

Zum landschaftsökologischen Zusammenhang von thenanischer Flußgeschichte und jungpleistozänen Lößaufbau in SW-Deutschland

BERNHARD EITEL & WOLF DIETER BLÜMEL *)

Pleistocene, stratigraphy, loess, soil profile, paleosol, Eemian, size distribution, carbonate contents, provenance, paleorelief, landform evolution

Baden-Württemberg, Southwestern German Hills, Kraichgau, TK 6817

Kurzfassung: Die Deckschichten des Kraichgaus und angrenzender Gäulandschaften im thenanisch geprägten Südwestdeutschland werden im wesentlichen durch zwei mächtige Lössgebilde gebildet, die durch die Relikte des Eem-Bodens getrennt sind. Es wird die These formuliert, daß dieser charakteristische Aufbau eine Folge des Abflussaufkommens des jungpleistozänen Rheins ist. Im Verlauf des Pleistozäns wurden phasenweise immer größere Bereiche des Rheingletschers rheintributär und erst im vorletzten Glazial (Riß) bestand die Möglichkeit, zusammen mit den Abflüssen des Aaregletschers derart große Schluffmassen in den Oberrheingraben zu transportieren, daß durch ihre Verwehung in den Beckenlandschaften Nord-Baden-Württembergs mächtige, flächendeckende Lössdecken aufgebaut werden konnten. Diese These wird gestützt durch die Stratigraphie der oberrheinischen Grabenfüllung. Sie erklärt nicht nur das verbreitet mächtige Auftreten von lediglich zwei (jungpleistozänen) Lössen, sondern auch die Tatsache, daß die fluviatilen Talsedimente im Kraichgau präißzeitig als Folge des früher geringeren Lößaufbaus durch Kiese gekennzeichnet sind.

Die „Lößlandschaften“ mit ihrer eigenständigen Geoökodynamik sind daher recht junge Gebilde und bieten die Möglichkeit, das Quartär in N-Baden-Württemberg landschaftsökologisch neu zu gliedern: in einen prälößzeitlich altquäuren und in einen durch die Deckenschichten geprägten, jungquartären Zeitraum.

[On the Geocological Connection of the Rhine River History with the Formation of the Loess Covers in SW-Germany during the Younger Pleistocene]

Abstract: The covering strata of the Kraichgau landscape and similar „Gäulandschaften“ in the rhenish influenced SW-Germany essentially are formed by two thick loesses separated by the relics of the last interglacial soil (Eem). This

characteristical sequence is supposed to be a consequence of the flowing off of the Rhine during the younger pleistocene. Increasing areas of the Rhine glacier became rhenish tributary during the pleistocene. So, since the Riß-Glacial it was possible — together with the rivers coming from the Aare-Glacier — to transport so much silt in the Oberrheingraben that in the basins of N-Baden-Württemberg thick loess covers (by blowing off) were built up all over the previous relief. The stratigraphy of the graben sediments can confirm this thesis. It explains not only the thick loesses of the last two glacials but the fact that gravelly alluvions in Kraichgau valleys sign the basic layers of the aeolian sediments. This seems to be a consequence of the smaller loess covers.

So the „Lößlandschaften“ (loess dominated landscapes) with their own geoecodynamic are a young formation and can offer a new possibility to divide the quaternary in N-Baden-Württemberg: in an older period ("preloess") and a younger quaternary phase which geoecological is determined by loess.

[A la connexion géoécologique de l'histoire de Rhin avec la genèse des dépôts de loess dans le sud-ouest de l'Allemagne Fédérale pendant le pléistocène jeune]

Résumé: Les dépôts de loess dans le Kraichgau et dans des paysages ressemblants en substance sont formés par deux horizons imposants de loess séparés par les restes d'un sol interglaciaire (Eem). On peut formuler la thèse que cette structure est la conséquence de l'écoulement du Rhin pléistocène. Pendant le pléistocène des aréals plus en plus étendus devenaient tributaire au Rhin. Par suite, depuis l'époque rissienne il était possible de transporter d'énormes masses de loess dans le Oberrheingraben — ensemble avec les écoulements du glacier de l'Aare. Emportées par le vent des couvertures épaisses de loess pouvaient être formées dans les bassins du nord de Baden-Württemberg. La thèse est confirmée par les résultats de l'analyse et de la stratigraphie des sédiments dans le Oberrheingraben. De plus, elle peut expliquer l'apparition de seulement deux strates loessiques

*) Anschriften der Verfasser: Dr. B. EITEL, Geographisches Institut, Silcherstraße 9, D—7000 Stuttgart 1, Prof. Dr. W. D. BLÜMEL, Geographisches Institut, Silcherstraße 9, D—7000 Stuttgart 1.

dominantes dans la région et le fait que les alluvions dans les vallées du Kraichgau sont marquées par du gravier. Cela semble être une conséquence d'une sédimentation aeolienne retenue avant l'époque tassienne.

Par conséquent, les "Lößlandschaften" avec leur géoéco-dynamique propre sont des formations très jeunes et offrent la possibilité de diviser de nouveau le quartère en Baden-Württemberg: dans une époque ancienne (avant les deux phases importantes de la formation de loess) et dans une époque plus jeune (dominée par les sédiments aeoliennes jusqu'aujourd'hui).

1. Einleitung

In vielen Landschaften Mitteleuropas führte die Überdeckung der tertiär-altquartären Landoberfläche durch mächtige jungpleistozäne Decksedimente — überwiegend verwehte fluvioglaziale Schluffe (Löß) und phasenweise in ihnen entwickelte Bodenrelikte — zu einem neuen Landschaftstyp, der sich geomorphologisch und bodenkundlich deutlich von seinen Nachbarräumen unterscheidet. In Südwestdeutschland zeichnen sich hierdurch in besonderem Maße die großen Beckenlandschaften im Norden Baden-Württembergs aus. Ihr reiches Naturpotential — hervorgerufen v. a. durch mildes Klima, geringe Reliefenergie, bis über 20 m mächtige lockere Deckschichten sowie vergleichsweise junge und unverbrauchte Böden — macht sie zu agrarökologischen Gunsträumen (Abb. 1).

