

**Zum Quartär der Geisinger Pforte und zum rißzeitlichen
Donau-Eisrandstausee in der Baar (Oberste Donau)**
von
Günther Reichelt, Donaueschingen

Zusammenfassung

Kernbohrungsserien im Tal der obersten Donau zwischen Riedbaar und SW-Alb erfassen Ablagerungen des Mittel- und Jungpleistozäns sowie des Holozäns. Schluffige Tone, teilweise mit organischen Beimengungen unter jungpleistozänen Hangschutt bzw. Auelehm markieren bei Geisingen beiderseits des Tales in 664,6 - 664,8 m NN und bei Gutmadingen in 664,2 m NN das obere Ende des großen, im Mittelriß vom Rheingletscher bei Sigmaringen (Vilsinger Stand) verursachten Eisrandstausees der Donau. Wahrscheinlich beeinflusste der Stausee auch die Sedimentation im Schotterfang der Riedbaar. Die dort üblichen, von Steinen und Blöcken Schwarzwälder Herkunft durchsetzten Grobkiese fehlen zunächst flussabwärts, wo Kiessande und jungquartäre schluffige Sande sowie sandige bis tonige Schluffe mit nur kleinen Schwarzwald-Geröllen vorherrschen. Erst nach dem Eintritt in die Alb kommen erneut grobe rißzeitliche Kiese vor, jedoch mit Steinen und Blöcken aus Jurakalken und Basalt. Auch die jungquartären Kiessande enthalten dort überwiegend Jurakalke. Eine Ausräumung vermuteter Würmterrassen der Riedbaar im Spätglazial ist auszuschließen.

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. G. Reichelt, Schulstr.5, 78166 Donaueschingen

To Quaternary Sediments of the Gate of Geisingen and the riss-glacial ice-dammed lake of the Danube in the Baar (uppermost Danube)

Abstract

Sediment cores from the uppermost Danube valley between the "Riedbaar" and the Southwest Alb show sediments from the Middle Pleistocene upwards. Silty clays, often with organic components below Young Pleistocene slope debris or flood loam mark on both sides of the valley near Geisingen at 664,6 - 664,8 m and near Gutmadingen at 664,2 m the upper end of the huge ice-dammed lake, caused by the Rhine glacier at Sigmaringen (Vilsingen stage) during the Middle Riss age. The dam probably influenced the sedimentation upstreams in the Riedbaar. Coarse-grained gravels, mixed with stones and blocks from the Black Forest, which are common for this area, are downstreams absent. Instead there are silty sands with fine-grained gravels and only small Black Forest pebbles. Coarse-grained Riss age gravels with jurassic and basalt stones and blocks occur between the Alb mountains again. The existence of a Young Pleistocene gravel-terrace in the Riedbaar and its subsequent erosion during the Late Glacial can be excluded.

1. Zur Problematik

Durch den Vorstoß des alpinen Rheingletschers im Mittleren Riß bis über den Donaulauf bei Sigmaringen hinaus (Vilsinger Stand) wurde der Fluss zurückgestaut. SCHÄDEL & WERNER (1965:420) und MÜNZING (1987) haben den Höchststand dieses Eisstausees durch lakustrische Sedimente bei 665 m NN ermittelt. Im nahen Spaichinger Talzug lief der Stausee vielleicht zum Neckar über (VILLINGER & WERNER 1985:170 versus MÜNZING 1987:75). Das obere Ende des Stausees im Donautal müsste etwa bei Geisingen liegen. SCHÄDEL & WERNER (1965:421) erwarteten dort Deltaschotter, die aber nicht gefunden wurden.

Die Kiese der Breg/Donau zwischen Hüfingen und Pföhren zeigen bei rund 670 m NN häufig kleinräumige Schrägschüttungen und schlechte Sortierung mit örtlich und zeitlich stark wechselnden Korngrößen: zusammen mit Merkmalen des Rundungsgrades ein Hinweis auf sehr eisrandnahe Bedingungen und Absatz in Schmelzwasserseen. Auch deshalb wurden die Kiese im Donaueschinger Ried als rißzeitlich angesehen (REICHELT 1994, 1999 a, b). Das wirft die Frage nach dem Verbleib der Schwarzwälder Sedimente des letzten Glazials auf. Da der Riedbaar würmzeitliche Terrassen fehlen, vermutet SCHREINER (1996:28), sie seien im Spätglazial durch Hochwässer ausgeräumt worden. Dagegen spricht, dass die würmzeitlichen Schuttdenken größtenteils noch heute der Ostabdachung des Mittleren Schwarzwaldes aufliegen (PAUL & SCHINKE 1997, REICHELT 1998). Außerdem liegt die Erosionsbasis im klassischen Schotterfang der Riedbaar mindestens seit dem Riß viel zu hoch, die Schleppkraft fließenden Wassers ist mangels ausreichenden Gefälles zu gering, um Schotter gröberen Korns fortzuführen (REICHELT 1999 a, b). Eindeutige stratigraphische Indizien fehlten jedoch bislang.

2. Material und Danksagung

Anlässlich des Brückenbaus über die Donau bei Pfohren wurden 1979 5 das Tal querende Kernbohrungen niedergebracht. 7 km stromab waren schon 1969 zum Bau der Brücke bei Gutmadingen weitere 7 Bohrungen erfolgt. Von umfangreichen Bohrungen im Zuge der Planungen zum Bau der BAB A 81 Stuttgart-Singen 1967/68 im Bereich von Geisingen konnten schließlich Schichtenverzeichnisse von 14 Profilen quer durchs Donautal sowie 17 Profile in dessen Längsverlauf ausgewertet werden. Die Bohrungen wurden von den Bohrmeistern durchweg nach Erfordernissen des Straßenbaus bzw. der Flußverlegung in unregelmäßigen Abständen zwischen 4 und 14 m Tiefe abgeteuft. Die Protokollierung entspricht der DIN 4022, sodass sich die subjektive Ermessensfreiheit bei der Kennzeichnung der angetroffenen Schichten innerhalb gebotener Grenzen hält und eine Auswertung unter quartärgeologischen Aspekten zulässt, wenngleich die stärkere Beachtung von Merkmalen der Lagerung, Sortierung und Zusammensetzung wünschenswert gewesen wäre. Für die 1997 bzw. 1999 erfolgte freundliche Überlassung des umfangreichen Materials danke ich Herrn RBDir. Laule vom Straßenbauamt Donaueschingen und dem Autobahnbetriebsamt Singen, vor allem Herrn OAR H. Lang, herzlich. Schließlich konnten über 30 Bohrungen der früheren Badischen Geologischen Landesanstalt und der Bodenprüfstelle des Regierungspräsidiums Freiburg im Bereich der östlichen Riedbaa südlich von Pfohren ausgewertet werden, deren Ergebnisse mir Herr Obergeologierat Knupsch (Landesamt für Geologie, Rohstoffe u. Bergbau, Freiburg) schon 1993 freundlicherweise zugänglich machte.

3. Befunde der Bohrungen

3.1 Südlich Pfohren und östlich Gutmadingen (TK 25 , 8017 Geisingen)

Die Serie der Bohrungen durch die Firma Geotest bei Pfohren (H: 53.09.825 - 09.900, R: 34.66.700 - 67.025), Bohrpunkthöhe durchschnittlich bei 670,3 m NN, zeigt übereinstimmend einen sehr einfachen Profilaufbau (Abb.2): Über anstehenden Keupermergeln liegen 1-2 m schluffige Tone (Obergrenze durchschnittlich bei 665,09 m NN, $s = 0,73$), gefolgt von sandigen bis schluffigen Kiesen zwischen 3,2-5 m Mächtigkeit und hangenden 0,6-1,2 m mächtigen sandigen Schluffen bis schluffigen Sanden. Die Kiese lassen laut Siebanalysen keine deutlichen vertikalen Unterschiede der Korngrößen erkennen; doch weisen die liegenden Partien, Schlämmanalysen zufolge, teilweise einen höheren Schluffgehalt als die hangenden Kiese auf.

