LXV. Bericht Naturforschende Gesellschaft Bamberg, Seite 77-114, 1990

EINE STRUKTURANALYSE DES OBSEQUENTEN MAINVERLAUFS ZWISCHEN STEIGERWALD UND HASSBERGEN

von

Manfred Fürst und Udo Krause

mit 16 Abbildungen

Anschrift der Autoren:
Prof. Dr. Manfred Fürst, Dr. Udo Krause
Institut für Geowissenschaften der Johannes Gutenberg-Universität Mainz,
Saarstraße 21, 6500 Mainz

Zusammenfassung

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der Süddeutschen Schichtstufenlandschaft im Bereich des Maindurchbruchs durch Steigerwald und Haßbergen. Es baut sich aus Gesteinen des Mittleren und Oberen Keupers sowie des Lias im Osten auf. Die Schichten fallen generell nach E ein, während der Main nach WNW fließt.
Die bislang noch nicht kartierten Schichtfolgen des Mittleren Keupers wurden aufgenommen und durch Profilkorrelationen definiert.

Gefügekundliche Untersuchungen und linearanalytische Auswertungen auf konventionellen Luftbildern weisen Streichrichtungsmaxima in NS - und EW - Richtung auf; sie werden als Scherklüfte interpretiert. Größere Lineationen der Satellitenbildauswertung koinzidieren bevorzugt mit den Talrändern des Gewässernetzes.

Der Maindurchbruch ist durch eine signifikante Störungszone, die im Westen als Graben kartiert wurde, charakterisiert. Sie stellt die Fortsetzung der Bad Kissingen - Haßfurter Störung dar und wird jetzt als Bad Kissingen - Bamberger Störungszone definiert.

Das neozoische "Suturing" der Afrikanischen mit der Eurasischen Platte verursachte nördlich des Alpenkörpers in der Süddeutschen Großscholle ein Spannungsfeld, das durch intraplattentektonische Bewegungen kompensiert und abgebaut wurde. Die nach NW gerichtete Druckspannung führte zu ihrer Hebung und Zerstückelung, wodurch die Laufrichtung des Mains umgelenkt und als resultierendes dominierendes Trennflächensystem die generell WNW/ESE streichende Bad Kissingen - Bamberger Störungszone geschaffen wurde, die der Main für seine neue Laufrichtung benutzte und ausräumte.

Abstract

The area of investigation is located in the cuesta landscape of Southern Germany in the area of the Main river gorge through the Steigerwald and the Haßberge. The mapped area is composed of Middle and Upper Keuper rocks and Liassic rocks to the East. The strata are inclined towards the E whereas the Main flows to the WNW.
The sequences of the Middle Keuper not yet mapped till now have been investigated and defined by correlated sections.

Structural investigations and linear analysis of conventional aerial photographs produce maxima of strike directions in NS and EW direction. They are interpeted as shear joints. Major lineaments of satellite images predominantly coincide with vally borders of the aquatic system.

The Main river gorge is characterized by a significant fault zone, which is, in the west, mapped as a graben. It is the continuation of the Bad Kissingen - Haßfurter fault zone and is now defined as Bad Kissingen - Bamberger fault zone.

North of the Alps in the Franconian Plate the Neozoic "suturing" of the African and the Eurasian Plate produced a stress field, which was compensated and relaxed by intraplate-tectonic movements. Since the younger Tertiary, the Franconian Plate experiences NW-oriented compressive stress, which resulted in its uplift and fragmentation, whereby the direction of stream of the Main was turned round and the generally WNW/ESE striking Bad Kissingen - Bamberger fault zone as a resulting prevailing joint system was produced, which was used by the new stream course of the Main and consequently eroded.

1. Einleitung

1.1 Zum Kenntnisstand der jüngeren Landschafts- und Flußgeschichte in Franken

Im Altpleistozän, nach der Arvernensis - Zeit, erfolgten im Rhein - Main - Gebiet großräumige Absenkungen. Der Rhein wurde nach Norden umgelenkt. Im Bereich Odenwald/Spessart ist durch rückschreitende Erosion das Arvernensisstrom - Laufstück Aschaffenburg - Miltenberg erreicht (RUTTE, 1983) und die ursprüngliche Laufrichtung nach Süden umgedreht worden. Es folgte die Querverbindung von Miltenberg nach Gemünden zum Talzug des Werdenfelder Flusses Gemünden - Ochsenfurt, so daß auch dieser Flußlauf umgelenkt wurde. Nach RUTTE (1983) sind diese Vorgänge nicht durch die regionale Tektonik allein zu erklären.