Die Lössen, die beispielsweise im Kraichgau, einer solchen Typlandschaft, zu einem eigenständigen Formenschatz führten, stammen in erster Linie aus den weiten, kaltzeitlich periodisch trocken gefallenen Schotterfluren des Oberrheins. Um dies zu belegen, wurden in 3 Probenreihen von W nach E über 40 Lößproben an Hohlwegen, Terrassenanschnitten und auf Kuppen, wo gekappte Profile auftreten und der primäre Löß leichter als anderswo zugänglich war, gezogen. Die Auswahl der Probenahmestellen diente dazu, eventuelle Umlagerungen der Deckensedimente oder Veränderungen des Korngrößenspektrums durch fortgeschrittene Verwitterung bereits im Vorfeld der Untersuchungen weitgehend auszuschließen. Danach erfolgte eine Selektion des Probenmaterials nach dem Kalkgehalt der Lössen. Eine dem Auge zunächst nicht sichtbare Verwitterung, die die Zusammensetzung der Korngrößen zugunsten kleiner Durchmesser verändert würde, ist mit einer Entkalzung verbunden. Deshalb wurde ein Carbonatgehalt von deutlich über 20 % als zweites Auswahlkriterium der Sedimentproben herangezogen. Letztlich kamen auf diese Weise über 30 Lößproben zur Untersuchung, die wahrscheinlich seit ihrer Sedimentation nicht mehr nennenswert verändert wurden. Die signifi-

fikante Korngrößenabnahme der Lössen nach E (s. Abb. 2) und das Vorherrschen „thenanisch-alpiner“ Minerale wie Granat, Epidot, und Hornblende in den Feinmaterialdecken im Kraichgau lassen daran keinen Zweifel (EITEL 1989). Auswehrichtung und Schwermineralzusammensetzung scheinen zu belegen, daß — unter Vermischung mit regionalen Komponenten — das Feinmaterial in größeren Mengen auch ins Bau-land — möglicherweise sogar ins Mainfränkische Becken (vgl. RÖSNER 1988) — sowie in die Heilbronner Mulde (mündl. Mitt. BIBUS, 8. Tagung AK Paläoböden, Heilbronn 1989) weitergeweht wurde. Eine genetische Zusammengehörigkeit dieser Deckschichten mit dem Oberrhein scheint daher wahrscheinlich.

Die Untersuchung der pleistozänen Deckschichten im Kraichgau (EITEL 1989) aber auch der Vergleich mit Lößprofilen aus dem mittleren Neckarraum (BIBUS 1989) und Mainfranken (RÖSNER 1988) ergab, daß — rein quantitativ betrachtet — die Decksedimente im wesentlichen durch zwei reliefgestaltete Lößbildungphasen während des Jungquartärs aufgebaut wurden. Sie können mit der Riß- bzw. Würmkaltzeit parallelisiert werden. An dieser Stelle soll der Frage nachgegangen werden, ob das starke Zurücktreten älterer Lössen oder die Dominanz jüngerer Lössen in den Gäulandschaften Nordbadens und Nordwürttembergs mit der Flussgeschichte des Rheins, also mit Veränderungen im Antransport verwehbarer Schluffe in den Oberrheingraben, in Verbindung gebracht werden kann.

2. Aufbau der Deckschichten im Kraichgau

Im Kraichgau treten verbreitet zwei Lößgenerationen auf, die besonders in den unteren Partien weitgehend unverwittert und kalkreich sind. Sie werden von einer unterschiedlich mächtigen fossilen Verlehmungszone, dem Relikt des Eem-Bodens, getrennt. Der letztinglaziale Boden wurde deshalb sogar schon zur flächenhaften Abschätzung des Erosionsgrades in der Lößlandschaft herangezogen (BLEICH 1978). Diese im Kraichgau nicht selten über 10 m mächtige Löß-Eem-Boden-Abfolge baut nahezu ausschließlich die mächtigen Decksedimente auf. Mittel- oder altpleistozäne Löß- und Bodenrelikte sind sehr viel seltener und spielen mengenmäßig nur eine untergeordnete Rolle.

Einen Hinweis auf die geomorphologische Situation im Kraichgau vor den beiden reliefgestaltenden Lößbildungsphasen gibt das Pleistozänprofil aus der ehemaligen Ziegeleigrube bei Helmsheim (ausführliche Profilbeschreibung s. EITEL 1989). Die Basis der schwer zugänglichen Aufschlußwand liegt nur wenige Meter über der heutigen Talsohle. Unter der typischen, von kaltzeitlichen Bodenbildungsphasen ab-