Die Gutmadinger Profile (H: 53.08.825, R: 34.72.475 -750) wurden 1968 von der Bodenprüfstelle des Regierungspräsidiums Freiburg erbohrt. Sie setzen in der Talaue etwa bei 664,8 m NN (Abb. 3) an, am rechten Talrand und Talhang bis 768 m NN. Über autochthonen Tonsteinen oder Mergeln (Lias/Dogger) lagern schluffige, bis knapp 1 m mächtige Tone (Oberkante: 660,5 m NN). Ihnen folgen bei den drei westlichen Profilen hangend 0,6 - 0,9 m mächtige Kiessande sowie (G 1, G 2) 0,6 - 1 m schluffige Sande, nochmals überlagert von 0,6 - >2 m mächtigen tonigen Schluffen und schluffigen Tonen, welche (G 1, G 2, G 4) organische Anteile enthalten können. Die Obergrenze dieser Tone liegt am östlichen Talrand bei rund 664 m NN; sie sind dort von einem vom Hang zur Aue hin auskeilenden Wulst von mergelig/steinigem Juraschutt bedeckt. Der Aue lagern etwa 2 m Auelehm (sandiger Schluff) auf.

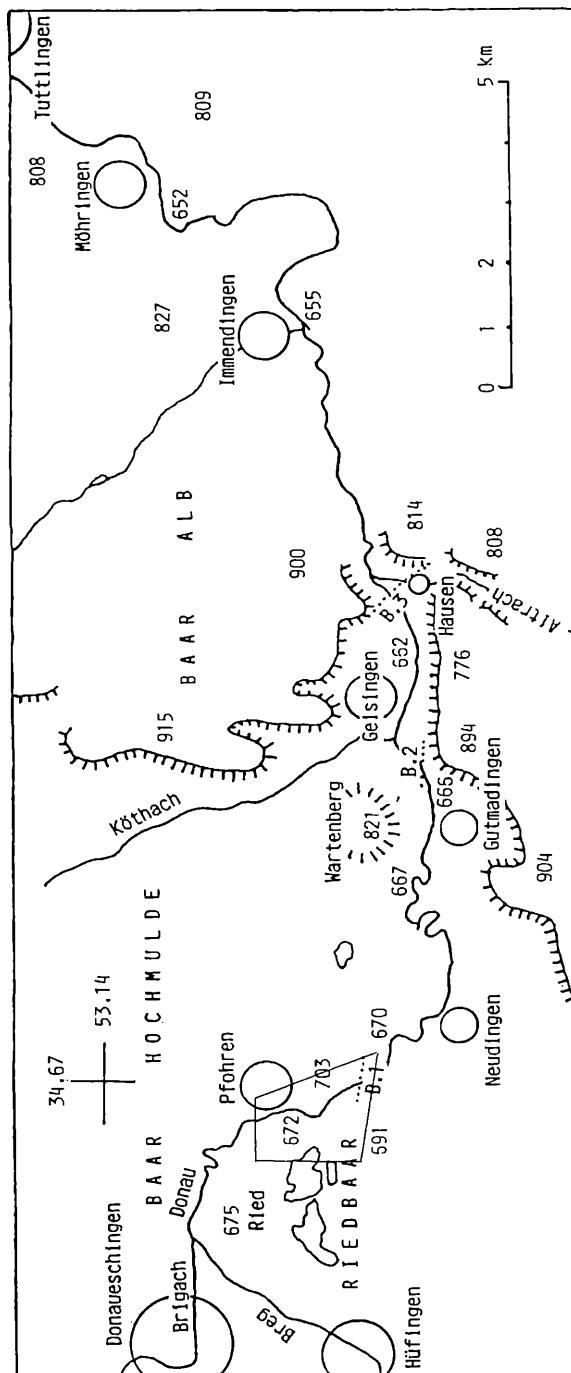


Abb.1: Topographie der Geisinger Pforte zwischen Baar-Hochmulde (Riedbaar) und Baar-Alb. B.1, B.2, B.3 = Lage der Bohrungen. Eingerahmt: Gebiet der Abb.6.

Zum Quartär der Geisinger Pforte und zum rißzeitlichen Donau-Eisrandstausee in der Baar (Oberste Donau)

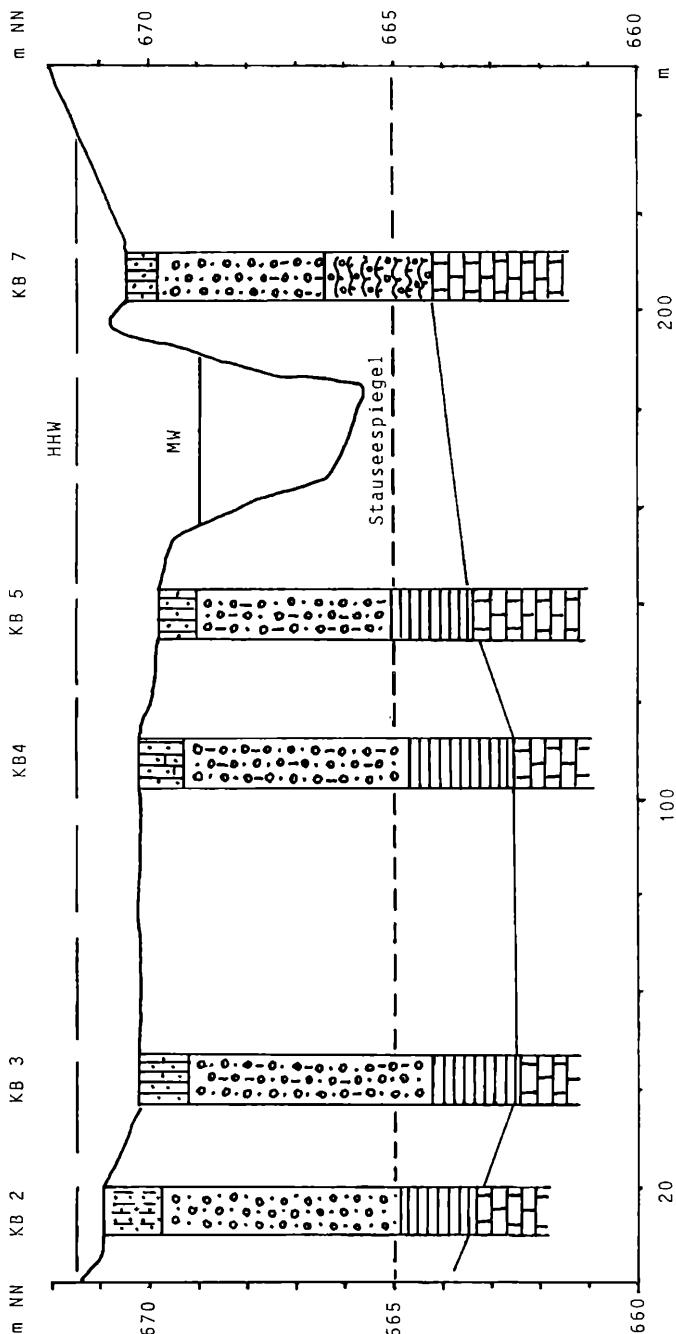


Abb.2: Profile der Bohrungen südlich von Pföhren. Legende s. Abb. 4.

3.2 Donautal bei Geisingen-Hausen (TK 25, 8018 Tuttlingen)

Die Profile von Geisingen-Hausen sind wesentlich differenzierter (Abb. 4, 5). Die das gesamte Tal querenden Bohrungen (H: 53.08.600 - 09.500; R: 34.75.250 - 76.075) brachte die Fa. J. Keller, Renchen, Frankfurt, Hamburg, nieder. Das Längsprofil (H: 53.09.100 - 09.850, R: 34.75.250 - 76.700) wurde aus 6 Bohrungen der gleichen Firma und 11 Bohrungen der Baustoffprüfstelle Karlsruhe-Durlach kombiniert (Abb. 5).

Das Querprofil (Abb.4) zeigt am nördlichen Hang mit den Bohrungen B 12 und B 13 4-7 m mächtigen Hangschutt mit Malmblöcken in mehreren Lagen über anstehendem "Tonstein" der Oberen Doggertone. In B 13 werden in einer Tonschicht bei etwa 7 m Tiefe (= 665,5 m NN) zwischen blockreichem und sandigem Ton "Muscheln" vermerkt. Das etwa 40 m hangabwärts folgende Profil B 14 zeigt unter 40 cm humosem Hangschutt fester Konsistenz mit weiterem Hangschutt vermengtes "Moor" mit Oberkante bei 664,8 m NN, dem liegend bis zu 3,10 m Tiefe nochmals Moor und Schluffe mit organischen Anteilen folgen. Darunter liegt hart gelagerter "Letten" mit Kalksteinen über autochthonem Dogger.

