

## Das Warmisrieder Feld

Ein Beispiel für den Fortschritt der Eiszeitforschung durch Barthel Eberl

von Ingo Schaefer, München

**Zusammenfassung:** Das am Moränensaum der Iller-Lechplatte, etwa in seiner Mitte gelegene „Warmisrieder Feld“ zeigt den fast gleichen Aufbau wie das an seinem Westrand gelegene „Grönenbacher Feld“. Entsprechend kommt den Ergebnissen mehr als nur lokale Bedeutung zu. Dazu gehört die Aufgliederung in eine reiche mindeleiszeitliche Ablagerungsserie sowie die Bestätigung, daß – im Gegensatz zu manchen neueren Vorstellungen – bei den Methoden die stratigraphisch-geomorphologischen Pencks auch weiterhin zu den besten Ergebnissen führen, bei der Gliederung aber Eberl grundsätzlich auf dem richtigen Wege war.

### 1. Einleitung

Eine wenig bekannte, in sich widersprüchlich erscheinende Besonderheit der bayerischen Geschichte ist, daß die wissenschaftliche, dabei vor allem die naturwissenschaftliche Aufklärung auch von der Geistlichkeit getragen wurde. Das hat einerseits zu erheblichen Spannungen mit verschiedenen Kirchenoberen geführt, andererseits aber die Betätigung bis hin zur Begeisterung an naturwissenschaftlichen Forschungen in einem weiteren Kreise außerhalb der Universität geweckt, bis diese schließlich eine naturwissenschaftliche Disziplin nach der anderen in ihre Reihen aufnahm. So ist zu verstehen, warum unter den ersten hervorragenden modernen Mathematikern und Naturforschern sich neben Ärzten, Apothekern und Lehrern so viele Geistliche finden und dieser Personenkreis heute noch eine besondere Vorliebe für private naturwissenschaftliche Betätigung besitzt. Unter jenen Geistlichen, die sich mit dem Quartär befaßten, ragen zwei besonders hervor, Hugo Obermaier für die Steinzeitforschung und Barthel Eberl für die Eiszeitforschung.

Daß die Quartärforschung über den Monoglazialismus von Lepsius und Geinitz hinweggeführt hat, ist das unbestrittene Verdienst des Altmeisters der Eiszeitforschung Albrecht Penck, dessen neue, großartige Konzeption zu einem geradezu lawinenartigen Anschwellen der speziellen Forschungsarbeiten führte. In der allgemeinen Frage des diluvialen Systems jedoch kam es zu einer an sich verständlichen Stagnation: Es mußten mit Hilfe des Penck'schen Schlüssels viele Gebiete überhaupt erst erschlossen werden. Dann aber auch zu dieser Frage, wie vielen anderen der alpinen Quartärforschung, neue Impulse gegeben zu haben, ist wiederum das Verdienst Barthel Eberls, der sich als Außenseiter dem Quartär zuwandte und mit seinem bekannten Werke, dem einzigen, das er hierzu schrieb, bahnbrechend gewirkt hat. Im Bd. 19 der *Geologica Bavarica*, dem ihm gewidmeten Festband, habe ich versucht, das zu würdigen, und ein zweites Mal in der Einleitung zu dem postumen, von dem Historiker Kurt Reindel und mir herausgegebenen Werk Eberls über die Herkunft der Bayern – hier mit Blick auf seine gesamte, geradezu universelle Lebensarbeit, wovon die geologische nur ein Teil war. Gleich den in seiner Heimat aus ärmlichen Bauern- und Handwerkerfamilien auftauchenden berühmten Wessobrunner Meistern ist auch er wie ein Stern aufgeleuchtet und erloschen, ohne Nachkommen, ohne Schüler, – mit seinem Werk leuchtet er aber weiter fort. Es würde manchem jüngeren Quartärforscher gut anstehen, sich mit diesem Universalgelehrten näher zu befassen. Dann würden schwerlich Äußerungen fallen wie die, daß sein Eiszeitwerk in seinen stratigraphischen Aussagen, also in seinem Kern, fragwürdig sei und schon längst hätte überprüft und widerlegt werden müssen, was 40 Jahre lang versäumt worden sei<sup>1</sup>. So gesehen würde auch Pencks Werk, das in einer Vielzahl

<sup>1</sup> SINN, S. 130/31.

von Einzel- wie Hauptergebnissen überholt ist, als fragwürdig erscheinen. Das mindert weder die Verdienste dieses Altmeisters der Eiszeitforschung noch die des „Häretikers“ Barthel Eberl. Beider Bedeutung liegt vornehmlich in ihrer Gesamtschau, in ihrer neuen Konzeption. Penck hat mehr als ein halbes Leben für die Überwindung des Monoglazialismus einsetzen müssen; vielleicht war das auch der Grund, warum er im Alter so sehr an der Viergliederung festhielt – anders als in jungen Jahren, als er von drei zu vier Eiszeiten wechselte und für noch mehr durchaus aufgeschlossen war. Eberls Verdienst war es, erkannt zu haben, daß das Pencksche System zu eng und zu starr geworden war. Selbst wenn aus der Fülle seiner Beobachtungen und Erkenntnisse „lediglich die Existenz der Donauiszeit bestätigt werden konnte“, wie es kürzlich zu lesen war <sup>2</sup>, so hätte das allein schon ausgereicht, um den seither größten Fortschritt in der alpinen Quartärforschung zu dokumentieren. Denn damit war der entscheidende Schritt getan: Eberls Donauiszeit hat das Pencksche System gesprengt. Ob seine anderen Grundvorstellungen wirklich so fragwürdig waren, soll die vorliegende Abhandlung klären.

Die fast „nostalgische“ Rückkehr zum ganz ohne Zweifel einfacheren, leichter faßlichen wie besser anwendbaren Penckschen tetraglazialen System wurde von mir in einer Reihe von Arbeiten kritisiert, zuletzt mit der über die Paareiszeit im Gebiet des diluvialen Isar-Loisachgletschers (1975), zuvor mit der über das „Grönenbacher Feld“ im Gebiet des diluvialen Iller-Lechgletschers (1973). Um die gewonnenen Ergebnisse in einen noch größeren regionalen Rahmen zu heben, soll ein weiteres Schotterfeld genauer analysiert werden. Dabei wird sich erneut zeigen, daß eine vollständige Diluvialgliederung nur auf diesem wenn auch mühseligem Wege erzielt werden kann und nicht, wie vor allem in Erstlingsarbeiten so häufig, indem man die halbe oder gar ganze Iller-Lechplatte aufzuarbeiten unternimmt.

Waren zur Aufhellung der schwierigen Bauverhältnisse des Grönenbacher Feldes drei Forschungsvorstöße nötig, so gelang das auch beim Warmisrieder Feld – nach zwei fast vergeblichen oder wenig befriedigenden Versuchen (1948/50 und 1966/68) – erst bei einem dritten (1971) und endgültig nach dem vierten Angang (1976). Letztere beiden wurden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft, der dafür mein besonderer Dank gilt, finanziell gesichert.

Für die Drucklegung dieser Arbeit hat der Heimatverein Kaufbeuren einen namhaften Zuschuß geleistet, wofür sich vor allem sein Vorstand, Herr Anton Dürr, eingesetzt hat. Weiter gilt mein besonderer Dank Herrn Anton Rehle, Bauunternehmer in Friesenried, nicht nur für einen ebenso namhaften Druckkostenzuschuß, darüber hinaus noch für seine rege Aufgeschlossenheit allen naturwissenschaftlichen Fragen gegenüber sowie für viele in dieser Abhandlung genutzte Auskünfte.

Als Abkürzungen werden verwandt: T/Q-Grenze = Tertiär/Quartär-Grenze; wo es nicht schon aus dem Text hervorgeht, ist ihre Meereshöhe unterstrichen (714 m); D-, G-, M-, R-, W- = Donau-, Günz-, Mindel-, Riß-, Würmeiszeit; AM = Altmoräne, AEM = Altendmoräne, JM = Jungmoräne, JEM = Jugendmoräne; HT = Hochterrasse, NT = Niederterrasse; Sch-Ok = Schotteroberkante bzw. -Oberfläche, Sch-UK = Schotterunterkante bzw. -sohle; Kgr = Kiesgrube, Sgr = Sandgrube, Lgr = Lehmgrube, Stbrch = Steinbruch, Zgl = Ziegelei.

Alle Orts- und Höhenangaben sind den topographischen Karten 1:25 000 entnommen (Blätter 8028, 8029, 8128, 8129). Wo Höhen (oder Senken) keine Höhenzahl besitzen, wird nebst einem + (oder –) Zeichen der letzte Höhenlinienwert angegeben. Richtungs- und Entfernungsangaben beziehen sich auf die Ortskirche oder, wo keine oder mehrere vorhanden, auf die Ortsmitte. Himmelsrichtungen werden im substantivischen Gebrauch mit großen Buchstaben (N, SW), im adjektivischen mit kleinen (n', sw', wnw') wiedergegeben.

## 2. Das Untersuchungsgebiet (Abb. 1)

Das Warmisrieder Feld hat eine dem Grönenbacher Feld ganz ähnliche geographische und geologische Lage, Stellung und Größe: Am Südrand der Iller-Lechplatte, vor dem Übergang zur Moränenlandschaft, eine fast geschlossene, sich nach N verschmälernde Hochfläche, die um gut 50 m die seitlich flankierenden Täler über-

<sup>2</sup> SINN, S. 127.

ragt, im W das der Mindel, im O das breite, abschnittsweise von verschiedenen kleinen Bächen (Friesenrieder Bach, Lugenbach, Wörthbach, Mühlbach, Osterbach) benutzte, sonst aber eiszeitliche Trockental von Eggenthal – Baisweil – Lauchdorf – Helchenried, ohne einen eigenen Namen; hier sei es – nach dem in ihm liegenden Ort Eggenthal – als das Eggental bezeichnet. Vom Nordende des Warmisrieder Feldes bei Helchenried (686 m) bis zu seinem Südrande an der Straße Eggenthal-Baiersried (etwa 770 m) sind es, bei einem Nord-Südanstieg von 9 ‰, etwa 9 km; die größte Breite: gegen 4 km. In der Mitte der Hochfläche liegt das Dorf Warmisried, sonst gibt es an Siedlungen nur noch den Weiler Wallenried und den Leutenhof; der Weiler Grub liegt schon am Altmoränensaum, etwas südlich der eigentlichen Schotterplatte.

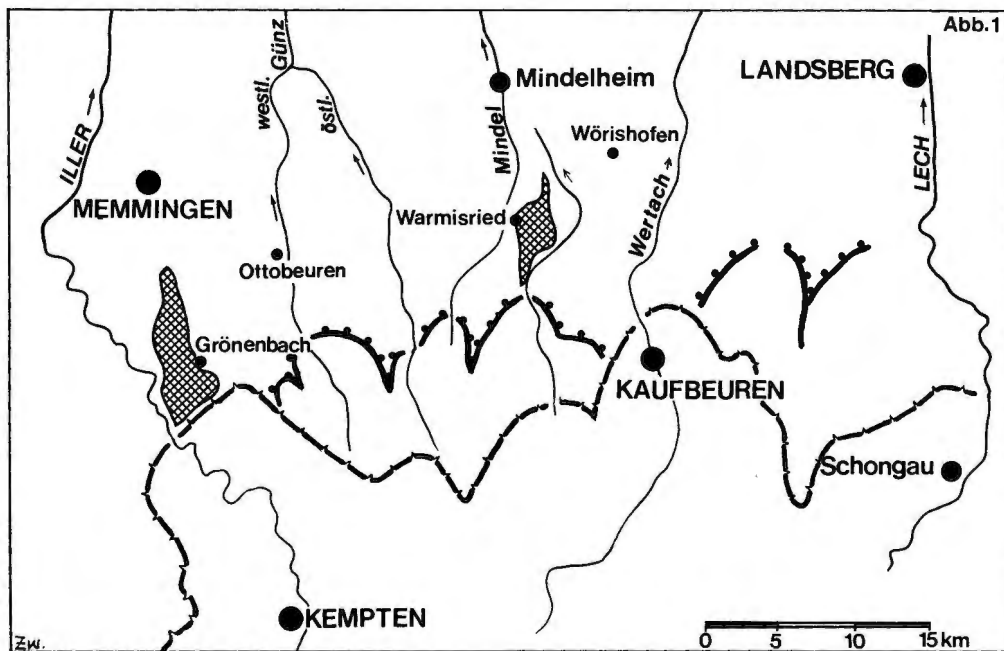


Abb. 1. Lage des Warmisrieder und des Grönenbacher Feldes in der Iller-Lechplatte.

Um umständliche Beschreibungen im Text öfters vorkommender, auf den Karten nicht benannter Geländeteile zu vermeiden, werden folgende ortsübliche Namen gebraucht: Fuchsberghalde für den Terrassenabfall ssw' Warmisried bis zur Talkerbe vor der Kellershalde; Pointwald für den Schotterstreifen von den Unteren Hölzern bis zum Schäflerwald; Gruber Steige für jenen Ortsverbindungsweg Baisweil – Grub, der etwa 1/2 km nw' des Talpunktes 690 zum Hörtwald hinaufführt; Bergfeld für dessen südlichsten Teil und die waldfreie Fläche bei Pkt 749; Hirtwald für den Wald zwischen dem Germbächl und Unterem Schwarzenbach; Burgwaldrücken für den Moränenrücken (mit + 811 m) o' Romatsried und s' vom Burgholz (Bl. 8029) bzw. Burgwald (Bl. 8129).

### 3. Forschungsgeschichte (Abb. 2)

Bei Penck (1901/09) gehört das Warmisrieder Feld zu den altdiluvialen Deckenschottern der Iller-Lechplatte, und zwar zum mindeleiszeitlichen Jüngeren Deckenschotter, den er vom Eggental über das Mindel- bis zum (östl.) Günztal an den hohen Altmoränen no' Obergünzburg wurzeln läßt (S. 199; Fig. 37, S. 177).

Bei Eberl (1930) besteht das Warmisrieder Feld aus 4 Teilen: Im SW ein schmaler und kurzer Streifen, o' über dem Hirtwald, durch das Germbächltal von der übrigen Schotterplatte abgetrennt, Günz I; der Schotterstreifen no' davon, auf der anderen Talseite, mit Warmisried, Günz II; der nächst-östliche, ebenso schmale, aber bis zum

nördlichen Ende durchziehende, Mindel I; die ganze östliche Hälfte Riß I (S. 275 und Übersichtskarte 1 : 250 000).

Bei Schaefer (1968) wurden im Text 4, auf der Übersichtskarte (durch Teilung des vierten) 5 Schotterstreifen ausgeschieden (Warmisried, Wallenried, Untere Hölzer – Helchenried, Pointwald – Mühlwald, Schäflerwald). Altersmäßig sind sie dem älteren Rißdiluvium zugeordnet. Entsprechend dem Publikationsort, einem für weitere Kreise gedachten Heimatbuch, blieb das ohne Begründung, es wurde dazu auf eine spätere fachwissenschaftliche Abhandlung verwiesen (S. 23, Anm. 28); sie liegt nun mit dieser Arbeit vor.

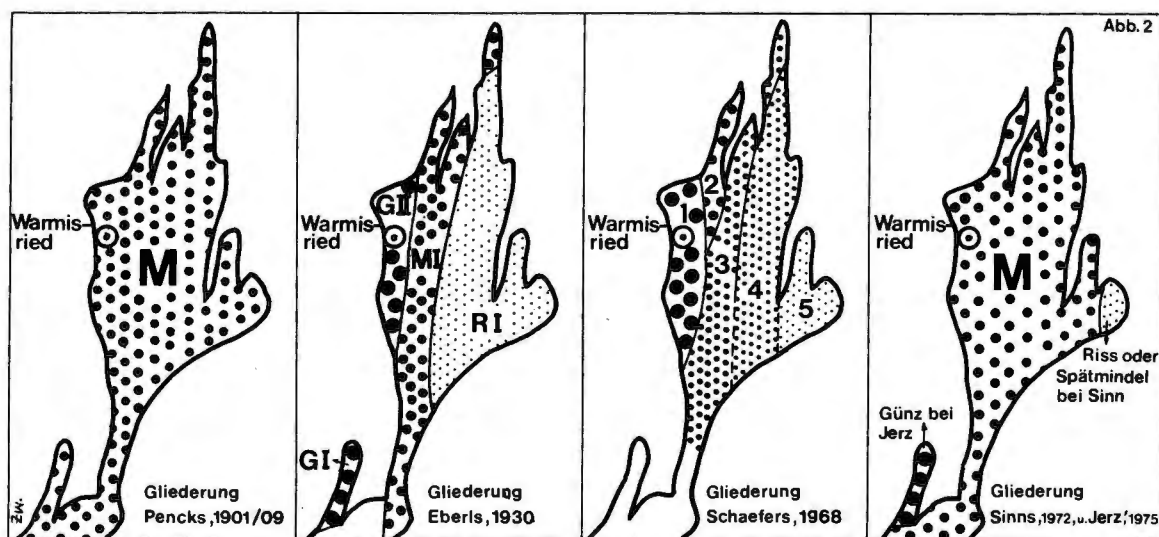


Abb. 2. Bisherige Deutungen zur Gliederung des Warmisrieder Feldes.

Bei Sinn (1972) ist die ganze Warmisrieder Schotterplatte eine einheitliche mindeleiszeitliche Bildung (Jüng. Deckenschotter). Auf seiner Übersichtskarte (5) ist zwar ein kleiner östlichster Teil („Burggraben“ oberhalb Baisweil) abgetrennt und zur Rißeiszeit gestellt, nicht aber im entsprechenden Längsprofil (9a, untere Linie), auch nicht im Text (S. 104), wo er diesen „Baisweiler Schotter“ als eine mindeleiszeitliche Rückzugsbildung ansehen will.

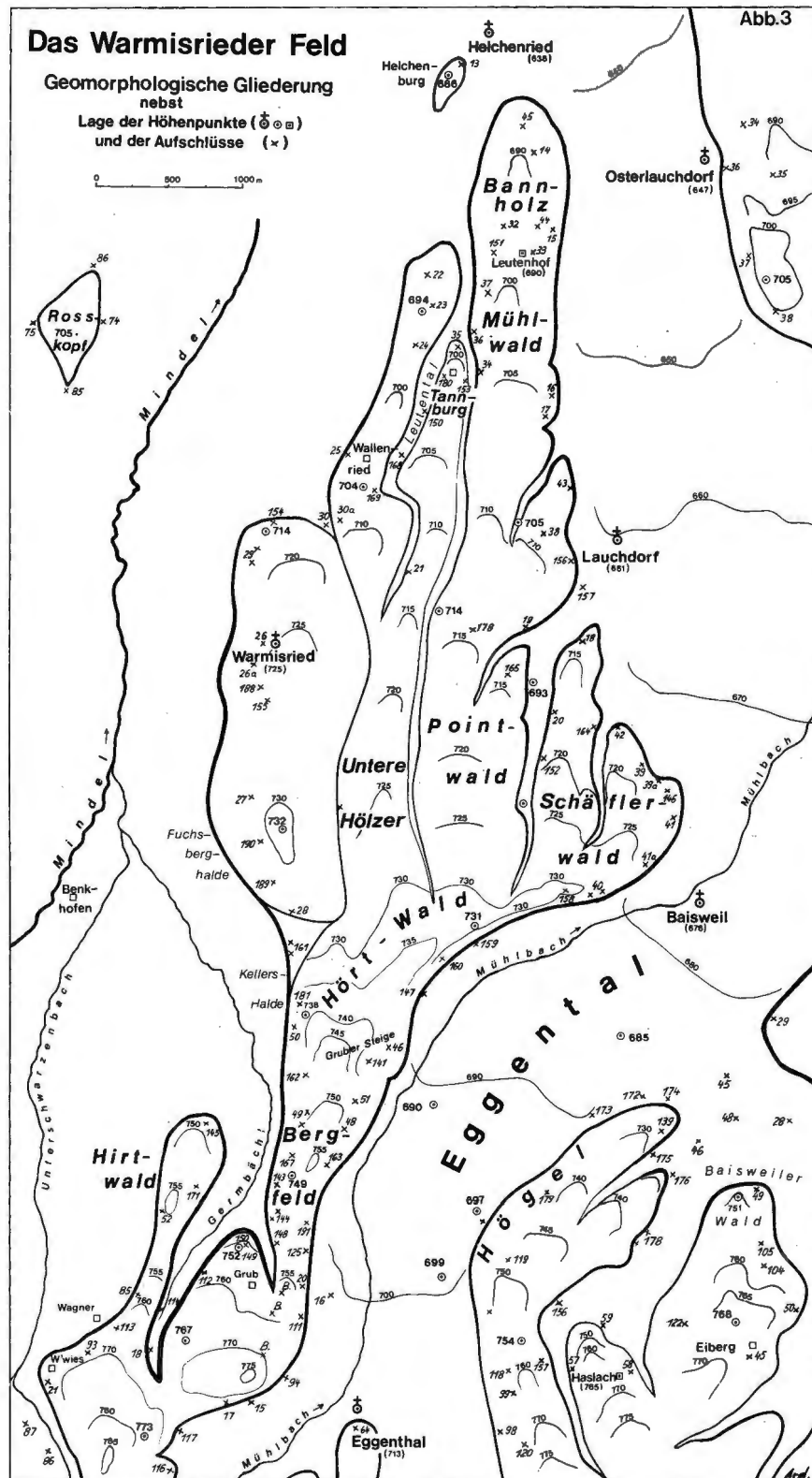
Bei Glückert (1974) ist es ebenso: Alles ein einheitlicher mindeleiszeitlicher Schotter.

Bei Jerz (1975) ist es ähnlich: Das eigentliche Warmisrieder Schotterfeld Jüng. Deckenschotter, nur der durch das Germbächtal abgetrennte schmale Rücken über dem Hirtwald Ält. Deckenschotter.