Noch im Jungtertiär flossen die Wässer Nordbayerns nach Süden in das Molassebecken (SCHRÖDER, 1968 a,b, 1971), wobei ungeklärt ist, ob der damalige Urmain das jetzige Regnitz - Tal ab Bamberg nach Süden benutzt hat (Abb. 1) Lyditgeröllvorkommen bei Hollfeld könnten darauf hinweisen, daß der Urmain in seiner ersten Phase den Weg über die Frankenalb gesucht hat. Nach SCHRÖDER (1968 b) fehlen Lydit - Schotter auf primärer oder sekundärer Lagerstätte zwischen Bamberg und Erlangen.
BRUNNACKER (1973) sieht den wechselvollen Werdegang der Landschaft in Zusammenhang mit prä - riesischen Krustenbewegungen, die tiefe Täler in die Landschaft zogen. Teile der süddeutschen Großscholle wurden gehoben, wobei der aufgekippte Bereich südlich der Frankenalb - oder in einem Areal noch näher an den Alpen gelegen - die südliche Begrenzung darstellte.

Mächtige Sandakkumulationen im Raum Nürnberg weisen auf ein dortiges nördliches Gegenscharnier hin (BIRZER, 1931). Infolge der Erosion und Denudation wurde die weite Keuperfläche freigelegt. Diese Vorgänge bewirkten das sukzessive Zurückverlegen der Keuperstufen nach Osten. Geköpfte Täler, wie z.B. das des Aurachtals (Abb. 2) , belegen die fortschreitende Rückverlegung der Schichtstufenlandschaft, wie auch Reste von Angulatensandstein in pleistozänen Terrassen weit westlich der rezent anstehenden Vorkommen.

1.2 Problemstellungen

Ausgehend von dem oben vorgestellten Kenntnisstand sollte abgeklärt werden, warum der Main bei Bamberg seinen von Norden kommenden Lauf geändert hat und von dort in Richtung WNW durch Steigerwald-Haßberge fließt. Da das generelle Schichteneinfallen beiderseits des Mains nach Osten gerichtet ist, fließt der Main entgegen dem Schichteneinfallen obsequent durch die Schichtstufenlandschaft, während alle anderen benachbarten Gewässer - so die Aurach, Rauhe Ebrach und die Lauter, um nur einige zu nennen - konsequent der strukturellen Abdachung nach Osten bis Südosten folgen (Abb. 2).

Die stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse vom Maindurchbruch zwischen Steigerwald und Haßbergen sind von KRAUSE (1990/1991) abgehandelt worden. Ausgehend von diesen Resultaten, die in geraffter Form dargestellt werden, sollen im Nachfolgenden regionale Gesichtspunkte über die Streßbeanspruchung der Süddeutschen Großscholle Beachtung finden.

1.3 Anerkennungen

Die Autoren sind den Herren Dr.H.Haunschild und Dr.R.Streit vom Bayerischen Geologischen Landesamt sowie der Autobahndirekton Nordbayern und dem Bohrunternehmen Osel & Sohn, Bamberg, für die Bereitstellung von Unterlagen zu besonderem Dank verpflichtet

2. Regionalgeologische Position

Das Untersuchungsgebiet liegt im Fränkischen Schichtstufenland, und zwar vornehmlich im Ausstrichbereich des Mittleren und Oberen Keupers; im Osten, längs des Mains und der Regnitz, ist Rhätolias mit den untersten Einheiten des Lias - in Synklinalposition - verbreitet. Regional betrachtet fallen diese Formationen im allgemeinen mit 0,5° bis maximal 3° nach Osten zum Muldenzentrum der nördlichen Frankenalb ein, die in ihrem Kern von oberjurassischen Einheiten aufgebaut ist. Das Bearbeitungsgebiet hat deshalb eine externe Flankenposition. Das so einheitlich erscheinende Strukturbild ist lokal jedoch sehr differenziert, wie die Streichlinienkarte (Abb. 11) verdeutlicht.