Am gegenüberliegenden Hang (SE-Seite) registriert Bohrung B 26 mit Ansatzpunkt bei 665,9 m NN unter 1,2 m lehmigem Hangschutt bis 3,6 m mächtige harte bis zähe Lehm- und Schlufflagen mit Oberkante bei 664,7 m NN. Darunter lagern feine, nach unten zunehmend härtere und gröbere bis steinige Kiese von über 3 m Mächtigkeit, unterlagert von 3,5 m älterem Hangschutt. Das Anstehende wird nicht erreicht.

Die Bohrungen der Talsohle setzen alle bei etwa 661 m NN (660,78 - 661,67) an. Ausnahmslos besteht das Hangende aus 1 - 2 m mächtigen Lehmen und Schluffen, die bei B 19, B 21 und B 23 auch zweigliedrig sind und/oder sandige und kiesige Anteile (B 16, B 17, B 22, B 23, B 24) enthalten können. Bei 5 von 8 Profilen (B 15, B 16, B 17, B 19, B 22) lagern sie organischen Sedimenten ("Moor" und Torf) von 0,3 - 2 m Mächtigkeit auf. Darunter liegen in der Regel 1 - >4 m mächtige feste bis harte Kiese mit wechselnden Sandanteilen und gelegentlicher Zwischenschicht von organischen Anteilen (B 17, B 20). Das Liegende der Kiese bilden durchweg harte bis weiche Tone über Anstehendem. Als Ausnahme wird bei B 17 im Ton eine "Muschelablagerung" in über 4 m Tiefe (=656,8 m NN) vermerkt.

Das Längsprofil (Abb.5): Die 17 Bohrungen, die zwischen 662 m NN und etwa 660 m NN über rund 1,5 km hinweg angesetzt wurden, ergeben ein Oberflächengefälle von durchschnittlich 1,18 %. Die jüngsten Sedimente bestehen aus meist sandigen Auelehm, selten auch Sanden (311/5, 311/4) von 0,5 - 2 m Mächtigkeit. Darunter lagern in 1 - 1,5 m Tiefe bei 4 Bohrungen (311/7, 311/5, B 19, D 4) geringmächtige (0,2 - 0,5 m) Torfe bzw. organische Sedimente, ansonsten durchweg sandige Kiese oder Sande meist fester Lagerung von bis 1 m Mächtigkeit. Sie werden ihrerseits von als "hart" bezeichneten Kiesen durchschnittlich wesentlich gröberen Korns unterlagert. Diese zum Teil mehrgliedrigen harten Kiese sind zwischen 1,5 und 4 m mächtig und enthalten mehrfach auch Kalksteine und Basaltstücke von 25 -30 cm Länge (311/3, 311/4, 311/2, B 15, B 23, B 24, B 26). In 3 - 5 m unter Ansatzpunkt liegen, soweit erschlossen, unterschiedlich mächtige Tone über z.T. erzhaltigem Tonstein des Doggers e. In 2 Bohrungen (311/7, 311/5) werden "Muscheln" in 4 - 5 m Tiefe, bei 557,5 bzw. 558 m NN erwähnt. Das Gefälle der Grenze Kies/Ton beträgt (bei Differenzen von >1 m) durchschnittlich 2,4 %, teilweise bis zu 4 %.

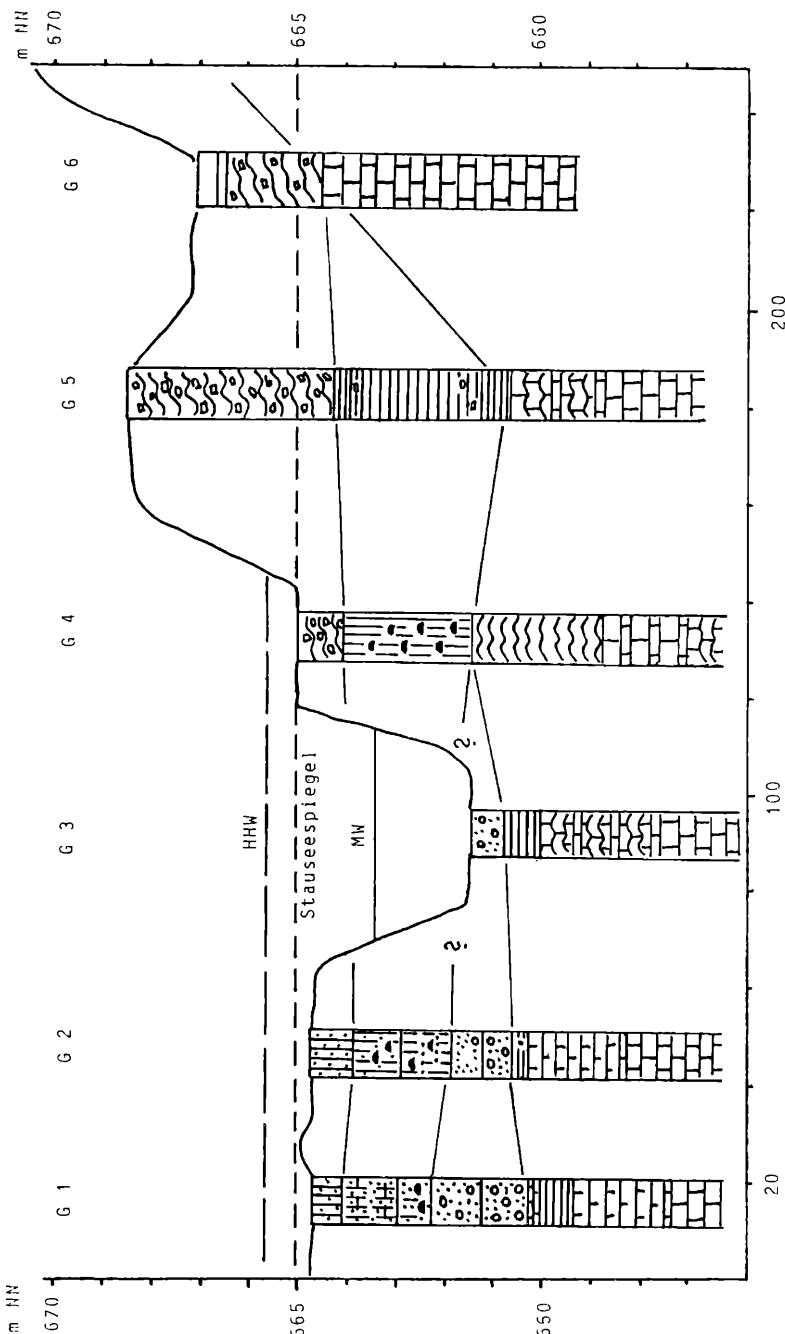


Abb.3: Profile der Bohrungen östlich von Gutmadingen. Legende s. Abb. 4.

