

Daten und Probleme der Flußgeschichte und Morphogenese in Ostfranken

von

BERNT SCHRÖDER

Mit 1 Kartenskizze und 8 Figuren

1. Einführung

Eine Sichtung von Kriterien zur Morphogenese im östlichen Süddeutschland seit der Jura-Kreide-Wende ist in größerem Rahmen und unter den derzeit von der geologischen Betrachtung verfügbaren Daten erst kürzlich zusammengestellt worden (SCHRÖDER 1968 b, 1970). Die vielen offenen Fragen in diesem durch intensive Erforschung und Dokumente besonders datenreichen Gebiet verlangen nach einer stärkeren interdisziplinären Zusammenarbeit. Hier soll aus geologischer Sicht versucht werden, eine Übersicht der Fakten zu geben, teilweise in Indizienketten eine Synthese zu versuchen und andererseits immer wieder hinzuweisen auf die Vielzahl von dubiosen Schlüssen und Fehlermöglichkeiten, die in unseren Rekonstruktionen enthalten sein können.

Auch möchte der Beitrag mehr Anregung sein und Kritik herausfordern als durch blanke Aufschluß-Interpretation allein eine Faktanhäufung präsentieren. Es wird angestrebt, an einigen wichtigen Aufschlüssen das Für und Wider von Rekonstruktionen abzuwägen.

Zur Klärung des Verständnisses für morphogenetische Prozesse möge dies eine kleine Anregung sein, auch noch so unbedeutend erscheinende Aufschlüsse auszuwerten, da ihnen bei Mehrung der Einsicht eine Schlüsselposition zukommen kann. Zunächst oftmals ganz ziellos erscheinende Dokumentation von Aufschlüssen ist es, die in unseren so intensiv bearbeiteten Gebieten neue Erkenntnisse zu liefern vermag.

Letztere und sehr wichtige Einsichten verdanke ich den Aufnahmen und der Zusammenarbeit mit Herrn Dr. K. POLL, Erlangen. Hinweise gaben freundlicherweise die Herren Prof. Dr. F. BIRZER, Erlangen, und Prof. Dr. K. BRUNNACKER, Köln.

2. Täler und Talfüllungen im Albvorland

Im Zwischengebiet der pleistozänen Vereisungen ist naturgemäß die Datierung von Terrassenkörpern nur über weithin reichende Konnektive und vielfach nur durch Indizienketten mit allen Mängeln indirekter Beweisführung möglich. Für die weiträumige Konnektierung sei im Mainsystem auf KÖRBER (1962), im Regnitzgebiet auf SCHRÖDER (1968 a,

b) und für den Obermain-Donau-Konnex auf TILLMANN (1967) und URLICHS (1968) verwiesen. Die spezielle Problematik dieses Gebietes mit Datierungen für die Hinterlassenschaften des Urmaines ist durch BIRZER 1969 in ein neues Licht gesetzt worden. Darin ist auch die Fragwürdigkeit allzu weitreichender Konnektierungswünsche im Pegnitzgebiet um Nürnberg aufgezeigt, zumal wenn in größeren Flußtalabschnitten offenbar wohl tektonisch verursachte Evolutionen der Terrassenabfolgen vorliegen (z. B. in Richtung Untermain).

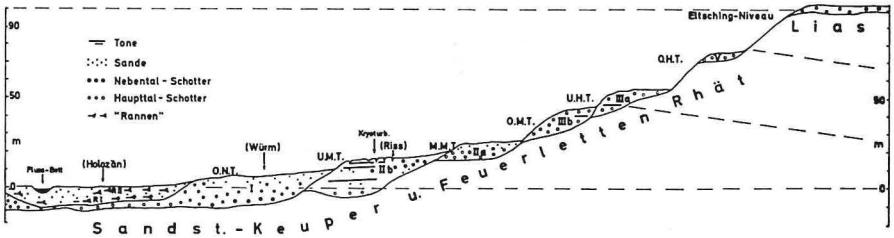


Abb. 1. Schema der Maintal-Terrassen bei Bamberg. Die Obere Hauptterrasse (O.H.T.) entwässerte bereits in Richtung Untermain.

a) Das Maintal bei Bamberg

Versuchsweise ist eine Terrassenabfolge des Mains bei Bamberg aufgeführt (KOSCHEL 1967), wie sie auch für die Umgebung bis zum Steigerwalddurchbruch, mainaufwärts bis Kulmbach-Bayreuth und in Richtung Coburg (HOFFMANN 1967) vorliegt. Die Eichung und Zuordnung der Terrassen bleibt zumindest für die älteren von ihnen problematisch.

In Abbildung 1 sind die Nomenklaturen nach KÖRBER (1962) und KOSCHEL (1967) zu einer schematischen Terrassenabfolge auf Bamberg-Nord kombiniert worden.

Das Eltsching-Niveau, von KÖRBER (1962) dem Pliozän noch zugeordnet (vermutet!), könnte nach der revidierenden Vorstellung von TILLMANN (1967), verglichen mit dem Obermaingebiet und dem dortigen Anschluß zu den besser datierbaren Talniveaus der Donau-tributären Flüsse, dem Günz II oder Mindel im Alt-Quartär zuzuordnen sein¹. Beim Vergleich mit TILLMANN — und etwa gleiche Einschneidwerte vorausgesetzt — könnte man mit aller Vorsicht folgende Zuordnung versuchen:

Eltsching-Niveau bis Terrasse II b: Wohl maximal von Günz II bis Beginn Riß zurückreichend; Eltsching-Niveau vielleicht Pliozän (KÖR-

1) Beim Vergleich mit dem Vilstal nördlich Amberg (ca. 50 km östlich Nürnberg, vgl. Abb. 9), wo Vils-Schotter 90 m über dem heutigen Tal auf Eiskeil-Pseudomorphosen lagern, könnte das Eltsching-Niveau durchaus in das Günz-Glazial gehören (Hinweise vgl. Schröder 1968 b). Neuere Daten im Gebiet von Bamberg bei Streit (in Koschel 1971).

BER 1962). — Nach SCHMIDTILL (1918/19) kommen auf dem Terrassenkomplex II die Artefaktfunde von Kösten bei Lichtenfels vor, die sicherlich präwürm einzustufen sind. Der Terrassenkomplex III ist nach seiner Einschätzung (S. 66) *mindestens* mit Riß-Alter anzusetzen.

Terrasse II a: Etwa Riß I.

Terrasse II b: KOSCHEL (1967) verweist darauf, daß die Terrasse II — davon entspricht die Einheit II b der Oberterrasse des Regnitzsystems — im Gebiet von Bamberg jungpleistozäne Flugsandbedeckung trägt. Schon damit ist erwiesen, daß sie älter sein muß als die Terrasseneinheit I, die der Hauptterrasse (= würmglaziale Niederterrasse) entspricht. Hinzu kommt, daß Terrasse II b (KOSCHEL 1967) bei Bamberg eindeutige Anzeichen von Kryoturbationen und von Eiskeilen ausweist. KOSCHEL verweist auch darauf, daß vor der Aufschüttung der Terrasse II b eine Eintiefung der Flüsse erfolgte, die im einzelnen wohl die Tiefe der Einschnidung II b/I erreicht hat. Seine rekonstruierten Tiefenrinnen, die er in den Zeitraum zwischen die Terrassen II b/I stellt — damit zwischen Riß-Würm — könnten durchaus vor II b liegen und damit durchaus präriß sein. Auffällig ist zudem seine Angabe von Tonhorizonten in II b — genau wie in der Oberterrasse des Erlanger Gebietes (POLL u. SCHRÖDER 1971). Aus dieser Terrasse II beschrieb ROLOFF (1966) die Verzahnung mit Seitentalschottern sowie Überprägungen, die gleichfalls auf Präwürm-Alter hindeuten. Diese Deutung vertritt auch — nach einer freundlichen Mitteilung — STREIT, München. Ein ganz ähnliches Bild boten die Aufschlüsse in der Oberterrasse östlich Hirschaid (Südostecke Blatt Bamberg Süd) im Jahre 1964. Hier dürfte auch das Präwürm-Alter feststehen.