3. Lithostratigraphische Kurzcharakteristik (Abb.3)

3.1 Mittlerer Keuper

Myophorienschichten

Die Myophorienschichten sind die ältesten anstehenden Gesteine des Arbeitsgebietes. Sie liegen in Beckenfazies vor und bestehen überwiegend aus graubraunen, rotbraunen, grauen, grüngrauen und roten, siltigen, untergeordnet feinsandigen Tonsteinen, sogenannten Letten, die von einzelnen Steinmergelbänken und bis zu 0.45 m messenden Gipsbänken durchsetzt sind. Durch die Bleiglanzbank sind sie in die Unteren- und Oberen Myophorienschichten untergliedert. Die obere Begrenzung der Myophorienschichten wird durch die Unterkante der Corbula - Acrodusbänke markiert. Allein die Oberen Myophorienschichten bilden ein ca. 50 - 55 m mächtiges Schichtpaket.

Estherienschichten

Sie sind ebenfalls in Beckenfazies ausgebildet und werden im Hangenden durch den Schilfsandstein begrenzt. Corbula- und Acrodusbank bilden zusammen die Stirnfläche einer kleinen Schichtstufe. Über ihnen lagert ein im allgemeinen ca. 45 - 50 m mächtiges Schichtpaket aus roten, rotbraunen und grauen, oft siltigen Tonsteinen, unterbrochen von Steinmergelbänken und untergeordnet von Gipseinschaltungen. Die Mächtigkeit dieser Einheit kann deutlich geringer sein, wenn der Schilfsandstein in Flutfazies ausgebildet ist. KANZ (1983) hat die Tonsteine mineralogisch untersucht, eine Untergliederung führte WASSERBAUER (1983) anhand von Farbmessungen und der bis zu 30 cm messenden Modiola - Bank durch.

Schilfsandstein

Er baut die Stirnfläche einer markanten Schichtstufe auf. Detaillierte Untersuchungen an Schilfsandstein - Vorkommen führte v.THÜRACH (1888), WURSTER (1964) sowie HAUNSCHILD, NITHACK & SALGER (1975) durch.

Der Schilfsandstein ist eine im Germanischen Becken überall auftretende Einheit, die in einem kontinentalen Flachmeer mit breiten sumpfigen Küstenzonen abgelagert wurde.

Es treten zwei Faziestypen auf: einerseits die sogenannte Normalfazies, eine Stillwasserbildung, andererseits die Flutfazies, eine typische Rinnenbildung. Deshalb hat der Schilfsandstein entsprechend seiner Normal - und Rinnenfazies eine Mächtigkeit von 12 bis 24 m.
Die sehr gute Sortierung und die ausgezeichnete Verarbeitungsmöglichkeit machten die feinkörnigen Sandsteine in der Vergangenheit zu einem begehrten Bildhauer - Sandstein (FÜRST, 1974; FÜRST & SANTOWSKI, 1985; QUEISSER, 1985,1988).

Lehrbergschichten
Darüber folgen die im Arbeitsgebiet ca. 35 m mächtigen Lehrbergschichten; sie bilden mit dem Blasensandstein im Hangenden eine ausgeprägte Schichtstufe, wobei die Lehrbergschichten die Stufenlehne und der Blasensandstein die Stufenstirn darstellen. Die Lehrbergschichten bestehen vornehmlich aus roten und rotbraunen, z.T. siltigen Tonsteinen. Ihre Basis ist häufig durch eine Wechselfolge von blaugrauen mit roten Tonsteinen gekennzeichnet. Am Köpf der Einheit bilden die Lehrbergbänke, zwei bis drei geringmächtige, z.T. kavernöse, zellige Steinmergelbänke mit tonig - mergeligen Zwischenmitteln, einen charakteristischen lithologischen Leithorizont, der eine kleine Geländekante verursacht.