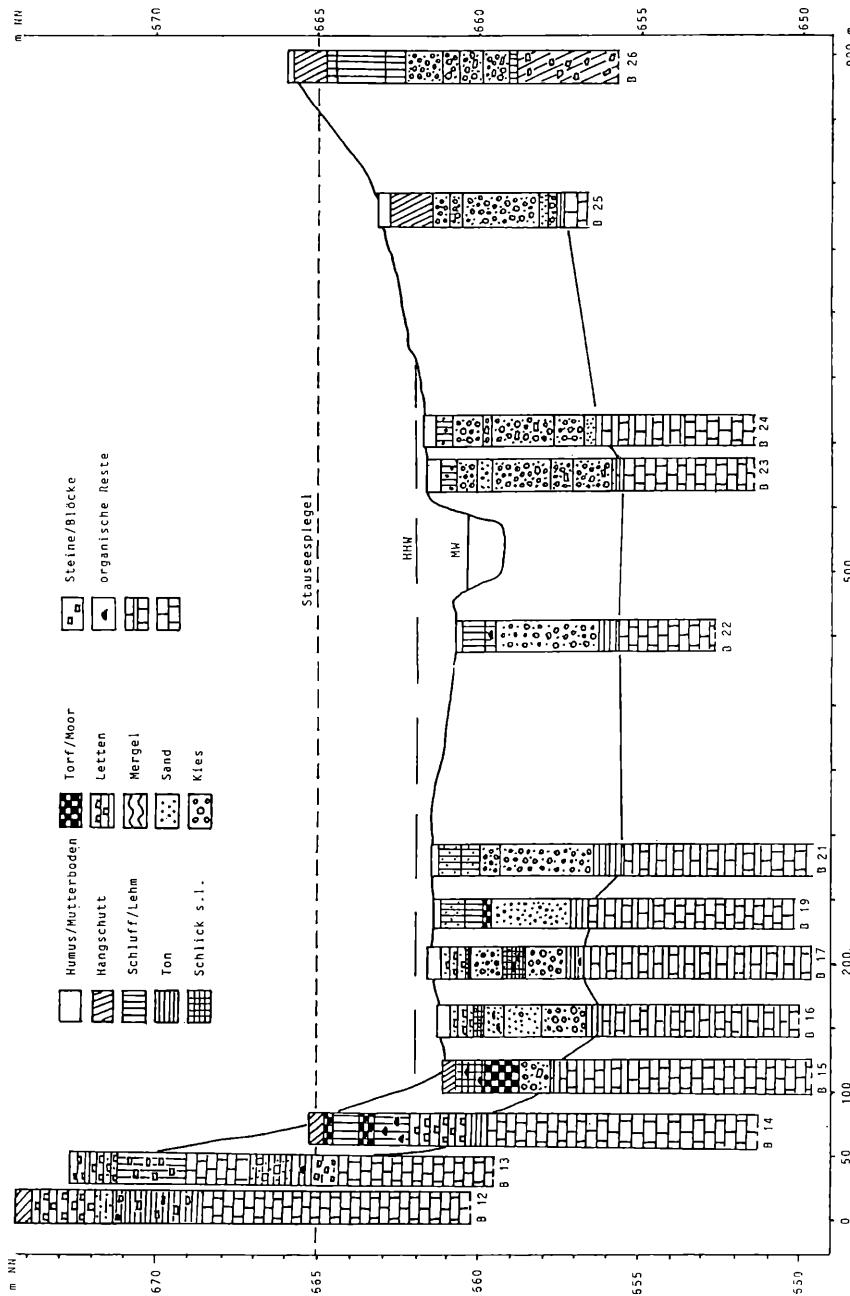


Abb.4: Profile der Bohrungen als NW - SE - Profil durch das Donautal bei Geisingen-Hausen.

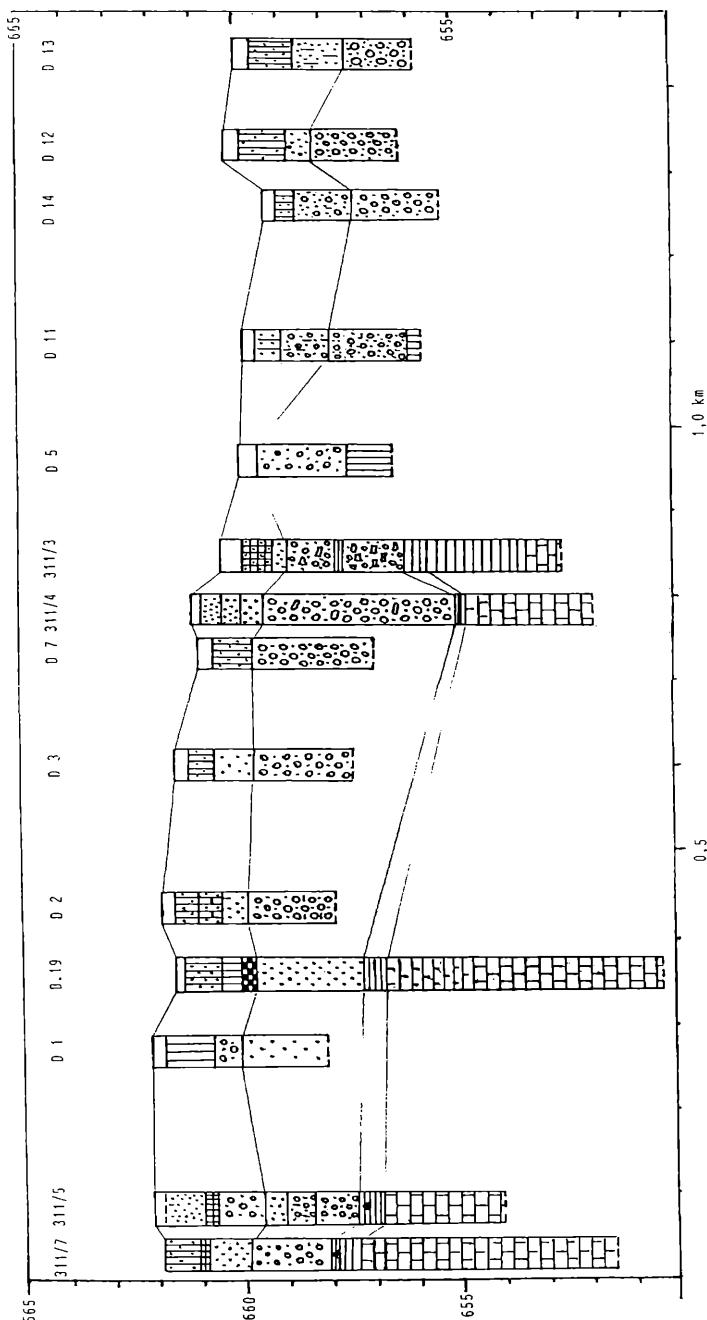


Abb.5: Profile der Bohrungen als Längsprofil der Donauaue bei Geisingen-Hausen. Legende s. Abb. 4.

3.3 Bohrungen in der Riedbaar südlich von Pfohren (TK 25, 8017 Geisingen)

Die rund 35 Bohrungen erfassen im wesentlichen die Kiesmächtigkeiten bis auf die liegenden Tone und wurden nur mit 4 Bohrungen beim Bau der Ortsbrücke Pfohren über die Donau bis aufs Anstehende abgeteuft. Abb. 6 versucht, die Ergebnisse in einem Blockdiagramm darzustellen. Darin wird auch die Höhenlage der Ansatzpunkte mit einer Toleranz von ca. 0,5 m berücksichtigt; genauere Angaben waren nicht möglich, weil in den Plänen und Schichtenverzeichnissen die exakten Ansatzpunkte - wohl wegen fehlender Feinnivellements - in der Regel nicht vermerkt wurden. Die aus den Bohrungen gewonnenen Isolnien der Kiesmächtigkeit enthält außerdem ein Plan des Geologischen Landesamtes (Plan-Reg. Nr. G I/80/53). Auch wurde wenig später (1954) auf Grund geoelektrischer Messungen ein weiterer Plan der Schottermächtigkeiten des Geologischen Landesamtes (Plan-Reg. Nr. G I/87/54) erstellt. Übereinstimmend zeigt sich, dass von Pfohren aus eine die gesamte Riedbaar querende Schwelle besteht, welche den westlich gelegenen Schotterfang der Riedbaar deutlich von der flussabwärts folgenden, weit weniger mächtigen Sedimentationszone trennt. Westlich der Schwelle betragen die Kiesmächtigkeiten in zwei bis drei getrennten Depressionen zwischen 9 und 11 m, die Schwelle erreicht maximal 4 m; flussabwärts steigen die Kiesmächtigkeiten bis Geisingen auf maximal 5 m.

Westlich der Schwelle, also im Schotterfang der Riedbaar, liegen unter 0,8 – 2 m Lehmen und sandigen "Letten" regelmäßig sandige Grobkiese mit Steinen, in denen laut Protokollen gelegentlich "Geschiebe von 15 cm Durchmesser und mehr" vorherrschen oder beigesellt sind. In 8 von 24 Profilen westlich der genannten Schwelle trennen Tone oder meist sandige "Letten" von 15 – 70 cm Mächtigkeit - offenbar handelt es sich nicht um durchgehende Horizonte - in unterschiedlicher Tiefe zwischen 230 und 500 cm hangende von liegenden Kiesen; letztere sind regelmäßig größer als die hangenden und erreichen zwischen 1 und 4 m Mächtigkeit. Leider wurden die liegenden Tone nur ausnahmsweise durchteuft. Sie können daher nur interpolierend 1 – 3 m mächtig geschätzt werden. Östlich der Pfohrener Schwelle fehlen Zwischenlagen von Tonen in sämtlichen 14 Profilen, während die liegenden Tone fast durchweg vorhanden sind. Die hangenden Kiese deuten eine weitere Gliederung erst ab Gutmadingen an, erscheinen aber bei Geisingen mindestens zweigliedrig, wie oben beschrieben.