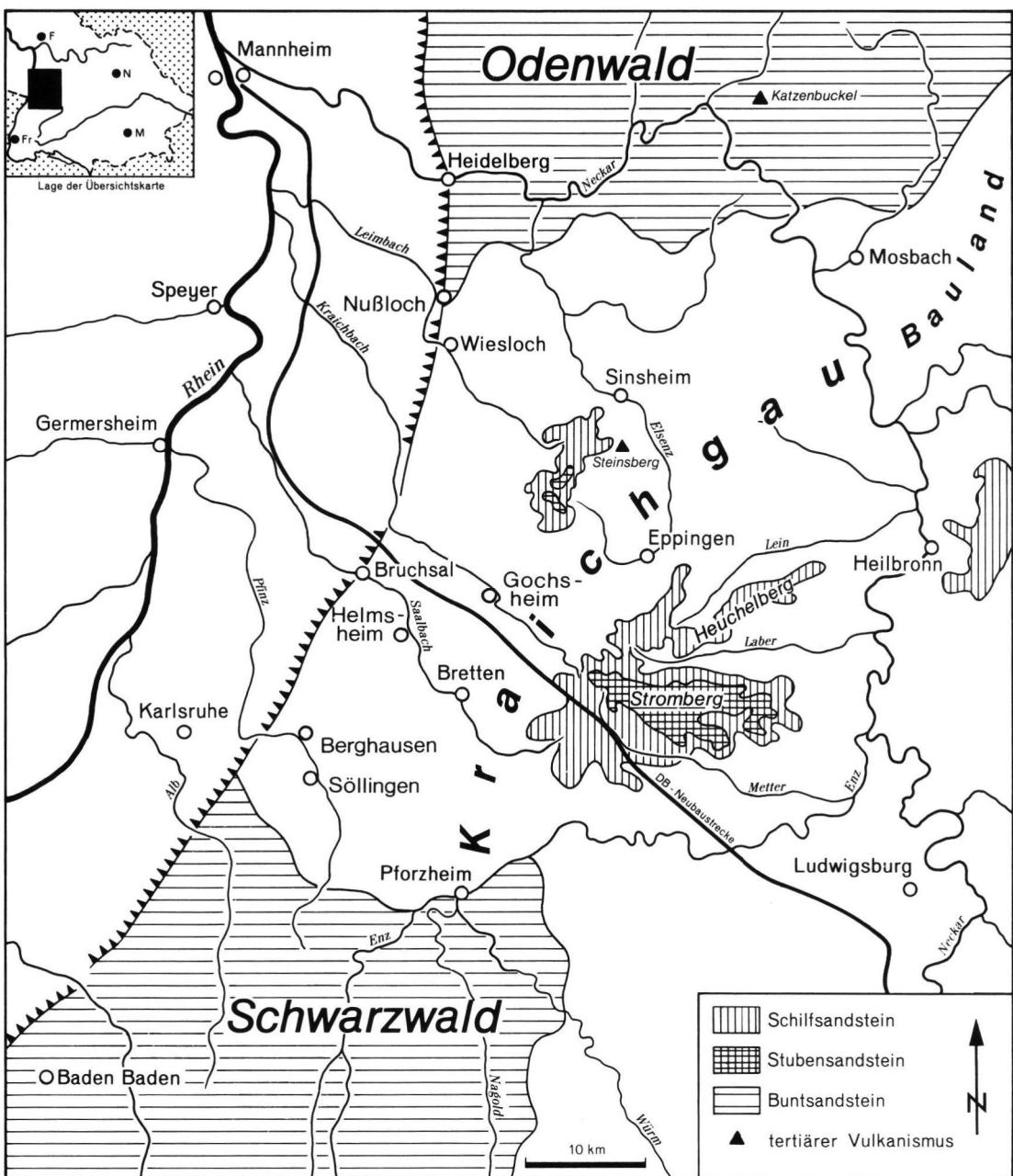


Abb. 1: Übersicht über die Lage des Kraichgaus und angrenzender Gäulandschaften in NW-Baden-Württemberg.
Die östliche Rheingrabenhauptverwerfung (Dreieckssignatur) trennt die tiefliegenden Gäue vom Grabenfeld.

gesehen dreigliedrigen, äolisch gestalteten Deckenschichtenabfolge (s. Abb. 3; Tab. 1) sind durchweg fluviale Sedimente aufgeschlossen: im Liegenden des Rißlösses folgt eine ca. 90 cm mächtige sandig-kiesige Ablagerung rostbrauner Farbe, dann ein über 2,5 m mächtiger toniger, pseudovergleyter Lehm. Einzelne kantengerundete Keupersandsteingerölle und seifen-

artig angereichertes Bohrerz belegen die fluviale Entstehung des Sediments. Von besonderem Interesse sind die groben Sande und Kiese unter dem älteren Löß, lassen sie doch darauf schließen, daß prä- oder frührißzeitliche Abtragungsprozesse nicht in schluffigen Decksedimenten, sondern im von der Verwitterung aufbereiteten Anstehenden (Muschelkalk und

