

| | | | | | |
|-----------------------------------|-------|-----------|--------|----------|---------------|
| Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. | 82/83 | S. 93–115 | 7 Abb. | 4 Photos | Freiburg 1994 |
|-----------------------------------|-------|-----------|--------|----------|---------------|

Fluviale Geomorphodynamik und Reliefentwicklung im Ostrheingebiet

von

Stefan Kayser und Rüdiger Mäckel, Freiburg i.Br.

Zusammenfassung

Die Untersuchungen zur jungquartären Entwicklung des Ostrheingebiets behandeln die Kartierung und geomorphologische Auswertung des Rinnensystems zwischen dem Möhlin- und dem Dreisamschwemmfächer. Neben dem bisher bekannten „Grezhäuser Rheinarm“ existieren auf der Niederterrasse noch zwei weitere Rheinarme. Entsprechend der Lage ihrer Übertrittsstellen wurden sie als „Rothäuser Rheinarm“ und „Rimsinger Rheinarm“ bezeichnet. Das Umfließen des Ostrheins um den Kaiserstuhl beschränkte sich auf das Spätglazial und endete mit dem ersten Umbruch der Flußdynamik in der Zeit vom Alleröd bis zum Präboreal. Überschwemmt wurde das Ostrheingebiet aber weiterhin bis zur Flußregulierung im 19. Jh., und zwar sowohl vom Rhein als auch von der Möhlin. Das Möhlin-Neumagen-Flußsystem durchfloß das Ostrheingebiet noch bis zum Atlantikum. Hölzer an der Basis der holozänen Rinnen zur Niederterrasse wurden zur Radiokarbondatierung entnommen. Mit ihrem Alter soll die Geomorphodynamik des Ostrheins und seiner Nebenflüsse zeitlich und klimageschichtlich genauer gefaßt werden.

1. Die Fragestellung zum Ostrhein

Eine besondere Rolle für die Rekonstruktion der jungquartären Fluß- und Talentwicklung des Oberrheins und seiner Zuflüsse aus dem Schwarzwald fällt dem ehemaligen Rheinlauf östlich des Kaiserstuhls zu, der in der Literatur kurz als „Ostrhein“ bezeichnet wird (Abb.1 und 2). Deshalb wurde im Rahmen des Forschungsprojekts „Jungquartäre Fluß- und Hangdynamik im Schwarzwald und Oberrheintiefland“ (DFG, Ma 557/8–1 bis 4) den Fragen nachgegangen, wo der Ostrhein vom Hauptstrom abgezweigt ist, wie er weiter verlaufen ist und bis in welche Zeit von einem wirklichen Umfließen gesprochen werden kann.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. R. MÄCKEL u. S. KAYSER, Inst. f. Physische Geographie der Univ. Freiburg i Br.,
Werderring 4, 79085 Freiburg i. Br.

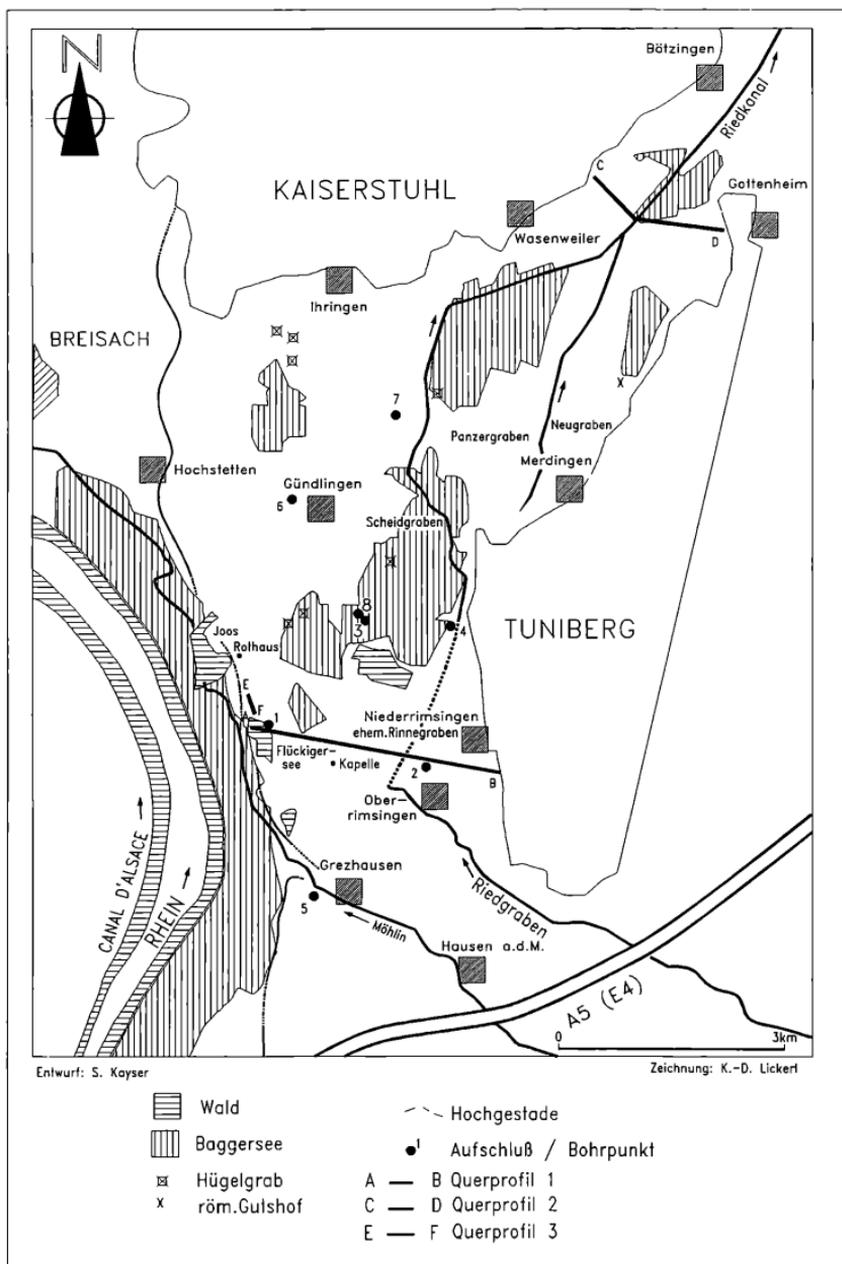


Abb. 1: Übersichtskarte des Ostrheingebiets südlich und östlich des Kaiserstuhls mit der Lage der Querprofile und Aufschlüsse.

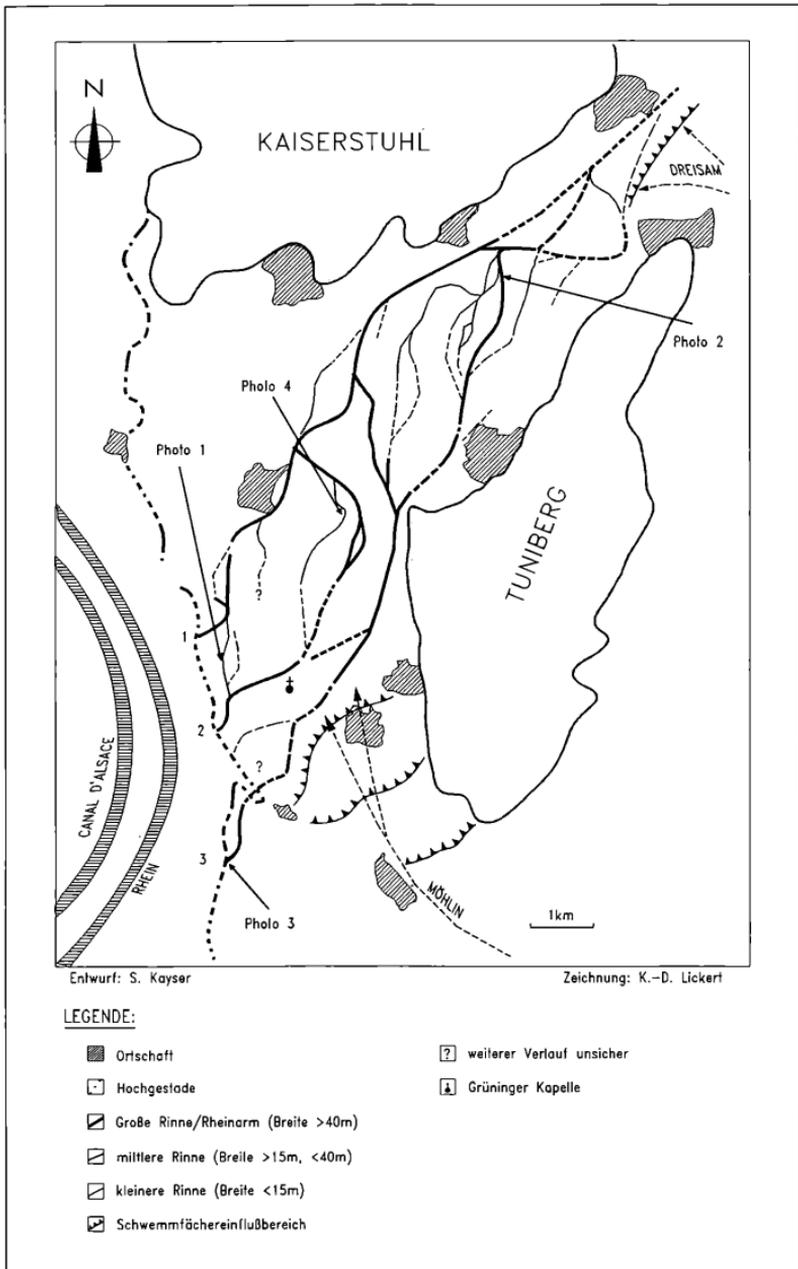


Abb. 2: Das Rinnensystem des Ostrheingebietes zwischen Grezhausen und Bötzingen am Kaiserstuhl.