#### 4. Das Hauptproblem

Daraus ergibt sich die Fragestellung: Handelt es sich bei der Warmisrieder Hochfläche um eine einheitliche (günz- oder mindeleiszeitliche) Schotterplatte (so im Anschluß an Penck bei Sinn, Glückert und auch Jerz) oder setzt sie sich aus mehreren Teilen zusammen, wie Eberl erkannte und ich bestätigt fand, wenn auch in anderer Abgrenzung, Anzahl und Altersbestimmung.

Die Beantwortung dieser Frage ergibt sich aus der Bedeutung, die man der verschiedenen Höhenlage der Schottersohlen zumißt: Erklärt sie sich aus lokalen und speziellen Gegebenheiten, wie etwa der Lage in benachbarten, anschließend sich vereinigenden Tälern oder der Lage in randlichen Talstreifen oder aus Schwankungen der Aufschüttungssohle – sei es im Längsprofil, etwa beim Gletscherrückzug, sei es im Querprofil, etwa bei der Verschüttung niedriger Wasserscheiden? Oder kommt der verschiedenen Höhenlage der Schottersohlen



eine allgemeine Bedeutung zu – von echtem stratigraphischem Rang, indem sich darin eigene, voneinander zeitlich getrennte Aufschüttungen widerspiegeln? Dann hätte das die Bildung verschieden alter Schotter zur Folge, aus denen sich die – nur äußerlich einheitlich erscheinende – Warmisrieder Platte zusammensetzen würde.

### 5. Geomorphologische Gliederung (Abb. 3)

Gewiß zeigt das Warmisrieder Feld in W-O-Richtung nur unbedeutende Höhenunterschiede – bestenfalls 7 m, etwa vom Pkt 732, s' Warmisried, durch die Unteren Hölzer und den Pointwald in den Schäflerwald (725 m) – und erscheint als einheitliche Bildung. Bei näherer Betrachtung schälen sich aber vier voneinander abgesetzte Teile heraus.

1. Im W der Rücken von Warmisried, von der Einsattelung –728 m sso' Pkt 732 bis Pkt 714 im N.
2. Östlich daneben der mittlere Teil der Warmisrieder Platte mit den Unteren Hölzern und dem Pointwald. In der nördlichen Hälfte spaltet er sich in drei Riedel auf (Wallenried, Tannburg und Mühlwald nebst Bannholz).
3. Im O der Rücken mit dem Schäflerwald, durch ein kurzes Tälchen in der nördlichen Hälfte zweigeteilt.
4. Im S der südliche Teil des Hörtwaldes und der schmale bis no' Grub reichende Bergfeld-Rücken mit +755 m. Vor dem Anstieg zur AEM-kuppe +775 m wnw' Eggenthal liegt eine deutliche Einsattelung in –752 m.

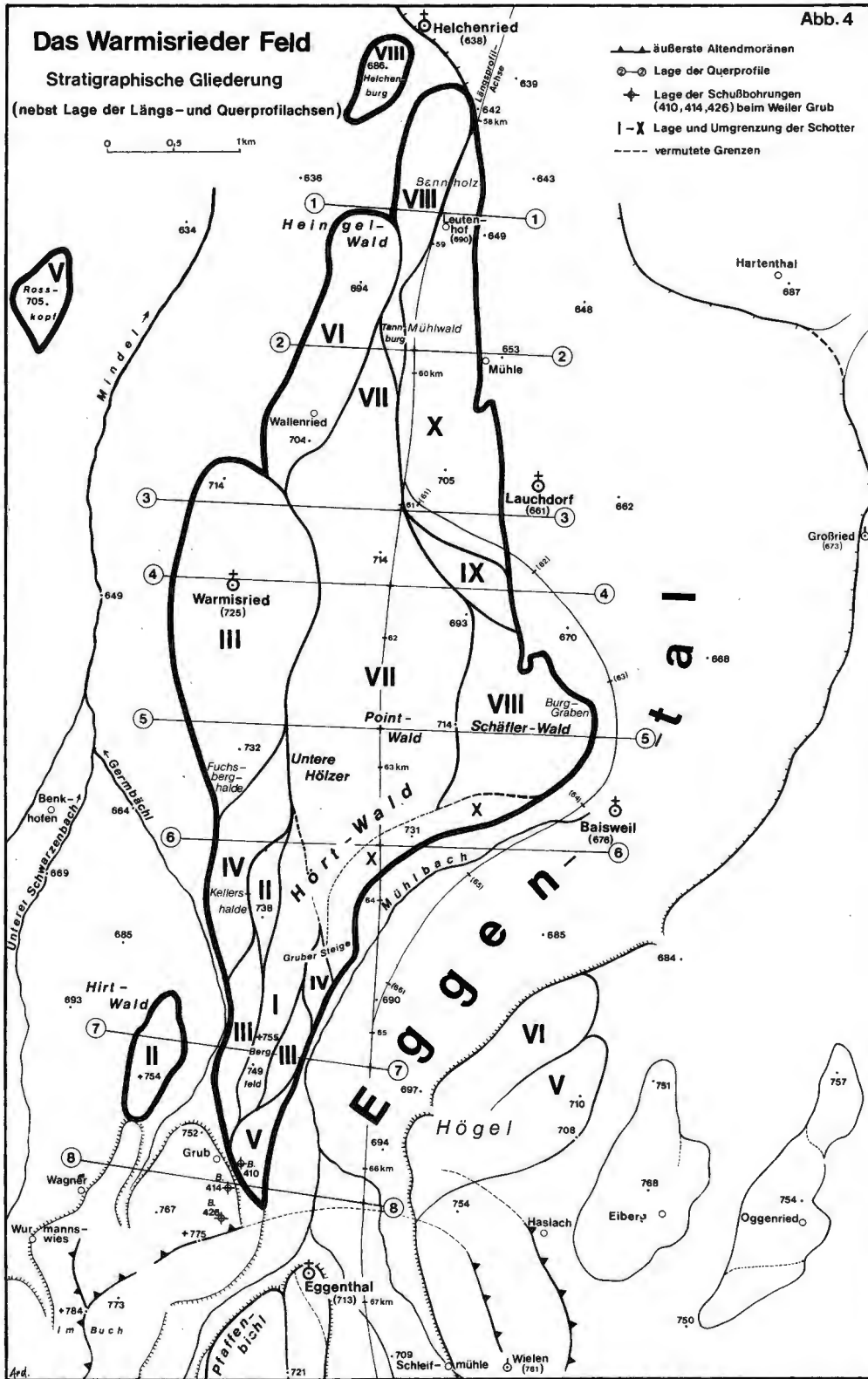
Dazu einige Einzelheiten. Der Warmisrieder Rücken (1) schwenkt, wie besser an seiner rechten Flanke zu erkennen, an seinem Nordende etwas nach NW ein. Deutlicher kommt das an der plötzlichen Richtungsänderung des oberen Leutentales (no' Warmisried bzw. so' Wallenried) zum Ausdruck, während das nächst-östliche Trockental die allgemeine nördliche Richtung beibehält. Im mittleren Streifen (2) hat das Oberflächengefälle im Bannholz fast 12 ‰, südlich davon im Mühlwald nur etwas über 6 ‰; s' Wallenried findet sich auf kurzer Entfernung sogar ein richtiger Gefällsprung, von Pkt 704 auf 710 m. Bemerkenswert auch der mangelnde Zusammenhang zwischen der nördlichen in drei getrennte Rücken zerfallenden Hälfte und der südlichen mit fast geschlossener Oberfläche. Es sieht aus, als würden sich aus ihr drei verschiedene Schotter herauslösen, wie die Lage der auffallenderweise von W nach O vorstaffelnden 700-m-Linie in den drei Rücken zeigt. Im Schäflerwald, dem östlichen Streifen (3), erreicht die Oberflächenneigung sogar 13 ‰, wie es im allgemeinen nur auf Übergangskügeln der Fall ist, also in größter Nähe der Endmoränen, die hier aber erst in 4 km Entfernung (bei Grub, wnw' Eggenthal) erscheinen. Diese Besonderheiten können an Verengungen oder Erweiterungen des Aufschüttungs-Querprofils liegen, es kann sich aber auch um einen Schotterwechsel handeln, der an der Oberfläche nicht erkenntlich zu werden braucht, wenn die Solifluktion die ehemaligen Grenzen abgeflacht oder ganz verwischt hat.

Auch wenn diese geomorphologische Gliederung, wie gleich gezeigt wird, wenig und nur abschnittsweise der stratigraphischen entspricht, so bestehen dennoch vielfältige, z. T. sehr enge Zusammenhänge. So haben sich schon von ihr her genügend Hinweise ergeben, daß die stratigraphische Gliederung nicht so einfach sein dürfte; umgekehrt bereitet es nach Klärung der stratigraphischen Verhältnisse keine größeren Schwierigkeiten mehr, die geomorphologische Gliederung befriedigend zu deuten.

### 6. Stratigraphische Gliederung (Abb. 4, 5, 7)

Erste Voraussetzung zur Klärung der stratigraphischen Verhältnisse ist die genaue Einmessung der Tertiär/Quartär (= T/Q)-Grenzen.

Über die dabei entstehenden kartographischen Schwierigkeiten habe ich mich schon in meiner Arbeit über das Grönenbacher Feld (S. 171) ausgelassen. Auf der Warmisrieder Hochfläche stehen 13 Höhenpunkte zur Verfügung, die allerdings, wie im größten Teil der Iller-Lechplatte, den über 100 Jahre alten „Positionskarten“ entnommen sind, also barometrisch gewonnen und lediglich für die Umstellung vom Adriapegel auf Normalnull um etwa 1–2 m gemindert wurden. Die alten Fehler finden sich also auch auf den (vorläufig) neuen Karten wieder; das hätte zur Erkenntnis der gegenseitigen Lage der einzelnen stratigraphischen Glieder wenig zu bedeuten, wenn die Höhenpunkte des Untersuchungsgebietes untereinander übereinstimm-



ten. Das ist aber nicht immer der Fall; dadurch kam es zu ärgerlichem Zeitverlust, einmal bis die Höhenfehler erkannt waren, danach wegen umständlicher Kontrollmessungen, Umrechnungen und Berichtigungen. Zwar handelt es sich nur um Abweichungen bis zu 3 oder 4 m<sup>3</sup>; für die stratigraphische Zuordnung, bei der es in diesem Gebiet um Höhenspannen bis herab zu 5 m oder gar 4 m geht, war das manchmal aber entscheidend. Wenn man alle nebeneinander gestaffelten und übereinander gepackten Schotter und Moränen aufspüren und ordnen will, ist man gezwungen, auch kleinste Höhenunterschiede festzuhalten, um aus der Masse der Einmessungen und Beobachtungen erkennen zu können, welche nur lokale Schwankungen widerspiegeln und welche stratigraphische Bedeutung haben.

Eingemessen wurden die T/Q-Grenzen im Warmisrieder Feld an 85 Stellen, davon in 29 Kiesgruben, die zum großen Teil allerdings aufgelassen oder zumeist Abfallgruben geworden sind. Zur Moränenverknüpfung im südlich anschließenden Gebiet wurde an weiteren 165 Stellen eingemessen, davon 61 in Kiesgruben.

Die T/Q-Grenzen sind in den Längs- und Querprofilen festgehalten. Es schälen sich folgende voneinander getrennte Schotterkörper heraus.

I. Der höchste und älteste Schotter ist nur noch ganz im S, im Kern des schmalen Bergfeld-Rückens, erhalten, der no' Pkt 749 (richtiger 752/53 m) mit +755 m kulminiert. Von der südlichen Einsattelung (mit -752 m) dürfte er sich 1 bis 2 km nach N erstrecken, ist aber, weil beiderseits von jüngeren Schottern ummantelt (hauptsächlich von III), kaum aufgeschlossen, am besten noch etwa 150 m n' Pkt 749; wohl aber läßt sich seine Unterkante (Uk) auf fast 1 km Erstreckung des Westabfalles verfolgen (749 bis 743 m). Schottermächtigkeit: etwa 10 m; Sohlengefälle: etwa 6 ‰.

II. Stratigraphisch tiefer liegt der Schotter im ähnlich schmalen, knapp 1 km langen Rücken über dem Hirtwald auf der westlichen Seite des Germbächltales, ebenso durch eine Einsattelung (mit -753 m) vom südlichen AM-Gebiet getrennt. Wo der Weg vom Hirtwald den Rücken erreicht, ist er in einer Forst-Kgr in 753-743 m, also bis zur Sohle aufgeschlossen. Auf der rechten, östlichen Seite des Germbächltales gehört in dieses Niveau ein kurzer Schotterstreifen, der bei Pkt 738 (richtiger 741/42 m) mit Uk in 733 m um 10 m höher gestaffelt ist als der sonstige Schotter in der Kellershalde (IV). Schottermächtigkeit: etwa 10 m; Sohlengefälle: etwa 6 1/2 ‰.

III. Der nächst tiefere Schotter beginnt am rechten Nagelfluh-Steilhang des obersten Germbächltales no' Weiler Grub; in der (jetzt aufgelassenen) Kgr östlich gegenüber Pkt 752 war er in 738-747 m aufgeschlossen<sup>4</sup>. Auf 1 1/2 km Erstreckung erfüllt er mit gut erkennbarer Uk den unteren Teil des Steilhanges, in dessen oberem der Schotter I steckt; auch am Ostabfall zum Eggenal findet er sich auf einer Strecke von 3/4 km. Nach einer Unterbrechung von 1 km setzt er ssw' Pkt 732 an der Fuchsberghalde wieder ein und bildet den 2 1/2 km langen Rücken von Warmisried. In der (jetzt aufgelassenen) großen Kgr südlich des Ortes, an der Straße nach Benkhofen, war er in 718-728 m aufgeschlossen, ein letztes Mal am Nordende des Rückens in der Sgr/Kgr beiderseits der Straße hinab ins Mindetal in 709 m. Schottermächtigkeit: etwa 12 m; Sohlengefälle: 6,2 ‰.

IV. Der folgende Schotter ist wieder nur im S erhalten, bloß als schmale seitliche Anlagerung an die beiden ältesten Schotter, die den Kern des Bergfeld-Rückens bilden, in den der Hirtwald nach SSW hin ausläuft. Am Steilhang w' Pkt 690 ist die Uk auf etwa 1/2 km Erstreckung in 724/26 m faßbar, vor allem in den Nagelfluh-Hohlwegen, in denen der von Baisweil kommende Weg, die Gruber Steige, hinaufführt. Auf der anderen Seite erscheint die Uk in der Kellershalde von 723 m bis 718/19 m (hier zwei Quellen). Schottermächtigkeit: etwa 12 m; Sohlengefälle: etwa 6 ‰.

V. Erneut tiefer gestaffelt ist ein ebenso nur im S erhaltener Schotter, der den Steilhang nnw' Eggenal bildet (733 m), auf gut 500 m erkennbar, bis nw' des kleinen, auf der Karte verzeichneten Weihers, dessen Quellen in 728/29 m austreten. Dann erfolgt ein Höhengsprung zum fast 10 m höher liegenden Schotter III am Ostabfall des Bergfeld-Rückens. An der genannten Gruber Steige reicht in einer sehr Kgr-ähnlichen Hangbucht Nagelfluh bis unter 722 m hinab; verschiedene Anzeichen weisen auf eine Schotterunterkante bei 719/20 m, dann würde auch dieses Vorkommen dazu gehören. Schottermächtigkeit: etwa 12 m; Sohlengefälle: etwa 6 ‰.

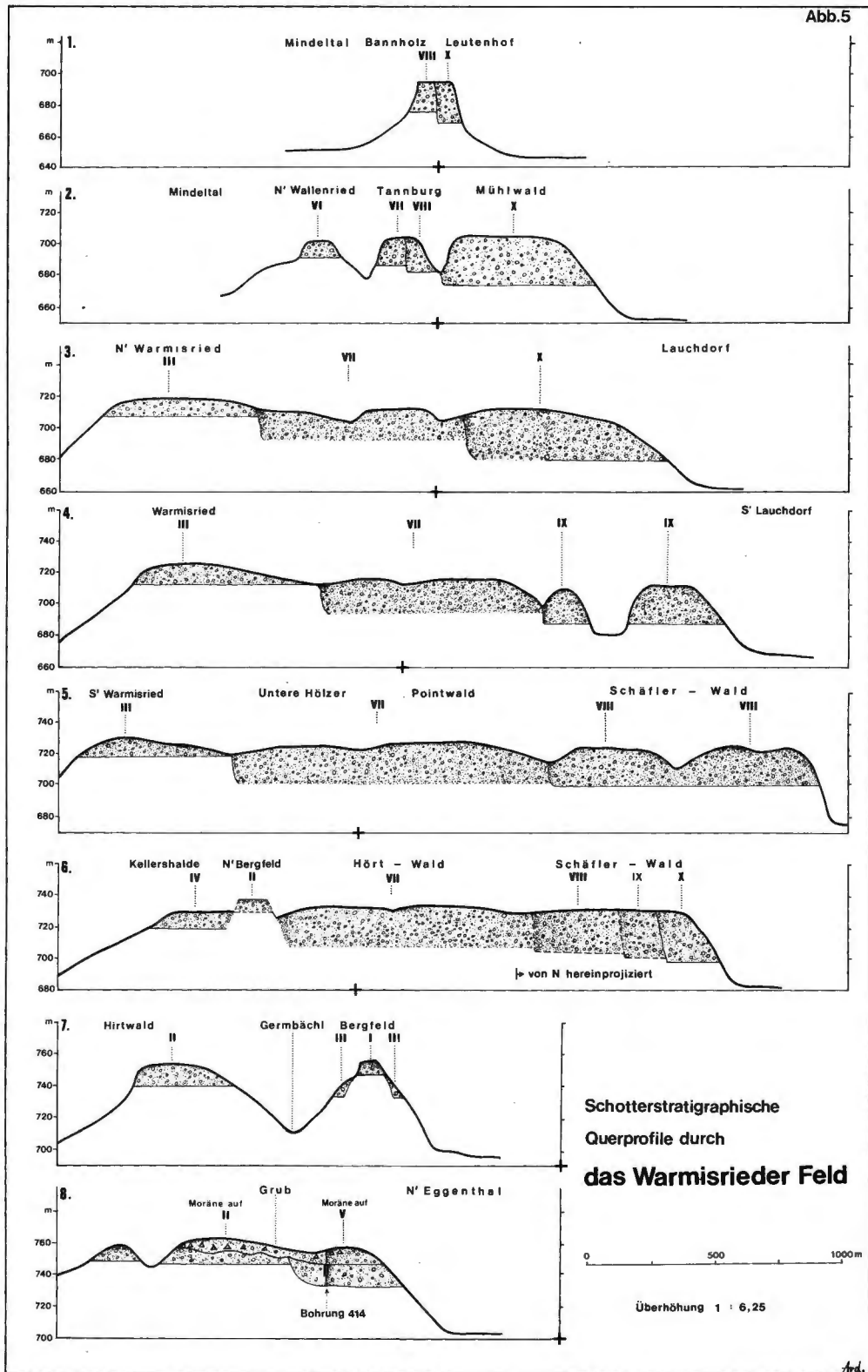
VI: Die weiteren Schotter sind vornehmlich in der nördlichen und östlichen Hälfte des Warmisrieder Feldes erhalten, wie etwa der im 2 km langen Wallenrieder Rücken, der an der Kerbe zum Warmisrieder Schotter (III) in 696 m einsetzt, also 12 m tiefer und von ihm durch einen fast senkrechten Abfall getrennt. Sein Ende liegt bei 686 m im Heingelwald. Aufgeschlossen ist er in der Kgr am Pkt 694 nno' Wallenried in 687-694 m. Schottermächtigkeit: etwa 12 m; Sohlengefälle: 5,6 ‰.

VII. Obwohl in der großen Kgr no' Warmisried am besten aufgeschlossen, ist dieser Schotter niveaumäßig am schwierigsten festzulegen. Das macht seine Lage im mittleren Streifen der Warmisrieder Platte, wo die beiden flankierenden Täler, die ihn vom westlichen Streifen (mit Warmisried) und vom östlichen (mit dem Schäflerwald) trennen, nicht mehr unter die T/Q-Grenze hinabreichen; entsprechend sind sie Trockentäler. Daß dieser Schotter aber tiefer liegt als der westlich parallel laufende Wallenrieder, zeigt sich an tiefer auftretender anstehender Nagelfluh des Leutentalhanges o' und no' gegenüber Wallenried

<sup>3</sup> Das betrifft vor allem die Höhenpunkte 731, 738, 749 n' und den Höhenpunkt 754 no' Eggenal.

<sup>4</sup> Bei EBERL, S. 275: 738-752 m.





(unter 690 m), ebenso in der großen Kgr, wo der Schotter unter 696 m reicht, also über 15 m mächtig ist, während der bestenfalls nur 12 m mächtige Wallenrieder diese Sohlenhöhe schon ein ganzes Stück weiter nördlich hatte. Das Ende dieses Rückens, also der NO-Teil mit der ehem. Tannburg, wird man allerdings abtrennen und zum nächst tieferen Schotter (VIII) stellen müssen; eine vom Leutental nach SO greifende kleine Hangkerbe zeigt die Nahtstelle an. Ebenso gehört zu einem tieferen Schotter (IX) das NO-Ende des Pointwaldes und das NW-Ende des Schäflerwaldes. Schottermächtigkeit: Ssw' der ehem. Tannburg 18 m, im Pointwald dürfte sie auf gut 22 m angestiegen sein; Sohlengefälle: etwa  $6\frac{1}{2}\text{‰}$ .