Blasensandstein im weiteren Sinn (i.w.S.)
Der Blasensandstein i.w.S. wird durch v.FREYBERG (1965) als die lithostratigraphische Einheit des Blasensandsteins im engeren Sinn (i.e.S.) zusammen mit der des Coburger Bausandsteins definiert.

a) Blasensandstein im engeren Sinn (i.e.S.)
Seine Mächtigkeit erreicht mit den eingelagerten Rinnenhorizonten ca. 50 m, in der Flächenfazies dagegen nur ca. 40 m. Der Blasensandstein besteht aus roten Tonsteinen und sehr unterschiedlich ausgebildeten Sandsteinen in Wechsellagerung(Abb.4). Seine Oberkante wird durch die Unterkante der unteren Werkbank des Coburger Bausandsteins markiert. In der Flächenfazies dominieren meist feinkörnige, dünnbankige bis plattige, z.T. kieselig gebundene Sandsteine mit löcherigem Habitus; in der Rinnenfazies südlich des Mains sind mittel- bis dickbankige, mittel- bis grobkörnige Sand-

steine mit graduierter Schichtung und engen bis weitspannigen Kreuzschichtungsblättern typisch.

b) Coburger Bausandstein

Darüber folgt der zwischen 15 - 20 m mächtige Coburger Bausandstein mit gutgeschichteten Folgen von Sandsteinen und Zwischenmitteln aus Sandschiefern, grüngrauen und roten Letten sowie ockerfarben verwitternden Karbonatbänken, nach v. FREYBERG (1965) Ockerbänke genannt (Abb.5). Grundlegende Arbeiten nördlich des Mains führte v.FREYBERG (1965) durch, mineralogische und geotechnische Untersuchungen haben SANTOWSKI (1984), FÜRST & SANTOWSKI (1985) sowie QUEISSER (1985) vorgenommen. Korrelationen südlich des Mains fehlten bislang.

Der Coburger Bausandstein ist im Arbeitsgebiet überwiegend in der sandigen Randfazies ausgebildet. Seine Beckenfazies lagert im NW des Arbeitsgebietes (MARIOLAKOS, 1969). Im Arbeitsgebiet sind fein- bis mittelkörnige, dickbankige bis massige, grauweiße, feldspathaltige Sandsteine typisch. Grüngraue Tongallen und Tonhäutchen sind kennzeichnend wie auch das silikatische Bindemittel.

Burgsandstein

Darüber folgt der ca. 110 m mächtige Burgsandstein, der sich nach v.FREYBERG (1955) , HAARLÄNDER (1955) und KOSCHEL (1970) mit Hilfe von Lettenhorizonten in den Unteren-, Mittleren- und Oberen Burgsandstein gliedern läßt. Seine Parallelisierung bereitet Schwierigkeiten.

Unterer Burgsandstein

Er weist eine Mächtigkeit von 40 - 45 m auf und bildet eine markante Schichtstufe, wobei die tonig - mergeligen Schichtglieder an der Basis die Stufenlehne, die darüber liegenden Sandsteine die Stufenstirn darstellen.

Graue, braune, z.T mergelige, schluffige Tonsteine mit Steinmergelbänken sowie untergeordnet Sandsteinbänkchen sind kennzeichnend für den unteren Bereich der Einheit im NW (Heldburgfazies). Nach SE nehmen vor allem im oberen Bereich die

Sandsteine der Nürnberger Fazies zu, die durch v.THÜRACH (1889) bei Viereth und Staffelbach beschrieben wurden. Die Oberkante dieser Bausandsteine stellt die Grenze zum Mittleren Burgsandstein dar (Abb.6). Die feldspathaltigen Sandsteine des Unteren Burgsandsteins sind meist mittel- bis grobkörnig und von meist lockerer, toniger Anlagebindung; karbonatisch gebundene Sandsteine treten untergeordnet auf.