Entscheidende Aufgabe dabei ist es, die Umbrüche in der Flußdynamik des Rheins und ihren Einfluß auf die Nebenflüsse zu erfassen, die sowohl klimatische, tektonische als auch anthropogene Ursachen haben können.

Bereits TULLA (1820) erwähnt einen östlich des Kaiserstuhls verlaufenden Rheinarm. SLEUMER (1934) und WUNDT (1948) beschränken die Existenz des Ostrheins und des sich nördlich anschließenden Kinzig-Murg-Systems auf das Pleistozän. Für das Postglazial räumt WUNDT (1948) zwar einzelne Überflutungen des Rheins auf die Niederterrasse ein, er schließt jedoch ein Überfließen des Hochgestades wegen der Höhendifferenz in historischer Zeit aus. BANGERT (1958) beschreibt einen reliktschen Rheinverlauf, der nicht immer aus einem Gerinnebett bestand, sondern sich hin und wieder in mehrere Arme aufteilte. Er bezeichnet ihn als „Grezhäuser Rheinarm“ (Abb. 2) und sieht ihn als Teil eines „Kaiserstuhlrheins“ an. Nach BANGERT kam es noch bis in das späte Mittelalter hinein zu einem östlichen Umfließen des Kaiserstuhls bei Hochwässern. Weitere Erwähnung findet der Ostrhein bei SCHREINER (1958, 1981), BARTZ (1960) und HÜGIN (1962). LEHMANN-CARPZOV et al. (1978) befassen sich mit einer quartärgeologischen Deckschichtenkartierung des Wasenweiler Rieds. Durch eine große Anzahl von Bohrungen entstand ein detailliertes Bild von den Sedimenten, das auf eine unterschiedliche Geomorphodynamik in diesem Teil des Ostrheingebiets schließen läßt.

2. Querprofile und Aufschlüsse im Ostrheingebiet

Für die Erfassung des Ostrheinsystems wurden verschiedene Querprofile angelegt (Abb. 1) und Aufschlüsse in Kies- und Baugruben aufgenommen (Photo 1). Zusätzlich wurden Bohrungen entlang der Querprofile und entlang vermuteter Abflurinnen niedergebracht. Dazu kamen die Auswertungen verschiedener Karten und Luftbilder. Für eine Auswahl von Bodenproben wurden bodenphysikalische und bodenchemische Laboruntersuchungen durchgeführt. Das Querprofil zwischen dem heutigen Altrhein und dem Tuniberg (Querprofil 1 in Abb. 1 und 3) zeigt, daß die Pararendzina der vorherrschende Bodentyp in diesem Bereich der Ostrheinebene ist. Bis auf das Profil in Tunibergrandlage (Schwemmlöß) sind alle Böden kalkfrei und sauer. Die vorherrschende Bodenart ist lehmiger Schluff bis schluffiger Lehm bei mittlerer Gründigkeit.

Hinsichtlich der Korngrößenzusammensetzung, vor allem aber hinsichtlich des Skelettanteils, lassen sich zwei verschiedene Varianten unterscheiden. Variante 1 charakterisiert die im westlichen Gebiet vorkommende „Schotter-Pararendzina aus Hochflutsedimenten“, die einen deutlich höheren Grobbodenanteil besitzt und außerdem sandiger und schluffärmer ist. Variante 2 verfügt dagegen über eine höhere Schwemmlößbeteiligung und einen deshalb durchweg mächtigeren Ap (Ah)-Horizont, der vergleichsweise kiesärmer und schluffiger



Photo 1: Querprofil einer holozänen Rinne im Schotterkörper der Niederterasse, 400 m östlich des Hochgestades (Kiesgrube Flückiger, TK 25 8011 Harthelm, RW 3398238 HW 5317738, Höhe 198 m ü. NN).

ist. Die Bezeichnung „verlehnte Pararendzina“ oder „Pararendzina aus Schwemmlöß“ für Variante 2 soll dies herausstellen, obwohl sie strenggenommen natürlich auch als Schotter-Pararendzina geführt werden könnte. Repräsentiert wird diese Variante von den drei östlichen Profilbohrungen, während die fünf westlichsten der ersten Variante entsprechen. Mit Ausnahme des 1 m mächtigen Ap/Ah-Horizonts der Schotter-Pararendzina in Rinnenposition (Abb. 3) erreichen diese gerade max. 45 cm Bodenmächtigkeit. Getrennt werden beide Pararendzinen von einem verbraunten Boden, der zudem Merkmale eines Stauwasserbodens trägt und daher als Pseudogley-Braunerde ausgeschieden wird. Der Boden weist die für Pseudogleye typischen, redoximorphen Merkmale auf, welche durch den Wechsel von Stauwassereinfluß über dem tonreichen Sd-Horizont und Austrocknung zustande gekommen sind.

Dieser Boden ist an einer Stelle ausgebildet, die durch eine deutliche Eintiefung in der Kiesoberfläche auffällt (Abb. 3), was aber infolge der durchgehend hohen Deckschicht im Gelände nicht sichtbar wird. Dagegen läßt sich die zweite Einsenkung weiter westlich, die Rinne des „Grezhäuser Rheinarms“, über mehrere 100 m auf dem Acker verfolgen (Abb. 2). Beide Senken werden von einem „Kiesrücken“ getrennt, der an der Oberfläche durch eine etwa 400 m lange,

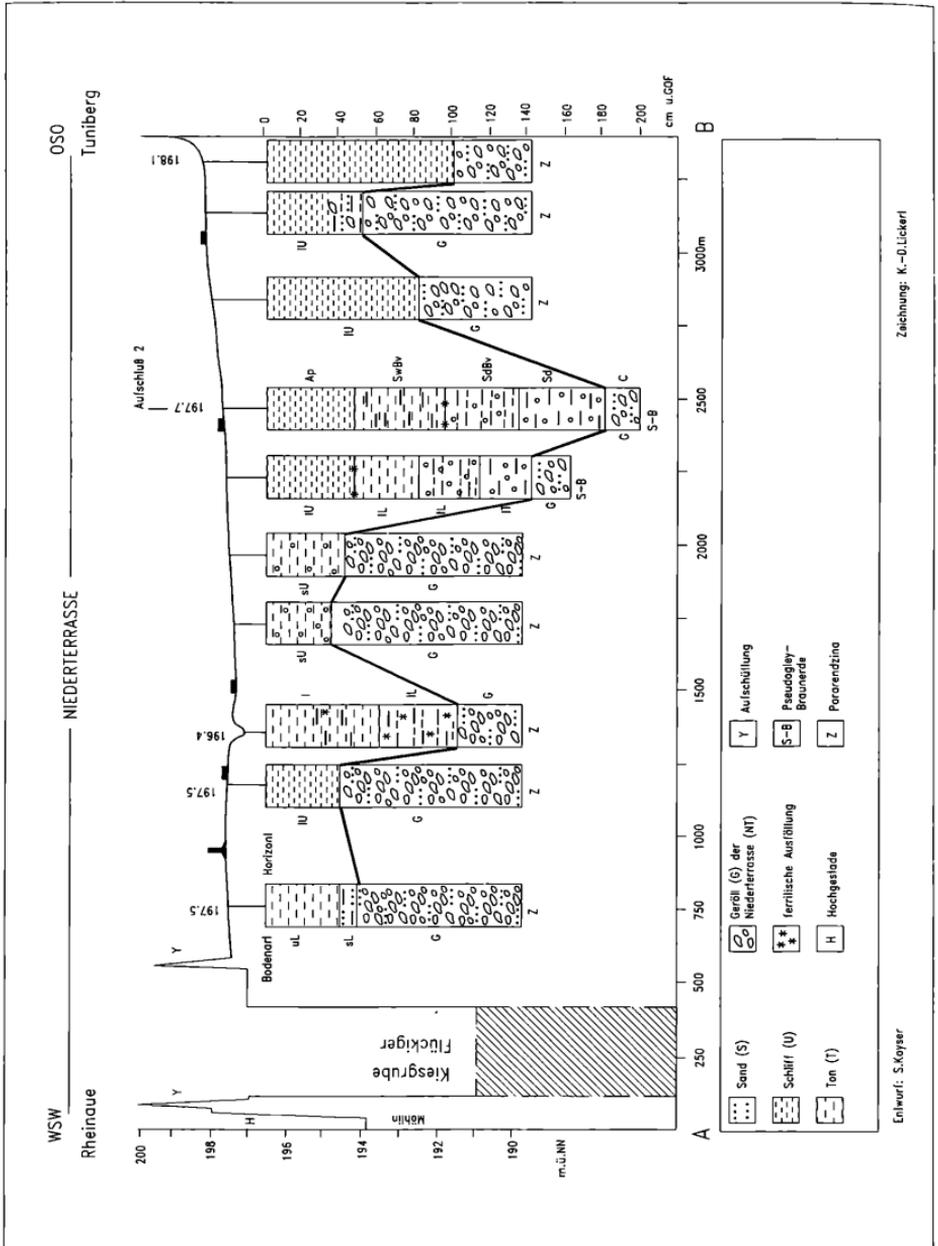


Abb. 3: Querprofil 1 durch die Niederterrasse vom Rhein zum Tuniberg (A–B in Abb. 1). Signaturen nach LESER u. STÄBLEIN 1975.

leichte Aufwölbung mit zahlreichen hochgepflügten Schottern auffällt. Unter Umständen steht die östliche Einsenkung in Verbindung mit einem anderen älteren „Ostrheinarm“ (in Abb. 2 mit „Rimsinger Rheinarm“ kenntlich gemacht) oder aber mit dem ehemaligen Möhlinlauf, der etwa in dieser Höhe nach Norden abzweigt ist. Dies hängt mit der topographischen Barriere der „Mengener Brücke“ zusammen, einer Lößschwelle zwischen Tuniberg und Batzenberg, die einen direkten Zufluß von Möhlin und Neumagen in die Freiburger Bucht verhindert. Sie entstand bereits im Früh- bis Mittelpleistozän, so daß die Flüsse seit dieser Zeit nach Westen Richtung Ostrheingebiet abgelenkt wurden.