VIII. Besser aufgeschlossen ist infolge seiner talrandnahen Lage der nächst tiefere Schotter: Im SW (im Schäflerwald) über dem Eggental, im N (im Bannholz und an der Helchenburg) zugleich über dem Mindeltal. Im Burggraben nnw' Baisweil ist die Schottersohle in 699 m zu fassen, am Sporn nw'davon (sw' über dem Talpkt. 670) in 696 m, ebenso w' gegenüber auf der anderen Seite des hier den Schäflerwald teilenden Tälchens, und wnw' davon am westlichen Talrand in einer Kgr, die durch ihr loses, „frisches“ Geröll auffällt, in 694/95 m. Das NW-Ende des Schäflerwaldes wie das NO-Ende des Pointwaldes gehören, wie gesagt, dem nächst tieferen Schotter (IX) an. Der Schotter VIII erscheint erst wieder nach einer Unterbrechung von 2 km im NO-Ende des Tannburgrückens mit einer umlaufenden Sohlenhöhe in 680 m. Fortsetzung: etwa 350 m nno' gegenüber am rechten Leutentalgehänge über breiten Hangschuttmassen in 677/78 m; in der Kgr am Wege hinauf zum Leutenhof in 675–689 m schön aufgeschlossen, früher noch in der großen, jetzt überwachsenen Kgr sw' über dem Straßenpunkt 642 kurz vor dem N-Ende des Bannholzes, wo er in 672 m ausstreicht. Hingegen wird die SO-Hälfte des Bannholzrückens – trotz fast einheitlicher Oberfläche – von einem tieferen Schotter (X) eingenommen. Zum Schotter VIII gehört aber noch die Kiesabdeckung des allein stehenden Helchenburgrückens („am Immen“) in 671–686 m. Schottermächtigkeit: in N 18 m, in der Mitte 20 m, im S 22 m; Sohlengefälle:  $5,8\text{‰}$ .

IX. Zur Abtrennung dieses Schotters – vom nächst höheren (VIII) wie vom nächst tieferen (X) – ist man durch Vorkommen in den beiden angeführten Spornen des Point- und des Schäflerwaldes gezwungen, an deren Enden je eine Kgr liegt (900 m sw' und 700 m ssw' Kirche Lauchdorf); sie sind zwar aufgelassen, die Schottersohlen aber noch zu fassen, in der östlichen bei 688 m und in der westlichen, in der alten Talrichtung 200 m abwärts liegenden bei 686/87 m, in gleicher Höhe auch an den Spornflanken. Schottermächtigkeit: mindestens 20 m bis vielleicht 24 m; Sohlengefälle (nach der sehr kurzen Erstreckung nur ungefähre Wert):  $5\text{--}6\text{‰}$ .

X. Der tiefste Schotter der Warmisrieder Platte setzt in geschlossener Form sw' Lauchdorf, am Anstieg der Straße nach Warmisried mit 680 m ein und läßt sich an einem 3 km langen Nagelfluh-Steilabfall bis zu einer kleinen Hangkerbe, etwa 400 m vor dem N-Ende des Bannholzes verfolgen, wo er in 666 m ausstreicht; der Rest des Bannholzrückens verbleibt, wie schon zuvor dessen ganze westliche Hälfte, dem an scharfer Grenze 7 m höher gestaffelten Schotter VIII. Größere Kgr-Aufschlüsse liegen w' Lauchdorf am Weg hinauf zu Pkt 705 (679 m), über der n' Lauchdorf gelegenen Mühle (674 m), und am W-Abfall des Mühlwaldes am Weg gleich no' gegenüber der Tannburg (672 m). Im S gehört zu diesem Schotter noch jenes Vorkommen, das südlich des Schäflerwaldes (VIII) in der großen Baisweiler Kgr 698–730 m erscheint. Schottermächtigkeit: durchgehend 32 m; Sohlengefälle:  $5,3\text{‰}$ .

## 7. Zusätzliche geomorphologisch-stratigraphische Angaben

### a. Zur Feststellung der T/Q-Grenzen

Neben die erwähnten Vermessungs-Schwierigkeiten tritt die Auffassung, in den meisten Fällen sogar die Abfall-Verschüttung der vielen kleinen und mittleren Kiesgruben, die zur stratigraphischen Aufhellung mehr beigetragen haben als die wenigen heute in Betrieb befindlichen großen. Man ist darum bei der Feststellung der T/Q-Grenzen in erster Linie auf Naturaufschlüsse angewiesen. Das ist hier aber deswegen mühevoll, weil in dieser südlichsten, schon zum Allgäu rechnenden Schotterzone mit ihren hohen, steilen, meist von Nagelfluh gebildeten Talflanken kaum ein Schotter in seinem unteren Teil nicht durch ausgedehnte Hangschuttmassen verhüllt würde. Auch Quellen und Weiher sind keine Anzeichen einer T/Q-Grenze, selbst dort nicht, wo ein richtiger Quellhorizont vorhanden ist, weil oft langgestreckte Nagelfluhwände geschlossen abgerutscht sind.

Eine solche Hangrutschmasse, mit ebener Oberfläche, Kgr (in 687–694 m) und Grundwasseraustritt, also mit allen Merkmalen einer echten Schotterterrasse, findet sich z. B. in der Erosionsbucht n' unterhalb des Baisweiler Burggraben-Geländes. An ihrem NO-Ende erreicht sie eine Breite bis zu 100 m und ist vom eigentlichen Schottersteilhang sogar durch eine kleine Einsattelung getrennt.

## b. Zur Schottermächtigkeit

Sie ist erstaunlich gleichbleibend. Die Talbreite, von der sie manchmal entscheidend abhängt, dürfte sich im nur 9 km langen Abschnitt von Warmisried kaum sonderlich geändert haben. Anders wäre es mit dem üblichen Anschwellen der Schotter gegen die Moränen hin, die hier in nächster Nähe liegen. Dennoch nimmt die Schottermächtigkeit nicht in dem erwarteten Maße zu, bei manchen Schottern ändert sie sich bis in den Moränenraum hinein überhaupt nicht. Das ist für die Rolle der „glazialen Serie“ von einiger Bedeutung. Die 10 Schotter ordnen sich zu drei Gruppen: 10–12 m mächtig sind die Schotter I–VI, 18–24 m die Schotter VII–IX, der letzte Schotter X erreicht 32 m. Diese Mächtigkeitszunahme in den jüngeren Schottern ist auch der Grund, daß im Oberflächenbild so wenig sichtbar wird, daß die Aufschüttungssohle vom Schotter I zum Schotter X um ganze 40 m abgesunken ist. Die jeweils tiefere Einschachtelung wird durch zunehmende Schottermächtigkeit aufgewogen, zuletzt vor allem durch den besonders mächtigen Schotter X.

## c. Zu den Schottersohlen

Ihre Gefällswerte sind ebenso überraschend gleichartig und vor allem in dieser Moränennähe verhältnismäßig klein: durchgehend etwa  $5\frac{1}{2}$  bis  $6\frac{1}{2}$  ‰. Dabei hat unter 6 ‰ der Schotter VI, wohl wegen seiner Lage nur im Nordteil des Warmisrieder Feldes, sowie die Schotter VIII, IX und X, wegen der Verlängerung der Flußlaufstrecke w' Baisweil, wo zuletzt Schotter IX und X um den Schäflerwald (VIII) einen fast halbkreisförmigen Bogen schlagen mußten.

## d. Zu den Schotteroberflächen

Im Querprofil n' Warmisried bis s' Lauchdorf scheint der Warmisrieder Schotter (III) durch seine bis 10 m höhere Oberfläche als einziger aus der einheitlichen Schotterplatte geomorphologisch abtrennbar zu sein. Das liegt jedoch daran, daß neben ihm die Schotter IV und V fehlen, der Höhenabfall gleich zu Schotter VI und VII geht. Aber auch die aufeinanderfolgenden Schotter VI, VII und VIII haben keine zusammenhängende Oberfläche, sondern bei jedem jüngeren liegt sie jeweils etwas tiefer (Abb. 3). Wo das nach der Karte nicht der Fall ist, handelt es sich um mangelhafte oder falsche Höhenlinienzeichnung (z. B. 720 m-Linie sw' Lauchdorf). Nur im N hat der jüngste, allerdings 32 m mächtige Schotter X auf knapp 2 km Erstreckung eine um 2–3 m höhere Oberfläche als die benachbarten älteren Schotter (VII und VIII). Das erscheint naturwidrig, ist es aber nicht, wenn man bedenkt, daß die fluvioglazialen Talverschüttungen — genau besehen — langhingezogene schmale Schwemmkegel sind, deren Mittelstreifen häufig die Randstreifen bis 2 oder gar 3 m überragen. Selbst wenn der Höhenunterschied noch etwas größer wäre, fände das eine natürliche Erklärung: Der mächtige Schotter X mußte bei Lauchdorf erst den Schotter IX und VIII, dann auch ein Stück von VII aufarbeiten und sich einverleiben. Damit war die ihm entsprechende Aufschüttungsbreite erreicht, und es endete die Seitenerosionstätigkeit, so daß in dieser Schlußphase der Aufschüttung keine Talverschiebung mehr erfolgte, auch nicht nach einem ein wenig tieferen Geländestreifen hin. Im Bannholz hat Schotter X die gleiche Oberfläche wie Schotter VIII; aus den Höhenlinien ist aber noch die verschiedene Richtung der beiden Schotter zu erkennen: die 696 m- und die 695 m-Linie in der rechten Rückenhälfte (Schotter X) weisen nach NNO, die 690 m-Linie in der linken (Schotter VIII) nach N. Weiter talab, aber schon außerhalb des Untersuchungsgebietes, staffelt sich der mächtige Schotter X auch mit seiner Oberfläche unter die älteren.

## e. Zu den Schotterniveaus

Das Warmisrieder Feld ist im ganzen zu klein, noch kleiner die Längserstreckung der einzelnen Schotterstränge, um für jeden Schotter genaue Gefällswerte zu erhalten. Beim Schotter III, dem ersten etwas längeren, bis

2 1/2 km im Warmisrieder Rücken, beträgt das Oberflächengefälle auf dieser Strecke 5 1/2 ‰, das Sohlengefälle 5 ‰. Beim Schotter X, in gleicher Länge ab Lauchdorf erhalten, 6 1/2 ‰, das Sohlengefälle 5 1/2 ‰. Bei den Schottern in den Unteren Hölzern und im Pointwald erreicht das Oberflächengefälle zwischen 730 und 710 m 8 ‰; hier spielt aber wohl die Moränennähe eine gewisse Rolle. Die starke Neigung des Schotters VIII im Schäflerwald mit über 13 ‰ hat, wovon noch die Rede sein wird, besondere Gründe. Alle anderen Gefällswerte – für Schotteroberflächen wie Schottersohlen – sind mit 5 1/2 bis 6 1/2 ‰ auffallend niedrig. Im Grönenbacher Feld, dessen Schotter von der Iller stammen, neben dem Lech der stärkste diluviale Schmelzwasserstrom der Iller-Lechplatte, sind sie nicht viel höher: Schottersohlen 5 bis 5,6 ‰, Schotteroberflächen 6 bis 6,4 ‰ (Schaefer 1973, S 178). Auch das spricht für die bislang verkannte Rolle des diluvialen Wertachgletschers.

#### f. Zur Schottergliederung

Daß der schmale Rücken mit +755 m nnw' Eggenthal (beim Pkt 749) in seinem Kern den Schotter I birgt, außen aber vom Schotter III ummantelt wird, geht – außer den Geländebefunden – auch aus folgender Überlegung hervor. Handelte es sich um einen Schotter, müßte er eine Mächtigkeit von 24 m haben. Etwa 2 km nördlich hat aber der in diesem Niveau liegende Warmisrieder Schotter III nur 12 m, und das auf seiner ganzen Erstreckung (mit 9 Einmessungen). Eine solch plötzliche Mächtigkeitszunahme findet sich hier nirgends. Zudem ist keiner der älteren Schotter (I–VI) mehr als 12 m mächtig. Das gleiche gilt für das Verhältnis von Schotter II und Schotter IV in der nördlich anschließenden Kellershalde. Auf der anderen Seite des Germbächtales birgt der Rücken ob dem Hirtwald den Schotter II – durchgehend mit 10 m Mächtigkeit; er kann nicht auf dieser Seite in knapp 1 km Entfernung talab plötzlich über 20 m haben, und das noch mit einer um 10 m tieferen Schottersohle, die anschließend auf 1 km Erstreckung (bis zur Kgr nw' Pkt 732) überhaupt kein Gefälle hätte.

Um den vielschichtigen Aufbau des Rückens nnw' Eggenthal kommt man auch auf Grund der stratigraphischen Verhältnisse an der Ostflanke nicht herum. Wie sollte man die plötzlichen Höhensprünge in der Schottersohle erklären, etwa mit +8 m von V zu III oder nur 800 m weiter mit –5 m von III zu IV und gleich danach erneut mit –5 m von IV zu V?

Im Bereich der Unteren Hölzer, des Pointwaldes und des südlich anschließenden Hörtwaldes fehlen Aufschlüsse, auch natürliche. Man wird darum geomorphologisch vorgehen müssen. Allerdings liegt der Pointwald nicht 3–4 m höher als die Unteren Hölzer westlich von ihm, wie man der Höhenlinienführung entnehmen müßte, sondern 2–3 m tiefer, also im Sinne der allgemeinen Tieferstaffelung der Warmisrieder Schotter nach O. Entsprechend läge nahe, die Unteren Hölzer zu V oder VI und den Pointwald zu VII zu stellen; dafür spräche auch das Trockentälchen zwischen ihnen. Beim östlich anschließenden Schäflerwald ist seine Zugehörigkeit zu VIII stratigraphisch nachweisbar. Nicht möglich ist das wieder am Südabfall aller drei (oder vier) Schotterstreifen zum Eggental, der mit Hangrutschmassen so verkleidet ist, daß für die hier zu erwartenden Sch-Uk nur sehr fragliche Stellen in Betracht kämen.

Die fehlenden Aufschlüsse in den Unteren Hölzern, im Point- und Hörtwald erschweren auch die Verbindung der Schotter VI und VII vom nördlichen Teil des Warmisrieder Feldes zu seinem südlichen, wo als tiefster nur der Schotter nnw' Eggenthal (V) erhalten ist. Zu prüfen war vor allem, ob dieser und der Schotter von Wallenried (VI) zusammengehören. Die Lücke zwischen beiden wird durch die Schotter IV (in der Kellershalde) und III (im Warmisrieder Rücken) eingenommen. Zu letzterem hat der Schotter nnw' Eggenthal (V) einen Uk-Höhenabstand von 8 m. Wo der Wallenrieder Schotter (VI) einsetzt, ist sein Höhenabstand zum unmittelbar daneben liegenden Schotter III jedoch 12 m. Bei den sehr gleichbleibenden Gefällsverhältnissen aller Schottersohlen des Warmisrieder Feldes kann man schwerlich beide miteinander verknüpfen. Die Moränenverbindung und die zu den Nachbargebieten bestätigen zudem ihre eigene Stellung als Schotter V und VI.

Problematischer ist die Abtrennung des nur in zwei Terrassenspornen erscheinenden, allerdings durch zwei Kgr verhältnismäßig gut aufgeschlossenen Schotters IX. Der Zusammenhang mit den Schottern nach S hin (VII Pointwald bzw. VIII Schäflerwald) ist nur äußerlich, stratigraphisch aber nicht möglich, die Schottersohlen

haben auf kurze Entfernung zu verschiedene Höhen. Eher denkbar wäre ein Zusammenhang mit X; die um 4 m höhere Schottersohle ließe sich möglicherweise mit dem neuen Verlauf des Eggentales – halbkreisförmig um den Schäflerwald (VIII) – erklären. Aber auch hier bestätigen in dieses Niveau fallende Vorkommen talauf wie talab die vorgenommene Abtrennung.

#### g. Zum Schotterverlauf

Der Schotter VII ist der erste mit größerer Mächtigkeit, größerem Oberflächengefälle und recht gestrecktem S–N–Verlauf. Allerdings wird man ihm die in gleicher Höhe (+710 m) liegende, nach NW gerichtete Schotterfläche s' Wallenried, die vom Wallenrieder Schotter (VI) deutlich abgesetzt ist, zuschlagen müssen. Darin würde sich die tief nach W greifende Ausbuchtung aller folgenden Schotter ankündigen. Schotter VIII hat sich im S (Schäflerwald) in seiner ganzen Breite noch östlich neben VII legen können, weiter nördlich zeigt sich aber in seinem Vorkommen an der Tannburg der gleiche Drang nach W, der dann bei Schotter IX und X ganz augenfällig ist, weil sie zuvor um den Schäflerwald (VIII) den fast halbkreisförmigen „Baisweiler Bogen“ ziehen mußten. Dieser ist übrigens bei der stratigraphischen Verknüpfung besonders zu beachten. Von der großen Baisweiler Kgr (698 m) beträgt die Entfernung zur Lauchdorfer Kgr (679 m) nicht 2 1/2 km (gerade Linie), sondern 3 1/2 km (Bogenlinie); nur so ergibt sich das zutreffende Gefälle von 5,4 ‰; sonst käme man auf 7,6 ‰ und zu einer übermäßigen Gefällsverteilung oder – bei weiterem Verfolg mit 5,4 ‰ – in ein höheres Schotterniveau (IX statt X).

#### h. Zum Schäflerwald

Hier ist, wie schon vermerkt, die Neigung der Schotteroberflächen am stärksten. Die 8 ‰ im westlich benachbarten Gebiet (Untere Hölzer und Pointwald) sind angesichts der Endmoränennähe verständlich, aber 13 ‰, wie im Schäflerwald, haben eigentlich nur mit Endmoränen verbundene „Übergangskegel“. Beachtenswert ist dabei, daß die Schottersohle ihr Gefälle von rd. 6 ‰ beibehält. Die Lösung ergab sich, als das Warmisrieder Feld in seine stratigraphischen Einzelteile zerlegt war und danach der Verlauf des Schotters X sichtbar wurde. Bei Lauchdorf liegt seine Oberfläche in 710 m, bis 730 m (an der Baisweiler Kgr) sind es 5,7 ‰, bis 740 m (im Hörtwald 1,7 km sw') 5,9 ‰. Das heißt, der im Hörtwald bis 300 m, im Südteil des Schäflerwaldes bis 100 m breite Saum über der Baisweiler Talkonkave, nach N bis etwa zur 735 m-, dann bis zur 730 m-Linie, wird nicht zum Pointwald- und Schäflerwaldschotter (VII und VIII) gehören, sondern dürfte den linken, randlichen Teil des Schotters X darstellen. Daß sich sein Schmelzwasserstrom seitwärts nicht weiter verlagert und auch nicht nach N hin durchgebrochen ist, dafür gelten die Ausführungen zu den Schotteroberflächen (7 d). Auch hier handelt es sich um die Schlußphase der Aufschüttung. Die anschließenden Teile der älteren Schotter wurden nur überschwemmt. Verschiedenes deutet allerdings darauf hin, daß es kurzfristig auch zu einem richtigen Überlauf, zu einem „Abschneider“ gekommen ist, und zwar im Talstreifen zwischen Schäfler- und Pointwald. Dessen östliches Drittel, im NW bis zum Trockentälchen am Weg von Lauchdorf nach SW zum Nordrand der Unteren Hölzer, ist fast in Form einer Erosionsterrasse um 2–5 m tiefer gestaffelt; das beginnt an der Einbuchtung der 730 m-Linie no' Pkt 731 und zielt an seinem Ende in das Niveau des Lauchdorfer Schotters (X).

### 8. Moränenverknüpfung (Abb. 6, 8)

Gleich südlich des Warmisrieder Schotterfeldes schließt die AM-Landschaft an, zuvorderst der flache AM-Rücken mit + 775 m nw' Eggenthal. Die Verbindung im einzelnen herzustellen ist recht schwierig und überschreitet zu sehr den Untersuchungsrahmen des Warmisrieder Feldes. Das soll einer eigenen Arbeit über die bislang noch nicht erkannte eigenständige Rolle des zwischen Illergletscher und Lechgletscher eingezwängten

Wertachgletschers überlassen sein. Hier nur so viel, als für das Verständnis der vorgelegten Gliederung notwendig ist.

Penck (1901/09) verbindet, wie gesagt, das Warmisrieder Schotterfeld als einen Teil des zwischen Günz- und Eggental gelegenen Jüng. Deckenschotters mit den äußersten AM, welche die NO-Seite des Obergünzburger Beckens (Holzheuer Höhe, no' Ronsberg – Beschaunen – Ebersbach) krönen; sie sind also mindeleiszeitlich. Die weit nach N reichenden äußersten AM o' und no' davon betrachtet er als rißeiszeitlich (Fig. 37, S. 177 u. S. 198 ff.).

Eberl (1930) ist dem in gewisser Hinsicht gefolgt, nur legt er die Naht zu den rißeiszeitlichen AM etwa 8 km weiter östlich, bis in die geographische Länge von Irsee (S. 84 ff. u. Übersichtskarte). Die äußersten mindeleiszeitlichen AM von der Holzheuer Höhe und Beschaunen zum Röhrwangerberg und Burgwaldberg (beiderseits des Eggentales bei Blöcktach) ziehen zu lassen, war keineswegs so abwegig. Bei beiden bezeugt außer der massigen Rückenform (+ 806 und + 811 m) der Gesteinsinhalt die Moränennatur. Demgegenüber ist die flache AM-Kuppe (mit + 775 m) nw' Eggenthal recht bescheiden, und auf der anderen Talseite erscheint die vorderste flache AM-Kuppe (mit + 788 m) erst s' Wielen, aber mehr im Kartenbild als im Gelände, wo man den Eindruck einer ebenen Terrassenfläche hat. Gesteinsmäßig ist es noch bescheidener, hüben wie drüben nichts, was Moräne erweisen könnte; an der oberen Hangkante beim AM-Rücken nw' Eggenthal stieß ich bloß auf einen Lesestein von  $\frac{1}{2}$  m Länge, aber Molassesandstein. Ein erster echter Moränenkalkstein liegt etwa 1 km südwestlich, oso' unter Pkt 773, aber auch nicht mehr an seinem alten Platz; dieser war nicht zu ermitteln. Ebenso stößt man auf der anderen Talseite weder im Haslacher noch im Wielener Rücken noch in der flachen Kuppe (mit + 788 m) südlich davon auf Moränengeschiebe oder wenigstens gröberes, auf Moränennähe weisendes Gestein. Aus geomorphologischen wie stratigraphischen Gründen, von denen noch die Rede sein wird, muß man aber den äußersten, wenn auch kurzfristigen AEM-Stand hierher verlegen.