Terrasse I ist nach allen Anhalten die weit verbreitete Niederterrasse, für die bei regionaler Verfolgung nach Fossilinhalt (DEHM 1966) und Verband zu Flugsanden und Löß (vgl. die Zusammenstellung bei SCHRÖDER 1968 b) die Zuordnung zum Würmglazial zu fordern ist. Vorgeschaltete tiefere Terrassen, im Gebiet um Bamberg nicht gut kenntlich, gehören zur postglazialen Eintiefung.

Im *Holozän* reicht die eingeschnittene und im Holozän aufgefüllte Talrinne (vgl. Abb. 1) bis über 10 m tief unter die heutige Talau. Aus den Rannen-Horizonten (Rannen = entastete Baumstümmel) stammt Kulturgut der Urnenfelderzeit (etwa 1200 bis 850 v. Chr.)². Weitere Datierungen stehen aus. Diese holozänen Auffüllungsvorgänge sind ein über das Main-Donau-System hinaus verbreitetes Phänomen und beginnen frühestens etwa um 2000 v. Chr. (vgl. KOHL 1969).

b) Das Regnitztal bei Erlangen

Abbildung 2 zeigt einen schematischen West-Ost-Schnitt durch die Füllungen des Regnitztales. Dubiose Stellen sind mit Fragezeichen markiert.

²) Der obere Rannenhorizont (R II in Abb. 1) dürfte mittelalterlich sein. Beim Bau der Main-Staustufe Ottendorf fand sich in 6 m Tiefe ein mittelalterlicher Kahn (mündl. Mitteilung von Prof. Birzer).

Der *Restschutt* (südlich der Straße nach Dechsendorf, darin Angulatensandstein = Lias Alpha 2 mit Fauna) ist nach Verband zur Oberterrasse älter als deren vorhergehende Einschneidung — also älter als die mindel-rißzeitliche Eintiefung. Er kann zurückreichen bis in die Stadien jungtertiärer Rückverlegung von Jura-Ausliegern westlich der Regnitz (siehe Kap. 6).

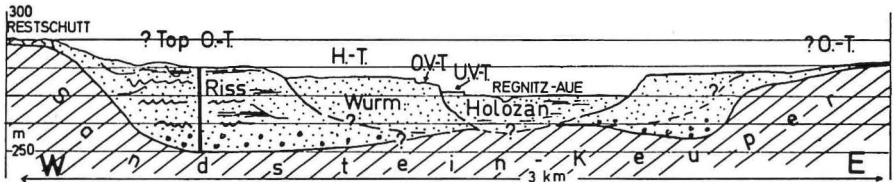


Abb. 2. Schema-Profil der Talfüllungen der Regnitz bei Erlangen, etwa vom Geisberg im Westen (Alterlangen) zum Exerzierplatz im Osten. Die Tiefenrinne im Osten ist eine alte Schwabach-Rinne (Birzer 1963). Wellenlinien: Kryoturbationen.

Die *Oberterrasse* (O.-T. in Abb. 2) ist nach Verbandsverhältnissen zur würmzeitlichen Hauptterrasse (H.-T. in Abb. 2 = Niederterrasse) wie nach eingeschalteten Kryoturbationslagen und anderen kaltzeitlichen Merkmalen (POLL u. SCHRÖDER 1971) das Akkumulations-Produkt einer kaltzeitlichen Aufschüttung vor dem Würm. Die Indizien sprechen einstweilen für Zuordnung zum Riß-Glazial. BRUNNACKER (1957, S. 72) beschrieb einen mächtigen Podsol auf der Oberterrasse (Burgfarnbach bei Fürth), den er dem Riß-Würm-Interglazial zuordnete. An der Kanalüberführung der Straße Erlangen—Dechsendorf ist die Füllung mindestens 30 m mächtig erbohrt (markiert in Abb. 2). Ähnlich tief ist östlich der Regnitzau der Schwabachlauf in den Untergrund eingetieft gewesen (Theaterplatz Erlangen 24 m, BIRZER 1963). Es ist naheliegend, hierin gleichfalls die prärißzeitliche Eintiefungsphase (auch HAARLÄNDER 1970) zu suchen. Der Anteil rißzeitlicher Terrasse hat sich auf dem Ostufer der Regnitz bis jetzt nicht klären lassen. Eine Abgrenzung erhaltener Teile steht aus.

Zur Haupteintiefung der Regnitz-Talfüllung, mutmaßlich im Mindel-Riß-Interglazial bei eindeutig nordwärtiger Tiefenrinne (KOSCHEL 1967), und zur anschließenden hohen Auffüllung — eventuell bis 50 m über das Eintiefungsstadium (vgl. dazu auch SPÖCKER 1968) — dürften altersmäßig auch die sanderfüllten Rinnen im östlichen Steigerwald gehören (Blätter Röttenbach, Höchststadt a. d. Aisch, Adelsdorf; HAARLÄNDER 1966 a, b, c). Hinweise auf ältere Eintiefungen und Terrassen als zur mutmaßlichen Rißterrasse gehörend fehlen der Regnitz und ihren Nebenflüssen zwischen Erlangen und Bamberg.

Die wohl rißzeitliche Oberterrasse ist das älteste nordwärts durchverfolgbare Terrassenelement der Regnitz. Wir können derzeit nur sagen, daß nach der zugehörigen vorherigen Eintiefung der Nordabfluß in der Regnitzrinne mindestens im Mindel-Riß-Interglazial angelegt wurde.

Die *Hauptterrasse* ist nach spärlichen Fossilfinden und bodenkundlichen Kriterien (DEHM 1966; BRUNNACKER 1955, 1957), das Produkt wärmzeitlicher Aufschüttung (H.-T. in Abb. 2). Sie ist damit synonym von der Niederterrasse des Rheins. Die eingeschnittene *Obere Vorterrasse* (O. V.-T. in Abb. 2) ist nach bodenkundlichen Befunden (BRUNNACKER 1955, 1957) im Bereich gut ausgebildeter Flächen im Schwabachtal östlich Erlangen postglazial, genauer in die Jüngere Tundrenzeit zu stellen. Das wurde inzwischen gestützt durch Artefaktfunde (Tardenoisien bei Lauf-Röthenbach im Pegnitz-Tal, URLICHS 1968) auf dieser Terrasse. Bei Bamberg besteht allerdings der Verdacht, daß eine Terrasse gleichen Niveaus eventuell holozänen Alters ist, da sie von junger Talfüllung unterteuft zu werden scheint (KOSCHEL 1967). Das ist aber eine sehr unsauber zu belegende Beobachtung.

Die *Untere Vorterrasse* steht sicherlich in Beziehung zum holozänen Auffüllungskörper.

Die *holozäne Talfüllung* erreicht stellenweise bis 10 m Mächtigkeit (Aufschüttung etwa ab 2000 v. Chr., vgl. Kap 2 a).

c) Die Regnitz-Pegnitz-Terrassen bei Nürnberg

SPÖCKER (1964, 1968) hat die Tiefenrinnen im Stadtgebiet von Nürnberg ausführlich beschrieben (über 9000 Bohrungen!). Seine Rinnenfüllungen III und IV entsprechen dem Riß- bzw. Würmglazial. Die älteren Tiefenrinnen II und I gehören eventuell zu *einem* Prozeß (II ist nur mit etwa 4 m Füllung erhalten), der vor Urtal-Füllung I im Süden der Stadt eine markante Furche auskolkte (bis 40 m hoch verfüllt, SPÖCKER 1968). Nach höchsten Aufschüttungsresten ist an eine Auffüllung von 50 bis 55 m Höhe zu denken! Diese Rinnenfüllung ist wohl mindestens ein Glazial älter als die rißzeitliche Urtal-Füllung III. URLICHS (1968) schließt sich der Argumentation von SPÖCKER (1964) an und rechnet pro Rinne ein Glazial zurück, dadurch wird Rinnenfüllung I in das Günz gerückt. Gehören Rinnenbildung II und I zusammen — was ich vermute —, müßten sie ins Mindel gestuft werden.