Mit der Ausbildung der Niederterrasse und dem damit in Zusammenhang stehenden Beginn der Flußverschleppung an der Wende zum Holozän fließen sie dann in einem weiten Bogen um den Tuniberg herum und münden schließlich in die Freiburger Bucht. Eine Verschleppung parallel zum Gebirgsrand, wie bei Dreisam, Elz oder der elsässischen Ill, ist aufgrund der beschriebenen topographischen Situation nicht möglich gewesen. Demnach sind Möhlin und Neumagen bis zum Durchbruch der Schwarzwaldflüsse in die Rheinaue, also bis zum Atlantikum, an der Prägung des Rinnensystems der Niederterrasse beteiligt, auch wenn die Wasserführung in der insgesamt trockeneren Periode des Präboreals und Boreals geringer als in der sich anschließenden Zeit ist.

Durch weitere Querprofile und Schotteranalysen südöstlich des Querprofils 1 (Abb. 3) könnte unter Umständen eine bessere Abgrenzung erreicht und die Frage nach der Stärke des Möhlin-Neumagen-Einflusses geklärt werden. Zumindest ist aber die Annahme gerechtfertigt, daß es sich bei der östlichen Depression im Querprofil auch um eine Rinne der Möhlin handeln kann, wobei natürlich eine Kombination aus Rhein- und Schwarzwaldeinfluß ebenso denkbar ist.

Insgesamt gesehen bringt das Querprofil, neben den zwei auffälligen Vertiefungen der Kiesoberkante, die Dominanz der Pararendzinen in diesem Teilraum der Niederterrasse zum Ausdruck. In der Bodenkarte des Landkreises Breisgau-Hochschwarzwald (HÄDRICH et al. 1988) ist dieser Bereich dagegen durch Rötliche Parabraunerde gekennzeichnet (Rubefizierte Parabraunerde aus pleistozänem sandigen Kies), welche in der näheren Umgebung des Querprofils aber nicht erbohrt werden konnte. Südlich fehlt sie in der Senke zwischen Hausen a.d.M. und Grezhausen (MOLL 1959). Nördlich ist sie in 1,5 km Entfernung im Gündlinger Gemeindewald „Dornshau“ großflächig aufgeschlossen (Abb. 1, Aufschluß 3). Dieses Gebiet soll wiederum nach der oben genannten Bodenkarte (HÄDRICH et al. 1988) von einer „Braunerde bis Parabraunerde-Braunerde aus sandigem Kies“ eingenommen sein, was aber nach den eigenen Aufschluß- und Bohrergebnissen nicht zutreffen kann. Dazwischen scheint sie, wenn überhaupt, nur noch inselartig verteilt, jedoch nicht mehr flächenhaft vorzukommen. Nach den bisherigen Geländeaufnahmen kommt die Rötliche Parabraunerde nördlich Grezhausen nicht mehr geschlossen vor. Die Grenze des Bodentyps „Rubefizierte

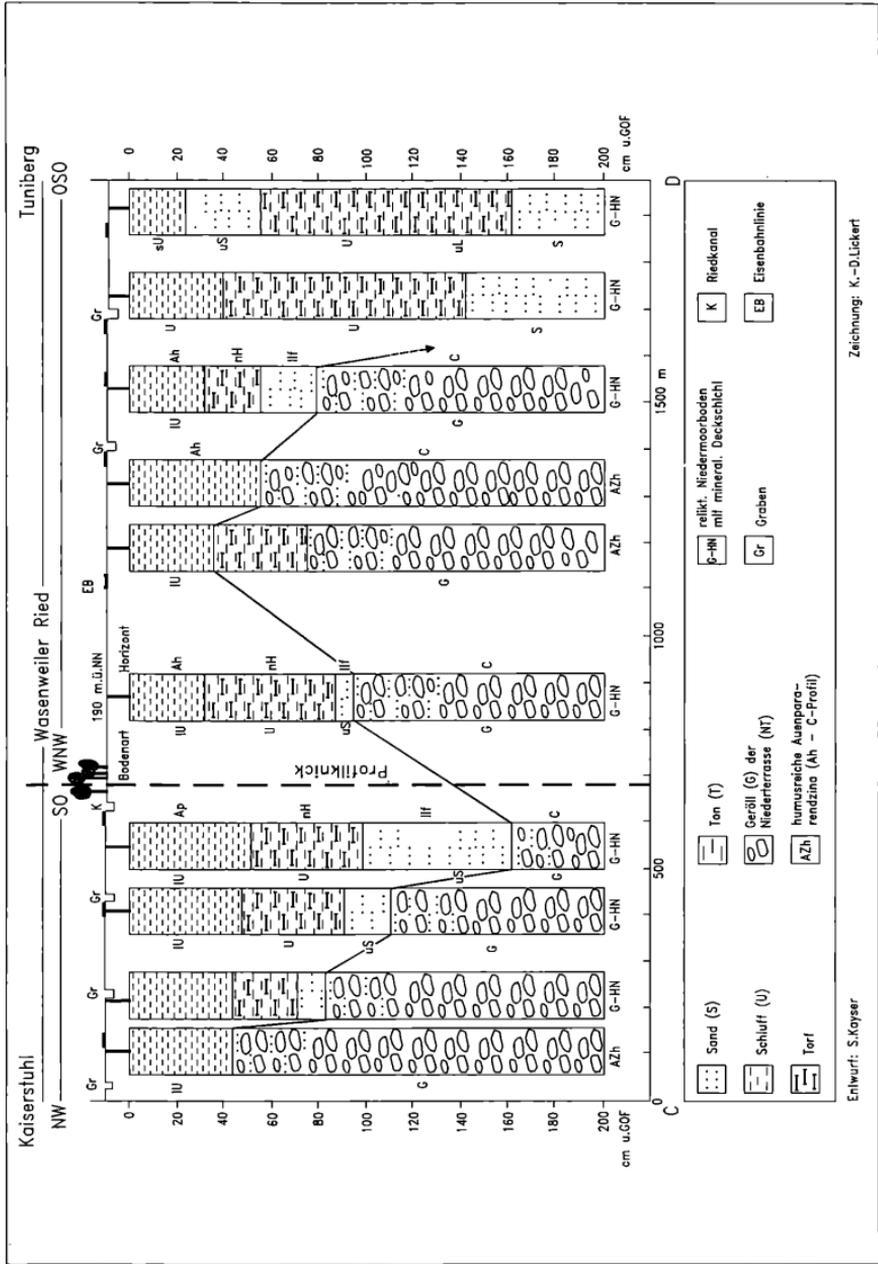


Abb. 4: Querprofil 2 vom Kaiserstuhl durch das Wasenweiler Ried (C-D in Abb. 1). Bodenhorizonte nach Arbeitsgruppe Bodenkunde 1982, Signaturen nach LESER u. STÄBLEIN 1975.

Parabraunerde aus pleistozänem sandigem Kies“ ist daher etwa 5 km weiter südlich zu ziehen und dabei durch den Bodentyp „Pararendzina bis Rubefizierte Parabraunerde aus sandigem Kies“ zu ersetzen, welche bislang nur für das Gebiet zwischen Hochstetten, Ihringen und Gündlingen vorgesehen ist (HÄDRICH et al. 1988, HÄDRICH u. STAHR 1992).

Querprofil 2 zeigt einen Schnitt durch das Wasenweiler Ried (Abb. 4). Das Gebiet zwischen den Eckpunkten C und D ist nahezu eben. Abgesehen von zahlreichen Entwässerungsgräben und den geringfügig erhöht angelegten Wirtschaftswegen liegen die wenigen Höhenunterschiede im Zentimeterbereich. Daher wird auf eine Darstellung in m ü. NN verzichtet und jede Bohrung auf ein Niveau von 190 m ü. NN bezogen (Abb. 4). Der in Höhe des Waldstücks „Nötig“ gekennzeichnete Profilknick, bei dem die Richtung des Querprofils von SE nach ESE wechselt, bildet gleichzeitig eine Landnutzungsgrenze. Von dort in Richtung Gottenheim wird ausnahmslos Grünlandwirtschaft (teils extensiv) betrieben, während nördlich Richtung Kaiserstuhl überwiegend Ackerbau zu finden ist. Dies steht im Zusammenhang mit der in den 20er Jahren durchgeführten Entwässerung des Rieds (Gemeindearchiv Bötzingen). Auf der Kaiserstuhl-Seite ist neben dem Hauptkanal (Riedkanal) ein allgemein dichteres Entwässerungsgrabennetz entstanden, was demzufolge eine größere Grundwasserabsenkung bewirken konnte. Zudem sind die Torfmächtigkeiten geringer und die Schwemmlößbeteiligung höher, so daß damit in diesem Bereich eine ackerbauliche Nutzung begünstigt wurde.