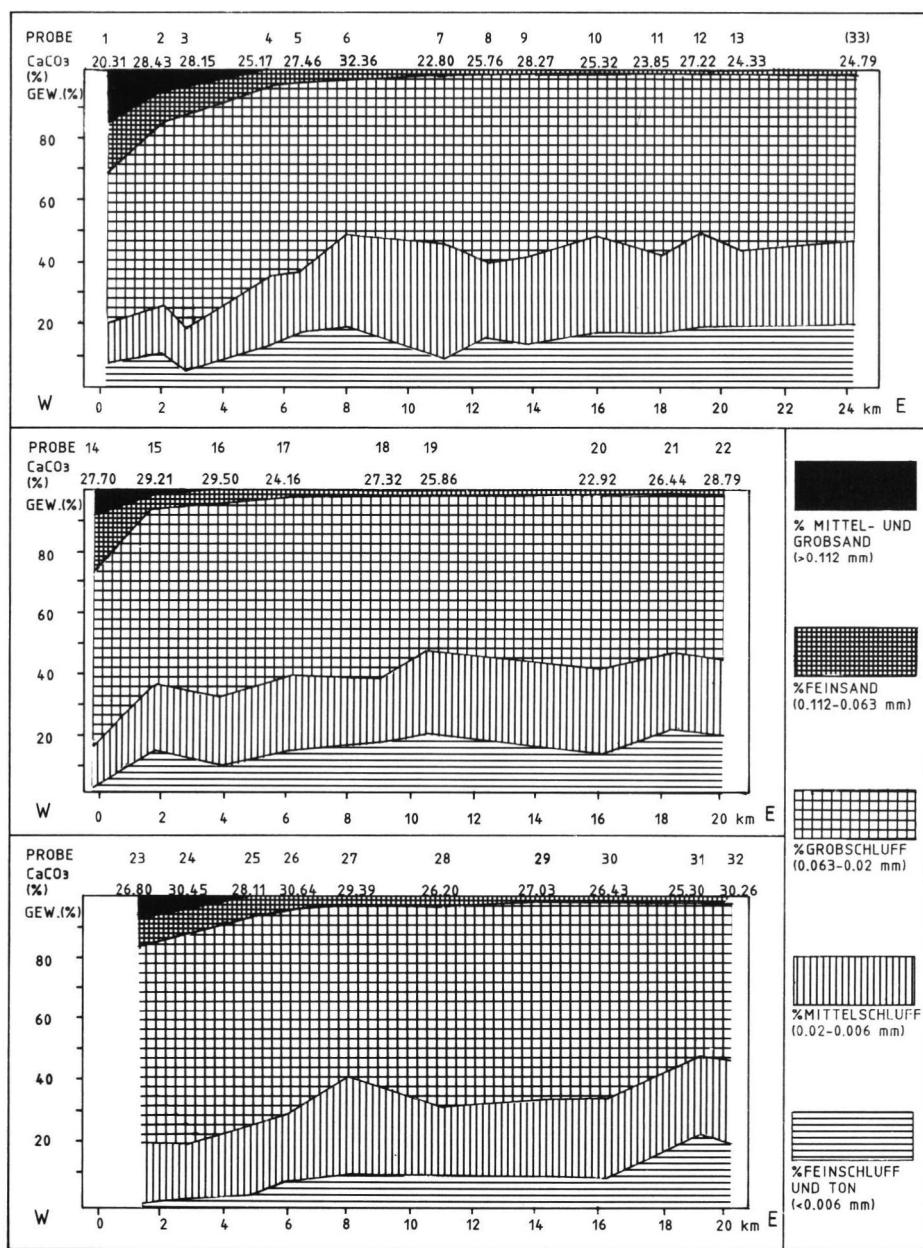


Abb. 2: Korngrößenzusammensetzung ungestörter, typischer Lössse in Abhängigkeit von der Distanz zur Grabenschulter (0 km) in 3 Probereichen. Die obere (nördlichste) verläuft wenig nördlich der Linie Bruchsal — Eppingen, die mittlere südlich Helmsheim, die untere nördlich Berghausen jeweils von W nach E. Deutlich die Abnahme des Sandanteils gegen E zu. Ortsangaben s. Abb. 1.
(Exakte Angabe der Probenahmestellen s. EITEL (1989)).

Keuper) vor sich gingen. Heute bewegt der Saalbach wie die anderen Kraichgaubäche fast ausschließlich Feinmaterial — woher sollte grobes Abtragungsmaterial auch zur Verfügung gestellt werden, bilden doch fast durchgängig ca. 10 m mächtige Hochflut- und Auelehme die Talsohle und schluffige oder tonige Deckschichten die Talhänge nahezu im gesamten Einzugsgebiet!

Das Helmsheimer Profil stellt nicht den einzigen Hinweis auf grobe Abtragungsprodukte des Mittel- beziehungsweise Altpaleozäns dar. SCHMIDT (1941) beschrieb ausführlich die heutige stillgelegte Ziegelei Bott bei Gochsheim (vgl. EITEL 1989). Auch hier am Kraichbach liegen Sande und Kiese unter den äolischen Deckschichten der Rißkaltzeit. Diese Grobsedimente sind noch aufgeschlossen und ähneln stark

PROFILBESCHREIBUNG

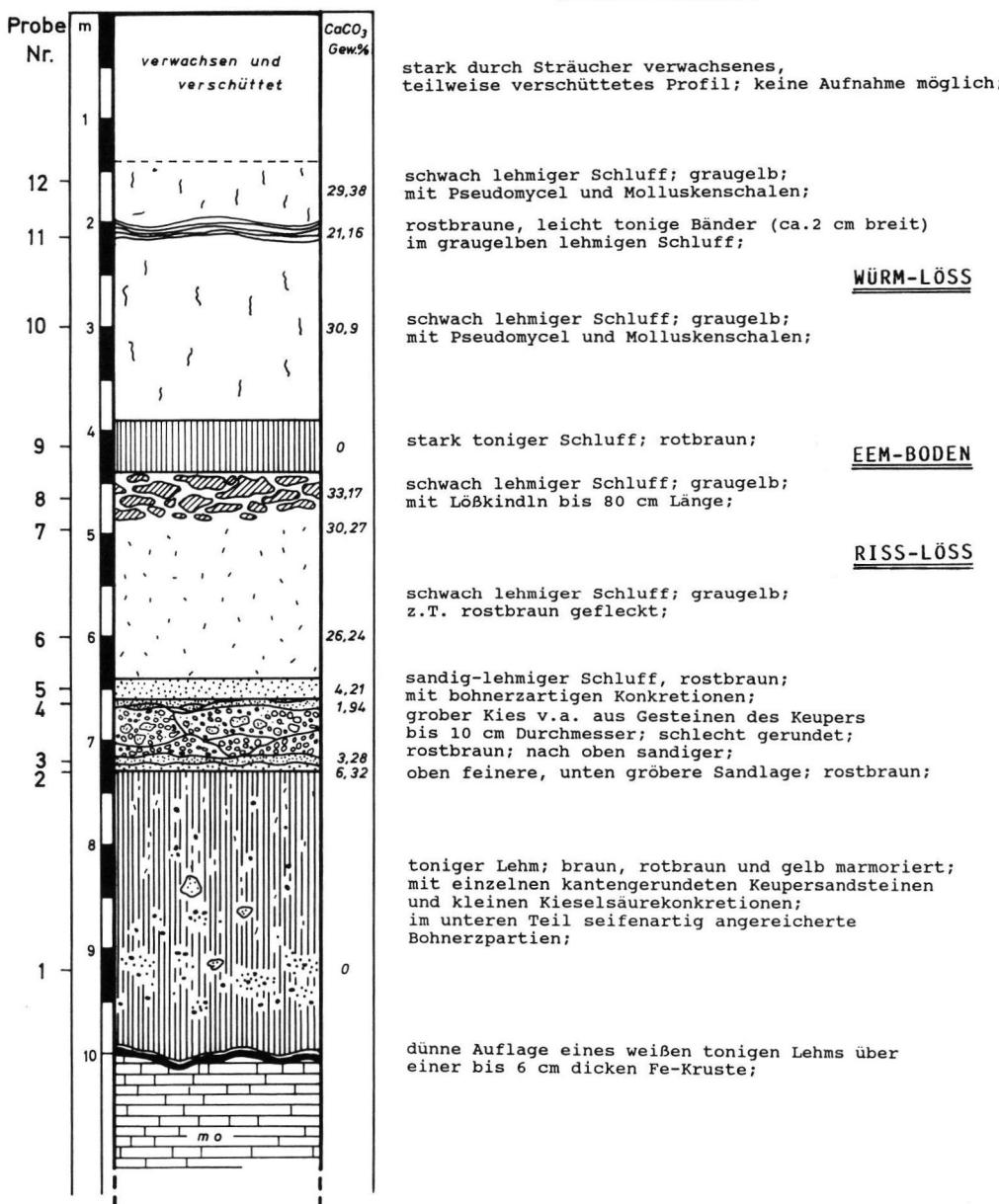


Abb. 3: Profil der ehemaligen Ziegeleigrube bei Helmsheim.