Mittlerer Burgsandstein

Darüber lagert die ca. 23 - 28 m mächtige Schichtfolge des Mittleren Burgsandsteins mit roten Letten an der Basis (Basisletten), karbonatischen Lagen und dolomitisch gebundenen Arkosen in der Mitte ("Dolomitische Arkose"), dem Unteren Zwischenletten (v.EDLINGER, 1959), sowie mittel- bis grobkörnigen, dickbankigen Sandsteinen oben. Die sehr harten und resistenten, dolomitisch gebundenen Arkosen, die von SANTOWSKI (1984) und QUEISSER (1985,1988) mineralogisch untersucht wurden, bilden eine Geländekante, ihre Oberkante ausgedehnte Verebnungsflächen. Nach WELTE (1962) ist das dolomitische Bindemittel ein unter aridem Klima gebildeter Spezialzement.

Oberer Burgsandstein

Er beginnt im Liegenden mit dem Oberen Basisletten, der eine kleine Verebnung verursacht. Darüber folgen meist mittel- bis grobkörnige Sandsteine mit z.T. stark kaolinisierten Feldspäten; untergeordnet sind rote und rotviolette, sandige Tonsteine zwischengeschaltet. Die Gesamtmächtigkeit des Oberen Burgsandsteins, der eine Schichtstufe bildet, beträgt ca. 30 m.

Feuerletten

Der Obere Burgsandstein wird durch die durchschnittlich 50 m mächtigen, roten, schluffigen Tonsteine des Feuerletten überlagert, in die horizontweise dolomitische und mergelige Kalkknollen und Steinmergelbänke zwischengeschaltet sind. Die Mächtigkeit dieser Einheit kann erheblich schwanken, da an der Grenze Feuerletten - Rhät Erosionsdiskordanzen auftreten können (KOSCHEL, 1970; RUTTE, 1981).

3.2 Oberer Keuper

Rhätolias

Den Oberen Keuper haben KRUMBECK (1936, 1940), LANG (1970) und KOSCHEL (1970) eingehend abgehandelt. Untersuchungen an den Werksteinen führten SANTOWSKI (1984) und QUEISSER (1986) durch.

Die im allgemeinen 30 - 40 m mächtigen Ablagerungen bauen zusammen mit dem Feuerletten die Rhätolias - Zeugenberge westlich von Main und Regnitz auf, wobei die dominierenden Sandsteine die Stirnfläche einer markanten Schichtstufe bilden. Insgesamt besteht diese lithologische Einheit aus einer Wechsellagerung zwischen dickbankigen bis massigen, mittel- bis grobkörnigen, gelblichen, kreuzgeschichteten Sandsteinen mit meist siltigen, bunten Tonsteinen.

3.3 Lias

Obere Hettang - Schichten

Die Unteren Hettang - Schichten sind auf den Rhätolias - Zeugenbergen westlich von Main und Regnitz nicht vertreten; lediglich Schichtglieder der Oberen Hettang - Schichten (Lias alpha 2, "Angulatensandstein") sind vorgefunden worden.

4. Tektonik

Die Ergebnisse der strukturgeologischen Untersuchungen gründen sich auf Aufnahmen und Auswertung der konventionellen Kartierung, des Kluftinventars sowie der photogeologischen Linearanalyse auf konventionellen Luft- und Satellitenbildern.

4.1 Gefügemessungen im Gelände

Die gefügekundlichen Untersuchungen wurden an 26 Lokationen vorgenommen, deren Positionen auf Abb. 11 angegeben sind. Zur Auswertung gelangten ca. 2650 Meßwerte. Die Kluftrose aller im Gelände eingemessenen Klüfte (Abb. 7) zeigt folgendes:

1.) Das Hauptstreichmaximum verläuft in EW - Richtung mit einer Streubreite von 80° bis 100°
2.) Das zweite Hauptmaximum streicht annähernd NS mit einer Streubreite von 0° bis 20°.
3.) Bei 30° - 40° befindet sich ein kleineres Nebenmaximum.

Großklüfte in NS - Streichrichtung bilden in zahlreichen Steinbrüchen großdimensionierte, über Zehner von Metern zu verfolgende, glatte, geradlinge Steinbruchwände. Senkrecht dazu treten offene Spalten auf. Der Schilfsandsteinbruch bei Sand am Main (Abb. 8) ist repräsentativ für das Gefügeinventar, wie es in zahlreichen anderen Aufschlüssen eingemessen wurde. Vergleicht man jedoch auf Abb. 11 die einzelnen Kluftrosen miteinander, so zeigen sich von Position zu Position erhebliche Unterschiede. So ist die Streichrichtung des südlichen Maintalrandes westlich der Einmündung der Regnitz in den Main in zwei Aufschlüssen durch Maxima vertreten. Auch die Talrichtung der Aurach ist durch Maxima in den dort aufgenommenen Kluftrosen angezeigt.