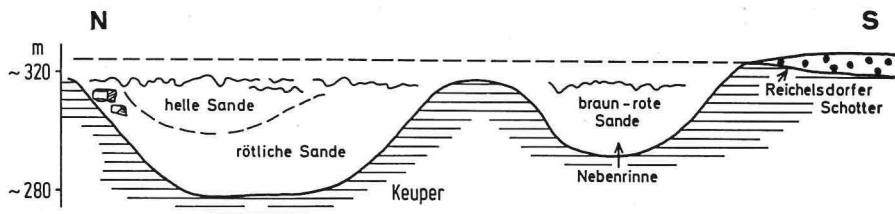


Abb. 3. Schema-Profil des Ur-Tals I südlich Nürnberg (Spöcker 1968). Wellenlinie: Kryoturbationen. Am Nordufer Blöcke von Periglazialschutt.

Eine Befahrung der Baustelle des Kanalhafens Nürnberg (freundl. Führung durch Herrn SPÖCKER, 7. 4. 1970) ergab folgende Eindrücke (vgl. Abb. 3):

Die Urtal-Rinne I der Pegnitz — im Norden in Skizze — ist offenbar mindestens zwei-zyklisch aufgefüllt. Details bei SPÖCKER (unpubl.). SPÖCKER meint, daß ein Teil der Kyrroturbationen vielleicht Rutschungen sind. Sicheres Rät und Feuerletten oder Lias waren nicht zu identifizieren. Die Kryoturbationen (lokal ca. 2 m darunter ein weiterer, schwächerer Horizont) liegen bei etwa 317 m NN, auch in der südlichen Nebental-Rinne die durch rötliches Material ausgezeichnet ist (darin lokal kleine Dogger-Beta-Gerölle).

Der Verband zu der Nordfortsetzung der Reichelsdorfer Schotter — wie sie FUCHS (1957) kartiert hat — ist nicht ganz klar. SPÖCKER glaubt an ihr jüngeres Alter, weil er im Hangenden der Rinnen in Sanden immer wieder Großgerölle gefunden hat. Nach dem heutigen Gefälle wäre aber eine periglaziale Einwanderung von der Flanke her wohl denkbar. An der Nebenrinne im Süden — dort wo die Eibacher Schleuse entstehen soll — habe ich den Eindruck, daß diese „Reichelsdorfer Schotter“ (Pegnitzschotter vom Habitus der Jura-Hornstein-Grobschotter, max. Geröll 30 cm Durchmesser!) älter als die Rinneneinschneidung sind. Ich möchte dafür plädieren, solange nicht klare Aufschlüsse uns eines besseren belehren, daß diese Hornstein-Grobschotter *älter* als die Rinneneinschneidung und Auffüllung sind. Die Urtal-Rinne I müßte mindestens Prä-Mindel eingetieft sein. Damit müßten die Reichelsdorfer Schotter mindestens Günz sein, vielleicht noch erheblich älter.

Am Waldrand, ca. 300 m nordwestlich der zukünftigen Schleuse, liegen in diesen Hornstein-Grobschottern lokal bis zu 30 % Doggersandstein-Gerölle.

3. Täler und Talfüllungen der Alb

Aus der Verbreitung von Lyditschottern im Pegnitztal und im Bereich der heutigen Wiesent im Kern der Frankenalb ist mit jungtertiärer Entwässerung in Teilen dieser Täler zu rechnen (SCHRÖDER 1968 b; vgl. Pfeile in Abb. 9). Die Laufzusammenhänge sind einstweilen ungeklärt. Lyditschotter westlich Erlangen könnte man am zwanglosesten aus dem Wiesenttal herleiten. Hinweise für diese Laufzusammenhänge sind nicht zu erbringen. Wir beschränken uns hier im wesentlichen auf die mittel- bis jungpleistozäne Füllung. Für altpleistozäne Anteile im Pegnitz-Tal sei auf Kapitel 2 c verwiesen.

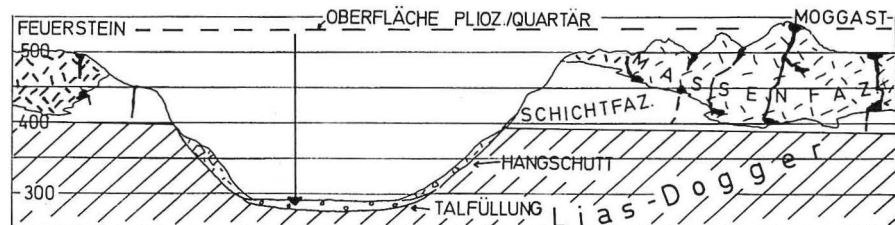


Abb. 4. Nordwest-Südost-Profil im Unterlauf der Wiesent bei Ebermannstadt (ca. 6 km lang). Schwarz: Karsthohlräume. Vertikaler Pfeil: Altquartärer bis mindel-riß-interglazialer Einscheidbetrag.

a) Der Unterlauf der Wiesent

Oberhalb der wohl pliozän/altquartären Oberfläche (Abb. 4) dürfte die Auflagerungsfläche der Oberkreide begonnen haben. Zu dieser voroberkretazischen Fläche gehören die Karsthohlräume, die meist an der Wegsamkeitsgrenze Massen- gegen Schichtfazies eine Häufung aufweisen. Die Oberfläche Pliozän/Quartär ist zu mutmaßen aus dem ersten Auftreten von Wirbeltieren in freigespülten Karsthohlräumen des exhumierten Kreidekarstes. Die älteste bekannte Fauna stammt von Moggast und gehört in das frühe Altquartär, eventuell in den Übergang Pliozän zum Quartär (vgl. Kap. 4 a).

Beim Vergleich mit der Terrassenchronologie des Regnitztales ist anzunehmen, daß die maximale Tiefenrinne unter den Talfüllungen der Regnitz und ihrer Nebenflüsse zwischen Erlangen—Bamberg im Mindel-Riß-Interglazial ausgeschürft wurde (Pfeil als Symbol in Abb. 4). Hangschutt und Talfüllungen des Wiesentales können dann in ihrer dominierenden Menge nur mittel- bis jungpleistozän sein. Gleiches dürfte — abgesehen von Relikten älteren Durchflusses — auch für das Pegnitztal gelten.

b) Der Hangschutt

Pauschal werden darin alle Anteile der bis über 20 m mächtigen Schuttmassen zusammengefaßt, bis hin zu Bergschliff- und Bergsturzmaterial.

Die Majorität des Hangschuttes wird nach Verbandsverhältnissen zu der wärmzeitlichen Hauptterrasse jungpleistozän sein. Verzahnung mit der jungpleistozänen Talfüllung ist im Pegnitztal besonders gut belegt durch BIRZER (1964). Unter dem „jüngeren Hangschutt“ liegt *außerhalb* der jungpleistozänen Talfüllung und nur lokal erhalten ein tief zersetzter „älterer Hangschutt“. BIRZER (1964) erwog interstadiale Verlehmung dieses „älteren Hangschuttes“. Da er Beziehungen hat zu einer Hangneigung, die auf die maximale Einschneidung abgestimmt ist, für die bei Erlangen ein Prä-Riß-Alter zu postulieren ist, könnte in dem „älteren Hangschutt“ durchaus rißzeitliches, im Riß-Wärm-Interglazial intensiv zersetztes Material vorliegen (Abb. 5 u. 6).

SCHIRMER (1967) vermutet Beziehungen der zwei Schuttgenerationen bei Ebermannstadt im Wiesental (v. FREYBERG 1964) zu seiner wärmfrüh- plus seiner wärmhochglazialen bei Lichtenfels (vgl. Abb. 7).