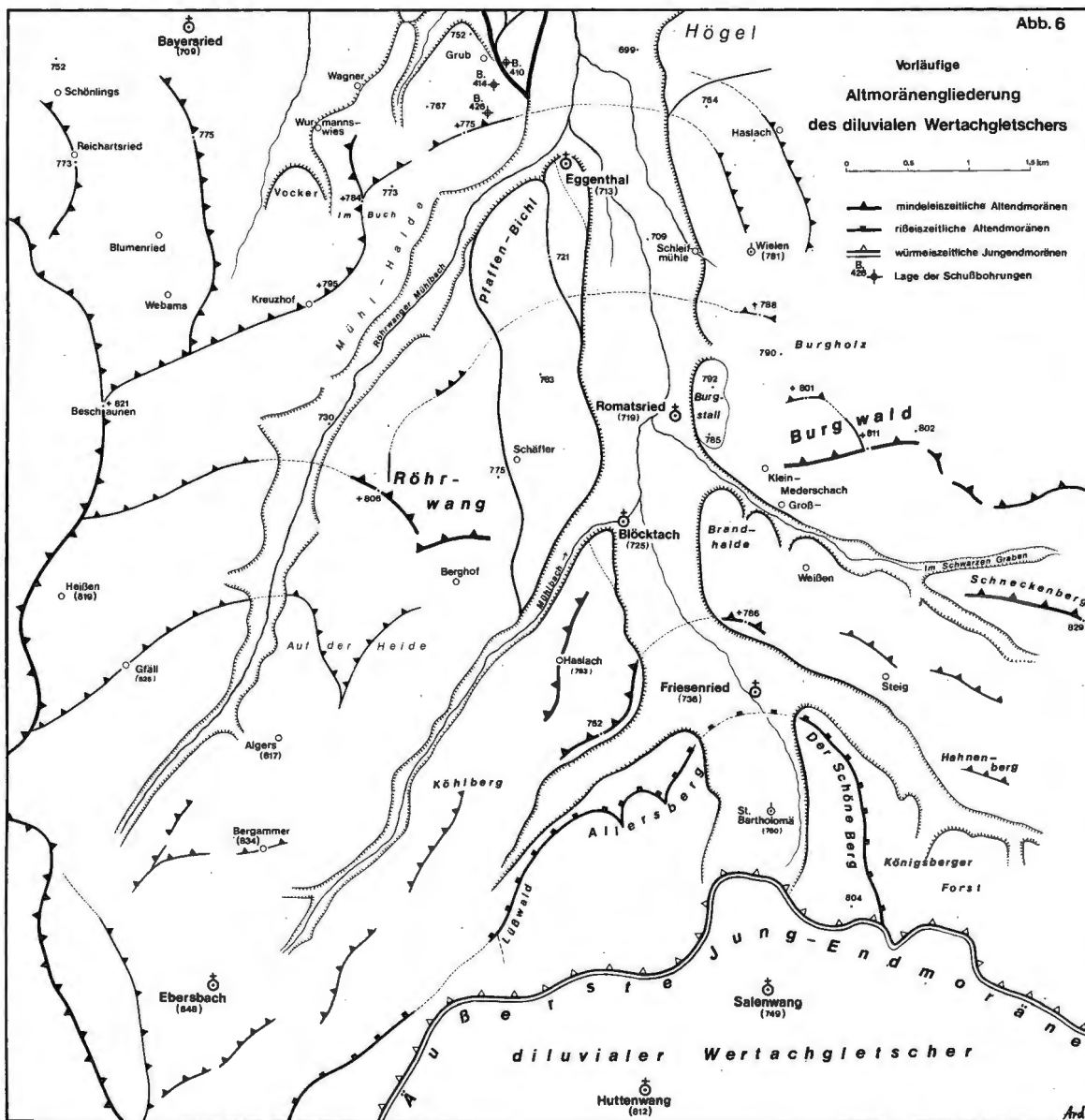
In der Übersichtskarte zu meiner einleitend (3) nach ihrem Zweck gekennzeichneten Arbeit (Schaefer 1968) hatte ich die äußersten AEM in einem schmalen Vorstoßbogen über Eggenthal hinaus bis Baisweil reichen lassen. So „schlicht und einfach falsch“ war das keineswegs<sup>5</sup>. Die große Baisweiler Talkonkave schien dafür zu sprechen, dazu der ihr aufgesetzte schmale moränenartige (von der 735- und 730-m-Linie umzogene) Rücken mit Verlauf quer zur allgemeinen S-N-Richtung der Schotterstränge, anschließend das hohe Gefälle (13 ‰), wie nur in Übergangskegeln, und schließlich in der großen Kgr eine Lage in 702–705 m mit ungeschichtetem, unsortiertem, in sandig-mergeliger Grundmasse liegendem grobem Geröll bis zu 40 cm Länge, wonach man in den AEM-Kuppen von Eggenthal und Wielen vergeblich sucht. Und zu allem Überfluß trägt das Gelände darüber – eine seltene Erscheinung in dieser Meereshöhe – eine Lehmdecke und den Flurnamen „in der Loamgrub“. Erst im weiteren Verlauf der Untersuchungen gelangte ich zu der im Kap. 7 h (Schäflerwald) gegebenen Erklärung.

Glückert (1974) läßt in seiner Darstellung der „Eisrandlagen des Illervorlandgletschers“ die äußerste, mindeleiszeitliche AEM von n' und s' Reichartsried (über dem Mindeltal) nach s' Bayersried, Wurmannswies und Eggenthal ziehen und hier den mindeleiszeitlichen Schotter anschließen (S. 102 u. Tafel I).

Kein Schotter des Warmisrieder Feldes verbindet sich aber mit Moränen. Das wäre ohnehin nur an zwei Stellen möglich gewesen, von der äußersten AEM-Kuppe nw' Eggenthal (mit + 775 m) zum Rücken im S-Ausläufer des Hörtwaldes (mit + 755 m) sowie von der AEM-Kuppe „im Buch“ (mit + 784 m) zum Rücken im Hirtwald (mit + 754 m). Beide Rücken werden aber vom südlichen Moränengebiet durch je eine Einsattelung getrennt (hier unter 753 m, dort unter 752 m), und der von ihnen flankierte Übergangskegel von Grub baut sich dazwischen tiefer ein, ist also jünger. Im Gelände gut zu sehen. Weder geomorphologisch noch stratigraphisch findet eine Moränen/Schotter-Verzahnung statt.

Es kommt nun darauf an, die richtige Moränen/Schotter-Verknüpfung zu finden. Daß zu den Warmisrieder Schottern die südlich liegenden hohen AM gehören, ist nach den Lageverhältnissen augenscheinlich. Die Frage ist nur, welcher Schotter zu welcher Moräne gehört.

<sup>5</sup> So in einer unveröffentlichten Heidelberger Magisterarbeit (K. J. RÖGNER, 1975).





### a. Die äußerste Altendmoräne

Sie umspannt mit 5 flachen Kuppen das Röhrwanger Mühlthal und das Eggental (no' Kreuzhof mit + 795 m – „im Buch“ mit + 784 m – nw' Eggental mit + 775 m – s' Wielen mit + 788 m – im Burgholz mit + 801 m). Gesteinsmäßig ist, wie gesagt, nichts Moränenartiges da, weder im O am Abfall des Wielener Rückens zum Eggental noch im W an der Mühlhalde über dem Röhrwangental, und zwar in auffallender Weise bis hinauf zur oberen Hangkante (in 772 m); für Moränengestein bleiben bis zum Kuppenhöchsten (in 775 m) bestenfalls 3 m.

Zur Schotterverknüpfung folgendes: Am NW-Abfall liegt der AM-Bogen s' der Straße nach Bayersried-Wurmannswies-Vocker auf Schotter I, östlich davon auf Schotter II, so am W-Abfall des Gruber Übergangskegels erkennbar; an seinem O-Abfall, zum Germbächl- wie zum Eggental, sogar noch auf Schotter IV und V. Die AEM kann demnach nur gleichalt mit Schotter V oder jünger sein (VI). Alter von VII oder VIII usw., scheidet abgesehen davon, daß diese tieferen Schotter hier nicht erhalten sind, deswegen aus, weil nur die Schottersohlen von V und VI zur Aufschüttungssohle der beiden breiten AM des Röhrwanger- und Burgwaldberges führen. Geomorphologisch wird das bestätigt: Im Germbächtal finden sich nur die Schotter I bis IV, nicht aber V. Schotter IV erscheint im Germbächtal wie im Eggental; die Laufverlegung fand also in dieser Zeit statt. Das Germbächtal war zu eng geworden, um weitere Schotter aufzunehmen, und Schotter V konnte nur im Eggental abgelagert werden, – alle weiteren Schotter ohnehin, da durch die Eggentaler AEM und ihren Gruber Übergangskegel das Germbächtal plombiert worden war.

Auf der anderen Talseite bildet no' Eggental der „Högel“ eine dem Gruber Übergangskegel recht ähnliche, nur etwas größere und bewaldete Schotterfläche, die dessen Niveau (775–752 m), hier nur in NO-Richtung, fortführt (750–730 m). Die stratigraphische Untersuchung bestätigt den geomorphologischen Eindruck, daß die Talkerbe, die von der ehem. Ziegelei nach SW eingreift, als Nahrinne zwei verschiedene Schotter trennt. Der östliche endet mit 721 m, der westliche in 715/16 m; am Steilabfall zum Eggental durch jüngere Schotter und Hangschutt verkleidet. Wo jener 16 m, ist dieser 20 m mächtig; darum ihre fast gleiche Schotteroberfläche. Niveaumäßig gehört der rechte Högelsschotter zu V, der linke zu VI. Bei beiden spricht das hohe Oberflächengefälle für Übergangskegel zu Endmoränen. Dafür bieten sich – allerdings nur geomorphologisch, da entsprechende Aufschlüsse fehlen – der Haslacher und der Wielener Rücken an. Während alle anderen, wie der Högel, Eiberger, Oggenrieder und Irseer Rücken in radialer Richtung, hier also nach NO ziehen, sind diese beiden die ersten, die quer dazu verlaufen. Man wird nicht fehl gehen, in ihnen Formelemente der peripheren Moränenlandschaft zu sehen. Für Schotter, wie etwa von den AM s' Wielen stammende, ist das Oberflächengefälle der beiden Rücken nicht nur zu steil, auch zu ungleichmäßig. Daß sie nicht deutlich genug als Moränenwälle erscheinen, hat wohl darin seinen Grund, daß sie mehr Seitenmoränen als Stirnmoränen darstellen, auch hier älteren Schottern aufsitzen und später von Schmelzwässern stärker in Mitleidenschaft gezogen wurden als die Eggentaler Endmoräne, die im Erosionsschatten lag, seit das Germbächtal als Abflußrinne aufgegeben war.

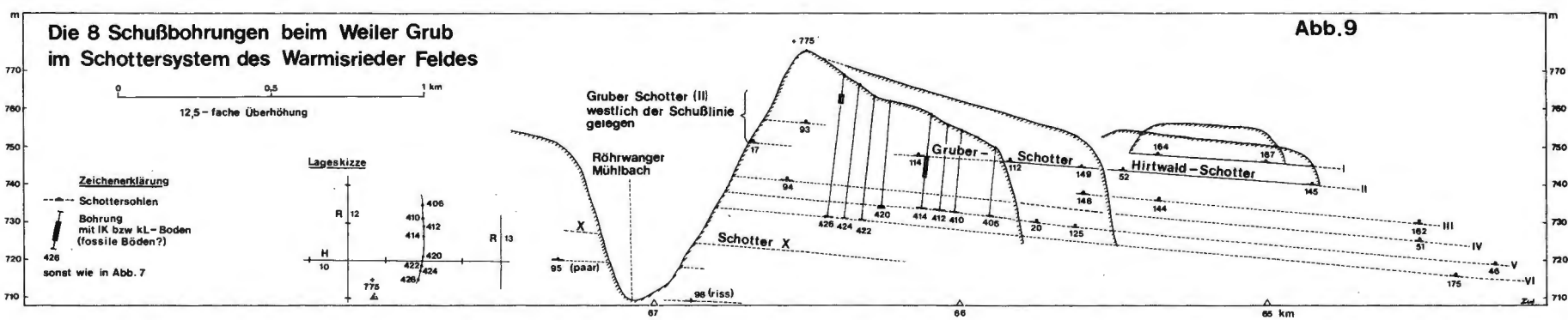
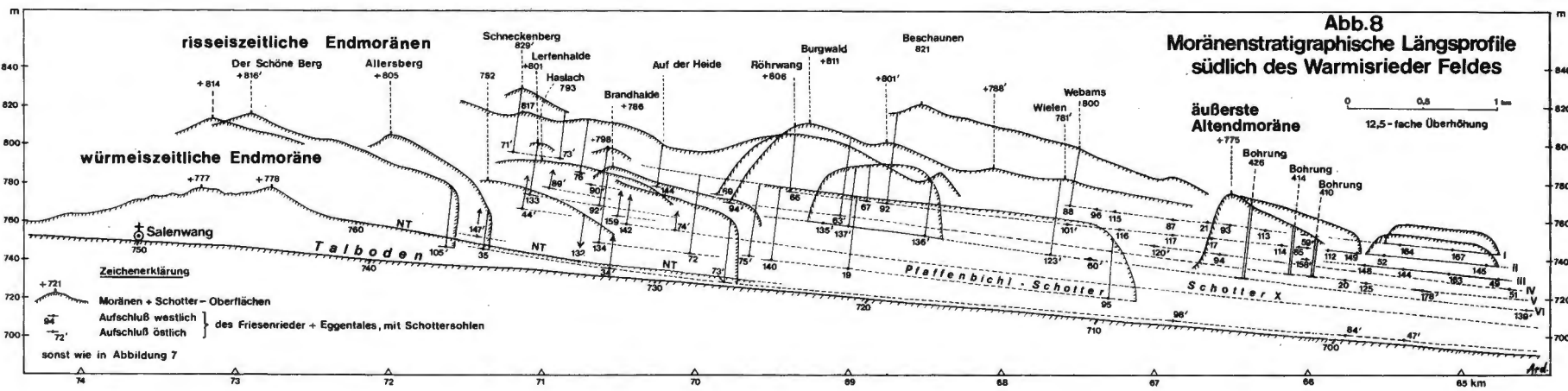
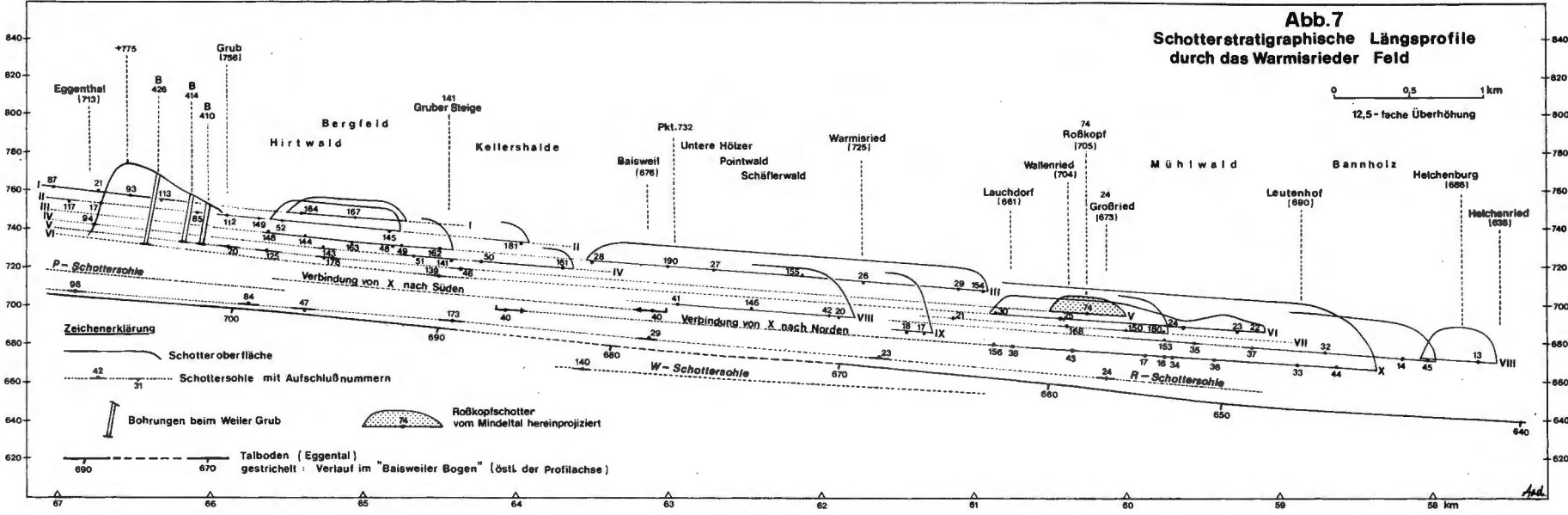
Hinsichtlich ihres gegenseitigen Verhältnisses könnte man die beiden parallelen Rücken als Teile eines Doppelwalles betrachten. Dabei würde man die Eggentaler Moränenkuppe lieber mit dem Wielener Rücken verbinden, während der Haslacher Rücken sein Gegenstück möglicherweise in einem Moränenwall hätte, von dem nur noch der Ansatz (Im Buch – Wurmannswies) zeugen würde. Noch ein Hinweis für die fast spiegelbildliche Anlage: Wie linksseitig die älteren Schotter (I und II) im Bergfeld- und Hirtwaldrücken von den AM (bzw. Übergangskegeln) durch Einsattelungen geschieden werden (in – 752 und – 753 m), so auch rechtsseitig die älteren Eiberger und Oggenrieder Schotter (in 772<sup>6</sup> und 765 m).

### b. Die weiteren Altendmoränenwälle

Eberl (S. 84) hatte vier verschieden alte AM-Kränze ausgeschieden, die durch spiegelbildlich auf der West- wie Ostseite auftretende, tief eingeschnittene periphere Eisrandtäler voneinander getrennt werden: Röhrwang- und Burgwaldrücken (M II); Schneckenberg, nur auf der Ostseite (M I); Köhlberg – Haslach – Auf der Burg – Brandhalde – Brandeln (R I); Lüßwald – Allersberg – Der Schöne Berg (R II). Letzterer liegt mit seiner Aufschüttungsbasis so tief, noch unter der Eggental-NT, daß eine Verknüpfung mit den Warmisrieder Schottern, deren tiefster (X) mit seiner Sohle 20 m über dem Talboden liegt, ausscheidet. Der erstgenannte, mit dem breiten

<sup>6</sup> Auf der alten Karte 1:50 000 liegt hier der Pkt 773 (nach den neuen Werten wäre das 772 m).





Röhrwang- Burgwaldrücken, läßt sich über die äußersten AEM mit den Warmisrieder Schottern V und VI verbinden. Von den Eberlschen AM-Kränzen verbleiben für die Warmisrieder Schotter VII – X noch zwei, Schneckenberg und Köhlberg – Brandeln.

Die genauere stratigraphische Untersuchung dieses AM-Gebietes hat zu einer Gliederung geführt, die noch über die angezweifelte Eberlsche hinausgeht. Hier nur so viel, daß jeder der durch die peripheren Eisrandtäler getrennten AM - Gürtel aus einer Reihe verschieden alter Moränenstücke zusammengesetzt ist, aber nicht ungerichtet, sondern stets so, daß sich die jeweils jüngeren Stücke zum Inneren des Moränenbeckens hinab staffeln. Dabei wurden sie von ihren Gletschern derart an die älteren angepreßt, sozusagen angeschweißt, daß ein äußerlich einheitlicher, geschlossener Moränenkranz entstanden ist. Insofern läßt sich dessen eigentlicher Bau auf geomorphologischem Wege, der in Moränengebieten oft allein noch zu einer Gliederung verhilft, nicht erkennen. Alle Schotter des Warmisrieder Feldes lassen sich mit eigenen Moränen verknüpfen. Im einzelnen möge das in dieser vornehmlich dem Warmisrieder Schotterfeld gewidmeten Arbeit der Profiltafel entnommen werden (Abb. 8).

Der tiefste Warmisrieder Schotter (X) erscheint nach einer langen Lücke talauf von Baisweil erst sw' Blöcktach am Nagelfluh-Steilabfall so' des Berghofes; Reste der zugehörigen Moräne finden sich am Außenabfall des Schönen-Berges und nördlich gegenüber in der oberen Kgr der Friesenrieder Steige.

Die südliche Hälfte dieser Lücke oberhalb Baisweil nimmt ein Schotter ein, der sich etwa 10 m unter den Schotter X staffelt und in der großen Kgr am Pfaffenbichl sw' Eggenthal mit einer Mächtigkeit von mindestens 30 m (722-752 m) aufgeschlossen ist; dann baut er die ebene Terrasse o' des Röhrwangs auf und bricht sw' Blöcktach über dem Mühlbachtal ab. Der auf der anderen Seite liegende Haslacher Rücken könnte eine zugehörige, wenn auch etwas zurückgestaffelte Endmoräne sein.

Wieder ein Stockwerk tiefer liegen zwei Schotter, deren höherer mit seiner Sohle 2-3 m über der würmeiszeitlichen NT, deren tieferer um den gleichen Betrag unter ihr liegt. Jener wäre mit dem schmalen Moränenbogen zu verbinden, der sich n' um Friesenried schlingt, im W mit Pkt 782, im O mit + 786 m; dieser entwickelt sich aus dem breiteren Moränenbogen s' Friesenried: Allersberg – Schöner Berg. Dann folgt die äußerste JEM von Salenwang.