Typisch für den pleistozänen Deckschichtenaufbau ist die Abfolge von Löß-Eem-Boden-Löß. In den Talzügen überlagern die äolischen Sediment Hochflutlehme und Kiese (typisch bei Helmsheim).

denen von Helmsheim. Darüber hinaus finden sich kiesige Sedimente meist nur wenig über der Talsohle und stratigraphisch möglicherweise mit denen der Ziegeleiprofile identisch im Pfintztal bei Dietenhausen ebenso wie am Kraichbach rund um Gochsheim oder im Katzenbachtal bei Odenheim. Die um die Jahrhundertwende im Kraichgau arbeitenden Geologen kartieren sie unter der Bezeichnung „einheimische Kiese und Sande“.

Offensichtlich ging die präriszeitliche Abtragung im Kraichgau in einer Landschaft vor sich, deren Ausgangsgesteine nicht von einer zusammenhängenden Feinmaterialdecke auf pleistozänen Schluffen und ihren Derivaten gebildet wurde. Die Umgestaltung des Kraichgaus und damit wohl auch angrenzender Becken zu Lößlandschaften mit flächenhafter Überprägung der altquartären Reliefgeneration wurde damit wahrscheinlich erst mit den Trockenphasen der Rißkaltzeit begonnen. Sicherlich muß bei älteren Sedimenten in jedem Fall mit weniger erhalten gebliebenen Standorten als bei jüngeren Bildungen gerechnet werden, da die Wahrscheinlichkeit gründlicherer Abtragung mit dem Alter der Ablagerungen wächst. Gleichwohl ist es eigenartig, daß der Rißlöß, im Kraichgau nicht selten noch mehrere Meter mächtig, in der Regel durch beträchtliche würmzeitliche Feinmaterialschichten konserviert wurde und wird. Derselbe Schutz hätte auch altpleistozänen Feinsedimenten durch den Rißlöß zugute kommen können. Da das Holstein-Interglazial — bei allem Vorbehalt wegen immer noch vorhandener Datierungsunsicherheiten — doch etwa vergleichbar lang wie das Eem-

Interglazial dauerte (LIEDTKE 1986: Tab. 1), ist zunächst nicht einsehbar, wieso in der recht trockenen und daher nicht allzu intensiven Abtragungsprozessen ausgesetzten Kraichgaumulde kaum Feinsedimente des jüngeren Altpleistozäns erhalten blieben. Es liegen keine zwingenden Erkenntnisse vor, die auf wesentliche Unterschiede im klimatischen Ablauf bei der Interglaziale verweisen. Deshalb kann das Fehlen der älteren im Gegensatz zur Präsenz der jüngeren Ablagerungen mit einer verstärkten Abtragung in der zwischengeschalteten Warmzeit nicht ohne weiteres erklärt werden. Möglicherweise sind besondere aklimatische Einflüsse für das weiträumige Fehlen mindelzeitlicher, äolisch transportierter Sedimente mitverantwortlich. Um keine Mißverständnisse aufkommen zu lassen: Es kann und soll nicht ausgeschlossen werden, daß in einigen Gunstsituationen Lössen aus alt- und ältestpleistozäner Zeit erhalten geblieben sind. Als Beispiel hierfür sei das Besigheimer Lößprofil genannt (BIBUS 1989). Im Gegensatz zu den älteren, durch Bodenbildungen intensiv veränderten Schluffen, sind die beiden letzten Lössen jedoch großflächig und landschaftsgestaltend anzutreffen — und dafür scheint es eine flußgeschichtliche Begründung zu geben.

3. Zur Flußgeschichte des Rheins

Schon zu Beginn wurde auf die genetische Zusammengehörigkeit der pleistozänen Rheingrabensedimente mit den Lössen der rheintributären Landschaft Nord-Baden-Württembergs aufmerksam gemacht.

Tab. 1: Korngrößenzusammensetzung der durch das Profil Helmsheim aufgeschlossenen Schichten

Probe Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Korngröße (mm)												
< 0,002	27,073	2,576	8,66	14,826	12,941	10,64	9,562	11,737	25,895	11,674	12,157	9,845
0,002—0,006	9,554	1,568	3,247	4,633	7,908	3,916	9,562	3,912	7,672	5,837	7,481	4,922
0,006—0,02	10,723	2,576	6,224	8,339	17,973	24,478	24,862	24,451	11,509	20,43	23,378	20,674
0,02—0,063	26,64	4,481	8,931	18,533	33,071	58,875	51,673	57,705	50,83	59,344	50,497	63,008
0,063—0,112	11,879	3,791	9,307	4,265	3,484	1,002	3,028	1,577	1,915	2,128	4,277	1,426
0,112—0,2	6,59	21,616	27,757	12,045	9,86	0,505	1,017	0,617	0,998	0,491	1,644	0,098
0,2—0,355	2,701	19,718	26,043	15,106	8,944	0,222	0,332	—	0,718	0,095	0,318	0,027
0,355—0,63	1,507	19,879	8,977	15,92	4,871	0,247	—	—	0,379	—	0,231	—
0,63—1	1,192	10,702	0,575	2,858	0,477	0,114	—	—	0,03	—	0,017	—
1—2	2,139	13,043	0,279	3,471	0,464	—	—	—	0,054	—	—	—

Das meiste Feinmaterial stammt sicherlich von der glazialen und fluvioglazialen Korrasion im Alpenraum sowie dem gegenseitigen Abrieb der Grobsedimente während des fluvalen Weitertransports. Die Gletscherabflüsse der Alpennordseite transportierten den Abrieb nach N beziehungsweise über die Donau nach E. Je größer das Einzugsgebiet des pleistozänen Rheins im Alpenvorland war, desto größer ist demzufolge das Feinmaterialpotential, das periodisch dem Transport in die rheinnahen Beckenlandschaften verfügbar gemacht werden konnte. Eine Verschlechterung der Auswehbedingungen beziehungsweise ein Schwanken in der Anlieferung äolisch transportierbaren Materials muß dann direkte Auswirkungen auf die Menge des in den Kraichgau gewehten Schluffs haben.

