An altpleistozänen Funden sind die Molluskenfaunen aus dem unteren Deckschotter von Buch und Fürbuch bekannt. Sie liegen hier jedoch nicht innerhalb, sondern zwischen zwei petrographisch unterschiedlich zusammengesetzten und exakt faßbaren, als kaltzeitlich angesehenen Schotterfazies (SINN 1972, LÖSCHER 1976) und sagen somit nichts Konkretes über deren Genese aus. Letzteres gilt auch für die Molluskenfaunen von Hörlis (offensichtlich umgelagertes Material) und von Fischach in der nördlichen Staudenplatte (die Grube ist heute verfallen und eine lithologisch brauchbare Aufschlußbeschreibung liegt nicht vor). Alle genannten Faunen werden neuerdings als warmzeitlich angesehen (MÜNzing 1974).

1976 wurden nun in der Weißjurafazies der altpleistozänen Donau in den Kiesgruben am Brennb erg (2,5 km SW Burgau, RW 3602450/HW 5365280, TK 1 : 25 000, 7528 Burgau) und am Kirchberg (1 km E Wörleschwang, RW 4397260/HW 5367950, TK 1 : 25 000, 7529 Zusmarshausen) im Rahmen regelmäßiger Begehungen molluskenführende, schluffig-mergelige Horizonte gefunden (Abb. 9). Es handelt sich hierbei um die bisher älteste bekannte quartäre Molluskenfauna im nördlichen Alpenvorland.

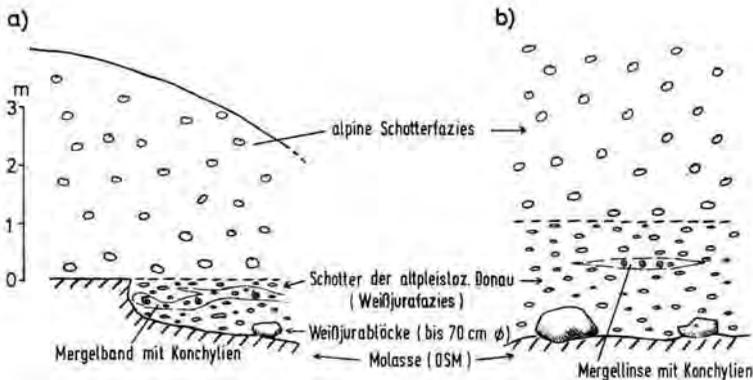


Abb. 9: Die molluskenführende Aufschlüsse am Brennb erg (2,5 km SW Burgau; RW 3602450/HW 5365280) und am Kirchberg (1 km E Wörleschwang; RW 4397260/HW 5367950). Entwurf M. Löscher.

4.2. Die Mollusken aus den Aufschlüssen Brennberg und Kirchberg

a) Kiesgrube am Brennberg

Landmollusken:

! <i>Ena montana</i> (DRAP.)	5
! <i>Aegopinella</i> sp.	1
<i>Helicigona arbustorum</i> (L.)	1
<i>Perforatella bidentata</i> (GMELIN)	5
<i>Trichia hispida</i> (L.)	1
<i>Cochlicopa lubrica</i> (MÜLLER)	3
<i>Succinea oblonga</i> (DRAP.)	1
<i>Succinea</i> sp. (<i>putris/elegans</i>)	3

Wassermollusken:

<i>Lymnaea palustris</i> (MÜLLER)	4
<i>Lymnaea stagnalis</i> (L.)	1
<i>Lymnaea peregra ovata</i> (DRAP.)	1
<i>Lymnaea truncatula</i> (MÜLLER)	Mehrere Spitzen
<i>Planorbarius corneus</i> (L.)	3
<i>Planorbis planorbis</i> (L.)	1
<i>Planorbis carinatus</i> (MÜLLER)	1
(!) <i>Anisus septemgyratus</i> (RSSM.)	3
<i>Anisus spirorbis/leucostomus</i>	viele Innenwindungen
<i>Armiger crista</i> (L.)	1
<i>Valvata cristata</i> (L.)	37
<i>Valvata</i> sp.	15
<i>Bithynia tentaculata</i> (L.)	111 Deckel
Bruchstücke großer Süßwassermuscheln	
<i>Pisidium</i> sp.	11 Einzelklappen

b) Kiesgrube am Kirchberg

Landmollusken:

<i>Helicigona arbustorum</i> (L.)	1
Zonitiden (z. T. <i>Aegopinella</i> sp. ?)	4
<i>Trichia hispida</i> (L.)	22
<i>Cochlicopa lubrica</i> (MÜLLER)	14
<i>Succinea</i> sp. (nicht <i>oblonga</i>)	2

Es bedeutet: ! Arten, die für feucht-warme Klimaabschnitte bezeichnend sind,
(!) wahrscheinlich bezeichnend für feucht-warme Klimaabschnitte.

Von *Ena montana* lagen ein beinahe vollständiges Stück, 1 Spitze, 1 größeres Gehäusebruchstück und charakteristische Schalenbruchstücke von 2 weiteren Exemplaren vor. Bei *Aegopinella* sp. war die typische Gitterstruktur zu sehen. Das Material vom Brennberg enthielt auch Vitriniden (*Semilimax* ?). An beiden Fundstellen waren Abdrücke und Schalenbruchstücke von Clausilien häufig (etwas größer als 1 cm, rippenstreifig). *Valvata* sp. vom Brennberg sind unvollständige Stücke mit erhobenem Gewinde. Unter den Bithyniendeckeln waren einzelne, die an *leachi* erinnern.

Die Fossilien stellen nur einen Teil der ursprünglichen Thanatozönose dar, und nicht alle der oft schlecht erhaltenen Schalen ließen sich bestimmen. Trotzdem genügt das Material vom Brennborg für eine klimatisch-ökologische Auswertung, während eine stratigraphische Aussage nur beschränkt möglich ist.

Ena montana und *Aegopinella* sp. sind typische Vertreter einer vollen Warmzeit, stammen also nicht aus einem Frühinterglazial. Die beiden klimatisch anspruchsvollen Schnecken leben noch heute in unseren Laubwäldern. *Anisus septemgyratus* gilt als wahrscheinlich warmzeitlich. Die übrigen Formen kommen in warm- und kaltzeitlichen Ablagerungen vor, da sie sehr anpassungsfähig waren. Ausgesprochene Kälteindikatoren fehlen.

Der Bestand umfaßt Bewohner eines Auenwaldes und pflanzenreicher Altwässer. Die Bruchstücke großer Süßwassermuscheln können aus einem stärker fließenden Gewässer stammen. Besonders kennzeichnend für Auenwald ist *Perforatella bidentata*, die noch heute im Mindelgebiet lebt (HEROLD 1968). Die Molluskenfauna ist ausgesprochen quartär, eine nähere Einstufung als „pleistozäne Warmzeit“ ist allerdings kaum möglich. *Anisus septemgyratus* lebt heute im östlichen Mitteleuropa und Osteuropa. In Südwest- und Süddeutschland findet er sich vorwiegend in ältest- und altpleistozänen Ablagerungen, doch wurde er noch im Riß-Würm-Interglazial nachgewiesen (MÜNZING 1968).

Die spärlichen Funde vom Kirchberg widersprechen dem Befund vom Brennborg nicht. Die bestimmbareren Schalen stammen von Ubiquisten, die für sich allein nur die Aussage „Quartär“ ermöglichen.

4.3. Schlußfolgerungen aus dem Molluskenbefund für die Genese der Weißjurafazies

Auf Grund der am Brennborg und Kirchberg auftretenden Fauna kann somit die Weißjurafazies — zumindest in Teilbereichen — als warmzeitliches Sediment bezeichnet werden.