Die ehemals stark vernästen Böden des Wasenweiler Rieds sind hinsichtlich der pedogenetischen Prozesse schwer zu gliedern (HÄDRICH et al. 1988). In Bereichen ohne Grundwasseranschluß können sich nach zeitweiligem Wasserstau Pseudogley-Gleye ausgebildet haben. Im Profilvergleich liegt der Grundwasserspiegel dagegen noch recht hoch; zwischen Eisenbahnlinie und Punkt D bei 70 cm u. GOF (jeweils im Herbst 1991). Daher hat sich der Niedermoorcharakter noch gut erhalten, auch wenn durch die Bewirtschaftung und den ausgebildeten Ah- bzw. Ap-Horizont eine terrestrische Überprägung offensichtlich wird. Man könnte daher als Bodentyp, bis auf eine Ausnahme, für den Großteil des Gebietes einen reliktschen Niedermoorboden (rHN) ausweisen. Nach der bodenkundlichen Kartieranleitung (ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE 1982) kommt das einem Übergangsniedermoorstyp nahe, der mit einer 2 bis 4 dm natürlichen mineralischen Deckschicht als G-HN-Typ beschrieben ist. Charakteristisch für ihn ist die Schichtfolge: Mineralische Deckschicht und darunter Nieder- oder Übergangsmoorstorf. Sieben der zehn Profilbohrungen entsprechen demnach diesem Typ, obwohl die Mächtigkeiten der einzelnen Horizonte Differenzen zeigen. Die nahe Punkt D aufgenommene Bohrung kann dazu als Variante angesehen werden. Sie liegt nach der Geologischen Karte von Freiburg und Umgebung (1977) im Bereich „holozäner Talfüllung“ (GEOLOGISCHES LANDESAMT BW 1981). Dieser Bereich scheint flußmorphologisch sehr aktiv gewesen zu sein. Die wechselnde Geomorphodynamik spiegelt sich gut in den Horizonten

wieder. So zeigt das Profil über dem unteren Flußsediment (> 160 cm u. GOF) eine Torfmudde, die auf limnische Ablagerungsbedingungen hinweist. Darüber folgt eine Phase mit Torfbildung (55–120 cm u. GOF) und schließlich eine erneute fluviale Überprägung (25–55 cm u. GOF), was mit einer erhöhten Aktivität der Dreisam in Verbindung steht (eventl. im Atlantikum). Ferner liegt auf dieser Seite die Deckschichtenbasis am tiefsten (bei 200 cm nicht erreicht). Am Profilpunkt D (Abb. 4) ist, wie auch an anderen Randlagen von Kaiserstuhl und Tuniberg, ein Teil der Rinne von Schwemmlöß überdeckt, so daß das Querprofil praktisch nur die Hälfte dieser Rinnenfüllung zeigt. Der zweite im Profilbereich vorkommende Bodentyp kann als humusreiche Auenpararendzina aus anmoorigem Boden (AZh) charakterisiert werden, obgleich natürlich auch hier der Vortritt „Auen“ als reliktsch eingestuft werden muß. Der Boden besitzt einen 35–55 cm mächtigen, grundwasserfernen Ah-Horizont, der reich an organischem Material ist und direkt von hochanstehendem Kies gefolgt wird. Seine Verbreitung ist auf die Kaiserstuhl-Randlage am Punkt C und eine Insellage südlich der Mitte beschränkt, die eine Art Kiesrücken darstellt (Abb. 1). Zu beiden Seiten konnten sich so in Verbindung mit dem Vorrücken des Dreisamschwemmfächers und dem Tieferschneiden des Rheins Torflager bilden, die im näheren Umkreis später zeitweilig genutzt worden sind. Für eine Gewinnung in großem Stil waren die Torfe allerdings nicht abbauwürdig, wie aus Unterlagen des Gemeindearchivs Bötzingen hervorgeht. SLEUMER (1934) datiert nach pollenanalytischen Proben das Hauptwachstum des Torfs in die Zeit vom Präboreal bis zum Subatlantikum, wobei er für das Atlantikum wegen abnehmender Überflutungstätigkeit seitens des Rheins eine Ruhephase annimmt. Auch FRENZEL (mdl. Mitt. 1992) schließt aufgrund von Pollenanalysen größere Flußaktivitäten des Rheins seit Ende des Postglazials aus. Eine zweite Wachstumsphase soll schließlich von der Hallstattzeit bis zur Entwässerung des Gebietes zu Anfang dieses Jahrhunderts angedauert haben, so daß seit dieser Zeit (etwa seit 70 Jahren) die Vererdung des Torfs vonstatten geht.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Genese des Wasenweiler Rieds und seiner Böden insbesondere von den Umweltfaktoren Relief, Klima und Zuschußwasser gesteuert worden ist, in neuerer Zeit dann auch vom Menschen. Die Engstelle zwischen Tunibergspitze bei Gottenheim und Kaiserstuhland bei Bötzingen (Abb. 2) stellte schon zu Beginn der Entwicklung im Pleistozän ein Hindernis für den weitverzweigt breitbettig-fließenden Ostrheinarm („braided river“) dar, so daß es zeitweilig zu einer Plombierung des „Abflusses“ kam. Seeaufstauung, Verlandung und Torfbildung waren die Konsequenzen. In der Nähe des Schwemmfächers fand schließlich eine nochmalige fluviale Überprägung von Teilen des Rinnensystems statt. Diese Dynamik gibt das Querprofil 2 für das Zentrum des Wasenweiler Rieds anschaulich wieder (Abb. 4).

3. Das holozäne Rinnensystem

Bei den Untersuchungen im Ostrheingebiet sollte vor allem die Frage nach dem möglichen Verlauf des Rinnensystems geklärt werden. Die einzelnen Rinnen fallen hierbei im Südwestteil der Niederterrasse topographisch stärker ins Auge als im Nordosten (Abb. 3). Ausnahmen bilden die Waldgebiete, in denen häufig noch zusammenhängende Einsenkungen verfolgt werden können sowie der Übergang ins Wasenweiler Ried. Dort sind die Rinnen vielfach allein durch die dunklere Bodenfarbe vom Umland abzugrenzen, was sich aus dem Humusreichtum dieser teilweise noch anmoorigen Böden ergibt (Photo 2). Neben den für die Auswertung besonders hilfreichen Infrarot-Luftbildern geben auch die forstlichen Standortkarten Hinweise auf das Rinnensystem. Darin sind recht detaillierte Angaben über die Verbreitung der Bodentypen im betreffenden Forst gemacht und allerlei Zusatzinformationen kartiert, z.B. „anmoorige-“ oder „trockene Stellen“, „Schluten und Schlutenrandlagen im Trockengebiet“ oder auch „Höhere Rücken in breiten Schluten und Altrheinarmen“. Im übrigen wird die Bezeichnung „Schlute“ im badischen Raum synonym für den Begriff „größere Rinne im Auenbereich“ benutzt.

Darüber hinaus deuten einige Flurnamen auf ehemalige Verfeuchtungen, Sumpfbereiche oder gar Rinnen hin, so etwa „Schaflache“ (östl. Gündlingen),



Photo 2: Rinne im Gewann Kühried südöstlich Wasenweiler mit schwarzem Boden (Blickrichtung N).

„Im Dobel“ (westl. Oberrimsingen), „Innere Schluthe“ (westl. Merdingen) und „Kühried“ (südl. Wasenweiler). Weiterhin kann die Lage mittelalterlicher Wüstungen, wie auch die Verteilung von Gräberfeldern vorchristlicher Kulturen, eine Beziehung zu bestandenen Wasserläufen herstellen, da einerseits die Anlage einer Siedlung seit jeher eng mit dem Vorhandensein von Wasser verknüpft ist, und andererseits Gräber immer geschützt an hochwassersicheren Stellen angelegt worden sind (Abb. 1 und 5). Im Zusammenhang mit der Rekonstruktion des holozänen Rinnensystems stellt sich die Frage, wo der Ostrhein bzw. die Rheinarme vom Hauptstrom abgezweigt sind. Dabei braucht diese Frage für das Pleistozän im Grunde nicht gestellt zu werden, da wegen der Flußdynamik des breitbettigen Flusses sowieso das gesamte Grabengebiet als mögliches Flußbett angesehen werden muß. Auch wenn in dieser Zeit gewisse Ostrheinrinnen bestanden oder bevorzugt durchflossen wurden, so nimmt doch erst mit dem spätpleistozän-frühholozänen Umbruch und der damit verbundenen Eintiefung samt Niederterrassenausbildung die Entwicklung ihren Lauf, deren Ergebnis es heute nachzuvollziehen gilt.

Einige Rinnen werden vertieft und verbreitert, andere dagegen verlanden oder werden neu angelegt. So entsteht im Laufe des Holozäns im Ostrheingebiet ein vielverzweigtes Rinnensystem mit mehr als nur einem Hauptarm („Grezhauser

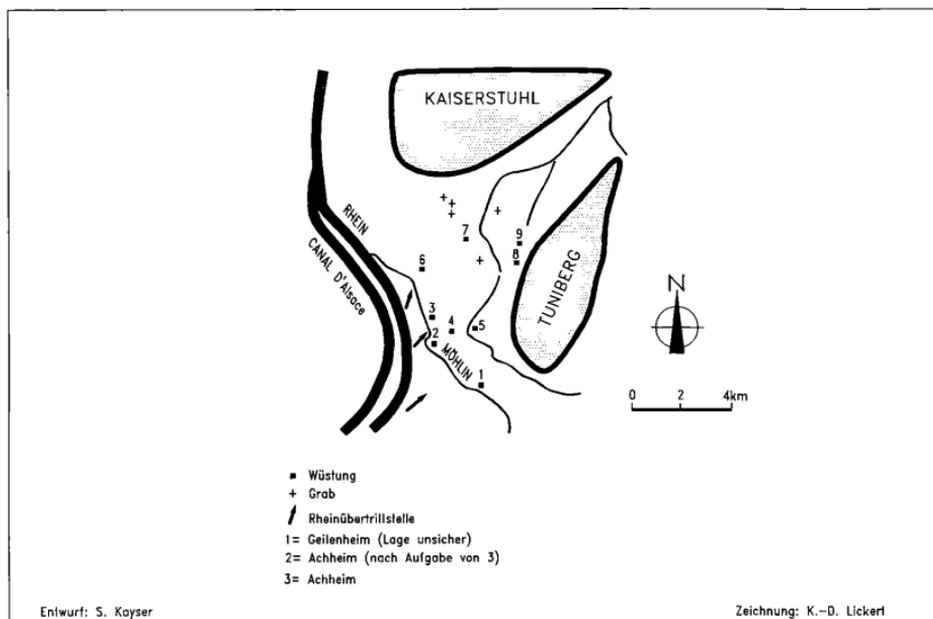


Abb. 5: Wüstungen und Gräber im Ostrheingebiet und ihre Lage zum Rinnensystem bzw. zur Möhlin.