4.2 Die photogeologische Linearanalyse

4.2.1 Auswertung konventioneller Luftbilder

Die Luftbilder im Maßstab 1 23 000 bedecken ein ca. 330 km^2 großes Gebiet, über das ca. 30 000 Photolineationen verschiedenster Richtungen und Ausstrichlängen verteilt sind. Die Lineationskarte kann aus Platzgründen nicht publiziert werden.

Mit der statistischen Auswertung wurde durch Computerauszählung von Quadranten mit einer Kantenlänge von je 4 km flächendeckend das Untersuchungsgebiet analysiert (Abb. 9). Wenn man alle Lineationen in einer Sammelrose zusammenfassend betrachtet, so ergibt sich wie beim Kluftinventar ein Maximum in NS - Richtung mit einer Streuung zwischen 350° - 10° und ein zweites zwischen 60° bis 90°; jedoch zeigt sich, daß die Linearrosen je nach Position erheblich voneinander abweichen.

So ist nördlich der Einmündung der Regnitz in den Main und südwestlich davon die 45° - Richtung als erstes oder zweites Maximum vertreten. Auch das NNW/SSE - Azimut ist dort repräsentiert. In der Südostecke des Kartiergebietes dominiert hingegen die NS - und EW - Richtung.

Betrachtet man kritisch die statistische Auswertung der Lineationen, so darf festgestellt werden, daß durch die Summierung der verschiedenen Streichrichtungen innerhalb der Auszählungsquadranten meist keine signifikanten Ergebnisse zur Erkundung möglicher Talrandstörungen geliefert werden; aber die ermittelten Lineationsmaxima deuten, wie bei den Kluftmaxima, darauf hin, daß der tektonischen Ausgestaltung des Untersuchungsgebietes ein bestimmter regionaler Bauplan zugrunde liegt.

4.2.2. Satellitenbildauswertung

Nach KRONBERG (1988) ermöglicht die Auswertung von Satellitenbildern selbst in gut erforschten Gebieten neue Daten zur regionalen und überregionalen Bruchtektonik und deren Krustendeformation. Während die konventionellen Luftbilder eine Fülle von Detailinformationen liefern, zeigen Satellitenbilder durch den raffenden Effekt größere Zusammenhänge weit besser auf.

Ein Satellitenbild mit dem Aufnahmedatum 16.05.1985, Kanal 4, wurde auf den Maßstab 1 200 000 vergrößert und ausgewertet. Die größeren, länger aushaltenden Lineationen sind auf Abb. 10 dargestellt. Der westliche Maintalrand zwischen Baunach und Hallstadt ist an Lineationen gebunden.
Das Maintal zwischen Bamberg und Haßfurt läßt sich in 5 Abschnitte gliedern: Westlich von Bamberg, bei Viereth, ist der südliche Talrand durch eine Lineation mit nahezu EW - Streichen gekennzeichnet. Westlich von Viereth bis nach Stettfeld markieren zwei parallele Lineationen mit NNW - Streichen die beiden Talränder weitgehend. Zwischen Eltmann und Zeil ist der nördliche Talrand an eine vermutete Lineation (Flurbereinigung) gebunden, der südliche Talrand ist weitgehend durch sichere Lineare gekennzeichnet. Das Umbiegen des südlichen Talrandes südlich von Zeil in den nahezu EW - Verlauf ist wiederum durch Lineationen vorgeprägt wie auch der letzte Abschnitt

in Richtung Haßfurt nach NNW.