#### 9. Verbindung zu den Nachbargebieten (Kartenblätter 8028 u. 8128)

Der diluviale Wertachgletscher, dessen Schmelzwässer die Warmisrieder Schotter aufgeschüttet haben, wurde durch die s' Isee hoch aufragende Wasser- und Eisscheide Brandeln – Sattlersbuckl – Ettenberg vom diluvialen Lechgletscher geschieden. Dieser hat jedoch seine Altmoränen so weit nach N vorgeschoben, daß eine unmittelbare Parallelisierung nicht erfolgen kann. Anders ist es mit dem linken Nachbarn, der Günztalzung des diluvialen Illergletschers, die das Obergünzburger und Ronsberger Becken des östlichen Günztales geschaffen hat und an Größe der Wertachgletscherzunge nicht viel nachsteht. Die trennende Mittelmoräne endet in der Höhe von Beschaunen (+ 821 m), die als nördlichster Pfeiler zwischen beiden Gletscherbereichen steht. Anders als beim Wertachgletscher, wo nur ein AEM-Bogen erkennbar ist (wohl als Doppelwall: Wielen und Haslach sowie Eggenthaler AM-Kuppe und Im Buch-Wurmannswies), haben sich hier Stücke von drei AEM-Bögen erhalten.

Der äußerste zieht no' Beschaunen von der Höhe + 813 m, sw' Rager, in einem steilen nnw' gerichteten Bogen östlich an Webams vorbei – hier halbwegs Blumenried ein Moränenaufschluß (769 m) – und weiter entlang der Staße zum Buchwäldle sw' Bayersried, wo er in 754 m endet. Im Mindeltal fällt in das Niveau dieser Bayersrieder AEM der Schotter mit der Kirche Unteregg (708-717 m) und 2 1/2 km no' davon der auf dem Roßkopf (696-705 m). Indem dieser über dem Wallenrieder Schotter (VI) auf der gegenüberliegenden Mindeltalseite (692-703 m) und unter dem Warmisrieder Schotter (III), auch noch unter dem der Kellershalde (IV) liegt, fällt er in das Niveau von V, also jenes Schotters, zu dem auch die äußerste AEM von Eggenthal gehört.

Der nächste AEM-Bogen zieht von Beschaunen über Mayers und Reichartsried nach Schönlings, wo er in 742 m über dem Mindeltal endet. Da hier das meiste Diluvium ausgeräumt ist, muß zur Einordnung der westlich liegende, lange Saulengrainer Schotterstrang zwischen dem Mindel- und Auerbachtal zu Hilfe genommen werden. Er liegt zwei Stufen unter dem Roßkopfschotter (V), gehört also zu VII. Wo er n' Rappen einsetzt, geschieht dies in einem Niveau 5 m über der Schönlingser Moräne; diese fällt demnach in das System VIII. Dem fügt sich zwanglos der Helchenburgschotter (VIII, Auf dem Immen, 671-686 m) am N-Ende der Warmisrieder Platte ein.

Der dritte AEM-Bogen findet sich links der Mindel, mit der Holzheuer Höhe (+ 804 m). Eine mit Sicherheit ihm zugehörige Moränen/Schottersohle ist nicht zu fassen; was sich im Mindeldurchbruch findet, gehört zu anderen Schottern. Wohl aber kommt man geomorphologisch weiter. Danach zieht der Übergangskegel über Buchstock und das Marienholz nach NO und endet an der Straße kurz vor und kurz nach Pkt 762. Er liegt unter dem anschließend bis Rappen reichenden Schotter (VIII), dieser wiederum unter dem Saulengrainer Schotter (VII); danach fällt die Holzheuer Moräne in das System IX. Darunter folgt, vom Buchstock-Marienholz-Schotter durch die Talkerbe bei Pkt 762 getrennt, der Schotter Neuenried – Sonderhof, zu X gehörig. Diese Zuordnung ist wieder stratigraphisch belegt.

In diesem westlich benachbarten Gebiet der Günztalzone des Illergletschers herrschen also, was hier nur einiger wichtiger Verbindungen wegen skizziert werden konnte, fast gleichartige Verhältnisse.

## 10. Auswertungen

### a. Zu den Profilachsen

Wie wichtig ihre richtige Lage ist, zeigt besonders das Beispiel im Kap. 7 g, wo man ohne Berücksichtigung des neuen Talverlaufs nicht zusammengehörige Schotter miteinander verbinden würde. Zugleich wird daraus ersichtlich, daß die Unterbringung aller Schottervorkommen allein auf einer Profil-Längsachse oft nicht möglich ist; geschieht es dennoch, erscheinen die natürlichen Verhältnisse vielfach so verzerrt, daß wiederum falsche Verbindungen erfolgen.

### b. Zu den Hangrutschmassen

Für die Entstehung der ausgedehnten, oft mächtig übereinander getürmten Hangrutschmassen mit hausgroßen Nagelfluhtrümmern und für die Ausbildung eindrucksvoller „Tomalandschaften“ wurde bestätigt, worauf ich schon beim Grönenbacher Feld hingewiesen hatte (1973, S. 177), daß sie vor allem dort auftreten, wo sich ein Nagelfluhschotter, ehe er ganz auskeilt, so verschmälert hat, daß schließlich die ganze Wand abgeht.

Vom Warmisrieder Feld einige Beispiele: Sso' Helchenried, wo n' des Leutenhofes der Schotter X auskeilt; oder sw' des Leutenhofes, wo sich der Schotter VIII verschmälert und auskeilt; oder an der langen Talkonkave westlich Baisweil, wo der Schotter X an die älteren nur angelehnt war; oder südlich davon, wo die Schotter III, IV und V bis auf Reste abgerutscht sind. Diese Rutschmassen sind meist stark durchnäßt, weil mit Auskeilen des Schotters auch dessen Grundwasser austreten muß; wo das in der Richtung zum Haupttal mit einem langen Querschnitt erfolgt und noch Grundwasser aus älteren Schottern hinzutritt, kommt es zu ganzen Quell-Linien, wie etwa nördlich Lauchdorf.

### c. Zur Flußgeschichte und Talentwicklung

Ihre Aufhellung ist für den geomorphologisch tätigen Geographen das Ziel seiner Arbeit in Landschaften, die vornehmlich durch Flußwerk entstanden sind. Das wurde aber erst nach einer genauen stratigraphischen Aufgliederung – hier des Warmisrieder „Deckenschotters“ in 10 Einzelteile – möglich. Nicht minder wichtig ist die Flußgeschichte auch für den Geologen, bilden doch gerade im Quartär die Täler jeweils eigene Sedimentationsräume mit eigenen Schichtfolgen.

Kennzeichnend für die Bildungszeit des Warmisrieder Feldes ist, wie leicht die Flüsse ihren Lauf verschieben oder in ein anderes Tal überwechseln oder sich ein neues anlegen. Die Ursache liegt nicht in einem „Peneplain“-artigen Charakter der Landschaft, wie Penck meinte; dagegen spricht schon das hohe Talgefälle

(5-8 ‰). Sie liegt in der noch geringen Abdeckung durch „harte“ Quartärschichten; die Landoberfläche wurde – bis auf wenige ältere Schotterstränge – noch von „weichen“ Tertiärschichten, meist von Feinsanden und Mergeln, gebildet, die Flüsse drängten folglich mehr zu diesen und gingen jenen aus dem Wege. Erst als das mit zunehmender Quartär-Abdeckung immer weniger möglich war, wurden sie stärker an feste Täler gebunden.

Der älteste Schotter im Bergfeldrücken (I) weist auf einen Fluß in SW-NO-Richtung, – ähnlich wie weiter östlich die Schotter von Irsee und Oggenried oder w' der Mindel der Allesrainer Schotter (n' Unteregg). Schotter II, III und IV haben schon stärkere N-Richtung. Neben dem Germbächtal muß nach I und II schon das Eggental bestanden haben, möglicherweise im Zuge einer im quartären Alpenvorland sonst seltenen Bifurkation, denn III und IV erscheinen auch östlich des Bergfeldrückens. Ob der durch das Germbächtal vom Warmisrieder Feld abgetrennte Schotter II des Hirtwaldes dazugehört oder dazwischen eine schmale Wasserscheide lag und der Hirtwaldschotter von SW, möglicherweise von der Günztalzung des Illergletschers kam, läßt sich hier noch nicht entscheiden.

Beim äußersten Gletschervorstoß wurde durch die Eggenthaler Moräne und den Gruber Übergangskegel das Germbächtal verschlossen; auch darum Schotter V nur im Eggental. Also Flußverlagerung nach O, und das fortlaufend während des ganzen folgenden Diluviums, wobei in der letzten Eiszeit nur wenig gefehlt hätte, die Schmelzwässer von der weit nach O schwingenden Talbucht o' Lauchdorf (Großried – Hartenthal) über das Wörishofer Tal zum Wertachtal strömen zu lassen. Von dem Fluß, der die Oggenrieder- und Eiberg-Schotter hinterlassen hat, stammen wohl auch die beiden Högelschotter (V und VI). Hier also Abwandern nach W, bis es schließlich zur Vereinigung beider Flüsse im Eggental oberhalb Baisweil kam. Bis dorthin reichte von N her ein tertiäres Wasserscheidengelände, das danach dem Schotter VIII (Schäflerwald) zum Opfer fiel. In der Folge wären auch die Schmelzwässer von IX und X nach O, gegen Tertiärland, ausgewichen; das wurde aber durch die Nähe des Lechgletschers verhindert. Möglicherweise entsandte dieser schon damals Schmelzwässer ins Eggental; darauf scheinen die nach W gerichteten Lauchdorfer Bögen von VIII, IX und X hinzuweisen.

Die große Talkonkave Baisweil – Eggental, die in ihrem nördlichem, nach O gerichteten Bogen die Warmisrieder Schotter quer abschneidet, also danach erst entstanden sein kann, reicht in ihrer Anlage noch in die Zeit des Gletscherrückzuges von den äußersten AEM. Auf jeden Fall haben die kräftigen Schmelzwässer des Gletscherstandes am Röhrwang- und Burgwaldrücken, die sich im Röhrwangtal sammelten, diese Richtung auch über Eggental bis Baisweil beibehalten; das wurde noch durch das Fehlen einer entsprechenden randlichen Abflußrinne auf der anderen Gletscherseite begünstigt. Hinzu traten Schmelzwässer der angrenzenden Günztalzung des Illergletschers, als dieser an seinen höchsten AM stand (Wolfertsberg n' Obergünzburg) und sich nw' Ebersbach, wie auch der Verlauf der Wasserscheide zeigt, ein Stück ins Röhrwangental vorstülpte.

Der kleinräumige Talwechsel erfolgte bei den einzelnen Flüssen in verschiedenen, bei einem Fluß sogar in wechselnden Richtungen; dem liegt also keine tektonische Ursache zugrunde. So hat sich der für die Datierung der äußersten AEM herangezogene Roßkopfschotter im Mindeltal fortgesetzt, wähen alle anderen der östlichen Günztalzung spätestens bei Unteregg nach NW zum Westernach- und Auerbachtal einschwenken. Mit dem langen Saulengrainer Schotter (VII) war aber diese Abflußrinne verstopft, und die folgenden (VIII bis X) wurden, wohl nach einem Anzapfungsvorgang, wieder im Mindeltal abgelagert.

Wenn auch während der langen fluvioglazialen Aufschüttungsfolge die Ablußerinnen vor allem in der früheren Zeit häufig gewechselt haben, so ist die Zahl selbst aber die gleiche geblieben: Im O die von Irsee westwärts absteigende Serie, in der Mitte die von Warmisried ostwärts absteigende und im W die von Oberegg, wechselnd nordwest- wie nordostwärts gerichtet. Und noch heute sind es drei Haupttäler: Eggental, Mindeltal und Auerbachtal.

#### d. Zur Altersfrage

Sie ist zwar die schwierigste, aber hier noch nicht die wichtigste; denn weniger das Alter an sich, als mehr das gegenseitige Altersverhältnis ist für die vorrangig notwendige Gliederung entscheidend. Bei den 10 Schottern des

Warmisrieder Feldes hat man den Eindruck einer zusammengehörigen Gruppe, was ihre räumliche Lage betrifft, die Gefällsverhältnisse, den sehr gleichmäßigen Höhenabstand ihrer Aufschüttungssohlen, ihre fazielle Ausbildung, Mächtigkeit, Verwitterung und Verknüpfung mit untereinander ähnlichen Altmoränen. Allerdings fällt es schwer, alle nur einer Eiszeit zuzuordnen, beträgt doch der Vertikalabstand von der höchsten (I) zur tiefsten Schottersohle (X) ganze 40 m. Von da bis hinab zur letztzeitlichen sind es, um das richtige Verhältnis zu sehen, nur 30 m. Auch aus diesem Grunde hatte ich beim Grönenbacher Feld erwogen, ob die höchsten Schotter noch zur Günzeiszeit, die tiefsten schon zur Paar- und Rißeiszeit gehören.

Bei der Seltenheit von exakten Interglazialvorkommen sind für die Altersgliederung nach wie vor die stratigraphisch-geomorphologischen Feststellungen entscheidend. Damit kommt man bei einer Ordnung in 3 oder 4 oder bestenfalls 5 Gruppen ganz gut zu Rande. Schwierig wird es erst, wenn mehr Moränen und Schotter zutage treten, die man nicht mehr in diese Gruppierung zwingen kann. Wenn ich 1951 und 1968 die Warmisrieder Schotter und andere der Iller-Lechplatte in ähnlicher geomorphologisch-stratigraphischer Situation nicht dem jüngeren Altdiluvium (Mindeleiszeit), sondern dem älteren Mitteldiluvium (Altriß) zurechnete, so hatte das Gründe, die noch heute nicht ganz ausgeräumt sind. Penck und Eberl entschieden zwiespältig. Bei jenem sind alle AM des Lech- und des Wertachgletschers, nach W bis zur Günztalzone des Illergletschers, rißeiszeitlich, die nach N folgenden Schotter (des Flossach-, Eggen- und Mindeltales) aber mindeleiszeitlich. Bei diesem sind dagegen die Moränen mindeleiszeitlich, der größere Teil der Schotter aber rißeiszeitlich – umso mehr, je weiter talab, erst die im größeren östlichen Teil des Warmisrieder Feldes, danach, von s' Mindelheim ab, fast alle weiteren. Letzteres fand ich bestätigt, bis hin zur Donau, wo der tiefste Schotter dieser Serie bloß 20 m über ihr liegt, also in einem Höhenabstand, nach dem hier, an der unteren Erosionsbasis der nordalpinen Fluvioglazialströme, entsprechende Terrassenschotter in der Regel den rißeiszeitlichen HT zugeordnet wurden (Schaefer 1968; S. 23, Anm. 18). Zwangsläufig mußte ich daher auch die mit ihnen verbundenen Moränen der Rißeiszeit zuweisen. Weil sie aber durchwegs als Hohe Altmoränen und ihre anschließenden Schotter stets in höheren Hochterrassen auftreten, setzte ich sie von den eigentlich rißeiszeitlichen – bis zur Notwendigkeit einer eigenen Benennung – als altrißeiszeitliche ab; entsprechend mußten sie beim Mitteldiluvium verbleiben. Dafür sprach, daß ihre Schotter talab stärker absinken als die altdiluvialen und sich von ihnen auch nach Aussehen und Zustand auffallend abheben. Bei der Quartär-Exkursion 1950 habe ich das in den dafür repräsentativen Kgr w' Oberegg und an der Mindelburg vorgeführt, und allen Exkursionsteilnehmern, die tags zuvor bei Biberach a. d. Riß den loc. typ. für die Rißeiszeit gesehen hatten, drängte sich die Vorstellung gleicher oder ähnlicher Ausbildungsart auf (Schaefer 1950, S. 109 u. 113/14). Was diese Schotterserie von jener des sonst so überraschend gleichartigen Grönenbacher Feldes, des eigentlichen loc. typ. für die Mindeleiszeit (Schaefer 1973, S. 170) unterscheidet, ist die viel geringere Verwitterungsmächtigkeit, vor allem aber das völlige Fehlen von geologischen Orgeln, die dort in allen Schottern erscheinen (S. 196/97). Dieser Unterschied hat deswegen besonderes Gewicht, weil es sich um dicht benachbarte Moränen- und Schottergebiete handelt, in der gleichen geographischen Breite und im gleichen Abstand vom Alpenrand: Im Vorfeld der Illertalzone des Illergletschers die tiefe Verwitterung mit z. T. großartigen geologischen Orgeln und o' daneben an der Günztalzone des gleichen Gletschers sowie anschließend am Wertachgletscher eine viel geringere Verwitterung und durchgehend ohne geologische Orgeln. Vielleicht wird darum mein langes Zaudern vor einer altersmäßigen Festlegung verständlich.

Trotz diesen Verwitterungsunterschieden möchte ich, wenn auch mit gewissem Vorbehalt, die Warmisrieder Schotterserie für gleich alt mit der des Grönenbacher Feldes, also als Bildungen der Mindeleiszeit betrachten. Anders als dort neige ich hier – allerdings wieder mit gewissem Vorbehalt – dazu, das auch für die höchsten (I–IV) wie für die tiefsten (IX und X) Schotter gelten zu lassen. Dafür spricht der allgemeine geomorphologisch-stratigraphische Zusammenhang, talauf in den Moränenraum, talab zu den Schotterfluren des Mindeltales sowie seitwärts zu den Nachbargebieten des diluvialen Iller- und des Lechgletschers.

Die Bildungen der Rißeiszeit, Moränen wie Schotter, sind von ihnen so deutlich abgesetzt, etwa wie letztere von denen der Würmeiszeit, daß hierüber keine Diskussion entstehen wird. Dazu gehören die beiden AM-Bögen

bei Friesenried, südlich mit Allersberg–Schöner Berg und nördlich der schmälere mit Pkt 782 im W und +786 m im O. Die aus ihnen sich entwickelnden Schotter lassen sich über eine Reihe von Einzelvorkommen bis zu den Hochterrassen von Dirlawang–Apfeltrach und Nassenbeuren (s' und n' von Mindelheim) verfolgen, deren riß-eiszeitliches Alter feststeht.

Etwa 10 m über der Moränen/Schottersohle dieser rißeiszeitlichen Ablagerungen, aber ebenso etwa 10 m unter jener des tiefsten Warmisrieder Schotters (X) nimmt der 3 1/2 km lange, über 30 m mächtige, mit viel größerem Zeug bestückte, bis zum Eggenthaler Pfaffenbichl reichende und hier gut aufgeschlossene Schotter eine eigene Stellung ein. Auch nach Ausbildung, Zustand und Verwitterung fällt es schwer, ihn den riß- oder mindel-eiszeitlichen zuzuweisen. Ich meine: Paareiszeit.

#### e. Zur stratigraphischen Bedeutung der Schottersohlen

Bei der Vorstellung des Hauptproblems dieser Arbeit (4), ob das Warmisrieder Schotterfeld in einem einzigen Aufschüttungsvorgang entstanden wäre oder sich aus mehreren, zeitlich voneinander getrennten Schotterterrassen zusammensetzt, hatte ich dargelegt, daß die Lösung in der Bewertung der Schottersohlen läge. Hier die allgemeine Folgerung aus den Einzelergebnissen: Alle Querprofile durch das Warmisrieder Feld zeigen voneinander scharf getrennte Schottersohlen (Abb. 5). Das ist keineswegs eine Konstruktion aus wenigen oder irgendwelchen Einmessungen. Abschnittsweise erfolgten sie in einer Entfernung von nur 200 oder gar 100 m; wo sie in größeren Abständen liegen, nur weil Aufschlüsse fehlen oder die Zertalung nicht bis zu der T/Q-Grenze reicht. Ihre verschiedene Höhe beruht nicht auf Schwankungen der Schottersohle bei der fluvioglazialen Aufschüttung, wie sie weiter talab bei geringerem Gefälle mit ruhigeren Strömungsverhältnissen in gewissen, im Verhältnis zum Talquerprofil aber stets bescheidenen Beträgen auftreten. Ihre verschiedene Höhe beruht auch nicht auf einem stetigen Abfall, hier um 40 m von W nach O; zu einer solchen Konstruktion kommt man bloß bei wenigen Einmessungen. Bei genügender Aufschlußdichte schält sich eine treppenartig angeordnete Schotterserie heraus mit jeweils tieferen, in sich aber ebenen Schottersohlen, auf denen ein jeweils eigener Schotterkörper liegt. Von einem zum anderen gibt es keinen Übergang. Durch Soliflukationsdecken werden die oft schon nach ihrer Mächtigkeit verschiedenen Schotter nur oberflächlich vereint. Meist aber hat sich dazwischen eine Fuge gebildet in Form eines Tales oder Tälchens oder auch nur als Delle oder Kerbe, an deren einen Flanke die Schottersohle tiefer oder höher ausbeißt als auf der anderen, schon bei so geringen Abständen, daß auch hier von einem Übergang keine Rede sein kann; stets handelt es sich um einen neuen Schotter mit einer eigenen, in sich ebenen Aufschüttungssohle.

Beispiele: Für den Südteil, den schmalen SW-Ausläufer des Hörtwaldes n' Eggenthal, wurden einige schon gebracht (7 f); sie betreffen allerdings Schotterwechsel in der S-N-Richtung. In einem zugehörigen W-O-Querprofil (etwas südlich von 7 in Abb. 5) hat der Schotter (II) im Rücken ob dem Hirtwald an der Westflanke (Forst-Kgr) wie an der Ostflanke 743/44 m, der Schotter (III) auf der anderen Seite des Germbächltales, in nur 500 m Entfernung, aber 737 m. Am Ende des Warmisrieder Rückens liegt der Schotter (III) in der Sgr/Kgr no' des Ortes in 709 m und am Nordabfall zum Mindelthal in 708 m – bis hin in den Zwickel, wo ein neuer Schotter (VI) an scharfer Grenze 12 m tiefer einsetzt. Dieser hat in der ganzen Erstreckung des Wallenrieder Rückens am Westabfall die gleiche Höhe wie am Ostabfall. Der stellenweise keine 100 m gegenüber, auf der anderen Seite des Leutenhofs liegende Schotter (VII) setzt 4–5 m, der Schotter (VIII) an der Tannburg 9 m tiefer ein, so auch am Ostabfall. Der wiederum kaum 100 m östlich gegenüber liegende Schotter (X) im Mühlwald hat erneut eine um 8 bzw. 12 m tiefere Lage, hüben wie drüben auf den Meter genau, und das auf der ganzen Länge von 3 km. Nicht anders ist es im Bannholz, wo zwei Schotter liegen (VIII und X). Die Sohle des höheren in der NW-Hälfte läßt sich ohne Unterbrechung rings um das Bannholzende zum Ostabfall verfolgen, und erst an der genannten Kerbe ssw' Talpkt 642 erfolgt ein Sprung von 7–8 m hinab zum Leutenhofschorter (X).