Die Flussgeschichte des Rheins beginnt mit dem endgültigen Rückzug des Tertiärmeeres aus dem Oberrheingraben und dem miozänen Grabenvulkanismus, in deren Folge die sogenannte „Kaiserstuhlwasserscheide“ entstand. Der Nordseerhein, oft auch als Urhein bezeichnet, entwässerte das nördliche Grabengebiet nach N, das Aare-Donau-System das südliche Oberrheingebiet nach SE. Im mittleren Pliozän greift das Rhônesystem rückwärts nach NE und erreicht vor etwa 3—4 Mio Jahren die Aare (WAGNER 1962). Die Donau verlor damit ungefähr 80 % ihres damaligen Einzugsgebiets (WAGNER 1963), das Gewässernetz stellte sich auf eine westliche Richtung um und die Wasserscheide wurde zunehmend nach E verlagert. In der Burgundischen Pforte entstanden die mächtigen oberpliozänen Sundgau-Schotter.

Nach dem Überwinden der Kaiserstuhlwasserscheide, wahrscheinlich zusammenhängend mit neuerlicher Tektonik und folgender Umlenkung der Aare nach N, entwickelte sich im obersten Pliozän (BOENIGK 1982) der Nordseerhein mit der Aare als alpinem Oberlauf. Deutlich ist diese Entwicklung in dem petrographischen Wechsel der Rheinsedimente dokumentiert (Radiolarienhornsteine als Leitgeschiebe, erkannt seit SANDBERGER 1868; Schwermineralzusammensetzung, z. B. SINDOWSKI 1937; PLEWE 1983; MAUS 1976; BOENIGK 1982).

Aare und Alpenrhein bilden die größten Zuflüsse des Hochrheins. Sie waren die entscheidenden Abflüsse aus den nord- und ostschweizer Alpen und mit ihren Schmelzwässern die bedeutendsten Sedimentlieferanten. Zunächst waren bei Basel aber nur die Aare und der Rhein zusammengekommen. Da die Sundgau-Schotter der Aare keine Leitgerölle aus der Ostschweiz enthalten (LINIGER 1966), bleibt die Frage nach dem Zeitpunkt der Anzapfung des Alpenrheins. Möglicherweise weil die Deckenschotter oberhalb von Säckingen vom Eis der Rißkaltzeit überfahren und wieder aufgearbeitet wurden (ZINK 1940: 5), ist eine

solche Differenzierung oft unterlassen worden, obgleich sie von größter Bedeutung für die Beurteilung des Wasserhaushalts des Oberheins ist.

Mittels der ältesten nach W geschütteten Schotter (nach SCHREINER 1968, 1983 gänzezeitlich) des Alpenrheins im Hegau und der donauzeitlichen, bei Ehingen gefundenen alpinreichen Schotter im Mündungsgebiet von Alpenrhein und Donau (VILLINGER 1986) läßt sich der fragliche Zeitraum eingrenzen. Der Alpenrhein dürfte somit am ehesten gegen Ende der Donau-Kaltzeit im Bereich des Bodenseebeckens nach W zum Aare-Nordseerhein abgelenkt worden sein.

BARTZ (1982) unterscheidet in schwache „altquartäre“ und mächtige „jungquartäre“ Kieslagen des Oberrheingrabens. Das Altquartär bei Karlsruhe etwa 20 m mächtig — zeichnet sich durch insgesamt geringere Korngrößen aus und beginnt mit schwachen Kiesen — u. a. mit typisch alpinen Geröllen. Sie gehen in sandige Bildungen über, die meist mit einer Schluffbank abschließen. Es läßt sich wiederum in ein „Unteres“ (AQ 1) und ein „Oberes Altquartär“ (AQ 2) gliedern. Das Jungquartär — bei Karlsruhe ca. 40 m mächtig — zeigt drei kräftige Kiesschüttungen, die durch sandige und schluffige Sedimente getrennt werden. Die schluffigen Einschaltungen und Torfe zwischen den Kieslagen enthalten Pollen, die auf Warmzeiten des mittleren und jüngeren Quartärs hinweisen (V. D. BRELIE 1976, 1982).

Die Ergebnisse BARTZ's (1982) lassen sich mit den vorgestellten Überlegungen verbinden. Es bietet sich geradezu an, die im wesentlichen in zwei Schritten ablaufende Erweiterung des rheintributären Gebiets mit den Oberrheingrabensedimenten zu verbinden: das Altquartär BARTZ's (1982) mit der Zeit des Aartheins, das Jungquartär mit dem später angeschlossenen Alpenrhein (s. Tab. 2).

Dies bedeutet, daß erst im Jungquartär größere Schmelzwasserströme in den Oberrheingraben flossen. Trotz aller Vorbehalte wurde eine stratigraphische Zuordnung versucht (MONNINGER 1985: 25). Sie paßt zu den Ergebnissen VILLINGERS (1986). Danach hat möglicherweise erstmals in der Günz-Kaltzeit der westlichste Lobus des Rheingletschers über die flache Wasserscheide westlich des heutigen Bodensees hinweg Schmelzwasser zum Aarhein geschickt (s. Tab. 2).

Die hier wirksame hohe Reliefenergie hatte zur Folge, daß allmählich und stark abhängig von der Eisbilanz immer größere Bereiche des Rheingletschers ins rheinische Entwässerungssystem einbezogen wurden. Eine allmähliche Umlenkung des Eisstroms nach W war die Konsequenz.