Nördlich des Mains wird der Talverlauf des Ebelsbaches sowie der Oberlauf der Lauter abschnittsweise tektonisch vorgezeichnet, wobei die NNW - Richtung dominiert. Die Lauter biegt in ihrem Unterlauf westlich von Baunach rechtwinklig dort um, wo Lineationen mit NNW - Streichen sich mit solchen der Gegenrichtung vergittern. Südlich des Mains ist der Talverlauf der Aurach weitgehend und der Rauhen Ebrach abschnittsweise von generell NW/SE streichenden Linearen vorgeprägt. Der westliche Talrand der Regnitz zwischen Bamberg und Strullendorf ist ebenfalls vorgezeichnet.

Wenn man die Ergebnisse der Satellitenbildauswertung der Abb. 10 insgesamt betrachtet, so ergibt sich, daß das fluviatile System von Main und Regnitz mit den Nebenläufen weitgehend an Lineationen gebunden ist. Diese Lineare repräsentieren vorwiegend Talrandlineationen (FÜRST, 1980).

4.3 Lagerungsverhältnisse

Der Bruchtektonik kommt in der morphogenetischen Gestaltung der Landschaft eine große Bedeutung zu, wie v.FREYBERG (1955, 1969) anhand des Talrandbruches im Bamberger Kessel gezeigt hat; die von ihm kartierte Störung ist in der nachfolgend erläuterten Streichlinienkarte (Abb. 11) übernommen worden. Betrachtet man diese Strukturkarte als Ganzes, so fällt auf, daß das Einfallen im Westteil relativ steil ist. Der sich verflachende Mittelteil, nördlich und südlich des Mains bei Stettfeld, ist durch eine breite, flache Mulde charakterisiert. Im Osten, westlich und nordwestlich von Hallstadt, liegt eine weitere Mulde mit Rhätolias und den Oberen Hettangschichten als Zeugenberg im Zentrum. Südwestlich von Bamberg, durch die Regnitztalstörung begrenzt, ist eine weitere Mulde, ebenfalls mit einem Zeugenberg im Zentrum. Südlich des Maintals verläuft die Aurach - Störung, die den Talverlauf der Aurach kontrolliert. Im Oberlauf ist sie als sicher einzustufen, lokal mit Versatzbeträgen mit bis zu 40 m, im Mittel- und Unterlauf kann sie aufgrund fehlender Aufschlüsse nur als vermutet klassifiziert werde. Die komplizierten tektonischen

Verhältnisse am Oberlauf sind jedoch nicht restlos geklärt.
Die Scholle zwischen Maintal und Aurachtal ist im Südwesten durch mehrere kleine Verwerfungen, meist Abschiebungen, zerlegt.

Bei Betrachtung der geologischen Übersichtskarte von Bayern 1 500 000 und der Erläuterungen (SCHWARZMEIER, 1981) und unter Berücksichtigung der hier vorgestellten Ergebnisse ergibt sich, daß die Maintalrandstörungen inklusive der Aurachstörung - regional betrachtet - die Verlängerung der Bad Kissingen Haßfurter Störungszone darstellt, wobei die Maintalrandstörungen etwas nach Norden versetzt sind. Künftighin sollte deshalb von der Bad Kissingen - Bamberger Störungszone gesprochen werden; die Aurachstörung stellt den südlichen Ast dieses Störungssystems dar.

Auf dem Lageplan (Abb. 2) sind die Positionen der tektonischen Profile angegeben, die auf Abb. 12 dargestellt sind. Profil A beginnt im Süden mit der Bohrung B 18 bei Oberschleichach, die den Schilfsandstein in einer Mächtigkeit von 18 m erschließt. Durch die Höhenlage und die Verdoppelung der Corbula- und Acrodusbänke am südlichen Maintalrand bei Sand am Main (a - c) mit ca. 270 m und 240 m über NN kann die südliche Maintalrandstörung mit einer Sprunghöhe von ca. 30 m belegt werden. Zum Nachweis der nördlichen Maintalrandstörung fehlt ein Bohraufschluß, weshalb nur ein vermuteter Bruch eingetragen werden kann.

Die Aurachstörung auf Profil B ist aufgrund der unterschiedlichen Höhenlage des Blasensandsteins und der Lehrbergbänke beiderseits der Aurach belegt. Die südliche Maintalrandstörung wird durch die Bohrungen B 16 und B 17 nachgewiesen, die den Schilfsandstein im Tal bis 218 m über NN erbohrten, ohne seine Unterkante erreicht zu haben. Am südlichen Talrand liegt seine Unterkante bei ca. 232 m über NN. Daraus ergibt sich eine Sprunghöhe von über 15 m; aufgrund der Höhenlage der Lehrbergbänke nördlich des Maintals ergibt sich ein wahrscheinlicher Versatzbetrag von ca. 30 m.