In diesem Zusammenhang sei auf die bei FINK (1977: 193) erwähnte genetische Einstufung der jüngsten Schotterablagerungen im österreichischen Donauabschnitt verwiesen, wonach „die Donau als großer Strom unter allen klimatischen Bedingungen genügend Wasser besaß und damit über eine Eigengesetzlichkeit hinsichtlich Erosion und Akkumulation verfügte, die von Klimarhythmen unabhängig ist; damit haben aber die Schotterkörper ... der Donau nicht jene stratigraphische Aussagekraft wie die der tributären Gerinne...“

Die hier publizierten Molluskenfunde können vorläufig als Hinweis gewertet werden, daß obiges Zitat auch auf andere Donauabschnitte übertragbar ist und auch für frühere Zeitabschnitte Gültigkeit hatte. Damit werden die bisherigen klimagenetischen Vorstellungen von den Weißjurashottern der altpleistozänen Donau (SCHEUENPFLUG 1970: 184; LÖSCHER 1976: 60) erweitert.

5. Die Bedeutung der Schwermineralanalyse und paläontologischer Methoden für die frühquartären Schotterablagerungen in der Iller-Lech-Platte

Die donau- und biberkaltzeitlichen Schotterablagerungen nehmen in der Iller-Lech-Platte eine etwa gleichgroße Fläche wie alle jüngeren Schotterablagerungen zusammen ein (LÖSCHER 1976, Karte 4). Der Grund ist darin zu suchen, daß nach der Änderung der Abflußrichtung während der Donaukaltzeit große Teile dieser Landschaft abseits der fluvio-glazialen Abflußrinnen lagen und nur von periglazialen Prozessen überformt und von autochthonen Flüssen zerschnitten wurden. Damit sind hier günstige Voraussetzungen für die Erforschung der paläogeographischen Ereignisse im Frühquartär gegeben.

Wie bei LÖSCHER (1976, Karte 2) gezeigt wurde, eignet sich hierzu vor allem die Grobkiesfraktion. Die Schwermineralanalyse ist, wie die hier publizierten Untersuchungen von TILLMANNs beweisen, hierzu weniger brauchbar, weil mit ihr offensichtlich nur die Vorgänge am Rande des Molassebeckens genauer erfaßt werden können.

Paläontologische Funde innerhalb von Schotterablagerungen bzw. innerhalb genau definierbarer und lithologisch einheitlicher Schotterfazies ermöglichen Rückschlüsse auf die Klimagenese dieser Schotter. Auf Grund der bislang geringen Anzahl auswertbarer paläontologischer Fundstellen — vor allem in den frühquartären Schottern — ist auch die Anwendbarkeit dieser Methode für den genannten Zweck vorläufig begrenzt.