Die Majorität des Hangschuttes dürfte nach Konnex mit der wärmzeitlichen Talauffüllung in das Jungpleistozän gehören. Allerdings können beträchtliche Anteile des Hangschuttes in das Postglazial gehören. Im Wiesental, am Westrand von Blatt 6233 Ebermannstadt und bei Pretzfeld, quellen bis 20 m mächtige Schuttmassen des Opalinustones (Dogger Alpha) auf Sedimente der Niederterrasse über. Hangschuttbewegungen mit Gekriech über Hektometerdistanzen (vgl. Abb. 8) fanden sicherlich auch im Postglazial unter Zunahme der Durchfeuchtung statt. Inwieweit die durch Datierung von Tropfsteinen zu belegende

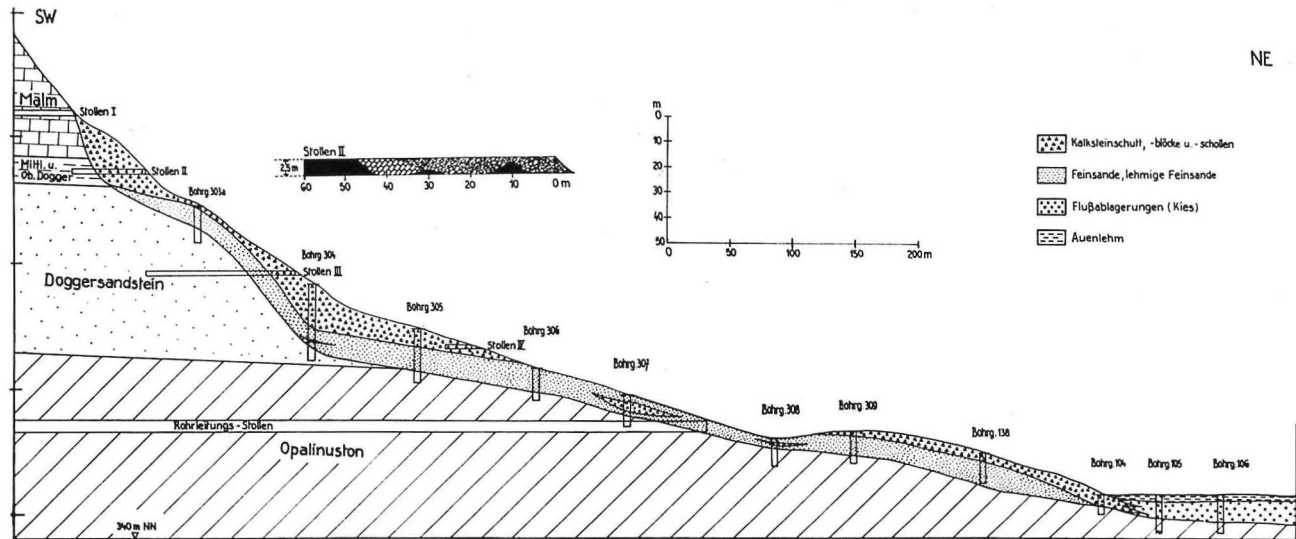


Abb. 5. Gehängeschutt und Talablagerungen am Abhang des Deckersberges bei Happurg (aus Birzer 1963, Abb. 1)

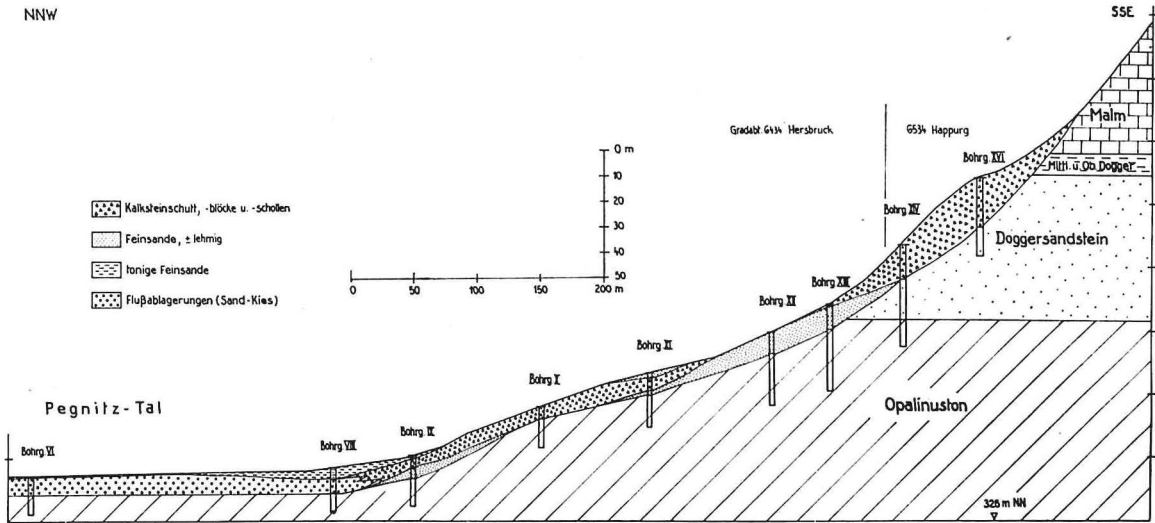
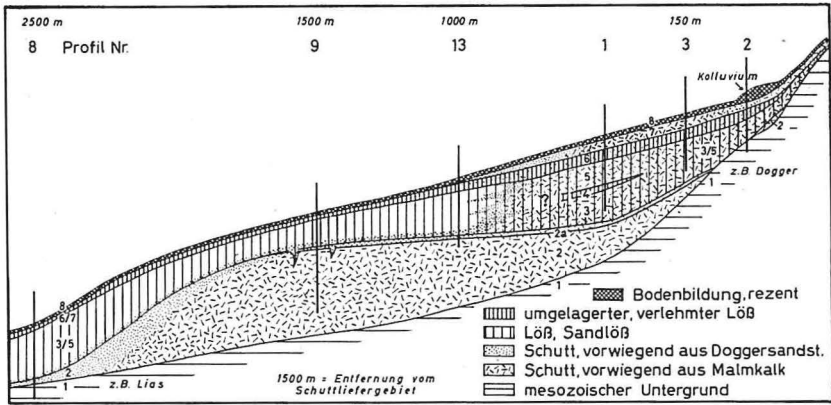


Abb. 6. Gehängeschutt und Talablagerungen am Abhang der Houbirg gegen das Pegnitztal
(aus Birzer 1963, Abb. 2)



1 = mesozoischer Untergrund 2 = vorlössisches Diluvium (Hauptzeit der Solifluktion) 2a = dessen ausklingende Phase 3-5 = Zeit der Lößsedimentation 4 = verlehmteter Löß in Oberlangheim 1 6-7 = Zeit der postlössischen Umlagerungen 7 = ohne nennenswerte Lößbeteiligung 8 = rezente Bodenbildung.

Schematische Darstellung der Quartärablagerungen im Sedimentationsbereich des Lösses am Rande der nördlichsten Frankenalb an Hand einiger Profile.

Abb. 7. Jungpleistozän der nördlichen Frankenalb der Malm-Schichtstufe (aus Schirmer 1967, Abb. 3)

postglaziale Zunahme der Wasserführung noch durch anthropogene Faktoren unterstützt wurde, ist im einzelnen schwer abzuschätzen. Es ist zu vermuten, daß mit Zunahme der Entwaldung infolge Rodungstätigkeit die Neigung zu Bergstürzen und Berggipfeln zugenommen hat (Daten dazu bei MÜLLER 1959). Sie sind normalerweise daran gut kenntlich, daß sie abrupt den jungpleistozänen Hangschuttdecken aufgesetzt sind. Jungpleistozäne Berggrutsche dagegen, gebildet zu Zeiten ausgeprägten Anfalls von Hangschutt, sind kontemporär von Hangschutt ummantelt und verhüllt (z. B. Osthang des Eggenbach-Tales, östlich Götzenhof, Bl. 6132 Buttenheim) oder ragen nur geringfügig aus dieser Hülle hervor (Westhang der Ehrenbürg, Bl. 6232 Forchheim). Hier