Weitere Beispiele ließen sich in genügender Zahl auch vom s' anschließenden Moränengebiet beibringen. Dafür nur das dem Warmisrieder Feld nächstgelegene: Im Liegenden des zur äußersten AEM (mit +775 m) führenden Übergangskegels von Grub findet sich der Schotter II. An der Westseite steigt er von 745 m im N auf 748 m im SW an, in gleicher Weise an der anderen Seite auf 747 m im SO; in entsprechender Höhe (751 m) beißt er südlich unter der AEM wieder aus: Eine in sich geschlossene, im Längs- wie im Querprofil völlig ebene Sohle.



Das gilt in der Idealform des letzten Beispiels gewiß nur für fluvioglaziale Haupttrinnen. In Nebenrinnen, vor allem solchen, die nur kurze Zeit Gletscherschmelzwässern dienten, ist es nicht immer oder nicht ganz zu regelmäßigen, ebenen Aufschüttungssohlen und kastenförmigen Talquerprofilen gekommen, stets findet sich aber auch hier eine Aufschüttungssohle; niemals kamen die Schotter auf einem im Querprofil treppenartig ansteigenden Taluntergrund zur Ablagerung. Ein allenfalls vorhanden gewesenes getrepptes Talquerprofil, etwa als Folge der letzten „spätglazialen Zertalung“, war das erste Opfer der frühglazialen Talverbreiterung. Alle stärkeren Gewässer mit stoßweiser Wasserführung schaffen breite Täler mit ebenen Talsohlen. Das verstärkt sich in Gebieten mit geringer oder fehlender Pflanzendecke, besonders in kalten Klimabereichen mit Frostböden. In den diluvialen Periglazialgebieten, insbesondere des Alpenvorlandes mit starker Wasserführung in kurz-sommerlichen Apezeiten, herrschten dafür die günstigsten Bedingungen. Es wäre höchst wunderbar, wenn die nach Ausweis der riesigen transportierten Schottermassen so leistungsfähigen diluvialen Schmelzwasserströme nicht vermocht hätten, ihren Untergrund einzuebnen, wozu schon viel schwächere rezente der subarktischen Periglazialgebiete in der Lage sind. Wenn es keine fluvioglazialen Schottersohlen gäbe (Sohle = platte, ebene Fläche), vielmehr in verschiedenen Talquerprofilen aufgeschüttet worden wäre, mal in solchen mit flacherer oder steilerer Muldentalförmigkeit, mal mit verschiedenen oder gar terrassierten Talflanken, würden auch die Längsprofile, Pencks klassische „Aufrisse“, keinen Wert mehr haben. Denn wie wollte man entscheiden, welche eingemessenen Schotterunterkanten zueinander gehören? Einmal könnte es sich um den Tal tiefstpunkt handeln, viele andere Male aber um solche am Gehänge. Zugegeben: Wenn man großzügig verfährt, es auf 5 oder 10 m nicht ankommt, spielt das keine Rolle, – das Ergebnis werden aber falsche Verknüpfungen sein, und letztlich ganz persönliche Entscheidungen. Indem sich aber mit den aufgenommenen Schotterunterkanten immer wieder Längsprofile von fluvioglazialen Schottern bis hin zur Donau, der unteren Erosionsbasis, erstellen lassen, zeigt sich deutlich genug, daß sie im Talquerprofil dieselbe Höhe haben. Es besteht also ein enger, natürlicher Zusammenhang zwischen dem Längsprofil und dem Querprofil fluvioglazialer Aufschüttungen, eben durch die Aufschüttungsfläche, die Schottersohle. Im anderen Falle müßte man die Schotterstratigraphie ganz aufgeben, man könnte letztlich alles mit jedem verbinden, – stets mit der Erklärung eines getreppten oder muldenförmigen Talquerprofils: Ein höherer Schotter wäre randlich, ein tieferer Schotter in der Mitte abgelagert worden.

Aus all' dem folgt, daß ein Schotter, der durch eine eigene Aufschüttungssohle von dem gestaffelt darunter wie darüber liegenden abgesetzt ist, auch in einer eigenen, durch Erosionsabschnitte getrennten Akkumulationsperiode abgelagert wurde. Ob die Erosionsabschnitte davor und danach die Länge und Art eines Interglazials hatten oder eines Interstadials oder möglicherweise nur einer stärkeren Gletscher-Oszillation, ist in dieser moränennahen Zone eine Frage, die eigens untersucht werden muß.

Indem Penck bei der Untersuchung der Quartärbildungen von den fluvioglazialen Tälern ausging und sich danach erst den glazialen Becken zuwandte, hat er zum Ausdruck bringen wollen, daß – im ganzen gesehen – Talterrassen und Talschotter eine größere Rolle spielen als Moränen<sup>7</sup>. Deren stratigraphische Verhältnisse wurden durch die glaziale Erosion immer wieder verändert oder gar zerstört, während die fluvioglazialen Schotter ohne Veränderung der ursprünglichen Ablagerungsverhältnisse nur der meist langfristigen subaerischen Abtragung zum Opfer fallen konnten. Weil von ihr zuerst die Schotteroberfläche erfaßt wird, kommt der Schottersohle die größere Bedeutung zu. Mit diesen aus der Analyse des Warmisrieder Feldes gewonnenen Schlußfolgerungen dürfte das zur Behandlung gestellte Hauptproblem (4) in seiner allgemeinen Bedeutung für die diluviale Schotterstratigraphie ausreichend erörtert und die Richtigkeit der von mir weitergeführten stratigraphisch-geomorphologischen Methoden Pencks genügend begründet sein.

<sup>7</sup> Deswegen aber von PENCK als von einem „Schotterstratigraphen“ zu sprechen, wie LÖSCHER es tut (1976, S. 100), stellt wohl eine völlige Verkennung oder Unkenntnis von Pencks wissenschaftlicher Gesamtleistung dar.

## 11. Auseinandersetzung

## a) Zur Rolle der Geomorphologie für die alpine Quartärforschung

Zur Beantwortung der Hauptfrage des Warmisrieder Feldes (4) hatte ich mit der Geomorphologie begonnen (5) – mit voller Absicht, weil sie neuerdings für die Eiszeitforschung als nicht mehr genügend exakt betrachtet wird. Darum dazu ein kurzes Wort. Die enge Verknüpfung der Geomorphologie mit der Stratigraphie – nachträglich gesehen etwas ganz natürliches und einfaches – war zu seiner Zeit eine wahrhaft geniale Erkenntnis Pencks, ein Grundgedanke, mit dem überhaupt erst das Diluvium erschlossen werden konnte. Ohne Zweifel kann die Beantwortung von Einzelfragen nur durch die betreffenden Einzelwissenschaften erfolgen, wie Bodenkunde, Petrographie, Paläontologie, Klimatologie, Vorgeschichte. Zur Gesamtanalyse eiszeitlicher, dabei vor allem alpiner Landschaften zeitigt aber die Verknüpfung von stratigraphischen mit geomorphologischen Methoden immer noch den besten Erfolg. Gewiß nimmt dabei die Stratigraphie grundsätzlich die erste Stelle ein. In Erosionsgebieten jedoch, wo geologische Ablagerungen fehlen, läuft ihr die Geomorphologie den Rang ab. Sonst aber, wie besonders in Gebieten mit wechselnder Akkumulation und Erosion, deren Täler Akkumulationsterrassen besitzen, ist eine gleichzeitige, miteinander eng verbundene Anwendung stratigraphischer und geomorphologischer Methoden unumgänglich.

Letztere setzen schon bei den vorbereitenden, der Geländeaufnahme vorangehenden Arbeiten ein, deren Schwerpunkt entscheidend auf einem gründlichen Studium der topographischen Spezialkarten liegt, mit anderen Worten: auf der Erfassung der Relief-, also der geomorphologischen Verhältnisse. Schon dabei gewinnt man viele Hinweise, wo eine genauere Untersuchung anzusetzen hätte und wo ein Lösungsversuch Erfolg verspräche. Gibt es doch insbesondere in einer diluvialen Terrassenlandschaft wie der Iller-Lechplatte, die nach folgerichtigen fluvialen Gesetzen entstanden ist, kaum ein einziges Tal oder Tälchen, das nicht aus einer Nahrinne (zum Tertiär oder zu einem anderen Schotter) entstanden wäre; und wo eines seine Richtung ändert, geht das in der Regel auf den Schotterverlauf zurück oder der Fluß „stieß“ auf einen älteren Schotter. Selbst aus Form und Richtung größerer Dellen läßt sich mancher wichtige Hinweis entnehmen, wie überhaupt jede Unstimmigkeit des Reliefs zu beachten ist.

Das alles führt vielleicht zu keinen „exakten Daten“ für eine geologische Analyse, wohl aber – und das lernt man mit zunehmender Erfahrung immer mehr schätzen – gelingt es damit, schotter- wie moränenstratigraphische Besonderheiten aufzuspüren, die sich häufig als entscheidende Schlüsselstellen entpuppen und nicht selten zu überraschenden geologischen Ergebnissen führen, die ohne diese geomorphologischen Hinweise ausgeblieben wären. Albrecht Penck besaß ein ganz ungewöhnliches „geomorphologisches Gespür“, aber auch Barthel Eberl. Und wenn es letzteren oft zu weit über die Peripherie der stratigraphisch denkbaren Möglichkeiten hinausgeführt hat, so konnte er mit einer Fülle – wenn vielleicht nicht immer richtiger, doch aber fruchtbarer Beobachtungen und Gedanken aufwarten und mit seinen Denkanstößen mehr erreichen als viele seiner heutigen Kritiker, die vor lauter quantifiziertem Geröll den Schotter nicht mehr sehen und vor lauter „exakten“ Daten selbst nicht mehr die Natur.

## b) Zu Glückerts „Eisrandlagen“ (1974)

In der Zusammenfassung seiner Arbeit (S. 96) spricht er zwar von der Anwendung geomorphologischer und stratigraphischer Hilfsmittel, gleich danach (S. 98) ist aber, wie auch die Arbeit selbst zeigt, zutreffender nur von „geomorphologischer Basis“ die Rede, von der aus „die alt- und mittelpleistozänen Eisrandlagen genauer aufzunehmen und etwas feiner zu differenzieren“ unternommen wird, weil das durch Eberl nur „in groben Zügen“ erfolgt sei. Zu seinen Ausführungen über unser Gebiet ist außer der kurzen kritischen Bemerkung im Kap. 8 noch folgendes zu sagen notwendig.

Schon aus dem Kartenstudium wäre zu erkennen gewesen, daß vom östl. Günz- und Mindeltal keine durchgehende AEM zum Eggental zieht, sondern dazwischen eine entscheidende Naht liegt: Im N das Untere Schwarzenbachtal, im S der Mittelmoränenrücken, der die Wasserscheide zwischen dem östl. Günz- und Mindel- sowie



dem Eggental trägt und im Pfeiler von Beschauen (+821 m) endet. Nach W schwingt die AEM um das Mindel-Quellgebiet und das Ronsberger Günztal, nach O um das Eggental (nebst Röhrwanger Tal und Schwarzen Graben). Auch die östliche Fortsetzung geht nicht nach NO (Haslach – no' Oggenried), sondern schwenkt, wie das Kartenbild deutlich genug zeigt, nach SO zurück, zum breiten AM-Rücken des Burgwaldes (+811 m) o' Romatsried. Westlich Eggental gibt es bei Wurmanswies keine W-O-streichende AEM; südlich könnte man („im Buch“) bestenfalls den Ansatz einer N- oder NNW – streichenden erkennen. Südlich Eggental sollen die hohen AM der Rißeiszeit angehören. Kein einziges Wort der Begründung, kein Beweis, nicht einmal ein Hinweis zu diesem an sich grundlegenden Entscheid, der das Kernproblem der Arbeit sein soll (S. 98) – es sei denn, man nähme dafür die vorangestellten Aussagen (S. 98/99), daß die rißeiszeitlichen AM „flache, abgerundete“, die mindeleiszeitlichen aber „sehr flachgewölbte“ Kuppen haben (!) und letztere von den Reiß-Schmelzwässern in einzelne Wallreste – quer zur Eisbewegungsrichtung – zerschnitten wurden, die Reiß-Moränen aber nicht (!). Wo die Grenze zwischen flach und sehr flach liegen soll, wird nicht erläutert – ebenso nicht, warum nur die Mindelmoränen quer zerschnitten worden wären. Im allgemeinen werden, wo das Relief dies zuläßt, alle vorgelagerten Moränen von der Schmelzwässern rückgestaffelter Eisrandlagen erodiert oder zerschnitten, wie etwa die rißeiszeitliche Allersberg-Moräne sw' Friesenried durch würmeiszeitliche Schmelzwässer, und selbst würmeiszeitliche Moränen, wie aus der schönen Karte von Simon (1926) hervorgeht, die Glückert allerdings nicht zu kennen scheint, wiewohl sie die Grundlage zu seiner Jungmoränen-Darstellung sein könnte.

Für den Bereich der hohen AM o' der östl. Günz – immerhin die halbe Breite des Untersuchungsgebietes – werden 7 Aufschlüsse (13–19, S. 102) angeführt. Beim Aufschluß 13 (Kgr an der Wolfser Steige) fehlt die Begründung für das Rißalter. Eberl hat die hangende Moräne als Hangrutschmasse betrachtet; Glückert geht darauf nicht ein. Rißalter wohl, weil o' daneben die Rücken bei Mindelberg, Beschauen und Webams Reiß-Endmoränen sein sollen, auch ohne auf Eberls mindeleiszeitliche Deutung einzugehen. Das Mindeltal soll die Hauptabflußrinne dieses Reißgletschers gewesen sein. Im ganzen oberen Mindeltal findet sich aber keine Spur eines Reißschotters, das erste Vorkommen, 15 km talab in der HT von Dirlawang-Apfeltrach, wurde vom Eggental her angeschüttet; durch die mindeleiszeitliche Moränenverbauung war das obere Mindeltal für alle späteren Schmelzwässer versperrt. Bei A 14 liegen zwei dafür in Frage kommende Aufschlüsse, no' und so' Letten: In diesem Moränengeschlebe, in jenem moränennahe Gerölle; von einem hangenden Reißschotter ist nichts zu sehen. In A 15 (nno' Webams) hatte Eberl für seine Trennung in liegendes Günz und hangendes Mindel einen petrographischen Befund beigebracht; bei Glückert wird das zu Mindel und Reiß, wieder ohne Begründung und obwohl die Eberlsche Trennfuge seit 3 Jahrzehnten nicht mehr zu sehen ist. In A 16 (richtiger:  $\frac{1}{2}$  km s' Bayersried; sonst gibt es hier keinen Wegrandaufschluß) hat das längste Geröll 17 cm; schwerlich läßt sich dann von einem „moränennahen“ Schotter sprechen. In A 17 (Mühlhalde, dicht nw' Eggental) wird „blockige Mindelmoräne“ mit Hangrutsch-Nagelfluhrümmern, mit denen die Halde überdeckt ist, verwechselt. Am ganzen Steilhang, den ich deswegen dreimal, zuletzt mit Dr. Engelschalk/Kaufbeuren, abgesucht habe, findet sich nichts von Moräne, die größten Gesteine sind schon gut gerundete Gerölle bis zu Kinderkopf-, bestenfalls Kopfgröße. In A 18 (am Weg von Eggental hinauf nach Wielen) soll M-Moräne aufgeschlossen sein. Man sucht danach auch hier vergebens. Allerdings liegt nicht weit ab der Straße ein Block  $1 \times 1,5 \times 2$  m, jedoch kein Findling, sondern ein abgerutschtes Nagelfluhrümm; längstes Geröll: 14 cm. Bei A 19 (w' Irsee) ist wenig von steiniger Blockmoräne zu sehen; bei den Blöcken handelt es sich um Flinz-Sandsteinplatten, wie sie auch beim Straßenbau 700 m sw' in großer Zahl zutage traten; höchstwahrscheinlich Soliflukationszeug, das auf Ufernähe deutet. Für Moränennähe spräche allerdings das Auftreten von etwas Geschiebemergel – in einem eigenen Nest wie als Zwischenmittel. Viel auffallender ist ein lagenweise ungewöhnlich hoher Kristallinanteil, wie er in diesem Gebiet für eine Mindelmoräne sehr merkwürdig wäre. Aber auch darauf geht Glückert nicht ein.

Nicht viel anders ist es mit den übrigen, immer nur beiläufig erwähnten Aufschlüssen des AM-Gebietes – stets ohne Begründung, meist in unvollständiger oder falscher Aufnahme und Auswertung. Umso zahlreicher sind dafür großzügige Verbindungen von Moränen zu Eisrandlagen (siehe Tafel I und Abb 2), deren Wert allerdings mehr verbindender als geomorphologischer Art ist. Das wird auch verständlich, wenn man bedenkt, daß das Untersuchungsgebiet über 450 qkm umfaßt, dazu in jenem besonders schwierigen Grenzbereich zwischen Schotter- und Moränenlandschaft der Iller-Lechplatte liegt, in dem erfahrene Diluvialkenner viele Jahre und Jahrzehnte mühsam geackert haben, um ihm Stück für Stück an Ergebnissen und Erkenntnissen abzurufen. Bei Glückert lautet es: „Die Geländeuntersuchung zur vorliegenden Arbeit wurde im Juni 1973 durchgeführt“ (S. 97).

## c. Zur Bohrung Grub (Abb. 9)

Nw' Eggenenthal verlief 1974 eine reflexions-seismische Profillinie, die mit 8 Meßpunkten in der wichtigen Grenzzone zwischen der äußersten AEM und dem anschließenden Schottergebiet lag; ihre Schußbohrungen durchteuften das Quartär und gaben zu einigen wichtigen Rückschlüssen Anlaß<sup>8</sup>. Wie allerdings das Ziel dieser Bohrungen allein der Schuß ins Tertiär ist, nicht die Erforschung des Quartärs, so sind auch die Angaben über Bohrinhalt und Schichtgrenzen, hier die von T/Q, zu werten; nur bei Anwesenheit eines Fachmannes lassen sie sich nutzen. Das war bei drei der genannten Schußbohrungen der Fall, die Dr. Jerz (vom Bayer. Geolog. Landesamt) aufgenommen und in seiner nächsten Veröffentlichung (1975, S. 111) erwähnt hat. In der mittleren Bohrung (Schußpunkt 414, MH: 758 m) bestand das 24 m mächtige Quartär aus drei Teilen: auf Tertiär 8 m Nagelfluh, dann 5 m kiesiger Lehm bzw. lehmiger Kies (742–747 m), darüber 9 m Schotter, oben 2 m kiesig-lehmiger Verwitterungsboden. Die Jerz'sche Deutung: Auf 8 m Günzschotter ein G/M-interglazialer Verwitterungsboden; die große Mächtigkeit (von 5 m) möglicherweise durch eine geologische Orgel oder einen Verwitterungszapfen bedingt; darüber Mindel(vorstöß)schotter übergehend in Mindelmoräne. In der etwa 115 m n' liegenden Bohrung (Schußpunkt 410, MH: 754 m) 19 m Quartär; nur Nagelfluh, kein Lehm, keine Moräne. In der 300 m südlich (Schußpunkt 426, MH: 768 m) 36 m Quartär; unten Nagelfluh, oben Moräne; bei 761–63 m kiesiger Lehm, von Jerz ebenso als fossiler Boden (oder Rest eines solchen) angesehen. Er will diesen allerdings noch nicht in seine Altersdeutung einbeziehen. Der Höhenunterschied – 20 m auf nur 300 m Entfernung – zu groß, die Schottermächtigkeit – hier 13 m, dort 31 m – zu verschieden, um beide ohne weiteres miteinander verbinden zu können<sup>9</sup>.

Mehr Gewicht haben die 5 m kiesiger Lehm oder lehmiger Kies in der Bohrung 414. Sollte es sich um einen interglazialen Boden handeln, wäre damit ein überaus wichtiger Fixpunkt gegeben, eine Zeitmarke, die weit über das Warmisrieder Schotterfeld hinaus Bedeutung für die stratigraphisch-geomorphologische Koordination hätte, und ich selbst war froh, damit die große Zahl der Schotter des Warmisrieder Feldes – und das hätte cum grano salis auch für das Grönenbacher Feld gegolten – in zwei Gruppen, eine günz- und eine mindeleiszeitliche, ordnen zu können.

Bei der Auswertung dieser Zeitmarke ergaben sich jedoch einige Zweifel. Bei den südlichen drei Bohrungen (426, 424, 422) liegt die T/Q-Grenze genau im Niveau des Schotters VI, bei den nördlichen fünf (420, 414, 412, 410, 406) schwankt sie lediglich um 1–2 m und liegt im Niveau des Schotters V. Er fiel, wenn es sich bei der 5 m mächtigen kL- bzw. lK-Schicht in Bohrung 414 um einen fossilen Boden handelt, in die Günzzeit. Danach mußte Jerz (1975, Übersichtskarte) den nw' benachbarten, höher gestaffelten Hirtwaldschotter (II) als günzzeitlich ansprechen. So schon bei Eberl (1930, Übersichtskarte: Im Hirtwald GI-Schotter, der im S von MII-Moräne überdeckt wird). Nun läßt sich aber der Hirtwaldschotter schwerlich mit dem Schotter unter dem Jerz'schen fossilen Boden verbinden; er liegt – nur 800 m entfernt – 15 bzw. 19 m höher (als die beiden in den 8 Bohrungen angefahrenen Schotter V und VI). Viel zwangloser wäre – siehe Abb. 9 – die Verbindung mit dem hangenden, nach Jerz mindeleiszeitlichen Gruber Schotter (bzw. Moränenschotter). Davon abgesehen finden sich im Hirtwaldschotter – etwas über seiner Sohle und in mittlerer Höhe – zwar schon abgerundete, aber noch recht grobe Gerölle, bis kopfgroß oder 40 cm lang, wie sie ähnlich von der großen Baisweiler Kgr an nach S hin, also im Bereich der mindeleiszeitlichen Maximalvergletscherung erscheinen. Gewiß treten einzelne gröbere Gerölle auch weiter talab immer wieder auf und lassen für sich keinen Schluß auf Moränennähe zu; hier sind es aber ganze Groblagen, z. T. bis 2 oder 3 m mächtig und in verschiedenen Schotterhorizonten. Danach müßte man mit einigem Recht die zugehörigen Endmoränen in nicht allzu großer Entfernung erwarten dürfen. Weiter:

<sup>8</sup> Zu danken habe ich an dieser Stelle der Fa. Wintershall AG, die im Einvernehmen mit den Firmen Brigitta und Elwerath bereitwillig die gewünschten geologischen Daten zur Verfügung gestellt hat.