Rheinarm“). Damit soll klar gemacht werden, daß der pleistozäne Ostrhein und der holozäne Ostrhein nicht identisch sein können und daß bei der Verwendung des Namens der geologische, flußdynamische Zeitraum zu berücksichtigen ist. BANGERT (1958) spricht daher bei der Beschreibung des Grezhauser Rheinarms der Unterscheidung wegen von einem „Relikt des Kaiserstuhl-Rheins“. Auch nach den Ergebnissen von KAYSER (1992) scheint es sinnvoller, von Rheinarmen zu sprechen und den Begriff Ostrhein für die Zeit der kaltzeitlichen Aufschotterung zu gebrauchen.

Um die Frage nach den Abzweigungen vom Hauptstrom zu beantworten, bietet sich neben der Interpretation von Luftbildern und Flußkarten vor allem eine Begehung des Hochgestades an. Die von BANGERT (1958) beschriebene Abzweigung bzw. „Einflußstelle“ liegt 400 m südlich des Franzosenwegs auf der Höhe der Kiesgrube Joos (Abb. 1), ist aber heute durch Wegebau kaum noch zu erkennen. Das Hochgestade ist von da an bis zum Nordende der Kiesgrube Flückiger in einer Höhe von etwa 2 m auffällig gestuft; weiter nördlich, ebenso wie weiter südlich gegen Hartheim, verliert sich die Stufung allmählich. Aus der ausgewerteten Literatur ist über ein solches Phänomen nichts bekannt. Das Hochgestade wird üblicherweise als einheitlicher Übergang zwischen Aue und Niederterrasse betrachtet bzw. nicht näher beschrieben, so daß eine anfangs aufgestellte These, es könne sich um eine Zweiphasigkeit bei der Tieferlegung der Niederterrasse handeln, nicht bestätigt werden kann. Aus der nördlichen Oberrheinebene berichtet SCHEER (1978) zwar von einem 1 bis 2 m mächtigen Geländeabsatz zwischen Rheinniederung und Hochgestade, jedoch bezieht sich diese Stufung auf eine Zweiteilung der Niederterrasse mit einem spätwürmzeitlichen Schotterkörper, der bis zu 10 m tief in die alt- bis mittelwürmzeitliche Terrassenstufe hineinreicht. Diese Situation trifft aber für das Arbeitsgebiet nicht zu. KAYSER (1992) fand hingegen heraus, daß im Zuge des „Westwall“-Ausbaus in den 30er Jahren außer der Errichtung von Bunkern am Hochgestade auch am Vorderhang zur Rheinaue hin Laufgräben angelegt worden sind (BETTINGER & BÜREN 1990). Damit ist die anthropogene Überprägung bestätigt.

Etwa 1,3 km südlich der Mündungsstelle der Möhlin in die Rheinaue fällt eine markante Einsenkung der Niederterrassenkante auf (Photo 3). Sie ist 50 m breit, wobei das Hochgestade in der Senkenmitte um 1,5 m tiefer liegt. Überhaupt zeigt das Hochgestade in diesem Bereich im Längsprofil stärkere Höhendifferenzen von Süd nach Nord: 202.1 – 200.9 – 200.1 – 200.7 m ü. NN. Der Schluß liegt nahe, daß es sich hier um eine weitere Abzweigung handelt, zumal unweit dieser Stelle eine breite, flache Vertiefung auf der Niederterrasse zu erkennen ist, die sich eindeutig zum Hochgestade zurückverfolgen läßt. Daneben kommen in nordnordöstlicher Richtung im Gewann „Am Hartheimer Weg“ einige Senken vor, die auch in der TK 25 (Blatt 8011 Hartheim) verzeichnet sind. Im Infrarot-Luftbild wird schließlich eine Verbindung zwischen allen Senken und dem Hochgestade sichtbar (Luftbild Nr.: 329, Abt. f. Luftbildmessung der Universität Freiburg). Auch in einer älteren Ausgabe der TK 25 (herausgegeben 1881,



Photo 3: Abzweigung des Rimsinger Rheinarms am Hochgestade, 2 km nördlich Hartheim. Blickrichtung SW von der Niederterrasse (Vordergrund) zur Rheinaue (Hintergrund).

berichtigt 1939) ist der Zusammenhang klar ersichtlich, und auf der Rheinkarte von 1851 (Lauf d. Rheins längs d. Bad.-Franz. Grenze, Blatt 5) kann durch Verlängerung der Stromlinie (Thalweg i.J. 1838) exakt die Lage des Hochgestades erreicht werden (späterer Mäanderbereich).

Der weitere Verlauf auf der Niederterrasse ist allerdings schwer zu verfolgen. Bis zur Möhlin ist die Rinne nachzuzeichnen – ab da wird es schwierig. Eine Untersuchung des in diesem Bereich 2–3 m eingetieften Möhlinufers bringt keinen direkten Hinweis auf einen möglichen Rinnenverlauf über die Möhlin hinweg in Richtung Rimsingen. Beobachtungen im betreffenden Gebiet nördlich der Möhlin machen eine Verbindung aber durchaus wahrscheinlich, auch wenn infolge der Anlage von Baggerseen und durch Wege- und Straßenbauarbeiten (B 31) viele Reliefunterschiede verwischt wurden.

Am linken Möhlinsteilufer (Prallhang, Aufschluß 5 in Abb. 1) ist der Schotterkörper zwar an einer Stelle um etwa 1,5 m eingesenkt (bei einer Breite von ca. 30 m), eine Beziehung zum Rinnenverlauf kann aber nicht hergestellt werden. Vielmehr handelt es sich um die Ansatzstelle eines älteren Mäanderbogens der Möhlin, der in der folgenden Zeit wieder bis zum Niederterrassenniveau mit Auensedimenten aufgefüllt worden ist. Lediglich eine minimale Verflachung

läßt den ehemaligen Verlauf vermuten. Der dunkle, lehmig-schluffige Boden deutet auf ein junges Sediment hin, das in seiner Art typisch für das Hochmittelalter (oder jünger) ist.

Dagegen findet sich weiter nördlich, 500 m südlich von Rothaus, eine dritte Eintiefung des Hochgestades, die zwar nicht so markant ist, dafür aber ohne Schwierigkeiten mit einer von dort abzweigenden Rinne in Verbindung gebracht werden kann (Abb. 2). Diese zieht halbkreisförmig auf Rothaus zu, um dann nördlich Richtung Gündlingen abzubiegen. Dabei teilt sie sich für einige 100 m und vereinigt sich östlich der Ortschaft Gündlingen (in Höhe des Salzhofes bzw. des ehem. Schlosses Alzenach) mit dem von BANGERT (1958) beschriebenen Grezhauser Rheinarm“. Der Verlauf, vor allem aber die Abzweigung am Hochgestade, wird im Infrarot-Luftbild eindrucksvoll sichtbar. Ein in 100 m Entfernung von der Niederterrassenkante aufgenommenes Querprofil bestätigt schließlich die Existenz. Im folgenden wird daher der Name „Rothausener Rheinarm“ eingeführt (Abb. 2). Das Querprofil 3 durch den „Rothausener Rheinarm“ (Abb. 1 und 6) liegt im Verbreitungsgebiet der im Westteil der Niederterrasse dominierenden, skelettreichen Schotter-Pararendzina, deren Mächtigkeit zwischen 35 cm und 50 cm schwankt. Während zu den beiden Profilrändern hin eine leichte Rötlichbraunfärbung festzustellen ist (Rubefizierung), kann in der Mitte der Rinne bei 40 cm u. GOF ein helles, lehmigeres Hochflutsediment erbohrt werden, das ab 60 cm Tiefe zunehmend sandiger wird und ab 90 cm

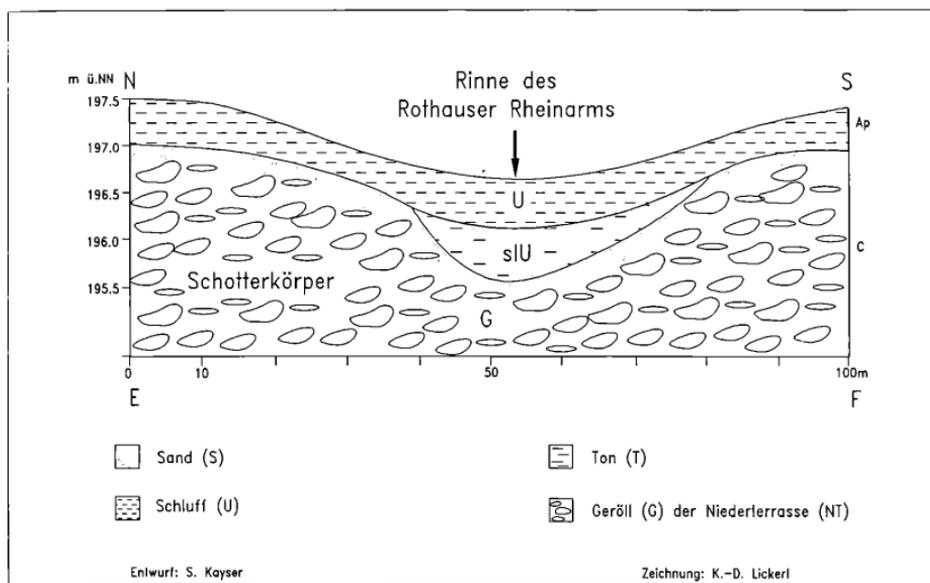


Abb. 6: Querprofil durch den Rothausener Rheinarm, 500 m südlich Rothaus (E-F in Abb. 1).