4. Diskussion und Deutung

4.1 Sedimente des Eisstausees?

Bei Gutmadingen (G 5, G 6) und Geisingen-Hausen (B 14, B 25, B 26) wurden fluviale Sedimente außer in der Talaue auch an den Talhängen erbohrt. Anhaltspunkte für deren Datierung ergeben sich aus den Hangschuttmassen bei den Bohrungen Geisingen-Hausen am Südhang (B 12, B 13, B 14) sowie am Gegenhang (B 25, B 26). Diese sind mehrgliedrig und repräsentieren insgesamt den Komplex der würmzeitlichen und spätglazialen bis holozänen Rutschungen. Die unteren Lagen entsprechen dem "jüngeren Schutt" MÜNZINGS (1987:68 ff), der im benachbarten Spaichinger Talzug ins Würm datiert wurde. Damit sind die liegenden, etwa 2,5 m mächtigen Schluffe dem Riß zuzuordnen. Ihre Oberkante liegt auf beiden Talseiten nahezu gleich bei 664,8 (B 14) bzw. 664,7 m NN (B 26). Sie enden also ziemlich genau an dem von SCHÄDEL & WERNER

(1965: 420) für den Vilsinger Eisstand erkannten, von MÜNZING (1987: 68) für den Spaichingen-Tuttlinger Talzug bestätigten Höchststand des Eisstausees bei 665 m NN. Die teilweise torfigen bzw. "moorigen" oder sonstigen "organischen Beimengungen", wie sie auch im Spaichinger Talzug z.B. bei den Bohrungen (Dürbheim, Egelsee 2, Weiherwiesen, MÜNZING 1987: 80, 81) angetroffen wurden, deuten auf lakustrische Ablagerungen hin. Wie H. SCHOLZ (1997: 53, 60, 63) an rezenten und subrezenten Eisrandstauseen in Westgrönland belegte, stellt sich im Schwankungsbereich ihrer Seespiegel bereits wenige 100 m vor dem Eisrand Vegetation ein, welche die Seesedimente "torfartig" durchsetzen kann. Vielleicht gehören die "Muscheln" enthaltenden Tone bei B 13 zwischen 665,1 – 665,6 m NN ebenfalls zum Riß-Stausee, was ohne nähere Analysen offen bleiben muss. Wahrscheinlich sind auch die schlammigen bis torfigen Ablagerungen unter Hangschutt in B 15 (um 659 m NN) über blockreichen Kiesen (Altriß?) den Sedimenten des Stausees zuzuschreiben, der dann hier eine Tiefe von etwa 6 m erreicht hätte. Eher unwahrscheinlich ist, dass die ebenfalls Muscheln bergenden basalen Tone bei den Bohrungen 311/7, 311/5 und B 17 den damaligen Boden in diesem Bereich des Stausees bei etwa 656 – 657 m NN bezeichnen, da sie unter den mehrgliedrigen, dem Riß zuzuordnenden Kiesen und Kiessanden liegen, also spätestens für Altriß sprechen, während der Vilsinger Eisstau erst im Mittelriß bestand (z. B. SCHREINER 1992: 202). Auch für die übrigen, in vergleichbarer Lage unter Kiesen liegenden Tone kann keine gesicherte Datierung vorgenommen werden. Vielleicht sind sie Auelehm-Äquivalente des (späten) Mindel/Riß-Interglazials, deren Basis dann den ausgeräumten Mindel/Riß-Talboden bezeichnen dürfte.

Jedenfalls sind die liegenden Kiese von B 25, B 26 und B 15 bei Geisingen-Hausen dem älteren Rißkomplex zugehörig. Bemerkenswert ist der Hangschutt unter den Riß-Kiesen in B 26, B 14 (dort als "Letten" bezeichnet) und B 13 (Blockschnitt), der prärißzeitliche Rutschungen bezeugt, wie sie auch MÜNZING (1987:75) im nahen Spaichinger Talzug nachweist. Es ist nicht auszuschließen, daß die basalen Kiessande in B 25 und B 26 ebenfalls zum Präriß gehören.

In annähernd gleicher Höhe und vergleichbarer Situation wie bei Geisingen-Hausen treten auch am rechten Talhang bei Gutmadingen (G 4, G 5) unter 1 - >4 m Hangschutt 2,5 - 3,5 m mächtige Schluffe und Tone auf, teilweise mit organischen Resten. Ihre Obergrenze erreicht 664,1 bzw. 664,3 m NN. Zwar finden Rutschungen im Bereich des Doggers und im unteren Malm am Albtrauf bis heute statt, sind aber in diesem schon von SCHALCH (1907) kartierten Umfang und zumal an Nordhängen nur mäßiger Steilheit eher dem letzten Glazial, MÜNZINGS "jüngerem Schutt" entsprechend, zuzuordnen. Darum sind die darunter begrabenen Schluffe und Tone vom Gutmadinger Nordhang ins Riß zu stellen und könnten mit ihrer Obergrenze die maximale Höhe des Sigmaringer Stausees an dessen oberem Ende belegen.

Fraglich ist, ob auch die bis zu 1 m mächtigen, organische Beimengungen enthaltenden Schluffe bei G 1 und G 2 mit Oberkante bei etwa 663 m NN als - dann wohl teilweise im Riß/Würm-Interglazial erodierte - Ablagerungen des Eisstausees zu deuten sind. Die hängenden sandigen Schluffe sind zwar deutlich zweigliedrig und könnten dem Jungpleistozän bzw. Holozän zugehören, zumal die Mächtigkeit jungpleistozäner und holozäner Auelehmdecken im Gebiet 2 m nirgendwo übersteigt. Aber die unter den sicher holozänen oberen Schluffen liegenden tonig/sandigen Schluffe - bei G 2 mit organischen Beimengungen wären vielleicht auch spätglaziale oder frühpostglaziale Bildungen einer alten Flutrinne am

Talrand, die dann nicht rißzeitliche sondern würmkaltzeitliche Schluffe überdecken würden. Doch entsprechen sich die Bohrungen G 2 und G 4 beiderseits der heutigen Donau in der Höhenlage der fraglichen Schluffe und hinsichtlich der organischen Beimengungen, so dass es berechtigt erscheint, sie zu parallelisieren und damit als rißzeitlich anzusehen.

Folglich sind die liegenden harten Sande und Kiese ins ältere Riß zu stellen, während die hangenden schluffigen bis tonigen Sande unter den holozänen (sandigen) Auelehmern entweder noch dem jüngeren Riß oder dem Würm, eher wohl letzterem, zugehören. Sie führen auch Gerölle, die nach eigenen Analysen bei Gutmadingen zu 73 % <5 cm, 23 % <10 cm und 4 % 10 - 15 cm Länge messen und zu über 90 % aus Metamorphiten und Magmatiten Schwarzwälder Herkunft, ferner aus Buntsandsteinen und Quarziten bestehen.

Auch in den Bohrungen der Talsohle bei Pföhren kommen unter Auelehmern und Kiesen in allen 5 Profilen >1 - >2 m mächtige schluffige Tone bzw. kiesführende Mergel über ansteigendem Keuper vor, deren Obergrenze im Mittel bei 665,09 m NN (s = 0,73) liegt. Damit könnten sie als Beckitone unmittelbar am westlichsten Ende des Sigmaringer Stausees zu deuten sein, doch fehlen liegende Sedimente, die das Altriß bezeugen. Möglich wäre, dass dessen Schotter bereits im Donaueschinger Rieds stecken blieben, sodass unterhalb schon im Altriß nur feinere Fraktionen zum Absatz kamen. Aber auch im flussaufwärts anschließenden Pföhrener Ried bilden regelmäßig Tone und Schluffe die Basis der hangenden Kieschichten (REICHELT 1994: 143 f). Auch sie sind mindestens teilweise als Beckitone aufzufassen und liegen mit ihrer Sohle zum Teil wenigstens 3 m unter der Stauhöhe des Sigmaringer Sees. Damit erhebt sich die spannende Frage, ob sie direkt mit diesem in Verbindung gestanden haben.