<sup>9</sup> Frdl. mdl. Mitt.

Der fossile Boden der Bohrung 414 liegt auf Schotter V, dessen Sohle in gleicher Höhe auch in den drei folgenden Bohrungen (412, 410, 406) angetroffen wurde. Sie läßt sich aber nur mit der Aufschüttungssohle des AM-Kranzes Röhrwang – Burgwald verbinden (siehe Abb. 8). Entsprechend müßte dieser, der bisher unbestritten als mindelseiszeitlicher AM-Hauptstand galt, für günzeiszeitlich angesehen werden, ebenso alle jene nicht weit ab liegenden AM, die sich mit den Schottern I–IV verbinden. Das wäre ein Novum gegenüber der bisherigen Vorstellung über das Ausmaß der günzeiszeitlichen Vergletscherung. Im westlichen Nachbargebiet (östl. Günztalzone und Mindelquellgebiet) würde sie sogar unmittelbar die Maximalvergletscherung darstellen. Denn der Schotter auf dem Roßkopf (V) wäre dann günzeiszeitlich und entsprechend auch die sich mit ihm verbindende äußerste AEM vom Bayersried. Eben solche Schwierigkeiten weiter talab, wo sogar die Kirchheimer HT im Mindeltal der Günzeiszeit zugewiesen werden müßte; denn erst die tieferen Schotter der Warmisrieder Serie (VII bis X) könnten mindelseiszeitlich sein. Für die Mindelzeit bliebe also – im Moränen- wie Schottergebiet – wenig übrig.

Der an sich eingängigen Erklärung für die große Mächtigkeit des fossilen Bodens, die Bohrung hätte eine geologische Orgel oder einen Verwitterungszapfen angefahren, steht entgegen, daß die ersten geologischen Orgeln m.W. erst 12 1/2 km westlich, bei Oberhaslach, auftreten; im Gebiet rings um das Warmisrieder Feld ist mir nirgends eine begegnet, und ich meine, fast alle Aufschlüsse erfaßt zu haben. Aber auch für einen Verwitterungszapfen erscheint der Betrag zu hoch. Bei einer Länge von 5 m müßte die durchgehende Verwitterungsrinde mindestens 2 m betragen. Sie hat aber in allen Aufschlüssen des Warmisrieder Feldes, wie auch des südlichen Moränengebietes, höchstens 2 m, selbst mitten in ebener Terrassenlage; in der genannten Forst-Kgr des Hirtwaldes (II) bis 1 1/2 m, in Zapfen bis 2 m.

Mit diesen Bedenken möge meine Skepsis verstanden sein, den Bodenbefund ohne ein weiteres entsprechendes Vorkommen übertage (oder wenigstens einen Bohrkern) als interglazialen Boden zu deuten. Wie bei Spülbohrungen eine sichere Aussage ohnehin recht schwierig ist, sollte man auch hier weitere Möglichkeiten in Erwägung ziehen, etwa sekundäre Lagerstätte durch eiszeitliche Solifluktion, Umlagerung, Verschleppung u. ä. Dafür spräche vielleicht der ähnliche Boden in der Bohrung 426 gleich 300 m südlich, aber 17/20 m höher, dann die Lage in der Quellmulde des Germbächltales sowie dort, wo der vermutete äußere Doppelwall Haslach – Wurmannswies durchzog. Es sei allerdings zugestanden, daß – bis auf die (durch die Bohrspülung bedingte?) große Mächtigkeit – manches für einen ungestörten Boden spricht; dann wird man allerdings eine Bildung innerhalb des reichen Mindelkomplexes in Betracht ziehen müssen.

Wegen einer vielleicht erst später erkennbaren weiteren Bedeutung der Schußbohrungen beim Weiler Grub seien sie auf Abb. 9 festgehalten. Gegenüber den Bohrprofilen wurden alle Höhen um 2 m erniedrigt; das entspricht den zuvor brieflich mitgeteilten MH sowie meinen eigenen Messungen (mehrfach, von verschiedenen, miteinander nicht ganz übereinstimmenden Höhenpunkten aus<sup>10</sup>). Eine Ausnahme bildet lediglich die Bohrung 406, wo nach meiner Ortsermittlung die MH des Profils (750 m) richtiger zu sein scheint als die mir brieflich mitgeteilte (748 m). Bei Bohrung 410 zeigt das Profil 21 m Quartärmächtigkeit, nach Dr. Jerz 19 m. Die genaue Lage der Bohrpunkte ist der kleinen Nebenskizze zu entnehmen (R- und H-Wert der Karte 1 : 25 000, Bl. 8029).

#### d. Zur Altersfrage

Die Ausführungen hierzu (10 d) bedürfen einiger Diskussionsbemerkungen. „*Es geht im Augenblick nicht darum, welche chronologische, klimatologische oder geomorphologische Bedeutung ein geologisch-stratigraphi-*

<sup>10</sup> Siehe dazu die (Kleindruck-) Einleitung zu Kap. 6. Der auf der Karte eingetragene TP (Eggenthal 2) auf der äußersten AEM-Kuppe, mit +775 m, wnw Eggenthal, an den man die Bohransatzpunkte hätte anschließen können, wurde (lt. Auskunft des Bayer. Lds. Verm. Amtes) höhenmäßig nicht bestimmt, da der TP-Stein vor der Einmessung zerstört worden war.

*ches Glied besitzt, ob es einer Eiszeit oder einem Eiszeitabschnitt, einer Interglazial- oder Interstadialzeit angehört. Die wichtigste Aufgabe ist heute allein die Feststellung möglichst aller noch vorhandenen stratigraphischen Glieder – ganz gleich, ob sie sich einem der bestehenden Systeme einordnen lassen oder nicht. Erst danach wird man daran gehen können, die tektonischen Bildungen von den klimatischen zu trennen und letztere daraufhin zu mustern, zu welchen Gruppen sie sich zusammenschließen lassen. Aus der Anzahl der gefundenen, klimatisch bedingten, kaltzeitlichen Akkumulationsperioden werden zuletzt die größeren Eiszeiten herauszuschälen sein. Dieser induktive Weg führt allein weiter“.* So schrieb ich 1951 (S. 288), und das war meine Richtschnur davor und danach. Dies zu wiederholen, scheint mir angesichts neuer Arbeiten recht angebracht, in denen eine neue Generation von Quartärforschern ungestüm zu großräumigen Lösungen drängt, nachdem in ihrem Urteil die Generation vor ihr nicht vermocht hat, eine nach 60 Jahren höchst notwendige Gesamtdarstellung der „Alpen im Eiszeitalter“ zu erstellen (Eichler 1969, S. 196 ff). Der Ältere ist bescheidener und würde schon begrüßen, wenn wenigstens über ein einziges alpines diluviales Glazialgebiet eine geschlossene Gesamtdarstellung vorläge (Schaefer 1975, S. 116). Bis das – selbst als Gemeinschaftsarbeit („Team-work“) – einmal möglich sein wird, müssen genügend Einzelaufnahmen vorhanden sein, auch wenn das nach „Lokalforschung“ aussieht (Eichler 1969, S. 196 ff) und diese Kleinarbeit zu wenig Großartiges einbringt. Das ist aber in den 7 Jahrzehnten seit Erscheinen der „Alpen im Eiszeitalter“, wovon man allerdings fast 2 Jahrzehnte der beiden Weltkriege und ihrer Nachkriegsnöte absetzen muß, noch nicht ausreichend geschehen. Die Fülle der alpinen Quartärliteratur verdeckt zu sehr große Lücken. Wo dennoch – meist in persönlichkeitsbedingtem Hang zu System und Schema – über größere Räume hinweg „korreliert“ wurde, folgte fast immer eine „Revision“, die ihrerseits bald selbst revisionsbedürftig war. Es ist wie bei tektonischen Linien: Leicht sind sie erstellt – um so großartiger, je weiträumiger und großzügiger die Unterlagen. Wo später Beobachtungen und Tatsachen sich verdichten, sieht alles alltäglicher und bescheidener – oder ganz anders aus.

Im Hintergrund des gegen mich in jüngeren Arbeiten erhobenen Vorwurfes einer „häufig willkürlich erscheinenden überreichen Differenzierung der einzelnen Glazialabschnitte“ (Eichler & Sinn 1975, S. 714), wie das zuletzt durch mich im Grönenbacher Feld (1973) und nun wieder im Warmisrieder Feld erfolgt ist, steht die Auffassung, es handele sich dabei um „Teilfelder“ oder um andere kurzfristige Bildungen von noch geringerem Aussagewert. Beim Grönenbacher Feld hatte ich aber eigens darauf verwiesen (1973, S. 193/94), und beim Warmisrieder Feld wird es noch deutlicher, daß die Schotter so weit talab reichen, die Mehrzahl bis zur Donau, daß ihr Charakter als „Hauptfelder“ gesichert ist. Teilfelder z. B. sind die beiden Schotterterrassen, die an den riseiszeitlichen AM-Bögen s' und n' Friesenried wurzeln und sich nach etwa 4 km zum HT-Hauptfeld vereinigen. Gewiß ist die große Zahl der mindeleiszeitlichen Schotter, Schotterfluren und Schotterstränge auffallend; das Problem wird aber nicht gelöst, indem man seine Bedeutung mindert. Daß dies ausgerechnet durch junge Geographen geschieht, nimmt besonders wunder, da das Ziel der geographischen Geomorphologie Reliefanalyse und Reliefgenese sind, in unserem Gebiet also vornehmlich Flußgeschichte und Talentwicklung, die aufzuhellen aber nur durch eine sehr ins einzelne gehende stratigraphisch-geomorphologische Untersuchung gelingt, wie für das Untersuchungsgebiet schon die kurzen Ausführungen hierzu (10 c) gezeigt haben werden.

Neben der großen Zahl der mindeleiszeitlichen Schotter sind weiterhin ihre bis in den Moränenraum hinein sehr gleichbleibende Mächtigkeit und Neigung auffallend (7 b und c), Erscheinungen, die nicht ohne weiteres zu Pencks Modell der „glazialen Serie“ passen. Von da aus wird zu überdenken sein, ob seine grundlegenden Erkenntnisse hierzu (1901/09, S. 18) räumlich wie zeitlich allgemeine Gültigkeit haben. Bis dahin wird man jeden einzelnen der von mir ausgeschiedenen Schotter – und dasselbe gilt für die Moränen – als eigenständig betrachten müssen. Wohlmerkt: Ihr Vertikalabstand beträgt hier 40 m; der des ganzen Quartärs hat nur 70 m!

Auf keinen Fall geht es an, aus der großen Zahl dieser Schotter einen in einem bestimmten Bereich ins Auge springenden sozusagen als „Leitschotter“, hier also für die Mindeleiszeit, herauszugreifen. So geschehen mit der Hauptterrasse des Mindeltales (Kirchheim – Burgau) durch Sinn (1972), Leger (1972) und Löscher (1976). Weil

sie den „drittletzten“ Terrassenschotter enthalte, gehöre sie der „drittletzten Eiszeit“ an<sup>11</sup>. Zu dieser numerischen Gliederung nur so viel, wie für die Warmisrieder Schotter notwendig: Einen Kirchheim-Burgauer Schotter gibt es nicht, vielmehr handelt es sich um eine ganze Schotterserie. Der Burgauer Schotter ist der viertletzte eigenständige Terrassenschotter, der Kirchheimer der sechstletzte, darüber liegt ein siebtletzter, und ein achtletzter gehört wohl auch noch dazu. Wie der „drittletzte“ Kirchheim – Burgauer Schotter könnte auch jeder andere aus dieser Serie zum Leitschotter der Mindeleiszeit bestimmt werden.

Schon Penck hat mehr als nur 4 Schotter und Moränen gesehen, er nahm aber, um sein Viererschema zu retten, die Tektonik zu Hilfe. Das war m. E. einfallsreicher, als alle höheren Schotter durch Unebenheiten in den Aufschüttungssohlen oder als Randlagen in einem mulden- oder gar terrassenartig ansteigendem Talquerprofil (Sinn 1972) oder durch eine schiefe Aufschüttungsebene (Löscher 1976) zu erklären. Siehe schon 10 e.

Die Erfassung der eiszeitlichen Schichtglieder darf nicht dort stehen bleiben, wo einem bestimmten, meist aprioristischen System Genüge getan ist, sie muß bis ins letzte Einzelne gehen, ganz gleich, ob sich eine seitliche Verbindung ergibt oder nicht. Wenn es z. B. heißt, daß „als einziger geomorphologischer Beweis für einen Hiatus einer echten Interglazialzeit . . . eine durchgehende Höhendifferenz der Aufschüttungsbasis von mindestens 5 m durch das ganze Donautal angesehen werden kann“ (Graul 1973, S. 259), so ist das recht anfechtbar. In Senkungsgebieten oder breiten Talebenen können die stratigraphischen Grenzen, „die einen Hiatus einer echten Interglazialzeit“ einschließen, dichter zusammenliegen, wie sie umgekehrt in Talengen oder Hebungsbereichen größere Abstände haben. Mit gleichem oder gar mehr Recht könnte man, angesichts eines Vertikalabstandes der Diluvialschotter von etwa 100 m an der Lechmündung, 20 oder 25 m als notwendigen „Hiatus einer echten Interglazialzeit“ ansehen. Selbst an der Mindelmündung, wo die oberste Schotterserie fehlt, betrüge der „Interglazialabstand“ immer noch mindestens 15 m, aber nicht 5 m.

Nur am Rande sei vermerkt, daß es sich bei der „Aufschüttungsbasis“ um ein stratigraphisches, nicht geomorphologisches Element handelt. Eben das hat, wovon schon einige Male die Rede war und wovon gleich noch einmal gesprochen werden muß, Penck geklärt, als er den stratigraphischen Weg (über die Aufschüttungssohlen) mit dem geomorphologischen (über die Oberflächen) verband.

Oft fragt man sich, was wörtlich zu nehmen, was Unsicherheit in der Auffassung oder bloß Unklarheit in der Wiedergabe ist, wie etwa auch Sinns (1972, S. 11) Kritik an Eberl, wonach dessen „Schotterstratigraphie ausschließlich auf der verschiedenen Basishöhe der einzelnen Fluvioglazialablagerungen“ fuße (1972, S. 11). Worauf sonst sollte eine Schotterstratigraphie fußen? Kurz zuvor (S. 5) wird Eberl allerdings vorgehalten, daß seine Zweiteilung der Rißeiszeit „vorwiegend auf morphologischer Basis“ entwickelt sei.

#### e. Zur stratigraphischen Bedeutung der Schottersohlen

Auch die Ausführungen hierzu (10 e) sind, weil es um das theoretische Hauptproblem geht, durch einige Diskussionsbemerkungen zu ergänzen.

Die grundsätzliche Frage der Bedeutung der Schottersohlen für das circumalpine Quartär wurde in meiner Habilitationsschrift behandelt (1950). Letztlich war es nichts anderes als die Fortführung der Penck'schen Erkenntnisse über das „System der Glazialbildungen“ (A.i.E., S. 13–22), wo seine stratigraphisch-geomorphologische Methode ihre Krönung in den „Aufrissen durch die Schottergebiete des nördlichen Vorlandes der Alpen“

<sup>11</sup> In meinem Sprachgebrauch weiter: „Mindeleiszeit“. Im übrigen hat schon PENCK (1901/09, S. 111) die numerische Nomenklatur abgelehnt – mit triftigen Gründen, die noch heute gelten (SCHAEFER, 1975, Anm. 79), – und daran ändert sich auch nichts, wenn man rückwärts statt vorwärts zählt. Die numerische Nomenklatur hätte bei einer großen Zahl von Eiszeiten vielleicht ihre Berechtigung, wer aber nur mit 4 (oder bestenfalls 5) rechnet, sollte an den hergebrachten PENCK'schen Namen festhalten und ruhig weiter von Rißeiszeit (statt vorletzter) sowie Mindel- und Günzeiszeit (statt dritt- und viertletzter) sprechen.

Mehr als Curiosität sei vermerkt, daß die Mindel- und Günzeiszeit nicht nur als dritt- und viertletzte Eiszeit, sondern schon als die 3. und 4. letzte Eiszeit bezeichnet werden (LÖSCHER, 1976, S. 111/12).

(Tafel I) erhielt. In ihnen erscheinen nicht nur die Schotteroberflächen als geomorphologisches Element, sondern auch die Schottersohlen als stratigraphisches. So bringt es gleich die Tafel I (siehe in der Legende: „Oberflächen“ und „Schichtgrenzen“), und im Text (S. 21/21) gibt Penck sogar eine Anleitung, wie man Schotteroberflächen und Schottersohlen ohne gegenseitige Störung am besten zur Darstellung bringt. So verwendet auch Eberl den Begriff „Niveau“ („die Oberfläche zweier Schotter im gleichen Niveau“, S. 223). Es trifft also (gegenüber Sinn 1972, S. 11) nicht zu, daß Penck bei den Schottern „zum Teil nur deren Oberfläche berücksichtigt hat“ – ebenso nicht, daß Eberl anders verfahren wäre, erst durch ihn „die Unterkante, also der gesamte Schotterkörper, miteinbezogen worden ist“.

In allen meinen Untersuchungen hat sich diese stratigraphisch-geomorphologische Methode, die von mir, das betone ich eigens, nur weiterentwickelt worden ist, stets bewährt. Wenn ich auf einige Arbeiten verweise (1950 und 1951 zur Methodik, 1953 a, 1953 b, 1957, 1966, 1967, 1968, 1973, 1975 zu Einzelfragen, stets mit einem dichten Beobachtungsnetz), dann bloß gegenüber Äußerungen, wie etwa jener, das wäre eine „mehr deduktiv entwickelte als durch – allzu schematische – Querprofile wirklich nachgewiesene Auffassung“ (Sinn 1972, S. 30), oder wie es an anderer Stelle fast in einem Atemzuge lautet, von „Schäfers<sup>12</sup> Grobstratigraphie“<sup>13</sup> einerseits und seiner „überreichen Differenzierung“ andererseits (Eichler & Sinn 1975, S. 714). Vielleicht liegt aber auch das nur an der neuen, ungewohnten, erstaunlich freien Ausdrucksweise jüngerer Autoren vor allem in der Beurteilung älterer, auf denen sie im übrigen unmittelbar aufbauen (wie „pauschal“, „willkürlich“, „schlicht und einfach falsch“, „rein deduktiv“, „irreführend“, „in groben Zügen“, „unglaublich“ u. a. m.)<sup>14</sup>. Ganz im Gegensatz dazu steht die Beurteilung eigener Arbeiten oder die von Freunden (mit „sehr intensiv durchgeführten Untersuchungen“)<sup>15</sup>, auch wenn sie noch nicht erschienen sind („bedeutende Fortschritte sind sicher . . von . . zu erwarten“)<sup>16</sup>. Der Nachwelt bleiben allerdings viele solcher Wertungen – wenigstens als Zeitdokument – nicht erhalten, weil sie unveröffentlichte (Heidelberger Staatsexamens-, Magister- und Diplom-) Arbeiten zieren<sup>17</sup>.

Welches der zahlreichen in meinen Arbeiten wiedergegebenen Querprofile deduktiv entwickelt, schematisch, pauschal, nicht wirklich nachgewiesen oder gar willkürlich sei, wird nicht angezeigt. Und wenn, wie im Grönenbacher Feld, wo von mir auf nur 20 km<sup>2</sup> 194 Aufschlüsse aufgenommen und die stratigraphischen Grenzen genau eingemessen wurden (1973, S. 175), die sich daraus ergebende Gliederung als „willkürlich erscheinende überreiche“ (sprich: unnötige) Differenzierung hingestellt wird, so sollte wenigstens ein Beweisstück für eine einfachere Differenzierung mitgegeben werden, sonst müßte man mit Fug und Recht an ernster und objektiver Wissenschaftlichkeit zweifeln. Die Aufgabe jeder Wissenschaft lautet doch, den Fragen unserer Welt bis ins Letzte nachzugehen, – und das geht nur durch Ermittlung der kleinsten Bauteile, durch feinste Differenzierung. Ehedem hat die Einteilung der Erdgeschichte in Primär bis Quartär ausgereicht, später mußte das verfeinert werden. Ehedem hat der Monoglazialismus ausgereicht, heute ist das Eiszeitalter sehr polyglazial geworden. Kein ernsthafter Quartärforscher wird sich anmaßen, allein bei den jüngsten Gliederungsversuchen zu der so vielschichtig gewordenen letzten Eiszeit von einer „häufig willkürlich erscheinenden Differenzierung“ zu sprechen.

Natürlich haben gegenüber der oft nicht einfach zu deutenden stratigraphischen Stellung der Schottersohlen pedologische und paläontologische Zeugnisse eine größere Aussagekraft. Diese sind jedoch im alpinen Quartär sehr selten, dazu oft noch in umstrittener stratigraphischer Situation, daß man allein mit ihnen nicht weiter käme. Man muß schon Moränen und Schotter heranziehen, und dann geht es nur mit den bewährten stratigra-

<sup>12</sup> Bei der falschen Schreibweise meines Namens, auch an vielen anderen Stellen Heidelberger Autoren, muß man geradezu der Annahme widerstehen, es könnte dem Literaturstudium nicht die gebotene Sorgfalt entgegengebracht worden sein.