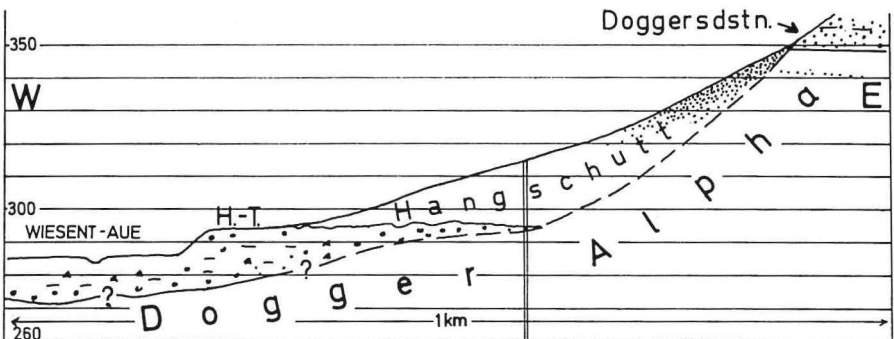


Abb. 8. Schemaskizze holozänen Hangschutts auf der Niederterrasse der Wiesent bei Pretzfeld (nach Birzer 1963 b)

würden detaillierte Bestandsaufnahmen vielerorts weiterführen, wie sie sehr erfolversprechend durch HÜTTEROTH (1968) am Hetzleser Berg (Bl. 6332 Erlangen Nord) begonnen wurden.

c) Kalktuffe

Kalktuffe des letzten Interglazials sollten zu den größten Seltenheiten gehören, da sie interglazialer Hangschuttbildung weitgehend zum Opfer gefallen sein dürften. Die Vermutung für interglaziales Alter besteht auch nur für ein einziges Vorkommen im Wiesenttal. Alle anderen beschriebenen Vorkommen sind offensichtlich postglazial (BRUNNACKER 1964). Das erhellt auch aus ihren Verbandsverhältnissen zu den jungpleistozänen Hangschuttmassen, denen sie weitgehend aufgesetzt sind.

4. Der Albkörper

a) Der kreidezeitliche Karst

Zwischen der Jura-Sedimentation und Neueinsatz von Sedimenten in der Oberkreide erlebte der Albkörper eine Verkarstungsepoche während der Unterkreide (vor 130 bis 90 Mill. Jahren). Die Majorität der Karstformen in der nördlichen Frankenalb verdankt ihre Grundanlage dieser 40 Mill. Jahre währenden Festlandsepoche. Infolge nur geringer epirogenetischer Exposition zum Vorfluter beschränkte sich die Abtragsleistung auf tiefe Verkarstung der Malmtafel. Die unterirdischen Gerinne dieses Verkarstungsprozesses reichen zum Teil bis unter das Niveau der heutigen Flußsohlen (z. B. Pegnitz; SPÖCKER 1950). In der Oberkreide (90 bis 60 Mill. Jahre) wurde der verkarstete Albkörper mit tonig-sandigen Sedimenten zugeschlämmt und eingedeckt. Die Verfüllungen der Karstgerinne sind gleichfalls aus Bohrungen bekannt (Pegnitztal; SPÖCKER 1950). Diese Sediment-Plombierung mit maximal einigen hundert Metern von Osten angelieferter Oberkreidesedimente erreichte bis Ende der Oberkreide ihren Höhepunkt. Während des Tertiärs war unser Gebiet Abtragungsareal. Die epirogenetische Exposition war in der nördlichen Frankenalb indes nicht so intensiv, daß vor Ende des Tertiärs der altangelegte Karst erneut freigelegt wurde. Im Gegensatz zur südlichen Frankenalb kennen wir keine Spaltenfüllungen mit tertiären Wirbeltierresten, die sich bei freiliegendem Karst in der nördlichen Alb auch hätten bilden können. Wir müssen eine bis ans Ende des Tertiärs weithin intakte Plombierung mit Oberkreidesedimenten annehmen (DEHM 1961 b; SCHRÖDER 1968 b), die höchstens im Bereich der Urmain-Zuflüsse (nordöstlich Nürnberg) linear zerschlitzt war. Erst Ende des Tertiärs wird der Karst exhumiert.

Die Verfüllungen der Gerinne mit Kreidesedimenten werden ausgespült und machen jüngerer Verfüllung Platz. Die älteste Wirbeltierfauna in den jüngeren Füllungen datiert aus dem Altquartär (Moggast/Bl. Ebermannstadt; HELLER 1967; nach mündlichen Mitteilungen von Prof. HELLER, Erlangen, und Dr. O. FEJFAR, Prag, ist oberpliozänes

Alter möglich). Frühestens seit dem Oberpliozän ist mit ausgedehnterem Durchbruch der Kreideplombierung und beginnender Einschneidung eines Talnetzes zu rechnen. Wir müssen daraus epirogene Erosionsbelegung deduzieren. Mit dem Tieferschneiden der Flußbetten seit dem hohen Pliozän bis Altquartär wurden auch tiefer gelegene, altangelegte Karstgerinne freigespült und neuer Füllung zugänglich. Daraus resultiert, daß gemeinhin die Höhlenfüllungen um so jünger sind, je näher sie der heutigen Talsohle liegen. Die Einschneidungsleistung erreicht am Ausgang des Wiesentales (Bl. Ebermannstadt) gut 150 bis 180 m seit der Wende Tertiär/Quartär (Abb. 4).

Die Kreidebedeckung ist infolge der jungen Hebung des Albkörpers ostwärts zurückgewichen. Im Kern der Frankenalbmulde (z. B. Bl. Auerbach) wird Unterkreide-Karst derzeit aus seiner Plombierung exhumiert. Hier liegt fast unverfälschter Karstformenschatz der Unterkreide vor. Es wäre lohnend, hier Untersuchungen anzusetzen zum Vergleich mit dem westlichen Albrand, wo eine Überformung des Karstes unter quartärem Klima hinzukommt. Ansätze solcher Untersuchungen liegen durch TILLMANN (1967) auf Blatt Auerbach vor. Moderne Bearbeitungen des Paläo-Karstformenschatzes wären überaus wünschenswert.

Im Karstkörper der Frankenalb ist kreidezeitliche und quartäre Prägung innig miteinander verflochten. Vom Eingang einer Karsthöhle hoch über dem Wiesental übersieht man Elemente der Landschaftsformung, die um rund 100 Mill. Jahre im Alter divergieren.

Die unterirdischen Karstgerinne sind auf die Einkippung der Frankenalbmulde eingestimmt und nicht auf das quartäre Flußnetz. Daraus resultieren die Divergenzen zwischen Abfluß im Karst und Vorfluter (SCHNITZER 1967; SCHRÖDER 1968 b).

b) Die „Albüberdeckung“

In der auf geologischen Karten unterschiedenen „lehmigen“ und „sandigen Albüberdeckung“, die den dominierenden Flächenanteil auf der Alb einnimmt, mischen sich tonige und sandige Residuen der ehemaligen Kreidebedeckung vor allem mit Löß (SCHIRMER 1967; TILLMANN 1967). Nachweislich hoch (TILLMANN 1967) ist der Anteil von wärmzeitlichem, periglazialen Wanderschutt in manchen Bereichen. Kriterien für tertiäre Bodenbildungen sind bislang nirgends eindeutig zu erbringen (vgl. SCHRÖDER 1968 b). Detaillierte Untersuchungen wären sehr zu wünschen.

5. Überlegungen zur Flußgeschichte von Main-Regnitz

a) Der tertiäre Ur-Main

Für Details in größerem Rahmen sei auf SCHRÖDER (1968 b) verwiesen. Hier soll nur in Kürze das Wichtigste rekapituliert und durch neuere Befunde erweitert werden. Die Obere Meeresmolasse (Burdigal, tieferes Miozän, etwa 25 Mill. Jahre) ingrediert in Südfranken in tief eingeschnittene Talzüge, die zu einem südwärtigen Entwässerungsnetz