Tab. 2: Gliederung der plio-pleistozänen Rheingrabensedimente, ihre Mächtigkeiten bei Offenburg (OG), Rastatt (RA) und Heppenheim (HP) mit Bezug zur Flussgeschichte des Rheins unter Verwendung der Ergebnisse von BARTZ (1982), MONINGER (1985), VILLINGER (1986) und LIEDTKE (1986)

Zeitabschnitt	Mio J v. h.	Hydrogeologische Gliederung der Sedimente im rechtsrheinischen zentralen Grabenabschnitt	Mächtigkeit (m) in der Grabenachse bei			Rheinentwicklung
			OG	RA	HP	
Holozän	0,01	Kiese und Auelehme	15	20	10	
Würm	0,07	Oberes Kieslager	30	14	100	
Riß/Würm-IG (Eem)	0,13	Obere Zwischenschicht	4	11	35	Zunehmende Orientierung des Rheingletschers nach Westen, da auch in Interglazialen Ausbau der westlichen Abflußrichtung durch das Entwässerungsnetz;
Riß	0,27	Mittleres Kieslager	50	16	17	Hochrhein hat sicher ständigen Anschluß zum Alpenrhein; zunehmender Schlufftransport in den Oberrheingraben;
Mindel/Riß-IG (Holstein)	0,33	Untere Zwischenschicht	4	7	5	
Mindel	0,44				40	
Cromerkomplex	0,75	Unteres Kieslager	20	10	8	Dauerhafte (?) Verbindung des Aare-Rheins mit dem Alpenrhein nach Abschmelzen des Rheingletschers;
Günz	0,95				48	Vermutlich erste nennenswerte Entwässerung vom Alpenrhein zum Aarerhein durch den westlichen Lobus des Rheingletschers;
Waal	1,3	Altquartär 2				
Donau	1,7		40	16	105	Alpenrhein entwässert zur Donau;
Tegelen	2,1	Altquartär 1				
Biber	2,47					
Oberpliozän	3,5	Pliozän III				Aare und Nordseerhein schließen sich zusammen;
		Pliozän II	135	60	180	Nordseerhein entspringt nördlich des Kaiserstuhls;
Mittelpliozän		Pliozän I				Ablenkung der Aare zur Saône-Rhône;

4. Auswirkungen auf den Deckschichtenaufbau in den Gauen

Die heute nachweisbaren Mächtigkeiten der Sedimente in einzelnen Abschnitten des Oberrheingrabens (MONNINGER 1985) können nicht als sicheres Indiz für die Intensität einer Kaltzeit und der resultierenden Schmelzwasserströme herangezogen werden können, weil die Sedimentationsraten direkt von den Absinkgeschwindigkeiten des Grabenfelds beeinflußt und erodierte Schichten kaum geschätzt werden können. Daher ist es nahezu unmöglich, die angegebenen Sedimentmächtigkeiten im Graben mit der ehemals tatsächlichen zur Verfügung gestandenen Menge äolisch verlagerbaren Feinsmaterials in Beziehung zu setzen. Dennoch erlaubt die Zweigliederung der pleistozänen Grabensedimente und die Überlegung, daß die Ablenkung des westlichen Teils des Rheingletschers zum Hochrhein sich sicher von Gletschervorstoß zu Gletschervorstoß nur allmählich verstärkte, die These, daß die Menge äolisch transportierbarer Feinsedimente im Oberrheingraben erst in den letzten beiden Kaltzeiten so groß wurde, daß im Kraichgau und angrenzenden Becken mächtige Lässe entstehen konnten, die die syngenetische Abtragung und Umlagerung wie auch die folgende inter- und frühglaziale Denudation überdauern konnten. Dies könnte zu einer Erklärung für das starke Zurücktreten älterer Lässe beziehungsweise Lößlehme führen: Es scheint, als habe die gegenüber der Riß- und Würm-Kaltzeit mangelnde Menge an verwehbarem Material im Oberrheingraben einen früheren, flächendeckend mächtigen Lößaufbau in den Sedimentationsräumen verhindert. Inwieweit sich die These auf die Rheinhessischen Lößgebiete und die Wetterau anwenden läßt, bleibt zu untersuchen. Möglicherweise sind dort neben dem Rhein noch weitere Herkunftsgebiete der äolischen Sedimente zu berücksichtigen.

5. Konsequenzen

Eine ausreichende Lößbildung mit großflächigem und mächtigem Deckschichtenaufbau in Verbindung mit einer resultierenden Umgestaltung des präexistenten Reliefs zu einer Lößlandschaft mit eigenständigem Formenschatz (vgl. EITEL 1989) wird daher erst zur Riß-Kaltzeit in den Becken Nord-Baden-Württembergs möglich. Dies dokumentiert sich konsequenterweise auch in typischen Substratwechseln pleistozäner Sedimentkörper in den heute z. T. verfüllten Tal-

zügen des Kraichgaus, wo Kiese das Liegende der jungpleistozänen Lässe bilden. Während postglazial nur schluffige Aue- und Hochflutlehme in den Tiefenlinien sedimentiert werden, ist die Genese der Grobsedimente nur durch Abtragungsprozesse auf einer mehr oder weniger lößfreien Landoberfläche denkbar, die sich im geoökologischen Prozeßgefüge deutlich vom heutigen unterscheidet.

Die Entstehung der jungen Deckschichten in den Gauenlandschaften Nord-Baden-Württembergs muß damit nicht mehr ausschließlich auf klimatische Bedingungen während der beiden letzten Kaltzeiten zurückgeführt werden, die eine Lößbildung besonders förderten. Die Betrachtung der pleistozänen Veränderungen des süddeutschen Gewässernetzes bietet hingegen bislang kaum beachtete Möglichkeiten, den Deckschichtenaufbau in den rheinanisch orientierten Beckenlandschaften zu erklären.

„Lößlandschaften“ sind in großen Teilen Südwestdeutschlands kein undifferenziert „pleistozäner“, sondern ein sehr junger, jungpleistozän-holozäner Landschaftstyp. Dies ist bei geomorphologischen Untersuchungen sowie der Beurteilung des Naturpotentials des Kraichgaus als einer exemplarischen, lößbedeckten Beckenlandschaft Süddeutschlands zu berücksichtigen. Das Quartär in den im oben ausführten Sinn rheinanisch beeinflußten Räumen könnte — entsprechend der (hydro-)geologischen Zweiteilung der Rheinsedimente nach BARTZ (1982) — neu gegliedert werden: in einen prälößzeitlichen altquartären und einen jungquartären, lößgestalteten Zeitraum. Beide Abschnitte unterscheiden sich in den Gauenlandschaften nicht nur petrographisch und geomorphologisch, sondern viel umfassender landschaftsökologisch-prozessual.