<sup>13</sup> Wenn darunter eine Großgliederung verstanden werden sollte (brfl. Mitt.), so hätte das auch geschrieben werden müssen. Eine Grobstratigraphie ist und bleibt eine grobe Stratigraphie.

<sup>14</sup> SINN (S. 30, 68, 115, 130, 131), GLÜCKERT (S. 98), RÖGNER (S. 32), EICHLER & SINN (S. 714) u. a. Hierher noch als Rarität, wenn ein mir bis dahin nur aus der Literatur bekannter junger Kollege in einem sonst sachlich-verbindlichen Brief plötzlich von „Ihren Scheiß-Kastentälern“ schreibt. – Gewiß wird die übliche (und notwendige) akademische Konzilianz häufig zu falschem Marzipanguß, die Arena der Wissenschaft sollte mit Nietzsche eine geistige Kampfstätte bleiben. Ob darin jedoch solche (wenn auch „modernen“) Ausdrucksweisen am Platze sind, möchte ich bezweifeln, zumindest für meine Person und meinen Umgang ablehnen.

<sup>15</sup> SINN, S. 30.

<sup>16</sup> SINN, S. 131.

<sup>17</sup> Weil die meisten dieser Arbeiten nach verhältnismäßig kurzer Zeit nur schwer oder gar nicht mehr erreichbar sind, sich also nicht nachprüfen lassen, sollten sie m. E. nur dann zitiert werden, wenn wenigstens eine Kurzfassung oder ein Bericht veröffentlicht worden ist.



phisch-geomorphologischen Methoden Pencks. Die Abwendung von ihnen<sup>18</sup> hat zur Folge gehabt, daß man sein Augenmerk auf andere richtete. Vor allem wandte man sich der petrographischen Methode zu. Sie war zwar schon immer (Penck, Eberl, Graul, Schaefer u. a.) als nie unterschätztes Verfahren mit herangezogen worden, nun glaubte man aber, durch verstärkten Ausbau, planmäßiges Vorgehen und allseitige Anwendung in der Lage zu sein, alle noch offenen Probleme zu lösen. Sicher sind dadurch manche Fragen, die bis dahin unbeantwortet oder meist nur links liegen gelassen waren, neu und anders beleuchtet, wohl auch etwas aufgehellert worden; aber gelöst worden sind sie, wie ich in meiner Arbeit über das Grönenbacher Feld zur Herkunft der kristallinen Gerölle (1973, S. 188 ff.) kritisch ausgeführt habe oder wie ich es in einer meiner nächsten Arbeiten über das Altdiluvium der Weldenplatte (= „Zusamplatte“) über die Malmkalkgerölle tun werde, selbst auf diesem sozusagen rein petrographischen Gebiete noch lange nicht. Kurzum: Die petrographische Methode war so neu nicht, und auch – neu in Angriff genommen – wurde sie nicht der Stein der Weisen oder das Sesam-öffne-Dich. Gerade in die eiszeitlichen Täler ist vielerlei eingeschwenkt worden, Fluvioglaziales und rein Periglaziales, Nahes und Fernes, Grobes und Feines, – deswegen haben aber weder Moränen und Schotter eine andere Aufschüttungsfläche erhalten, noch sind deswegen die Gesetze der glazialen und fluviatilen Akkumulation und Erosion außer Kraft getreten<sup>19</sup>. Es ist in keiner Weise das stratigraphisch-geomorphologische Gerüst verändert worden! zur Aufhellung des Eiszeitalters – darin liegt ihr besonderer Reiz – müssen alle Zeugnisse der Natur herangezogen und ausgewertet werden. Jedoch: pedologisch, petrographisch, paläontologisch geht das nur punktuell, wohingegen man geomorphologisch-stratigraphisch – und darin liegt ein unvergleichlicher Vorzug – räumlich, und das fast überall, vorgehen kann.

Diese Auseinandersetzung bliebe unfruchtbar und subjektiv, würde man nicht den Erfolg – und darauf kommt es letztlich an, in objektiver Weise prüfen, d. h. in diesem Falle unabhängig davon, ob meine Auffassung zutrifft, wonach der Schwerpunkt auch weiterhin auf den stratigraphisch-geomorphologischen Methoden Pencks liegen soll, oder jene neuere Auffassung, die den lithologisch-pedologischen größere Bedeutung und höheren Rang einräumt. Darum zu den (in 10 e) angeführten Einzelbeispielen noch zwei, die auf diesem Wege zu lösen versucht wurden.

1. Gegen die von Eberl (Übersichtskarte) richtig vorgenommene Abtrennung und altersmäßige Höherstufung des Warmisrieder Schotters nimmt Sinn (S. 104) Stellung, was wörtlich anzuführen aus diesen methodischen Gründen notwendig erscheint: „nach der Gleichartigkeit des Materials besteht jedoch kein Zweifel, daß hier lediglich die Randbereiche des nach W auskeilenden Grub-Warmisrieder Schotterstranges in Erscheinung treten. Diese Annahme findet besonders in dem letztgenannten Aufschluß eine Stütze, wo das Tertiär in einer nur schwächig von Geröll abgedeckten Sandgrube um ca. 8 m höher hinaufreicht als in der Kiesgrube 1 km NE der Ortschaft“ Um bei letzterem zu beginnen: Beim schwächigen Geröll handelt es sich um 3 m Kies; die betreffende Sgr/Kgr liegt aber am Hang, bis zum Teilrücken gleich darüber (+ 717 m) ist der Schotter (III) schon über 8 m und bis zum Hauptrücken weiter östlich 12 m mächtig – wie auf seiner gesamten Erstreckung, und seine Sohle hat überall, auch in der Sgr/Kgr die gleiche Höhe. Die Kgr 1 km no' Warmisried hingegen liegt in einem anderen Schotter, der nach Sohle wie Oberfläche ein tieferes Niveau einnimmt und einem jüngeren Schotter-system (VII) angehört. Wollte man – mit Sinn u. a. – einen einheitlichen Grub – Warmisrieder Deckenschotter annehmen, müßte seine Aufschüttungssohle von den Rändern zur Talmitte hin um 30 m absinken und der Schotter selbst über 40 m mächtig sein, – Verhältnisse, die es vom Moränengebiet bis hinunter zur Donau an keiner einzigen Stelle gibt.

„Nach der Gleichartigkeit des Materials“, um zu diesem methodisch wesentlichen Punkt zu kommen, ließen sich alle Warmisrieder Schotter ohne weiteres zu einem Deckenschotter vereinigen. Es wären aber nicht nur die

<sup>18</sup> Am entschiedensten hat das – von der in Fußnote 14 zitierten brieflichen Äußerung kann man wohl absehen – SINN S. 130, zum Ausdruck gebracht: „I. Schaefer's . . . irreführende Vorstellung vom typischen Kastenprofil der fluvioglazialen Rinnenfüllungen.“ Daß es sich dabei um das Grundelement der Penckschen stratigraphisch-geomorphologischen Methode handelt, ist ihm entgangen.

<sup>19</sup> Das wäre nach den Ausführungen LÖSCHERS (S. 44/45) aber der Fall.

höheren Schotter einzubeziehen, sondern auch die tieferen, die HT-Schotter, ja selbst noch die NT-Schotter! Alle sind gesteinsmäßig gleichartig, zu über 95 % handelt es sich um die gleichen Kalke und Dolomite. Schließlich wurden sie in jeder Eiszeit von den Schmelzwässern des gleichen (Wertach-) Gletschers aufgeschüttet, dessen Einzugsgebiet sich während des Diluviums nicht verändert hat. Nach dieser Methode wäre, wie schon beim Grönenbacher Feld von mir vermerkt (1973, S. 199), nicht die Rückkehr zum Tetraglazialismus, sondern allein die zum Monoglazialismus folgerichtig. Das sollte bedenken, wessen Sinn nach stratigraphischer Einfachheit und Einheitlichkeit strebt (Sinn 1972, S. 94, 103 u. a.) oder wessen Ziel die „Vereinheitlichung“ von Meinungsverschiedenheiten ist (Eichler 1969, S. 197). Die Natur aber ist auf Vielfalt gerichtet.

2. „Nach den eigenen Beobachtungen und Aufschlüssen w' Mayers und sw' Reichartsried besteht jedoch kein Zweifel, daß hier genau wie bei Neuenried-Sonderhof eine einfache Schotter/Moränenverzahnung vorliegt, die ohne weitere zeitliche Untergliederung dem Mindelglazial zuzurechnen ist“ (Sinn, S. 103). Bei meiner „Verbindung zu den Nachbargebieten“ (9) ist wohl genügend klar geworden, wie vielschichtig auch hier die Verhältnisse sind: 3 verschieden alte Moränenbögen, 5 verschiedene Schotterstränge in einem Höhenabstand von 36 m! Indem diese sogar verschiedenen Tälern folgen, kann man die verschiedene Höhe der Schottersohlen niemals als Tal- „Randlage“ o. ä. erklären. Wenn Sinn wieder vereinen wollte, was Eberl getrennt hat, so war diese Mühe auch hier vergeblich. Wenn er, um bei dem letzten Beispiel zu bleiben, Anstoß nimmt, daß Eberl den Oberegger Schotter (= südlicher Teil des langen Saulengrainer Schotterzuges) als Mindel I, die Holzheuer Moräne aber als Mindel II anspricht (S. 93), und wieder „die Einheitlichkeit der Ablagerung“ herstellt, weil „kein Zweifel besteht“, daß gelegentliche höhere Unterkanten lediglich kleine „Unregelmäßigkeiten“ darstellen, „eindeutig“ auf ein randliches Auskeilen zurückgingen, so führte genauere Untersuchung zu dem Ergebnis, daß demgegenüber Eberl das Richtige getroffen hatte. Ob M I oder M II, bleibe dahingestellt, auf jeden Fall erkannte er, daß der Oberegger Schotter (= VII) älter ist als die Holzheuer Moräne (IX) und daß sich beide nicht miteinander verbinden lassen.

Welchen Erfolg, welches allgemeine Ergebnis – das war die objektiv zu prüfende Frage – hatten die mit lithologisch-pedologischem Schwerpunkt ausgerichteten Arbeiten?

Das zeigen am besten die erstellten Übersichtskarten. In allen findet sich wieder der anscheinend unsterbliche Deckenschotter, wiewohl durch Eberl und danach durch meine Arbeiten genügend klar geworden sein sollte, daß es ihn – zumindest in der Iller-Lechplatte – nicht gibt. In allen nimmt er wieder die weitaus größten Flächen der diluvialen Schotterlandschaft ein, als breite Schotterdecke, die in ihrer Einheitlichkeit die Vielfalt der schwierigen Probleme des Altdiluviums – anscheinend wohltuend – verhüllt. In allen erscheint auch wieder das alte Mißverhältnis zu den ihnen gegenüber bescheidenen Schottern des Mittel- und Jungdiluviums. Und alle ihre Autoren (Eichler, Jerz, Leger, Löscher, Sinn u. a. mit nichtveröffentlichten Arbeiten) kehren ausnahmslos zur Gliederung Pencks von 1901/09 zurück. Mit Nachdruck hat das Sinn (1972) herausgestellt: „... kommt die eigene Untersuchung ... weitgehend auf A. Pencks ursprüngliches Ergebnis einer jeweils ungegliederten Günz-, Mindel- und Rißeiszeit zurück“ (S. 127). Von Eberls vorwärtsweisenden Beobachtungen und Erkenntnissen wird zur Not die Donauzeit gelassen – als Einzelergebnis, nicht aber seine grundlegende Vorstellung über eine notwendige Aufgliederung des ganzen diluvialen Systems. Wie ehemals in monoglazialer Sicht das Diluvium als Ganzes, so bildet nach diesen vorwiegend Heidelberger Ergebnissen jede der 4 oder 5 Eiszeiten einen einheitlichen, unteilbaren Block.

Nach meiner Arbeit über das Grönenbacher Feld hoffe ich, am Beispiel des Warmisrieder Feldes erneut gezeigt zu haben, daß demgegenüber Eberl prinzipiell auf dem richtigen Wege war.

## 12. Ergebnisse allgemeiner Art

1. Das nw' Kaufbeuren liegende Warmisrieder Feld ist ungeachtet seiner geringen Höhenunterschiede keine einheitliche Schotterplatte – etwa mit einem mulden- oder treppenartigen Aufschüttungsquerprofil und entspre-



chender Abnahme der Schottermächtigkeit von einer ehemaligen Talmitte nach den Rändern hin. Es setzt sich vielmehr aus insgesamt 10 Schottern zusammen.

2. Jeder Schotter liegt jeweils ein Stockwerk tiefer und zwar in typischem fluvioglazialen Querprofil, d. h. mit ebener Aufschüttungssohle und steilen seitlichen Talrändern. Es handelt sich weder um „Teilfelder“ einer glazialen Serie noch mit Rückzugsbildungen, sondern um selbständige Terrassenschotter – mit Fortsetzungen weit talab, z. T. sogar voneinander getrennt in verschiedenen Tälern.

3. Angesichts der hohen Zahl dieser fluvioglazialen „Hauptfelder“ mit ihrem auffallend gleichbleibendem Gefälle sowie nur geringer Zunahme der Schottermächtigkeit bis tief in den Moränenraum hinein wird man Pencks grundlegende Erkenntnisse über die „glaziale Serie“ neu überdenken müssen, vor allem zu prüfen haben, ob sie für das ältere Diluvium ebenso gelten wie für das mittlere und jüngere.

4. Wie so häufig im alpinen Diluvium ist trotz der großen Schotterzahl und reichen Moränenbestückung eine unmittelbare Moränen/Schotter-Verzahnung nicht leicht zu finden oder nicht mehr vorhanden. Die zutreffendste Moränen/Schotter-Verknüpfung scheint die von Schotter V und VI zu den wohl als Doppelwall ausgebildeten äußersten Altendmoränen zu sein, die ihrerseits vom Altmoränen-Hauptwall aus (Röhrwang-Burgwald) vorgeschoben sein dürften. Durch die Verfolgung dieser Moränen in das westlich benachbarte Gebiet der Günztalzone des diluvialen Illergletschers, deren Schotter sich Mindeltal-abwärts mit denen des Warmisrieder Feldes vereinen, gewinnt diese Moränen/Schotter-Verknüpfung an Wahrscheinlichkeit.

5. Mit gewissem Vorbehalt sollen die Schotter des Warmisrieder Feldes insgesamt als gleichalt mit denen des Grönenbacher Feldes, somit als mindeleiszeitlich angesehen werden. Im südlich anschließenden Moränengebiet, deren Hohe Altmoränen sich mit den Warmisrieder Schottern verbinden, liegt gestaffelt darunter, aber noch über den rißeiszeitlichen Ablagerungen, eine eigenständige Moränen/Schottergruppe, die man der Paareiszeit zuweisen könnte.

6. Die Schotter des Warmisrieder Feldes gehören weder zum diluvialen Iller- noch zum Lechgletscher, sondern zum bisher verkannten Wertachgletscher, der seine Eigenständigkeit – trotz mancher Beugung durch die größeren Nachbarn – bis zu den Endmoränen und mit seinen Schmelzwässern noch darüber hinaus bewahrt hat.

7. Für die Aufhellung der Flußgeschichte und Talentwicklung hat sich gezeigt, daß man mit 4 oder 5 Glazialserien nicht mehr auskommt, sondern eine bis ins einzelne gehende stratigraphische Gliederung zwingende Voraussetzung ist, und zwar unabhängig von unmittelbarer Altersbestimmung. Weiter hat sich gezeigt, daß Flußlaufverlegungen im einzelnen weniger die Folge von tektonischen oder anderen übergeordneten Vorgängen sind, sie beruhen mehr auf dem Streben des Wassers zum Weg des geringsten Widerstandes. Erst als das Land weitgehend mit „harten“ Quartärschichten abgedeckt und ein Ausweichen nicht mehr möglich war, kam es zur Fixierung des Flußnetzes und zur Entstehung des gegenwärtigen Talbildes.

8. Der Schwerpunkt zur Erforschung des alpinen Quartärs wird auch weiterhin auf Pencks stratigraphisch-geomorphologischen Methoden liegen, die lediglich erweitert und verfeinert zu werden brauchten. Sie gewähren, ohne daß darum die Bedeutung anderer zu gering geachtet wird, immer noch den besten Erfolg. Dabei spielen die Tertiär/Quartär-Schichtgrenzen, vor allem in Gestalt der fluvioglazialen Schottersohlen, eine maßgebliche Rolle.

9. Von der geomorphologischen Arbeitsweise kann man keine „exakten Daten“ erwarten, wohl aber führt sie – allerdings richtig angewandt und in ständiger Verbindung mit der stratigraphischen – zu Lösungen, die sonst nicht einfach zu erreichen wären.

10. Die Analyse des Warmisrieder Feldes hat erneut gezeigt, daß Barthel Eberl mit seinen Beobachtungen und Erkenntnissen grundsätzlich auf dem richtigen Wege war, nicht allein mit der Donauzeit, die das tetraglaziale System gesprengt hat, mehr noch mit der entscheidenden Konzeption einer Auflockerung des ganzen diluvialen Systems. Das war der größte Fortschritt in der alpinen Eiszeitforschung seit Albrecht Penck.

## Schriftenverzeichnis

## a) Zum Untersuchungsgebiet

- EBERL, B. (1930): Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande. 427 S.; Augsburg.
- GLÜCKERT, G. (1974): Mindel- und rißeiszeitliche Endmoränen des Illervorlandgletschers. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 25, 96–106.
- JERZ, H., STEPHAN, W., STREIT, R., WEINIG, H. (1975): Zur Geologie des Iller-Mindel-Gebietes. *Geologica Bavarica* 74, 99–130.
- PENCK, A. & BRÜCKNER, E. (1901/09): Die Alpen im Eiszeitalter. 1199 S.; Leipzig.
- SCHAEFER, I. (1968): Untergrund und Formenschatz des Landkreises Mindelheim. In: *Der Landkreis Mindelheim*, 3–24; Mindelheim.
- SINN, P. (1972): Zur Stratigraphie und Paläogeographie des Prävürm im mittleren und südlichen Illergletscher-Vorland. *Hdbg. Geogr. Arb.* 37, 159 S.; Heidelberg.

## b) Zu weiteren Fragen

- EICHLER, H. (1969): Die Alpen im Eiszeitalter. Der Beitrag Heidelberger Geographen zur Quartärforschung des alpinen und zirkumalpinen Raumes. *Ruperto-Carola, Z. d. Freunde d. Stud. d. Univ. Hdbg.* 46, 196–200; Heidelberg.
- EICHLER, H. & SINN, P. (1975): Zur Definition des Begriffs „Mindel“ im schwäbischen Alpenvorland. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh. H.* 12, 705–718.
- GRAUL, H. (1962): Eine Revision der pleistozänen Stratigraphie des schwäbischen Alpenvorlandes. *Pet. Geogr. Mitt.* 106, 253–271.
- (1973): Der Stand der Quartärforschung im S der BRD in lithostratigraphischer, pedologischer und geomorphologischer Hinsicht. *Hdbg. Geogr. Arb.* 38, 251–265.
- LEGER, M. & LÖSCHER, M. (1972): Les terrasses de la vallée de la Mindel en aval de Jettingen. *Bull. Ass. franc. p. l'étude du Quaternaire, H. 2*, 135–151.
- LÖSCHER, M. (1976): Die präwürmeiszeitlichen Schotterablagerungen in der nördlichen Iller-Lech-Platte. *Hdbg. Geogr. Arb.* 45, 157 S., Heidelberg.
- SIMON, L. (1926): Der Rückzug des würmeiszeitlichen Allgäuvorlandgletschers. *Mitt. Geogr. Ges. Mchn.* 19, 1–37, 1 Karte 1 : 100 000.
- SCHAEFER, I. (1950): Die diluviale Erosion und Akkumulation. Untersuchungen über die Talbildung im Alpenvorland. *Forsch. z. dt. Ldskde* 49, 154 S.; Landshut.
- (1951 a): Über methodische Fragen der Eiszeitforschung im Alpenvorland. *Z. Dt. Geolog. Ges.* 102, 287–310.
- (1951 b): Bemerkungen zur Nomenklatur der Eiszeitforschung. *Pet. Geogr. Mitt.*, 95, 26–31.
- (1953 a): Zur Gliederung der Würmeiszeit im Illergebiet. *Geologica Bavarica* 18, 5–11 und 49–112.
- (1953 b): Die donauiszeitlichen Ablagerungen an Lech und Wettach. *Geologica Bavaria* 19, 13–64.
- (1957): Geologische Karte von Augsburg und Umgebung 1:50 000 nebst Erl. bd. 92 S.; München.
- (1966): Der Talknoten von Donau und Lech. *Mitt. Geogr. Ges. Mchn.* 51, 59–111.
- (1967): Die Räumung des Kirchner/Schmiech/Blau-Talzuges durch die Donau. *Mitt. Geogr. Ges. Mchn.* 52, 191–230.
- (1973): Das Grönenbacher Feld. Ein Beispiel für Wandel und Fortschritt der Eiszeitforschung seit Albrecht Penck. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 23/24, 168–200.
- (1975): Die Altmoränen des diluvialen Isar-Loisachgletschers und ihr Verständnis aus der Kenntnis der Paareiszeit. *Mitt. Geogr. Ges. Mchn.* 60, 115–156.

## Berichtigungen bzw. Ergänzungen

Zu S. 21 (Abb. 4): Die km-Angaben auf der Längsprofilachse zeigen die Entfernung von der Donau (als Unterer Erosionsbasis) an. Ebenso auf den Abb. 7–9.

Die (verschieden dicht) gezahnten Linien geben die Talränder wieder.

Zu S. 29 (Abb. 6): Der AM-Bogen n' Friesenried (von Pkt 782 nach + 786) ist als mindeleiszeitlich verzeichnet worden. Er sollte, wie der AM-Bogen s' Friesenried, rißeiszeitlich sein (siehe S. 35 u. 41).

Zu S. 35 u. 46: Wegen der hier genannten „Paareiszeit“ sei auf meine Arbeit von 1975 verwiesen.