gehören. Dazu gehört auch das Flußsystem, das unter dem Namen *Ur-Main* durch seine Lydit-Führung eine Nord-Süd-Ausrichtung belegte. Entgegen bisheriger Ansicht dürfte dieser *Ur-Main*, dessen Lydit-Führung zwischen Nürnberg und dem Ries reichlich belegt ist, nicht über die Regnitztalfurche von Bamberg her gekommen sein. Einzelvorkommen von Lydit-Schottern am Pegnitztal und im Zentrum der Alb an der Wiesent (MEYER 1964) lassen ebenso wie die verstreuten Vorkommen bis in Richtung Erlangen (bei Büchenbach, westlich der Regnitz) eine Zufuhr der Lydit-Schotter über den Albkörper von Osten möglich erscheinen. Laufanschlüsse und -zusammenhänge sind dubios. BIRZER (1969) führte den Nachweis, daß diese Lyditschotter samt den Talformen südlich Treuchtlingen von Ries-Schutt begraben sind. Damit müßten sie jüngstenfalls obermiozänes Alter haben (etwa 15 Mill. Jahre). Zu der nach der Plombierung einsetzenden Verschüttungsphase gehören die obermiozänen Süßwasserkalke, die nordwärts bis Erlangen verbreitet sind. Der Verbleib etwaiger weiterer Lyditschotterzufuhren ist nicht zu belegen. BOLTEN und MÜLLER (1970) halten jüngeres Aufleben süd-wärtigen Lyditschottertransportes für möglich. Die Zeit zwischen Obermiozän und Oberpliozän (mindestens 6 bis 8 Mill. Jahre) ist derzeit das dunkelste flußgeschichtliche Kapitel, da wir keine Vorstellungen über das hydrographische Netz belegen können. Eine Entwässerung über das Main-System zum Rhein ist unwahrscheinlich, da erst zur Wende Plio-än/Quartär Geröllmaterial des ostbayerischen Unterbaues im Untermaingebiet nachzuweisen ist (KÖRBER 1962).

Derzeit herrscht noch völlige Unkenntnis über die Flußgeschichte zwischen dem Obermiozän und dem Ende des Plio-än. Vielleicht gehört ein Teil der Lydit-Schotter entlang dem Regnitzsystem in eine Verschüttungsphase nach Plombierung des Südabflusses. Das ist aber reine Mutmaßung.

Für den Abfluß sei auf Abbildung 9 verwiesen.

b) Zum Alter der Lydit-Schotter

Die Lydit-Schotter südwestlich Erlangen sind nach Lagerungsbeziehungen zur Oberterrasse der Regnitz, für die mindestens Riß-Alter zu postulieren ist (POLL u. SCHRÖDER 1971), in jedem Fall auch älter als die mindel-rißzeitliche Einschneidung der nord-tributären Tiefenrinne der Regnitz. Sie könnten jüngstenfalls zu einer mindelzeitlichen Auffüllung gleichsinnig zum heutigen Gefälle gehören.

Nach Verwitterungserscheinungen und Pollenbildern muß man auch bei Weißenburg mit mindestens rißzeitlichen Auffüllungen über Lyditschottern rechnen (RÜCKERT 1931/32, S. 18). Auch hier müssen die jüngsten Lyditschotter älter als Riß-Glazial sein.

Urtal I der Pegnitz bei Nürnberg (SPÖCKER 1968) mit mindestens mindelglazialer Füllung scheint nach persönlichem Eindruck im Gelände (vgl. Kap. 2 c) jünger als die Reichelsdorfer Schotter zu sein, deren Konnex zu Lydit-Schottern nicht ganz klar ist. Sollte er bestehen,

ist mindestens *Günz-Alter der jüngsten Lydit-Schotter* zu postulieren, andernfalls höheres Alter.

Jüngstmögliches Alter und Laufzusammenhänge für die Herkunft der Lydit-Schotter — vor allem zwischen Erlangen und Nürnberg — sind nach wie vor ungeklärt³.

c) Entwicklung der Regnitz

Die sauberste Indizienlösung sähe momentan so aus:

(1) Lydit-Schotter bis ins Obermiozän nach Süden aus Ur-Pegnitz und Ur-Wiesent. Plombierung der Täler durch Riesschutt, Aufschüttung.

(2) Obermain liefert seit Endpliozän Lydite (teils vom Werragebiet?) aus dem heutigen Obermain.

(3) Nürnberger Becken seit Günz-Mindel-, eventuell erst seit Mindel-Riß-Eintiefung nach Norden angeschlossen.

Im Rahmen einer starken, vielleicht erst mindel-rißinterglazialen Einschneidung verbanden sich eventuell ein main-tributärer Süd-Nord-Fluß, der bei Bamberg in den Main mündete, und ein nord-süd-tributärer Fluß, der etwa bei Forchheim mündete, zu dem heutigen Regnitzlauf zwischen Erlangen und Bamberg. Vielleicht haben in diesem Spiel die obermiozänen Talformen leitende Bedeutung.

6. Rückverlegung der Schichtstufen seit dem Jungtertiär

In Abbildung 9 ist der Versuch unternommen, die Position der extremen Auslieger innerhalb der Jura-Schichtstufen für das höhere Miozän — etwa vor 10 Mill. Jahren — zu skizzieren. Über die Möglichkeit der Existenz von Schichtstufen unter tertiärem Klima sowie über die Talformen vergleiche SCHRÖDER (1968 b).

a) Tertiärer Restschutt

Der Restschutt mit Liassandsteinen (BIRZER 1936; HAARLÄNDER 1966 a, b, c; LANG 1939) und lokal sogar Doggersandstein (HAARLÄNDER 1966 c) ist älter als die Oberterrasse der Regnitz, wahrscheinlich sogar älter als die nächstälteren Terrassenstümpfe. Andernfalls müßten sie als Grobanteile in den Terrassen viel häufiger sein — bei Erlangen fehlen sie zum Beispiel total in der Riß-Terrasse.

Die Verbreitung von resistenten Lias-Sandsteinen und auch Doggersandstein im sog. Restschutt auf der Steigerwaldfläche westlich der

3) Nach ihrer Gefällsrichtung von Süd nach Nord und ihrem Verband zur Riß-Terrasse bei Erlangen könnten die Lyditschotter zwischen Nürnberg-Erlangen jüngstenfalls in das Mindel-Glazial reichen, falls sie von einem nach Norden gerichteten Abfluß stammen. Ihr Fehlen zwischen Erlangen und Bamberg läßt sich schwerlich als Verdünnungseffekt durch Material der Nebentäler deuten. Hier liegt eine der unbefriedigendsten flußgeschichtlichen Verknüpfungen des gesamten Gebietes. Südwärtiger Abfluß des „Urmain“ über die „Urrednitz“ (Brunnacker 1970) ist einstweilen noch bis zum Übergang Tertiär/Altquartär nicht auszuschließen (vgl. Rückert 1931/32 und Brunnacker 1970, S. 14—15 u. Tab. 1).