Wie Abb. 6 und die erwähnten Pläne des Geologischen Landesamtes zeigen, teilt die Pföhrener Schwelle die westliche Riedbaa vom Neudinger Becken. Diese Schwelle reicht mit ihren Kiesen den Bohrungen zufolge nirgendwo unter das Niveau des Eisrandstausees. Bezieht man indes die nicht durchteuften 1 – 3 m mächtigen Basistone ein, so lässt sich die Möglichkeit von Durchlässen zum oberhalb gelegenen Schotterfang der westlichen Riedbaa nicht ausschließen. Außerdem rechnet VILLINGER (1973: 210) mit einer Seespiegelhöhe von 665 - 670 m NN. Träfe letztere Höhe wenigstens zeitweilig zu, würde das jedenfalls eine direkte Kommunikation des Teilbeckens der Riedbaa mit dem Sigmaringer Stausee bedeuten. Allerdings bliebe dann offen, wo die dem Altriß zugehörigen Korrelate geblieben sind. Diese sind in der Riedbaa zu vermuten und vielleicht mit den Kiesen unter den - jedoch nicht durchweg vorhandenen - Tonzwischenlagen gleichzusetzen, aber sicher erst in den Geisinger Bohrungen (B 15, B 17 (?), B 25, B 26) und wahrscheinlich in den liegenden Kiesen bei Gutmadingen (G 1, G 2) auszumachen.

Zusammenfassend spricht einiges dafür, die in den Kernbohrungen zum Brückenbau südlich von Pföhren übereinstimmend bei 665 m NN angetroffenen, 1,5->2 m mächtigen Basistonen als Ablagerungen des Sigmaringer Stausees aufzufassen. Dagegen steht nur das Fehlen altrißzeitlicher Sedimente, die aber in der Zeit zwischen Altriß und Mittelriß auf der Strecke unterhalb der Erosionsbasis an der Pföhrener Schwelle bis Gutmadingen ausgeräumt worden sein könnten. Wahrscheinlich sind die Tone und Schluffe bei Gutmadingen (G 4, G 3) Sedimente des Stausees. Die Schluffe und Tone unter Hangschutt bei Geisingen (B 14, B 26) dürften gleichfalls Ablagerungen des Eisrandstausees sein.

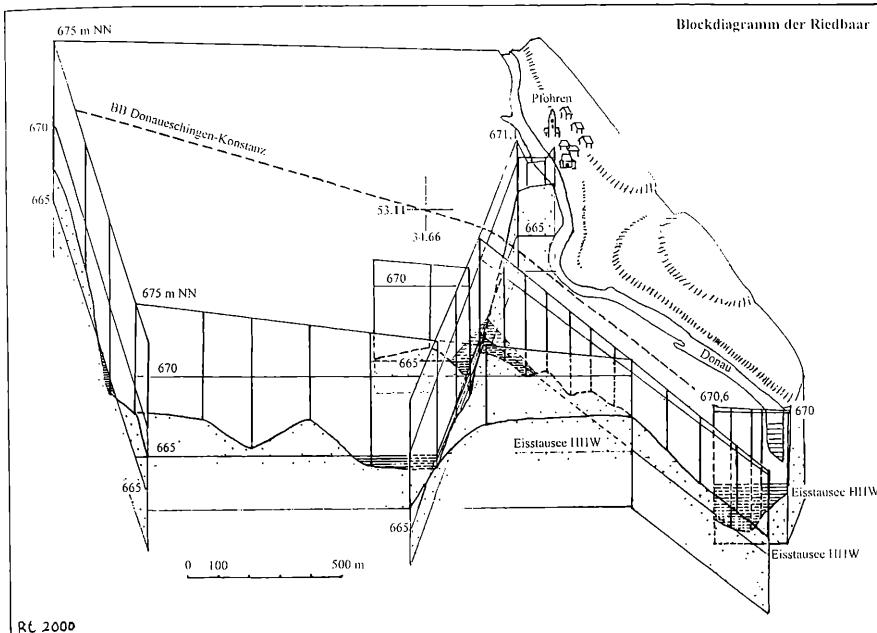


Abb.6: Blockdiagramm der Riedbaar bei Pföhren mit Untergrundrelief aufgrund von Bohrungen. (Eigener Entwurf nach Daten des Geol. Landesamtes und Schichtenverzeichnissen der Fa. Geotest).

4.2 Zur Datierung der Schotter

Die Datierung der übrigen Sedimente geht vom Hangenden aus. Dieses besteht bei Pföhren wie allgemein in der Riedbaar im subrezenten Überflutungsbereich von Brigach, Breg und Donau aus Auelehm, die hier 0,5 - 1,5 m Mächtigkeit nicht übersteigen. Ihre Ablagerung begann frühestens im Spätglazial, hauptsächlich jedoch erst im Verlaufe der Siedlungszeit, besonders seit den mittelalterlichen Hangrodungen (REICHELT 1968:72). So konnte aus einem Probeloch beim Bau der neuen B 27 bei Gutmadingen 1967 unter ca. 2 m Auelehm, unmittelbar an dessen Basis, ein exakt zugesägtes, frühestens mittelalterliches Brett aus Fichtenholz (40 x 9 x 2,5 cm) geborgen werden. Und ^{14}C -Bestimmungen ergaben GÖTTLICH zufolge (in REICHELT 1968: 74) ein Alter der Decklehme bei Weiterdingen/Hegau von 1166 ± 60 Jahren. Darunter liegen entweder unmittelbar ältere Sande und Kiese, vermutlich der Würmkaltzeit, oder organische Nassböden, die sowohl spätglaziale bis holozäne als auch - über Rißschottern - Böden des Riß/Würm-Interglazials sein könnten. Leider fehlen an der Donau selbst pollenanalytische Datierungen unter Auelehm oder neuere ^{14}C -Datierungen. Hilfsweise mögen folgende Indizien dienen:

In den Bohrprotokollen von Pföhren (KB 2 – KB 7) fehlt eine konsequente Differenzierung der Kiese, die 3-5 m mächtig zwischen liegenden Tonen und hangenden Auelehm lagen. Doch lassen die Schlämm- und Siebanalysen sowie die Widerstandslinien der

Rammsondierungen den Schluss zu, dass unter dem Auelehm zunächst etwa 1 m mächtige feste kiesige Sande mit 30 % Mittel- und Grobkiesanteil über hart gelagerten Kiesen (30 % Sand, 25 % Grobkies, Rest Mittel- und Feinkies) vorkommen, die in 4 m Tiefe stark schluffig sind; das Liegende bilden ab 4,5 m Tiefe tonige Schluffe. Im oberhalb benachbarten Donaueschinger Ried sind Sande unter Auelehm eher die Ausnahme (REICHELT 1994: 143 f), höchstens treten lehmige Sande oder sandige Letten (in 6 von 17 Bohrungen) von 50-100 cm Mächtigkeit auf. Doch kommen flussab bei Gutmadingen unter Auelehm schluffige Sande (G 1, G 2) sowie bei Geisingen in den meisten Bohrungen Sande bis feinsandige Kiese von maximal 1 m Mächtigkeit vor (B 16, B 19, 311/7, D 2, D 3, 311/4, 311/3, D 12, D 13). Man wird diese Sande parallelisieren und als würmzeitlich bis spätglazial auffassen dürfen.

Liegend folgen bei Gutmadingen zunächst tonige Schluffe mit organischen Resten, dann Kiessande, bei Geisingen-Hausen unter festen Sanden oder Kiessanden auch hart gelagerte, bis zu 5 m mächtige Kiese. Im Unterschied zu diesen hangenden Kiessanden enthalten die liegenden Kiese nicht selten Steine von 25-30 cm Länge (311/2, 311/3, 311/4, B 23, B 24, B 15). Diese Indizien erlauben es, auf eine Zäsur zwischen hangenden (Kies)Sanden und liegenden Kiesen zu schließen. Darum werden letztere dem Riß zugeordnet, so dass auch von hier aus die Sande und Kiessande unter den spätglazialen bis holozänen Auelehm als würmzeitlich anzusehen sind. Dabei ist nochmals festzuhalten, dass Sande unter Auelehm im Donaueschinger Ried bis auf flussbegleitende Streifen längs der Breg noch weitgehend fehlen, ostwärts anschließend im Pfohrener Ried höchstens als sandige Lehme oder Letten erscheinen, bei Gutmadingen stark schluffig sind und erst im weiteren Verlauf bei Geisingen-Hausen auch als kiesiger Sand oder sandiger Kies vorkommen (Abb. 3 - 5).