Feinkies führt. Im Kartenausschnitt der TK 25, Bl. 8011 Hartheim (Ausg. 1939) ist ein Teil des Rinnenbereichs durch die Senke 196.6 (RW 3397750 HW 5318150) wiedergegeben. Jenseits der B 31 ist die Rinne, die dort direkt auf Rothaus zuzieht, vollständig eingezeichnet.

Insgesamt gesehen lassen sich für den Niederterrassenbereich von Hartheim bis Hochstetten drei Einflußstellen oder Abzweigungen in das Ostrheingebiet feststellen. Dabei ist der weitere Verlauf des südlichen Rheinarms, vorläufig als „Rimsinger Rheinarm“ gekennzeichnet, unsicher. Vermutlich floß er – östlich begrenzt durch die Front des Möhlinschwemmfächers – weiter in Richtung Oberrimsingen, dann entlang des Rinnegrabens (der Name deutet eventuell darauf hin); in Höhe des Dimbergs teilte er sich in zwei oder drei Arme. Eine Verbindung westlich über den Scheidgraben hinüber zum Grezhauser Rheinarm scheint an dieser Stelle dagegen unwahrscheinlich, da keine Rinneneinsenkungen an der Oberfläche auftreten.

Im Gegensatz zur Auffassung von BANGERT (1958) scheint nach der Geländeaufnahme von KAYSER (1992) der Grezhauser Rheinarm hauptsächlich durch den Forst südöstlich Gündlingen geflossen zu sein, wobei die Abzweigung wiederum durch eine Kiesgrube und Baustoffwerke (H. Peter KG u. Birkenmeier) verdeckt bleibt. Eine Verbindung zum östlichen, am Tuniberg fließenden Rimsinger Rheinarm hat hier wahrscheinlich zusätzlich bestanden. Im Wald selbst sind zahlreiche Spuren des Rinnensystems zu verfolgen (Photo 4). Es zeigt sich,



Photo 4: Rinne des Grezhauser Rheinarms im Forst „Zwölferholz“ (Blickrichtung S).

daß dieser Rheinarm, wie auch die anderen, windungsreich ist und sich hin und wieder in mehrere Nebenarme aufteilt, was einem langsam dahinfließenden Altarm ohne stärkere Strömung gleichkommt. Eine 1992 erweiterte Kiesgrube im Gewann Dornshau zeigte den Aufbau der Ostrheinrinne und ihre Lage im Niederterrassenschotter (Aufschluß 8 in Abb. 1 und Abb. 7). Die Rinne ist im Wald, obgleich nur um 1° eingesenkt, wegen anderer Bodenmerkmale deutlich zu erkennen. Der humose Oberboden in der Rinne besteht aus sandigem Schluff, der in schluffig-tonigen Lehm übergeht. Darunter folgt ein kiesreicher toniger Lehm. Diese drei Abfolgen sind bis 70 cm u. GOF carbonatfrei. Der sandig-tonige Lehm im Liegenden ist bereits schwach carbonathaltig. Ab 100 cm u. GOF treten Schotter in stark carbonathaltigem Feinmaterial auf. Die Rinne ist am Aufschluß etwa 12 m breit und hat sich bis 3 m tief in die Niederterrassenschotter eingeschnitten (Abb. 7). Die Rinnenfüllung weist Wechselagen von Schotterbändern, schluffigen Böden und humosen Kiesschüttungen auf, die im unteren Profilbereich von Kalkbändchen durchzogen sind. Das genaue Alter der Rinne wird noch durch ¹⁴C-Analysen von Hölzern bestimmt, die sowohl in der holozänen Rinne als auch an der Basis zum würmzeitlichen Schotterkörper lagen (Abb. 7). Bei der Probe Schw. 93-1 (KI-3662) handelt es sich entgegen der Fundsituation um rezentes Holz. Nach der Bestimmung von FINK (schriftl. Mitt. vom 7. 4. 1993) stammt das Holz von einer Eiche (*Quercus*, Art nicht feststellbar), wahrscheinlich aus dem Wurzelbereich. Möglicherweise gehört die Holzprobe zu einer abgestorbenen Wurzel eines Baumes, der zur Freilegung der Kiesgrube gefällt wurde. Da die holozänen Rinnen feuchter und nährstoffreicher sind als die Niederterrassenschotter darunter, hatten sich die Wurzeln an der Basis der Rinne ausgebreitet.

Die Übertrittsstelle des Grezhauser Rheinarms auf die Niederterrasse ist bei BANGERT (1958) ausführlich beschrieben. Nordöstlich Gündlingen vereinigen sich Grezhauser- und Rothauser Rheinarm im Gewann Stegmatten (Hinweis auf sumpfiges Gelände). Am südwestlichen Ende des „Schachwaldes“ (oder „Schachen“) stößt schließlich auch ein Arm des Rimsinger Rheinarmes dazu (Abb. 2). Der andere zweigt in Höhe des Dimbergs nach Merdingen ab und verläuft dann entlang des Neugrabens zum Wasenweiler Ried. Dieses Teilstück des Rinnensystems hat vermutlich am längsten existiert. Belegt ist ein größeres Hochwasserereignis des Rheins in der Mitte des 18. Jh., woraufhin dieser Rheinarm aktiviert worden ist. Im Bereich des Wasenweiler Rieds lassen sich die Rinnen wegen des hohen Humusgehalts vielfach gut erkennen. Auch im Infrarot-Luftbild zeichnen sie sich entsprechend deutlich ab (KAYSER 1992).

Abschließend läßt sich feststellen, daß das Rinnensystem trotz des windungsreichen, vielarmigen Verlaufs insgesamt einer Richtung von SW nach NE folgt und dabei aber von einer ursprünglichen Gesamtbreite von 3.000 m im Westteil der Niederterrasse auf ganze 500 m Breite im Kontaktbereich mit dem Dreisamschwemmfächer zusammengedrängt wird. Dies macht noch einmal den Einfluß der Engstelle auf die fluviale Morphodynamik und Gerinnebettgestaltung in

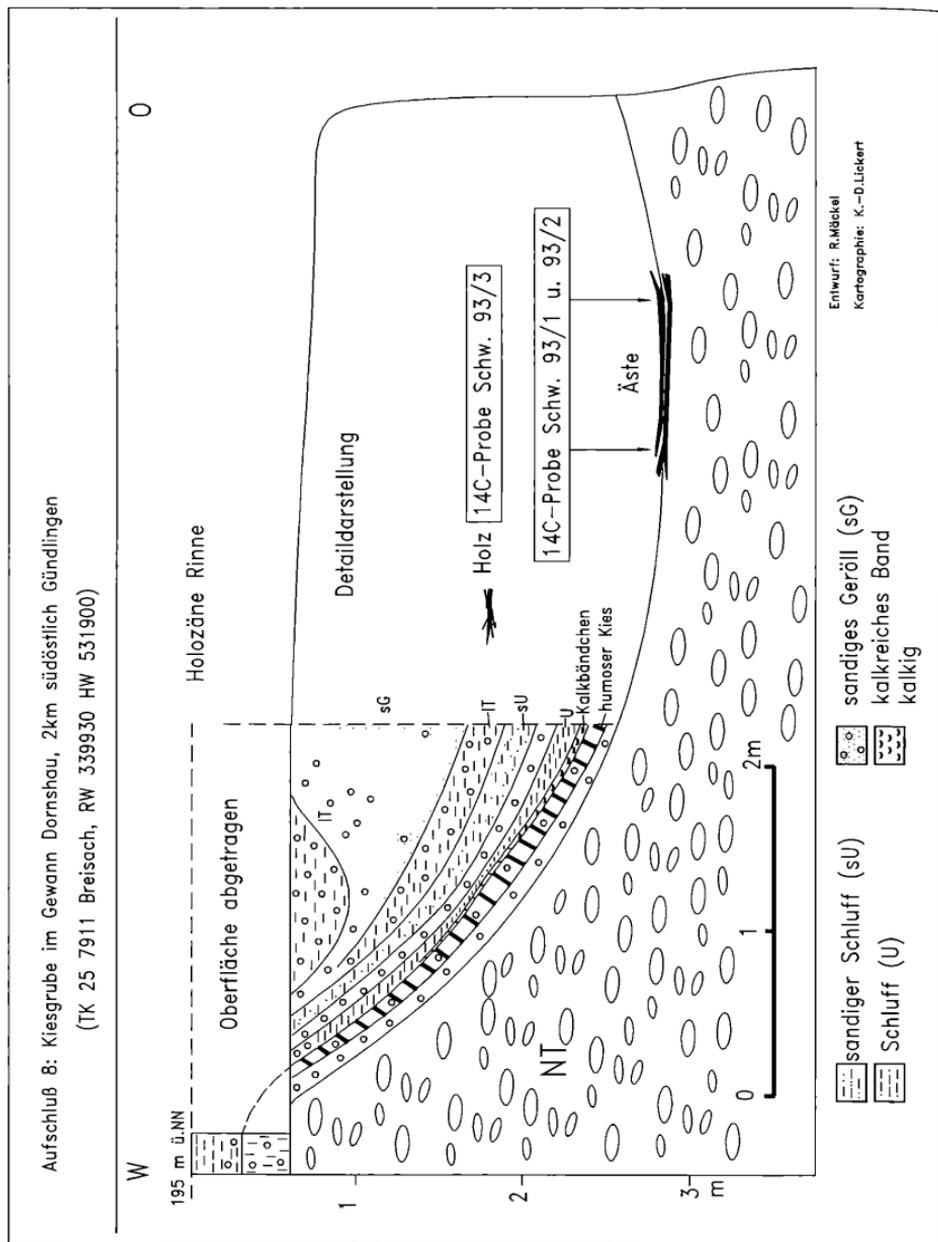


Abb. 7: Holozäne Rinne im Schotterkörper der Niederterrasse, Gewann Dornshau (TK 25 7911 Breisach, RW 339930 HW 531900)