Schriftenverzeichnis

- BOENIGK, W. (1970): Zur Kenntnis des Altquartärs bei Brügglen. — Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln, **17**: 138 S., 20 Abb., 7 Tab., 3 Taf.; Köln.
- BRUNNACKER, K. & BRUNNACKER, M. (1962): Weitere Funde pleistozäner Molluskenfaunen bei München. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **13**: 129—137, 3 Tab.; Öhringen (Rau).
- EBERL, B. (1930): Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorland. — VIII + 427 S., 19 Abb., 2 Taf., 1 Kt.; Augsburg.
- FINK, J. (1977): Jüngste Schotterakkumulationen im österreichischen Donauabschnitt. — In: Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen, Hrsg.: FRENZEL, B., Erdwiss. Forsch., **XIII**: 190—211, 5 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden (Steiner).
- FEZER, F. (1969): Tiefenverwitterung circumalpiner Pleistozänschotter. — Heidelberger geogr. Arb., **24**: VIII + 144 S., 90 Abb., 1 Tab., 4 Taf.; Heidelberg.
- GRAUL, H. (1943): Zur Morphologie der Ingolstädter Ausräumungslandschaft. — Forsch. dt. Landeskd., **43**: IV + 114 S., 17 Abb., 4 Tab., 8 Kt.; Leipzig.
- (1949): Zur Gliederung des Altdiluviums zwischen Wertach-Lech und Flossach-Mindel. — 2. Ber. Naturforsch. Ges. Augsburg: 3—31, 2 Abb., 3 Tab.; Augsburg.
- (1962): Eine Revision der pleistozänen Stratigraphie des Schwäb. Alpenvorlandes (mit einem bodenkundlichen Beitrag von BRUNNACKER, K.). — Petermanns Mitt., **106**: 253—271, 8 Abb., 4 Tab.; Gotha/Leipzig.
- HEROLD, H. (1968): Ein neuer Fundort von *Perforatella bidentata* im bayer. Schwaben. — Mitt. dt. malakoz. Ges., **1**, 11: 242; Frankfurt/M.
- LEMCKE, K., VON ENGELHARDT, W. & FÜCHTBAUER, H. (1953): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes. — Beih. Geol. Jb., **11**: 172 S., 31 Abb., 72 Tab., 9 Taf.; Hannover.
- LÖSCHER, M. (1976): Die präwürmzeitlichen Schotterablagerungen in der nördlichen Iller-Lech-Platte. — Heidelberger geogr. Arb., **45**: IX + 157 S., 26 Abb., 4 Tab., 8 Taf., 4 Kt., 17 Beil.; Heidelberg.
- MÜNZING, K. (1966): Eine molluskenführende Pleistozänterrasse im Tal der großen Lauter (Schwäb. Alb). — Jber. Mitt. oberrhein. geol. Verein, N.F., **48**: 25—30, 1 Tab.; Stuttgart.
- (1974): Mollusken aus dem älteren Pleistozän Schwabens (mit einem Beitrag von OHMERT, W.). — Jh. geol. L.-Amt Bad.-Württ., **16**: 61—78, 1 Abb., 1 Taf.; Freiburg.
- PENCK, A. & BRÜCKNER, E. (1909): Die Alpen im Eiszeitalter. — 1199 S., 156 Abb., 30 Taf., 19 Kt.; Leipzig.
- SCHAEFER, I. (1957): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Augsburg und Umgebung 1:50 000. — Bayer. Geol. L.-Amt, 92 S., 4 Abb., 1 Kt., 2 Beil.; München.
- SCHULER, G. (1973): Zur Stratigraphie und Lagerung des Tertiärs auf dem Oberen Eselsberg nördlich von Ulm/Donau. — Jber. Mitt. oberrhein. geol. Verein, N.F., **55**: 159—181, 4 Abb.; Stuttgart.
- SINN, P. (1972): Zur Stratigraphie und Paläogeographie des Präwürm im mittleren und südlichen Illergletschervorland. — Heidelberger geogr. Arb., **37**: IX + 159 S., 21 Abb., 11 Tab., 13 Taf., 5 Kt., 12 Beil.; Heidelberg.

- SCHEUENFLUG, L. (1970): Weißjurablöcke und -gerölle der Alb in pleistozänen Schottern der Zusamplatte (Bayerisch Schwaben). — *Geologica Bavarica*, **63**: 177—194, 3 Abb., 3 Tab.; München.
- (1973): Zur Problematik der Weißjuragesteine in der östlichen Iller-Lech-Platte. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **23/24**: 154—158, 1 Abb.; Öhringen (Rau).
- TILLMANN, W. (1977): Zur Geschichte von Urmain und Urdonau zwischen Bamberg, Neuburg/Donau und Regensburg. — *Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln*, **30**: 198 S., 1 Abb., 7 Beil.; Köln.
- WEYL, R. (1951): Terrassengliederung und Schwermineralführung von Schotterablagerungen des südwestlichen Schwarzwaldes. — *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **51**: 262—272, 3 Abb., 5 Taf.; Stuttgart.
- (1952): Schwermineraluntersuchungen an eiszeitlichen Ablagerungen der Riß-Lech-Platte. — *Geologica Bavarica*, **14**: 107—123, 7 Abb.; München.
- ZÖBELEIN, H. K. (1940): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär. — *N. Jb. Min. etc., Beil. Bd., 84, Abt. B*: 233—302, 6 Abb., 2 Tab., 3 Taf., 1 Kt.; Stuttgart.

Manuskript eingeg. 16. 1. 1978.