Somit bestätigen die stratigraphischen Befunde die früher geäußerte Auffassung, dass im Donaueschinger Ried rißzeitliche (und frühere, aber im Riß aufgearbeitete) Schotter liegen, später aus dem Schwarzwald angelieferte Sedimente hingegen nur als Sande (eher selten) und Lehme dort abgelagert wurden. Erst unterhalb der Pfohrener Schwelle lagern schwache Decken würmzeitlicher Kiessande. Deren steinige Anteile bestehen indessen schon bei Geisingen zum größten Teil aus "grauem", jurassischen Material, während "bunte" Schwarzwälder Schotter höchstens aus früheren Ablagerungen stammen können. So enthalten die jüngsten Schotter bei Möhringen/Gänsacker und am "Nägelesee" 75 - 85 % Jura-Kalke und nur 20 - 24 % meist mürbes Kristallin. Nur 5 % der Gerölle erreichen 6-10 cm Länge, 95 % maximal 5 cm (REICHELT 1999 a): ein weiterer Hinweis auf die geringe Transportkraft während der Würmkaltzeit.

4.3 Zur pleistozänen Erosion

Für die Abschätzung der Erosionsbeträge im Riß/Würm-Interglazial ergeben sich Anhaltspunkte aus dem Querprofil von Geisingen. Die Sedimente des Rißstausees sind dort an beiden Talhängen unter Hangschutt bei etwa 764,8 m NN erhalten, dazwischen beträgt die maximale Eintiefung bis zur Unterkante der als würmzeitlich datierten Kiessande höchstens 3 m unter der heutigen Talsohle, woraus insgesamt maximal 7 m resultieren. Die spätglaziale bis holozäne Erosion wird durch die Aue-

lehmakkumulation wettgemacht und beschränkt sich auf lineare Eintiefungen des mäandrierenden Donaulaufes von 2 - 3 m.

Zur Ermittlung der prärißzeitlichen Erosion sind die von SCHREINER (1979: 148) beschriebenen Präriß-Schotter am Wartenberg ("Geisenau") und gegenüber an der Länge, nur etwa 100 m östlich der Gutmadinger Brücke, bei 685 m NN heranzuziehen. Die Oberkante des anstehenden Doggers unter den spätestens rißzeitlichen Basistonen der Talsohle bei Gutmadingen liegt zwischen 660 - 661 m NN, so dass sich dort eine Eintiefung des Tales vor Beginn der rißzeitlichen Aufschotterung um rund 25 m ergibt. Für die Aufschüttung während des gesamten Rißglazials errechnen sich bei Geisingen-Hausen (Präriß-Sohltiefe bei rund 655 m NN, Stauseehöhe bei 665 m NN) maximal 10 m fluviale bis lakustre Lokkermassen.

4.4 Zur Veränderung der Korngrößen

Zuletzt sei nochmals aufgegriffen, dass die Korngrößen der oberen Sande und Kiese unter dem Auelehm zwischen dem Donaueschinger Ried und den Bohrungen bei Geisingen-Hausen erhebliche und bemerkenswerte Veränderungen erfahren. So zeigen die Kiesgruben südwestlich von Pfohren (vgl. Abb.7) unter dem Auelehm steinige Grobkiese mit Buntsandsteinen, Quarzen und Schwarzwälder Kristallin. Die Steine (>2 cm) messen bei den Wänden des südlichsten Baggersees (175 m NE P. 675,6) in 2-3 m unter Flur zu 44 % bis 10 cm, 12 % bis 15 cm und 3 % 20 - >30 cm. An anderen Stellen im Ried wurden Blöcke mit 33 cm (Hüfingen/Binzen) und sogar 80 cm (Baustelle "Baumarkt" Allmendshofen) angetroffen. Östlich der Pfohrener Schwelle treten 1250 m talabwärts in den Kernbohrungen (KB 2 - 7) südlich Pfohrens nur sandige bis schluffige Kiese auf, bei Gutmadingen sogar nur mehr oder weniger schluffige Kiessande, deren Gerölle nach eigenen Analysen ("Weiße Brücke" 175 m SE P.666,7) zu 96 % <10 cm und zu 4 % maximal 10-15 cm Länge erreichen. Bei Geisingen-Hausen sind die hangenden Lagen unter Auelehm als feine bis grobe Sande oder Kiessande ausgewiesen. Bis Möhringen (TK 25, 8018 Tuttlingen) sinkt der Anteil Schwarzwälder Gerölle auf 20 - 24 % und die maximale Geröllgröße beträgt bei "Gänsacker" zu 96 % bis 5 cm und zu 4 % bis 10 cm, in den 1 km flussab gelegenen Kiesgruben am "Nägelesee" wurden dem entsprechend 95% und 5 % gezählt. Grobe Komponenten mit Korngrößen von 20 – 30 cm, aber diesmal jurassische Kalksteine und Basalte, werden hingegen in den Schichtenverzeichnissen häufig für die liegenden, sicher rißzeitlichen Kiese bei Geisingen vermerkt.

Offenbar ist der Schotternachschnitt aus dem Becken des Donaueschinger Rieds unterhalb der Pfohrener Schwelle seit dem Riß nur noch gering gewesen. Dafür spricht auch das Gefälle. Im Donaueschinger Ried beträgt das Oberflächengefälle vom Donauzusammenfluss bis zur Brücke der B 31 bei Pfohren (4 km) durchschnittlich 1,25 %. Bis zur Gutmadinger Brücke (7 km) sinkt es auf <0,8 %. Bis Hausen sind es 1,18 %, stromabwärts werden zwischen Zimmern und Immendingen 1,25 % und bis Tuttlingen etwa 1,4 % erreicht. Die liegenden Tone zeigen zwischen Pfohren und Gutmadingen sowohl an ihrer Basis als auch an der Grenze zu den hangenden Kiesen ein mittleres Gefälle von rund 0,6 %, zwischen Gutmadingen und Hausen 1,7 %. Bei diesem geringen Gefälle können Steine von >10 cm Größe nicht mehr transportiert werden (REICHELT 1999 a, 1999 b). Erinnert sei an dieser Stelle auch an die von GEORG WAGNER (1960: 113) mitgeteilte Regel, wonach die größten



Abb.7: Detail eines Aufschlusses der Kiesgrube Pfohren/Wuhrholz (ca. 671 m NN). Das heutige Oberflächengefälle beträgt nur 1,8 % nach E (links). Stark wechselnde Korngrößen, Fallwinkel und Fallrichtungen belegen dagegen turbulente Sedimentationsverhältnisse wie in einem litoralen Schuttfächer.

Gerölle soviel dm Durchmesser haben, wie % Gefälle herrschen. Wenn aber die Schotter im Donaueschinger Ried trotzdem Blöcke von 25 - 40 cm Länge und mehr aufweisen, können sie nicht nur fluvial transportiert worden sein, sondern erfordern Eiskörper des Mindel- und/oder Rißglazials, die mindestens bis etwa zur Pfohrener Schwelle gereicht haben; das folgt auch aus anderen Indizien (REICHELT 1994). Die als Moränen und während des

Rückschmelzens im Sander abgelegten Sedimente konnten seitdem nur mit ihren kleineren Fraktionen fluvial talabwärts ausgeschwemmt werden. H. SCHOLZ (1997: 66) veranschaulicht diesen Ablagerungsmechanismus am Beispiel grönländischer Eisrandseen in einer das Prinzip gut verdeutlichenden Geländeskizze.

Erst mit dem Eintritt in die Alb wurde aus den rißzeitlichen jurassischen (und Basalt führenden) Absturzmassen ab Geisingen neuer großkalibriger Schutt aufgenommen und bei ausreichendem Gefälle transportiert. Tatsächlich erreicht das rißzeitliche Gefälle der Obergrenze der Basistone im Längsprofil bei Geisingen-Hausen (Abb. 5) streckenweise etwa 4‰. Das genügt zum fluvialen Transport von Steinen der angetroffenen Größe von 20 - 30 cm. Das Gefälle der sicher jungquartären Schichtgrenzen beträgt hingegen nur zwischen 1 ‰ und 1,4 ‰, womit unter fluvialen Bedingungen nur Gerölle bis 10 cm, ausnahmsweise bis 15 cm Größe transportiert werden können (REICHELT 1999 a, 1999 b).