Höhe der Linie Bötzingen-Gottenheim deutlich (siehe Karte des Rinnensystems Abb. 2). Aus diesem Zusammenhang erklärt sich die nordöstliche Richtung einer Rinne im Wasenweiler Ried südlich von Bötzingen, die beinahe im rechten Winkel auf die Hauptrinne zuläuft. Sie liegt gerade am Rande dieser Kontaktzone zwischen Rhein- und Schwarzwaldschottern – zudem im Einflußbereich der nordwestlichen Tunibergspitze, von wo aus durch Hangabspülung verstärkt auch Schwemmlöß in die Ebene transportiert worden ist.

4. Die Entwicklung des Ostrheingebiets im Spät- und Postglazial

Mit dem Abschmelzen der Gletscher und dem Rückgang des Dauerfrostes werden große, während der Kaltzeit festgehaltene Schottermassen umgelagert und ins Oberrheingebiet transportiert. Bis zur Älteren Dryaszeit dauerte etwa die Bildung der vertikal aufgeschütteten Terrasse (V-Terrasse im Sinne von SCHIRMER 1983) an. Die Schwemmfächer von Dreisam und Möhlin-Neumagen sind bereits im Würm angelegt, beeinflussen aber erst zu einem späteren Zeitpunkt das direkte Geschehen im Ostrheingebiet. Dagegen sind die Flüsse Möhlin und Neumagen selbst als Folge der Existenz der „Mengener Brücke“ an der Mitgestaltung beteiligt.

Im Bölling zeichnet sich eine erste deutliche Temperaturzunahme ab. Das immer noch kalt-trockene Klima läßt jedoch nur einen spärlichen Bewuchs zu, so daß weiterhin Löß ausgeblasen und an Tuniberg und Kaiserstuhl angeweht wird. Hätte es zu diesem Zeitpunkt in der Oberrheinebene Bodeninseln mit Rötlicher Parabraunerde gegeben, müßten zumindest Spuren von ausgeblasenem, rötlichen Verwitterungsmaterial in den jüngsten Lößablagerungen zu finden sein. Da dem aber nicht so ist, kann angenommen werden, daß die weitverbreiteten, rubefizierten Böden postglazialer Entstehung sind und keine Palaöböden aus Riß-Würm-Interglazialbildungen darstellen (MOLL 1970).

Mit Beginn des Alleröds wird in Verbindung mit einer leichten Verfeuchtung der erste Umbruch der Flußdynamik eingeleitet. Er zieht sich bis zum Präboreal hin und wird nur kurzzeitig in der Jüngeren Dryaszeit unterbrochen. Im Ostrheingebiet wurden die letzten alpinen Schotter in der Älteren Dryaszeit abgelagert, während die Schwarzwald-Kieslagen darüber aus der ausgehenden Jüngeren Dryaszeit stammen (SCHREINER 1981, S. 187). Demnach hörte der Ostrhein an der Grenze vom Spätglazial zum Holozän auf, als breitbettiger Strom zu fließen. Die Ursache dafür liegt erstens im klimaökologisch bedingten Umbruch der Flußdynamik, was zum Einschneiden des Rheins in den würmkaltzeitlichen Schotterkörper, zur Eingrenzung des Stromes auf ein schmaleres Bett (2 bis 3 km breit) und zur Herausbildung des Hochgestades führte. Zweitens erhöhte sich – während die Wassermenge im Ostrhein abnahm – die Zufuhr von Schüttungen der Schwarzwaldflüsse, bis schließlich der Ostrheinabfluß durch die Schwemmfächer der Dreisam plombiert wurde (LEHMANN-CARPZOV u.a. 1978, S. 84).

Nicht auszuschließen ist zusätzlich eine im Spät- und Postglazial wirksame Tektonik (ILLIES 1982, S. 10).

Zu Beginn des Holozäns wird das Hochgestade aber weiterhin bei Hochwasser überflutet, wobei Altarme aktiviert und auch neue Rinnen angelegt werden. Möhlin und Neumagen haben einen nicht unerheblichen Anteil daran. Insgesamt herrscht jedoch ein trockeneres, kontinentales Klima vor, welches infolge der parallel dazu einsetzenden Grundwasserabsenkung eine verstärkte Bodenbildung zuläßt. Rheinweiß-Ausfällung und Rubefizierung sind in dieser bis zum Boreal andauernden Zeit denkbar. Ebenso findet in einigen Bereichen Versumpfung, Verlandung und Torfbildung statt (z.B. im Wasenweiler Ried nach SLEUMER 1934).

Infolge der Feuchtezunahme im Atlantikum gelingt den Schwarzwaldflüssen der direkte Durchbruch zum Rhein. Dadurch drängen parallel auch die Schwemmfächer von Dreisam und Möhlin-Neumagen weiter auf die Niederterrasse hinaus. Die Folge ist eine Seeaufstauung im Bereich des Wasenweiler Rieds, da die Front des südlichen Dreisamschwemmfächers mittlerweile die Höhe von Gottenheim-Bötzingen erreicht hat. Den Wechsel in der Schotterführung von Rhein- zu Schwarzwaldkiesen hat SCHREINER (1959) beschrieben. Das den See aufstauende Wasser stammt dabei aus Hochwässern von Rhein, Möhlin und Dreisam und einem zu Beginn wieder gestiegenen Grundwasserkörper. In dieser Zeit wäre eine Abtragung der oberen Horizonte der Rötlichen Parabraunerde durchaus denkbar. Zumindest ist aber die Bodenbildung vorübergehend gehemmt oder unterbrochen. Mit zunehmender Vertiefung des Rheinbettes sinkt der Grundwasserspiegel aber wieder ab. Ebenso geht die Häufigkeit der rheinseitigen Überschwemmungen zurück, woraufhin im Ostrheingebiet zahlreiche Altwässer zurückbleiben. Im Wasenweiler Ried kommt es nach wie vor zur limnischen Sedimentation; vermutlich mit gelegentlichen Unterbrechungen, sofern bei stärkerer Wasserführung die Engstelle durchbrochen werden kann.

Seit dem Übergang vom Atlantikum zum Subboreal erfolgt eine verstärkte Bewaldung der Auenbereiche, was wiederum neue Impulse für die Bodenentwicklung gibt. Auf der Niederterrasse hat sich je nach Standort zu diesem Zeitpunkt bereits ein Eichenmischwald bis Erlenbruchwald entwickeln können. Zu Beginn des Subboreals, in dem die hygrischen Verhältnisse dem Atlantikum noch ähneln, setzt im Oberrheintiefland die Rodungstätigkeit der Neolithiker ein (RÖHRIG 1992). Dadurch fallen erstmals größere Mengen Schwemmlöß an, so daß neben einer erneuten Plombierung bei Gottenheim auch das Rinnensystem der Niederterrasse allmählich mit Lößlehm zugeschwemmt wird (Abb. 7). Dies verstärkt sich noch in den folgenden Rodungsphasen.

Ab dem mittleren Subboreal setzt dann wieder eine trockenere Phase ein. Die sich anschließende kurze Klimaverschlechterung zur Frühbronzezeit ruft scheinbar keine Veränderungen im Ostrheingebiet hervor, sondern konzentriert sich im wesentlichen auf Nordeuropa und die Höhenlagen der Gebirge. Verlandung und Torfbildung dominieren hingegen auf der Niederterrasse (SLEUMER 1934).

Zu Beginn des Subatlantikums kommt es nochmals zur Klimaverschlechterung. Doch auch diese beeinflusst das Untersuchungsgebiet offenbar nur wenig, was durch die Lage der Grabstätten im Bereich des eigentlichen Rinnensystems unterstrichen wird. Schwemmlößfächer bedingen die Vernässung einiger Standorte, erhöhen das Sedimentaufkommen und leiten vorübergehend Plombierungen zwischen Gottenheim und Bötzingen ein.

In der Latène-Zeit setzt sich dann aber die klimatische Gunstphase durch, woraufhin es zur Grundwasserabsenkung und verstärkten Bodenbildung kommen kann. Diese Tendenz hält schließlich bis zum Ende des sogenannten „Mittelalterlichen Klimaoptimums“ an. In der Römerzeit (1. bis 4. Jh.n.Chr.) nimmt der anthropogene Einfluß auf die Landschafts- und Flußentwicklung entscheidend zu (MÄCKEL u. RÖHRIG 1991, MÄCKEL 1992). Hangrodungen haben ein stärkeres Auensedimentaufkommen zur Folge, und ausgedehnte Auenrodungen führen zur Flußbettverbreiterung und einem geänderten Fließverhalten.