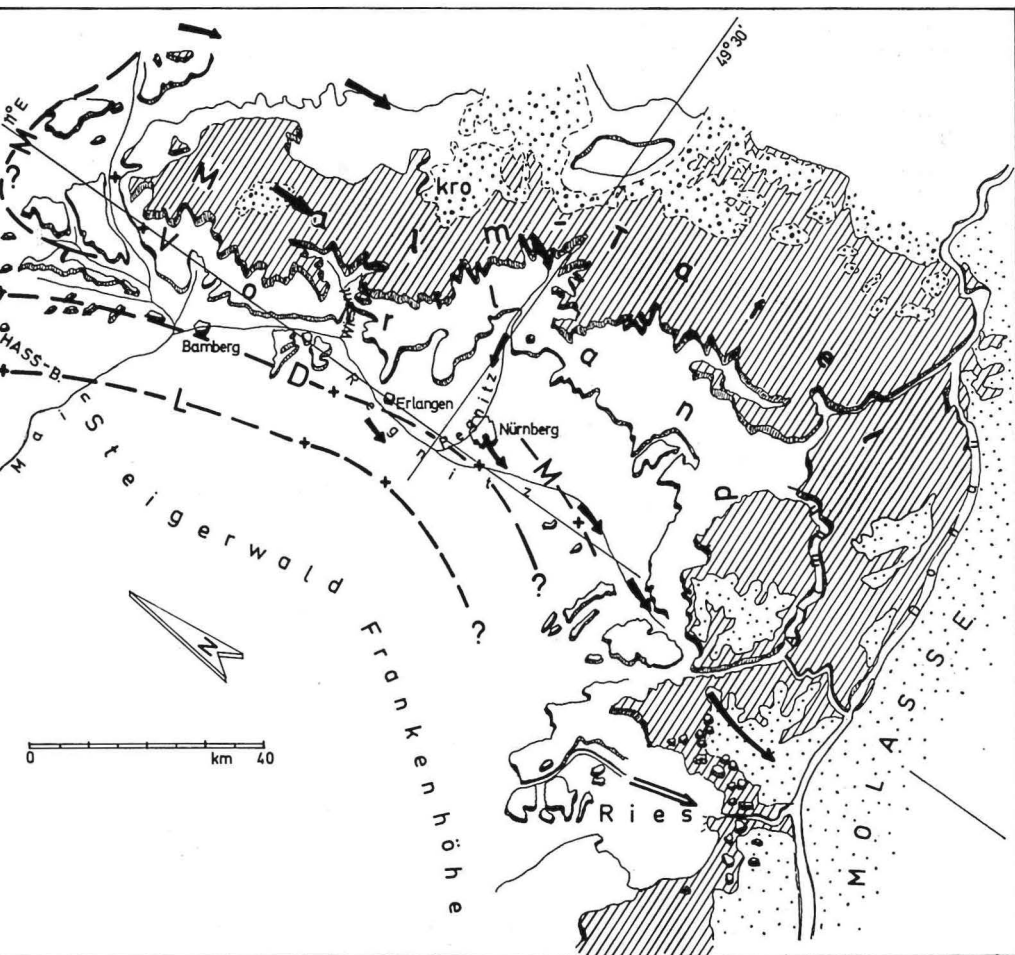


Abb. 9. Übersichtskarte mit Simsens des Albraufes und der Rät-Kante

Erläuterungen: kro = Verbreitung klastischer Oberkreide. Schwarze Pfeile: Lydit-Zufuhren des „Ur-Mains“ und Laufrichtungen im Obermiozän. Ur-Wörnitz mit hohlem Pfeil markiert. Fette Linien: Mutmaßlicher Rand von Ausliegern im Obermiozän, L = tiefer Lias (Angulaten-Sandstein), D = Dogger Beta (Sandstein), M = Malm. Kreuze = wichtige Belegpunkte.

Regnitz fügt sich am besten in eine obermiozäne bis pliozäne Ausdehnung der Jura-Auslieger. Auf jeden Fall scheint dieser Restschutt *viel* älter zu sein als die mindestens mindel-rißzeitliche Eintiefung der Regnitzrinne.

Wir müssen uns von dem Gedanken frei machen, daß das tertiäre Klima die Überlieferung von Restschutt unmöglich mache. Selbst chemisch sehr empfindliche Malmkalke sind belegtermaßen überlieferungs-

fähig. Die Malm-Scherben im obermiozänen Süßwasserkalk bei Georgensmünd (RÜCKERT 1931/32) belegen, daß auch im Tertiär Malm-schutt bei geeignetem Relief bis in die auf Keuperuntergrund sedimentierten Süßwasserkalke abwandern konnte. Schlüsse über Malm-Auslieger und Ausdehnung der Süßwasserkalke in dem bis auf den Keuper eingetieften Nürnberger Becken finden sich bei BIRZER (1969) und SCHRÖDER (1968 b).

Aus der bekannten Jura-Verbreitung unter der tertiären Füllung des Oberrheingrabens wie aus Dogger-Einschlüssen im frühtertiären Katzenbuckelvulkan errechnet sich eine mittlere Rückverlegung der Juraverbreitung von 160 km in ca. 60 Mill. Jahren (im Mittel etwa 2 bis 3 km pro 1 Mill. Jahre). Im Mittel 40 km Rückverlegung der Lias-Verbreitung seit dem Obermiozän (15 Mill. Jahre) korrespondiert auffallend gut damit. Auch die mittlere flächenhafte Tieferlegung korrespondiert in beiden Fällen (etwa 10 m in 1 Mill. Jahren). Mit diesen Mittelwerten verglichen müßte der Restschutt von Doggersandstein auf Burgsandstein westlich der Regnitz (Bl. Röttenbach, HAARLÄNDER 1966) nach seiner Distanz zum heutigen Ausbiß im Mittel 3 bis 5 Mill. Jahre, nach seiner Tieferprojektion im Mittel 15 Mill. Jahre alt sein können. Ähnliche Werte ergeben sich für den Lias-Restschutt (Bl. Herzogenaurach, BIRZER 1936; Bl. Höchststadt a. d. Aisch, HAARLÄNDER 1966). Das sind nur mittlere, grobe Taxwerte, die in Abhängigkeit von epirogenem Eigenleben sicherlich nicht uneingeschränkte Bedeutung haben und auch nicht unbeschränkt übertragbar erscheinen.

Grob extrapoliert könnte der Lias im Obermiozän mit Ausliegern bis zum heutigen Rand von Steigerwald und Frankenhöhe westwärts gereicht haben.

b) Quartärer Restschutt

In den maximal obermiozänen, minimal günzzeitlichen Reichelsdorfer Schottern bei Nürnberg kommen sicherlich in großer Menge Gerölle von Doggersandstein vor (SPÖCKER 1968), in geringer Menge auch in der Füllung von Urtal I (Umlagerung fraglich). Spätestenfalls im Günz-Glazial, wahrscheinlich aber vorher, standen südlich von Urtal I noch 250 bis 270 m Schichtengebäude über dem derzeitigen an, nach Gefälle der Seitentäler vermutlich in nur 3 km Entfernung (SPÖCKER 1968). Die seitherige Rückverlegung des Doggers um mindestens 15 km (Zeitraum zwischen 10 und 0,5 Mill. Jahren) läßt einen breiten Spielraum der Rückverlegung zu, schnellstenfalls von 30 km in 10 Mill. Jahren, langsamstenfalls in der Größenordnung der durchschnittlichen tertiären Rückverlegung (Kap. 5 a).

Um mutmaßlich quartären Restschutt handelt es sich bei den Doggersandsteinblöcken unter wahrscheinlich Würm-Löß am Rathsberger und Kalchreuther Höhenzug bei Erlangen (Bl. Erlangen Nord, SCHRÖDER 1968 a; Bl. Erlangen Süd, HAARLÄNDER 1966 b). BRUNNACKER (freundl. mündl. Mitt.) meldete ernste Bedenken an, diesen Restschutt dem Früh-Würm zuzuordnen und damit für beide Höhenzüge im Früh-

Würm 100 m mehr Schichtengebäude abzuleiten (SCHRÖDER 1968 b). Im Extrem gerechnet ergäben sich für Ausliegersporne von Doggersandstein auf diesen beiden Höhen 100 m Tieferlegung und 5 km Rückverlegung in etwa 70 000 Jahren.

c) Raten der Verlegung

Die nach Daten noch am besten gesicherte Rückverlegung des Albrandes zwischen Grabfeld und Main (SCHRÖDER 1965, 1968 b) ergibt aus den Sedimenteinschlüssen der mutmaßlich obermiozänen Vulkanruinen für den Lias 40 km, für den Dogger 20 km und für den Malm mindestens 5 km (SCHIRMER 1964; ROLOFF 1967) Rückverlegung, im Mittel also etwa 20 km in 10 Mill. Jahren. Das Mittel der flächenhaften Tieferlegung beträgt (Kutzenberg nach ROLOFF 1967; restliche Angaben nach SCHRÖDER 1965) für die Haßberge bis 600 m, für den Zeilberg über 180 m, für den Bramberg über 120 m und für den Kutzenberg über 350 m, im Mittel also etwa 30 m Tieferlegung in 10 Mill. Jahren. Ähnliche Werte erhält man in der bayerischen Oberpfalz (SCHRÖDER 1965) mit etwa 25 m flächenhafter Tieferlegung in 10 Mill. Jahren.

Mißt man daran die im Quartär nicht auszuschließenden, im einzelnen aber noch dubiosen Werte, so ist durchaus möglich, daß die Geschwindigkeit der Rück- wie der Tieferlegung im kaltzeitlich geprägten Quartär gegenüber dem Tertiär bis zu einer Zehnerpotenz höher gewesen sein könnte. Wertvolle Vertiefung unserer Kenntnisse ist vor allem auf dem von BRUNNACKER (1970) beschrittenen Weg zu erwarten.