5. Schlussfolgerungen

Das Donaueschinger Ried (671 - 676 m NN) ist ein in der Tiefe stark gegliedertes Becken mit Tiefendifferenzen zwischen 3 und >15 m, wobei mittel- bis jungquartäre Tektonik und salinare Lösungsvorgänge (PAUL 1949) mitspielen. Seine tiefste Erosionsbasis im anstehenden Keuper lag an der Ortsbrücke in Pfohren unter den Schottern höchstens 2 - 4 m tiefer als heute und bildete eine das Ried (etwa) nordsüdlich querende Schwelle. Das Riedbecken wurde im Rißglazial erneut verfüllt. Seitdem gelangen aus dem Ried nur Lehme, Sande und wenige Schotter geringer Korngrößen flussabwärts. Somit müssten auch grob-klastische Sedimente der Würmkaltzeit noch in der Riedbaa nachweisbar sein; sicher jungpleistozän sind dort unter holozänen Auelehm jedoch nur Sande und Lehme. Folglich liegen die groben Fraktionen noch weitgehend in ihrem Entstehungsgebiet des Mittelschwarzwaldes, wo sie auch nachweisbar sind (PAUL & SCHINKE 1997; REICHELT 1998). Daher fehlen sowohl Niederterrassen in der Riedbaa als auch stratigraphische Hinweise auf ihre Ausräumung im Spätwürm oder Holozän. Für den Donaulauf selbst errechnet sich zwar eine postglaziale lineare Eintiefung der Sohle um maximal <3 m. Doch belegt schon die Reihenfolge der Schüttung unterhalb der Pfohrener Schwelle: Sande über Kiessanden, gefolgt von Schluffen bzw. Tonen mit organischen Beimengungen, seit dem Rißglazial ein Nachlassen der Schüttung aus dem Ried. Tatsächlich steht der linearen nachkaltzeitlichen Eintiefung eine bis heute andauernde flächenhafte Akkumulation von Auelehm gegenüber, wie z.B. gerade bei Gutmadingen und anderswo im Einzugsbereich vor- und frühgeschichtliche Funde im und unter Auelehm belegen (REICHELT 1968: 72 f.). Damit verringert sich die wahrscheinliche postglaziale lineare Erosion auf 1 - 1,5 m.

So gut wie sicher hat sich auch der Sigmaringer Eisstausee bis ins Donaueschinger Ried ausgewirkt. Sein oberes Ende lag im Riß II etwa bei Gutmadingen, wahrscheinlich sogar bei Pfohren. Das bewirkte jedenfalls in Teilen der Riedbaa Rückstau und führte zur Vermindeung der Schleppkraft. Wegen der - salinartektonisch und/oder durch quartär belebte echte Tektonik bedingten - Übertiefungen bzw. Depressionen des Untergrundes im Ried auf <665 m NN haben auch hier Teileen - bei maximaler Stauhöhe bis 670 m NN sicher mit, sonst (vielleicht) ohne Verbindung zum Sigmaringer Stausee - bestanden. Das würde die beobachteten partiellen Schrägschichtungen der Kiese und Sande im Ried (vgl. Abb. 7) unmittelbar

erklären. Im übrigen dürfte die Vorstellung eines über längere Zeit konstanten maximalen Seespiegels ohnehin zu revidieren sein. Statt dessen wird eher mit einem instabilen, sich episodisch oder periodisch subglazial teilweise entleerenden See zu rechnen sein, wie H. SCHOLZ (1997) an zahlreichen rezenten Beispielen von Eisrandstauseen des westgrönländischen Inlandeises belegt, welche durchaus auf das Alpenvorland übertragen werden können.

Hinweise auf Schotter des Mindelglazials fehlen im Ried und in den berichteten Bohrungen: Sie liegen einerseits an den Hängen höher als die Rißschotter (SCHREINER 1979, REICHELT 1999 b). Andererseits griff die Erosion des Mindel/Riß-Interglazials - flussaufwärts fortschreitend - durchweg tiefer als im Riß/Würm-Interglazial, so dass die meisten Mindelschotter der Hänge - verebnete Flächen ausgenommen - erodiert und in der Riedbaar weitgehend ausgeräumt werden konnten. Die relativ mächtigen Basistone südlich Pföhren könnten allenfalls nach Abklingen der Erosion abgelagert worden sein. Wahrscheinlich entsprechen sie aber den Seetonen des Riß-Stausees, mit dessen an anderen Orten ermittelter Obergrenze ihre Lage exakt übereinstimmt und in dessen Rückstau sie dann deponiert wurden sind.

6. Angeführte Schriften

MÜNZING, K. (1987): Zum Quartär des Talzuges Spaichingen – Tuttlingen (westliche Schwäbische Alb). - Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg, 29, 65-90, 3 Abb., Freiburg i. Br.

PAUL, W. (1949): Das Donaueschinger Ried in seiner Bedeutung für die Landschaftsgeschichte Südwestdeutschland. - Mittbl. d. bad. Geol. Landesanstalt, 1949:59-65, 1 Abb. Freiburg i. Br.

PAUL, W., SCHINKE, K. (1997): Die glaziomorphologische Sonderstellung des Mittleren Schwarzwaldes im Jungpleistozän. Jh. Geol. Landesamt Baden-Württ. 36: 205-213, 4 Abb., Freiburg i. Br.

REICHELT, G. (1968): Über die Vegetationsentwicklung der Baar während der Vor- und Frühgeschichte. - Schriften der Baar, 27: 50-81, 5 Abb., Donaueschingen

REICHELT, G. (1994): Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Riedbaar. - Ber. naturforsch. Ges. Freiburg, 82/83, 15 Abb., 1 Tab., Freiburg i. Br.

REICHELT, G. (1998): Zum Eiszeitgeschehen im Mittelschwarzwald (3). Ergebnisse und Probleme der bisherigen Untersuchungen. – Schriften der Baar, 41: 95-125, 17 Abb., 2 Tab., Donaueschingen

REICHELT, G. (1999 a): Zur Kenntnis und Deutung von Schottern im Einzugsgebiet der obersten Donau (Mittelschwarzwald und Baarhochmulde). - Ber. naturforsch. Ges. Freiburg, 86/87: 41-68, 10 Abb., 5 Tab., Freiburg i. Br.

REICHELT, G. (1999 b): Zur Altersstellung und Genese einiger Schotter der Baar (oberste Donau). - Jh. Landesamt f. Geologie, Rohstoffe u. Bergbau Baden-Württemberg, 38:71-78, 2 Abb., 1 Tab., Freiburg i. Br.

SCHÄDEL, K. (1955): Der vorrißzeitliche Donaulauf durchs Vilsinger Tal oberhalb Sigmaringen. - Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württemberg, 110:125-135, Stuttgart

SCHÄDEL, K., WERNER, J. (1965): Untersuchungen zur Aufdeckung glazial verfüllter Täler im Donaugebiet von Sigmaringen - Riedlingen. - Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg, 7, 387-422, 13 Abb., Freiburg i. Br.

SCHALCH, F. (1907/1909): Geologische Spezialkarte des Großherzogtums Baden Blatt Nr.121 (heute 8017) Geisingen bzw. Erläuterungen - 38 S., Heidelberg

SCHOLZ, H. (1997): Sedimente und Ablagerungsmechanismen in instabilen proglaziären Seen (Eisrandstauseen) in Westgrönland.- Eiszeitalter u. Gegenwart, 47: 42-77, 12 Abb., 7 Taf., Hannover

SCHREINER, A., MÜNZING, K. (1979): Zur rißbezeitlichen Vergletscherung des Südostschwarzwaldes und der westlichen Schwäbischen Alb (Baden-Württemberg). - Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg, 21: 137-159, Freiburg i. Br.

SCHREINER, A. (1992): Einführung in die Quartärgeologie, 257 S., 104 Abb., 14 Tab., Stuttgart

SCHREINER, A. (1996): Zum Alter der Schotterfüllung des Donaueschinger Riedes und der Geröllbildungen in seiner Umgebung. - Ber. naturforsch. Ges. Freiburg, 84/85: 27-31, Freiburg i. Br.

VILLINGER, E. (1973): Ergebnisse der geologischen Rohrgraben-Aufnahme beim Ausbau der Bodensee-Wasserversorgung im Gebiet zwischen Bodensee und Neckar (SW-Deutschland). - Jh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg, 15: 187 - 236, 9 Abb., Freiburg i. Br.

VILLINGER, E., WERNER, J. (1985): Geologie und Hydrologie der pleistozänen Donau-rinnen im Raum Sigmaringen-Riedlingen (Baden-Württemberg). - Abh. Geol. Landesamt Baden-Württemberg, 11: 141 - 207, 9 Abb., 5 Tab., Freiburg i. Br.

WAGNER, G: (1960): Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte mit besonderer Berücksichtigung Süddeutschlands, 694 S, 208 Tafeln, Öhringen

Eingang des Manuskripts 20.01.2000