Das Siedlungsbild bestimmt anfangs der einzeln liegende Gutshof und später, nach Abzug der Römer aus Breisach um 400 n.Chr., die eher unstete, weilerartige Siedlungsform der eingewanderten Alemannen. Dieses Bild ändert sich erst mit den gefestigten Besitz- und Herrschaftsverhältnissen der Merowinger-Zeit, da jetzt auch weiter in die Fläche der Ostrheinniederterrasse hinein gesiedelt wird. Eine hohe Zahl von Siedlungsgründungen, ebenso wie das Anwachsen der Bevölkerung, belegt die früh- bis hochmittelalterliche Klimagunst.

Im Übergang zum Spätmittelalter zeichnet sich dagegen nochmals eine Wende zu einer feuchteren Phase ab. Die Alpengletscher erreichen einen Stand, der in etwa dem von 1850 entspricht. Folglich werden zu beiden Zeiten annähernd gleiche klimatische Verhältnisse geherrscht haben. Aus dem 14. Jh. ist überliefert: „Im August 1302 war die gesamte Rheinebene am Kaiserstuhl unter Wasser, man konnte wie auf einem See mit dem Boot bis Freiburg fahren“ (VIESER 1985).

Durch die Zunahme der Überschwemmungen werden Teile der alten Rheinarme und kleinere Rinnen aktiviert. Vor allem wird die Klimaverschlechterung durch die hohe Zahl der Wüstungen dokumentiert. Ein Beispiel von vielen ist das Pfarrdorf Achheim, das infolge von Hochflutschäden verlegt werden muß, aber Jahre später dennoch dem Rhein zum Opfer fällt (Abb. 5). Selbst gegen Ende des 18. Jh. sind die Zustände kaum besser, wie dies die Grezhauser Dorfchronik schildert. Es kann davon ausgegangen werden, daß die Niederterrasse seit Beginn des jüngeren Subatlantikums wieder öfter von Rhein und Möhlin überflutet wird und sie ohne die Regulierung und wasserbaulichen Maßnahmen der Neusten Zeit sicherlich auch heute noch gefährdet wäre. Die Flußbegradigung im 19. Jh. durch TULLA beendet schließlich die rheinseitigen Überschwemmungen, wogegen bei außergewöhnlichen Hochwässern weiterhin Uferübertritte der Möhlin bei Hausen a.d.M. verzeichnet werden. Insgesamt gesehen setzt langsam eine beständige Grundwasserabsenkung ein, welche aus der abermaligen Tieferschneidung des Rheins resultiert. Dies bedeutet einerseits die Trocken-

legung der durch Malaria und Typhus verseuchten Sümpfe des Ostrheingebietes, was für die Siedler der Niederterrasse ein Segen ist. Andererseits wird in Verbindung mit dem Oberrheinausbau des 20. Jh. ein gravierender Eingriff in das Flußsystem und den Wasserhaushalt der Auenlandschaft und Niederterrasse vorgenommen.

Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft „Fluviale Geomorphodynamik im jüngeren Quartär, Teilprojekt Schwarzwald und Oberrheintiefland“ (Ma 557/8-1 bis 4) durchgeführt. Die Autoren danken verschiedenen Personen für die Bereitstellung von Karten-, Luftbild- und Archivmaterial bzw. für weiterführende Hinweise, u.a. Herrn K. Henninger (Gemeindeverwaltung Bötzingen), Herrn J. Misselwitz (Neubauleitung Hochwasserschutz Oberrhein in Breisach), Herrn G. Bohrer und Herrn J. Hensle (beide Oberrimsingen) sowie Herrn Dr. S. Kuntz (Abteilung für Luftbildmessung der Universität Freiburg).

Für anregende Diskussion über einzelne Geländebefunde und kritische Anmerkungen danken wir Herrn Dr. F. Hädrich (Institut für Bodenkunde und Waldernährung der Universität Freiburg) und Frau Dr. G. Zollinger (Freiburg i. Br.). Unser Dank gilt ebenso Herrn D. Lickert, der nach den Vorlagen von S. Kayser die Zeichnungen anfertigte.

Angeführte Schriften

- ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. 3. Aufl., 331 S., 19 Abb., 98 Tab.; Hannover.
- BANGERT, V. (1958): Über Rheinarme und Grundwasserverhältnisse südlich des Kaiserstuhls. – Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg i. Br. 48, S. 159–166; Freiburg i. Br.
- BARTZ, I. (1960): Zur Gliederung des Pleistozäns im Oberrheingebiet. – Z. dt. geol. Ges. 111 (1959), S. 653–661; Hannover.
- BETTINGER, D. u. BUREN, M. (1990): Der Westwall: Die Geschichte der deutschen Westbefestigungen im Dritten Reich. – Band 1; Biblio Verlag, Osnabrück.
- GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1981): Erläuterungen zur Geologischen Karte 1:50.000 von Freiburg im Breisgau und Umgebung. – 2. Aufl.; Stuttgart.
- HÄDRICH, F., MOLL, W. u. STAHR, K. (1988): Bodenentwicklung und Bodentypen. – Breisgau-Hochschwarzwald. Land vom Rhein über den Schwarzwald zur Baar. 2. Aufl., S. 53–69; Freiburg i. Br.
- HÄDRICH, F. u. STAHR, K. (1992): Die Böden in der Umgebung von Freiburg i. Br. – Freiburger Geogr. H. 36, S. 129–195; Freiburg i. Br.

- HÜGIN, G. (1962): Wesen und Wandlung der Landschaft am Oberrhein. – Beiträge zur Landespflege, **Bd. 1** (Festschrift für Prof. Wiepking), S. 186–250; Stuttgart.
- ILLIES, J. H. (1982): Lebendige Tektonik am Oberrhein. – In: Natur und Landschaft am Oberrhein (Hrsg. N. Hailer), S. 9–20.
- KAYSER, S. (1992): Die jungquartäre Talentwicklung des Ostrheingebietes (Südliches Oberrheintiefland). – Wissenschaftl. Arbeit im Fach Geographie, Inst. f. Phys. Geogr. d. Univ. Freiburg. – 123 S.; Freiburg i.Br.
- LEHMANN-CARPZOV, R., PATERNOSTER, K. u. STUBENDORFF, U. (1978): Quartärgeologische Deckschichten-Kartierung im Wasenweiler Ried zwischen Kaiserstuhl und Tuniberg (Südbaden). – Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg **20**, S. 77–100.
- LESER, H. u. STABLEIN (1975): Geomorphologische Kartierung, – Berliner Geogr. Abh. Sonderh., 2. Aufl., 38 S.
- MACKEL, R. (1992): Spät- und postglaziale Flußaktivität und Talentwicklung im Schwarzwald und Oberrheintiefland. Freiburger Geogr. H. **36**, S. 81–103; Freiburg i. Br.
- MACKEL, R. u. RÖHRIG, A. (1991): Flußaktivität und Talentwicklung des Mittleren und Südlichen Schwarzwaldes und Oberrheintieflandes. – Ber. z. Dt. Landeskunde **65**, S. 287–311.
- MOLL, W. (1959): Die Bodentypen im Kreis Freiburg i.Br. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **49**, S. 5–58; Freiburg i. Br.
- MOLL, W. (1970): Beiträge zur Genese und systematischen Stellung rubefizierter Parabraunerden aus alpinen Schottern und Geschieben. – Freiburger Bodenkdl. Abh., **3**; Freiburg i. Br.
- RÖHRIG, A. (1992): Elztal (Mittlerer Schwarzwald) und nördliches Kaiserstuhlvorland. – Freiburger Geogr. H. **36**, S. 307–319; Freiburg i. Br.
- SCHEER, H.-D. (1978): Gliederung und Aufbau der Niederterrassen von Rhein und Main im nördlichen Oberrheingraben. Geol. Jb. Hessen, **106**, S. 273–289; Wiesbaden.
- SCHIRMER, W. (1983): Holozäne Talentwicklung – Methoden und Ergebnisse. – Geol. Jb. **A 71**, 370 S.; Hannover.
- SCHREINER, A. (1958): Niederterrasse, Flugsand und Löß am Kaiserstuhl (Südbaden). – Mitt. Bad. Landesverein f. Naturkunde u. Naturschutz, N.F. **7**, S. 113–125; Freiburg i. Br.
- SCHREINER, A. (1959): Das Quartär (b-h). – Erl. zur Geol. Exkursionskarte d. Kaiserstuhls 1:25.000; Stuttgart.
- SCHREINER, A. (1981): Quartär und Tektonik der Vorbergzone und der Oberrheinebene. – Erläut. Geol. Karte Freiburg i. Br., S.174–198; Stuttgart.
- SLEUMER, H. (1934): Eine pollenanalytische Untersuchung des Wasenweiler Riedes. – Mitt. Bad. Landesverein f. Naturkde. u. Naturschutz, N.F. **3**, S. 25–28; Freiburg i. Br.
- TULLA, G. (1820): Über die Richtung des Rheins. Manuskriptdruck.
- VIESER, H. J. (1985): Hochwasserverschärfung durch Ausbau des Oberrheins. – Wasserbau-Mitteilungen, **24**, S. 31–45; Darmstadt.
- WUNDT, W. (1948): Der ehemalige Rheinlauf östlich des Kaiserstuhls. – Mitt. bad. geol. Landesamt 1948, S. 67–69; Freiburg i. Br.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1992/1993

Band/Volume: [82-83](#)

Autor(en)/Author(s): Kayser Stefan, Mäckel Rüdiger

Artikel/Article: [Fluviale Geomorphodynamik und Reliefentwicklung im Ostrheingebiet 93-115](#)