Literatur

- Birzer, Friedrich: Geologische Karte des Deutschen Reiches 1 : 25 000, Blatt Nr. 6431 Herzogenaurach, mit Erläuterungen. — München 1940.
- Birzer, Friedrich: Begrabene Talstücke der Pegnitz und Rednitz im Stadtgebiet von Nürnberg und Fürth. — Geol. Bl. NO-Bayern 7. 1957, S. 98—115.
- Birzer, Friedrich: Die Verlagerung des Schwabach-Tales in Erlangen. — Geol. Bl. NO-Bayern 13. 1963, S. 17—22. (1963 a)
- Birzer, Friedrich: Bohrung Dr. Sprenke, Pretzfeld (Landkreis Ebermannstadt). — Geol. Bl. NO-Bayern 13. 1963, S. 92. (1963 b)
- Birzer, Friedrich: Gehängeschutt und Talablagerungen bei Happurg (Lkr. Hersbruck, Mittelfranken). — Geologica Bavarica 53. 1964, S. 135—147.
- Birzer, Friedrich: Molasse und Ries-Schutt im westlichen Teil der Südlichen Frankenalb. — Geol. Bl. NO-Bayern 19. 1969, S. 1—28.
- Bolten, Rolf u. Dieter Müller: Das Tertiär im Nördlinger Ries und in seiner Umgebung. — Geologica Bavarica 61. 1970, S. 87—130.
- Brunnacker, Karl: Die Böden der Terrassen und der Flugsande im Regnitztal. — Geol. Bl. NO-Bayern 5. 1955, S. 71—77.
- Brunnacker, Karl: Die Geschichte der Böden im jüngeren Pleistozän in Bayern. — Geologica Bavarica 34. 1957.
- Brunnacker, Karl: Quartär. — In: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 500 000. 2. Aufl. München 1964. S. 230—243.
- Brunnacker, Karl: Reliktböden und Landschaftsgeschichte zwischen Frankenhöhe und Rednitz-Tal. — Geol. Bl. NO-Bayern 20. 1970, S. 1—17.

- Dehm, Richard: Über neue tertiäre Spaltenfüllungen des süddeutschen Jura- und Muschelkalkgebietes. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Pal. hist. Geol. 1. 1961, S. 27—56. (1961 a)
- Dehm, Richard: Spaltenfüllungen als Lagerstätten fossiler Landwirbeltiere. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Pal. hist. Geol. 1. 1961, S. 57—72. (1961 b)
- Dehm, Richard: Über den Weinheimer Ovibos-Fund und die Nieder-Terrassen-Sande. — Mitt. Bayer. Staatsslg. Pal. hist. Geol. 6. 1966, S. 143—153.
- Freyberg, Bruno v.: Zwei Schuttgenerationen auf Oberem Dogger bei Ebermannstadt. — Geol. Bl. NO-Bayern 14. 1964, S. 30—31.
- Fuchs, Bruno: Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 6632 Schwabach, mit Erläuterungen. — München 1957.
- Haarländer, Wilhelm: Geologie des Blattes Röttenbach. — Erlangen 1955 (Erlanger geol. Abh. 13).
- Haarländer, Wilhelm: Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 6231 Adelsdorf, mit Erläuterungen. — München 1966. (1966 a)
- Haarländer, Wilhelm: Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 6432 Erlangen Süd, mit Erläuterungen. — München 1966. (1966 b)
- Haarländer, Wilhelm: Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt. Nr. 6331 Röttenbach, mit Erläuterungen. — München 1966. (1966 c)
- Haarländer, Wilhelm: Ein begrabenes Talstück der Regnitz bei Mannhof-Stadeln. — Geol. Bl. NO-Bayern 20. 1970, S. 51—60.
- Heller, Florian: Jüngstpliozäne Knochenfunde in der Moggaster Höhle (Fränk. Schweiz). — Cbl. Mineral. usw., Abt. B. Stuttgart 1930, S. 154—159.
- Heller, Florian: Die Erforschung des Höhlendiluviums in der nördlichen und mittleren Frankenalb. — Jh. Karst- u. Höhlenkunde 7. 1967, S. 45—66.
- Hoffmann, Dietrich: Die Fortsetzung des Staffelsteiner Grabens nach Nordwest über den Main. — Diss. Erlangen 19i67 (Auszug in: Geol. Bl. NO-Bayern 17. 1967, S. 194—203).
- Hütteroth, Wolf-Dieter: Morphographische Skizze des nordwestlichen Hetzleser Berges. — In: Erläuterungen zur Geol. Karte 1 : 25 000 Bayern, Bl. 6332 Erlangen Nord. München 1968. S. 69—72.
- Körber, Herbert: Die Entwicklung des Maintals. — Würzburg 1962 (Würzburger Geogr. Arb. 10).
- Kohl, H.: Quartär und Hydrogeologie des Linzer Raumes. — In: Geologie und Paläontologie des Linzer Raumes, Katalog 6, Stadtmuseum Linz. Linz 1969, S. 71—88.
- Koschel, Reinhardt: Geologische Aufnahme des Kartenblattes Nr. 6031 Bamberg-Nord. — Dipl.-Arb. Erlangen 1967.
- Koschel, Reinhardt: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 6031 Bamberg-Nord. — München 1971.
- Lang, Martin: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Bamberg-Süd Nr. 6131. — München 1939.
- Meyer, Rolf: Geologische Untersuchungen auf Blatt Hollfeld/Ofr. — Zulassungs-Arb. f. d. Höh. Lehramt. Erlangen 1964.
- Müller, Klaus Walter: Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 6233 Ebermannstadt, mit Erläuterungen. — München 1959.
- Poll, Kurt u. Bernt Schröder: Zum Alter der Oberterrasse der Regnitz bei Erlangen. — Geol. Bl. NO-Bayern 21, 1971 (im Druck).
- Roloff, Achim: Die Geologie der Osthälfte von Blatt Ebensfeld (Nr. 5931). — Dipl.-Arb. Erlangen 1966.
- Rückert, Ludwig: Zur Flußgeschichte und Morphologie des Rednitzgebietes. — Sitz.-Ber. Phys.-med. Soz. Erlangen 63/64. 1931/32.

- Schirmer, Wolfgang: Stratigraphie, Tektonik und Quartärgeschichte des Gebietes um Lichtenfels/Ofr. — Diss. Erlangen 1966 (Auszug in: Geol. Bl. NO-Bayern 17. 1967, S. 57—70).
- Schmidtil, Ernst: Zur Kenntnis der Diluvialterrassen am oberen Main zwischen Rodach und Regnitzmündung. — Sitz.-Ber. Phys.-med. Soz. Erlangen 50/51. 1918/19, S. 33—71.
- Schnitzer, Walter Alexander: Ergebnisse und Erfahrungen bei Markierungsversuchen im Karst der nördlichen Frankenalb. — Jh. Karst- u. Höhlenkde. 7. 1967, S. 19—27.
- Schröder, Bernt: Tektonik und Vulkanismus im oberpfälzer Bruchschollenland und fränkischen Grabfeld. — Erlangen 1965 (Erlanger geol. Abh. 60).
- Schröder, Bernt: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 6332 Erlangen Nord. — München 1968. (1968 a)
- Schröder, Bernt: Zur Morphogenese im Ostteil der Süddeutschen Scholle. — Geol. Rdsch. 58. 1968, S. 10—32. (1968 b)
- Schröder, Bernt: Fränkische Schweiz und Vorland. — Stuttgart 1970 (Samml. geol. Führer 50).
- Spöcker, Richard: Das Obere Pegnitz-Gebiet. — Mitt. dt. Ges. Karstforsch., Sonderbeilage 1950.
- Spöcker, Richard: Der Untergrund von Nürnberg. — Nürnberg 1964.
- Spöcker, Richard: Neues über den Untergrund von Nürnberg. — Jber. Naturhist. Ges. Nürnberg 3. 1968, S. 19—24.
- Tillmann, Heinz: Die pleistozäne Landschaftsentwicklung in NO-Bayern. — In: Tillmann, Heinz u. Walter Treibs: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 6335 Auerbach. München 1967, S. 137—140.
- Ulrichs, Max: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 6533 Röthenbach a. d. Pegnitz. — München 1968.