6. Schriftenverzeichnis

- ABELE, G. (1977): Morphologie und Entwicklung des Rheinsystems aus der Sicht des Mainzer Raums. — Mainzer Geogr. Studien, 11: 245—259; Mainz.
- BARTZ, J. (1976): Quartär und Jungquartär im Raum Rastatt. (Mit Beiträgen von G. VON DER BREIE und H. MAUS). — Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 18: 121—178; Freiburg/Brsq.
- (1982): Quartär und Jungtertiär II im Oberrheingraben im Raum Karlsruhe. — Geol. Jb., A 63: 3—237; Hannover.
- BIBUS, E. (1989): 8. Tagung des Arbeitskreises „Paläoböden“ der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft vom 25.5.—27.5.1989 in Heilbronn. Programm und Exkursionsführer: 27 S.; Tübingen.
- BLEICH, K. E. (1978): Erosion von Böden infolge Bodennutzung. — Daten, Dokumente, Umweltschutz, 22: 109—112; Stuttgart-Hohenheim.

- BOENIGK, W. (1982): Der Einfluß des Rheingraben-Systems auf die Flußgeschichte des Rheins. — *Z. Geomorph.*, N. F., Suppl.-Bd. **42**: 167—175; Berlin/Stuttgart.
- BRELIE, G. VON DER (1976): Die Pollenuntersuchungen. — in: BARTZ, J. (1976): Quartär und Jungquartär im Raum Rastatt. — Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, **18**: 154—166; Freiburg/Brsg.
- (1982): Pollenuntersuchungen. — in: BARTZ, J. (1982): Quartär und Jungquartär II im Oberrheingraben im Raum Karlsruhe. — *Geol. Jb.*, A **63**: 199—227; Hannover.
- EITEL, B. (1989): Morphogenese im südlichen Kraichgau unter besonderer Berücksichtigung tertiärer und pleistozäner Decksedimente. Ein Beitrag zur Landschaftsgeschichte Südwestdeutschlands. — *Stuttgarter Geographische Studien*, **111**, 205 S.; Stuttgart.
- GESSERT, F. & MENILLET, F. (1976): *Carte Géologique de la France à 1 : 50 000, f. XXXIX — 13—14 Seltz-Wissembourg, mit Erläuterungen: Pliocène d'Alsace.* — 59 S.; Orléáns.
- LIEDTKE, H. (1986): Stand und Aufgabe der Eiszeitforschung. — *Geogr. Rdsch.*, **38**, 7/8: 412—419; Braunschweig.
- LINIGER, H. (1966): Das Pliozän-Altpleistozäne Flussnetz der Nordschweiz. — *Regio basiliensis*, **7**: 158—177; Basel.
- MAUS, H. (1976): Die Schwerminerale. in: BARTZ, J. (1976): Quartär und Jungtertiär im Raum Rastatt. — Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, **18**: 141—145; Freiburg/Brsg.
- MONNINGER, R. (1985): Neotektonische Bewegungsmechanismen im mittleren Oberrheingraben. — Diss. Geol. Inst. Karlsruhe: 219 S.; Karlsruhe.
- PLEWE, E. (1938): Geomorphologische Studien am Pfälzer Rheingrabenrand. — *Bad. Geogr. Abh.*, **19**: 1—70; Karlsruhe.
- RÖSNER, U. (1988): Die mainfränkische Lößprovinz. Sedimentologische, pedologische und morphodynamische Prozesse der Lößbildung während des Pleistozäns in Mainfranken. — Diss., Inst. f. Geogr., Univ. Erlangen-Nürnberg: 498 S.; Erlangen.
- SANDBERGER, F. (1868): Bemerkungen über die Diluvialgerölle des Rheintals bei Karlsruhe. — *Verh. naturwiss. Ver. Karlsruhe*, **3**: 51—58; Karlsruhe.
- SCHLICKUM, W. R. & GESSERT, F. (1980): Die pliozäne Land- und Süßwassermolluskenfauna von Sessenheim/Krs. Haguenau (Unterelsaß). — *Arch. f. Molluskenkunde*, **110**: 225—259; Frankfurt/M.
- SCHMIDT, K. G. (1941): Über bohnerzführendes Tertiär und Diluvium im Kraichgau. — *Jber. Mitt. Oberrh. Geol. Ver.*, N. F. **30**: 48—91; Karlsruhe.
- SCHREINER, A. (1968): Eiszeitliche Rinnen und Becken und deren Füllung im Hegau und westlichen Bodenseegebiet. — *Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg*, **10**: 79—104; Freiburg/Brsg.
- (1979): Zur Entstehung des Bodenseebeckens. — *Eiszeitalter und Gegenwart*, **29**: 71—76; Stuttgart.
- (1983): Erläuterungen zur Geologischen Karte 1 : 25 000 von Baden-Württemberg, Blatt 8218 Gottmadingen: 124 S.; Stuttgart (Geol. L.-Amt Baden-Württemberg).
- SINDOWSKI, K. H. (1937): Zur Sedimentpetrographie des Oberpliozäns und Alt-diluviums der mittleren Oberrheinebene. — *Z. dt. geol. Ges.*, **89**: 409—418; Hannover.
- VILLINGER, E. (1986): Untersuchungen zur Flußgeschichte von Aare-Donau/Alpenrhein und zur Entwicklung des Malm-Karstes in Südwestdeutschland. — *Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg*, **28**: 297—362; Freiburg/Brsg.
- WAGNER, G. (1962): Zur Geschichte des Bodensees. — *Jb. Ver. z. Schutze d. Alpenpflanzen u. -tiere*, **27**: 98—113; München/Bamberg.
- (1963): Danubische und rheinische Abtragung im Neckar- und im Tauberland. — *Ber. dt. Landeskde*, **31**: 1—11; Trier.
- WITTMANN, O. (1962): Hochrhein und Oberrhein bis Karlsruhe. in: QUITZOW, H. W. et al. (1962): Die Entstehung des Rheintales vom Austritt des Flusses aus dem Bodensee bis zur Mündung. — *Beitr. z. Rheinkde.*, **14**: 10—21; Koblenz.
- ZINK, F. (1940): Zur diluvialen Geschichte des Hochrheins und zur Alterstellung der paläolithischen Station Murg. — *Mitt. Reichsst. Bodenforsch. Freiburg/Brsg.*, **1**: 51 S.; Freiburg/Brsg.

Manuskript eingegangen am 18. 10. 1989,
Nachträge Januar 1990.