Das tektonische Profil C belegt hier die Grabenstruktur des Maindurchbruches. Als Markierungspunkte in diesem Profil dienen die Lehrbergbänke, die bei der Brauerei Wagner in Eschenbach (Abb. 13) bei ca. 245 m über NN liegen und durch die Bohrung B 11 bei ca. 210 m über NN erbohrt wurden. Am nördlichen Maintalrand sind sie in 240 m über NN aufgeschlossen. Daraus resultiert ein Sprungversatz von ca. 30 bis 35 m.
Den Schlüssel für das tektonische Profil D bei Roßstadt liefert die Erkundungsbohrung B 24, die den Blasensandstein erbohrte sowie die Position der Lehrbergbänke (240 m über NN) am südlichen Maintalrand. Die Tiefenlage der Maintalscholle ist im Vergleich zur Talflanke im SW evident; ob der nördliche Talrand tektonisch begrenzt ist, sei dahingestellt.

5. Synthese

Die Betrachtung über die tektonische Entwicklung beginnen wir mit dem Tertiär, obwohl der Geländebefund nur eine postjurassische Zeitangabe erlaubt; aber da die Flußgeschichte im Jungtertiär einsetzt und die Abhängigkeit zum tektonischen Bauplan offensichtlich ist, ist der Schwerpunkt der Analyse eingangs auf das Tertiär zu richten.

Die tektonische Entwicklung nördlich der Alpen wird letztlich durch Aktivitäten verursacht, die von den Alpen ausgehen. Die eozäne bis miozäne/pliozäne kompressive Deformation des nordwestlichen Alpenvorlandes war weitgehend zeitgleich von der Evolution des Rhein - Bresse - Rhône - Grabens und des Eger - Grabens begleitet (ZIEGLER, 1988, S.134). Die süddeutsche Großscholle - Franconian plate (S.135,136) - und ihr tektonisches Inventar kann deshalb nur in direkter Abhängigkeit zum neozoischen "Suturing" der Afrikanischen mit der Eurasischen Platte zu betrachten sein. Diese orogenetischen Vorgänge im und um den Alpenkörper verursachten "Intraplate" - Spannungen, die durch Bewegungen kompensiert werden mußten (Abb. 15). Oberrheingraben und Egergraben können als solche Beispiele angesehen werden. Kein Gebiet in Mitteleuropa ist in jüngster Zeit im Hinblick auf die plattentektonisch - vulkanologische Evolution so eingehend untersucht worden wie der Oberrheingraben und die Niederrheinische Bucht mit den begleitenden Randgebieten. Eine weitgehend zu-

sammenfassende Literatur findet sich bei ZIEGLER (1988). Aus diesem Grund wird die Orientierung der Hauptnormalspannung σ_1 mit den vulkanologischen Ereignissen ab Eozän aufgezeigt (Abb. 14, GÖRCKE, 1989). Diese Abbildung zeigt, daß das Spannungsfeld ab Mitte Miozän einer Drehung unterworfen war. Das Untersuchungsgebiet, als Teil der Süddeutschen Großscholle, ist ab Mitte Miozän der Hauptnormalspannung NW - SE unterworfen. Kompression und Dehnung führten zu starker Auflockerung im sedimentären Oberbau. Solche Auflockerungszonen sind teils durch Abschiebungen teils durch erhöhte Kluftdichte gekennzeichnet; sie neigen durch verstärkte Erosionsanfälligkeit zur Bildung von Tälern. Im Untersuchungsgebiet (Abb. 10) deuten zahlreiche Nebenbäche der Vorfluter Main und Regnitz auf solche Auflockerungszonen hin. Während der Oberlauf von Lauter und Ebelsbach z.B. die Richtung NNW/SSE bevorzugen, ist die 110° - 120° - Richtung an "Synthetic Riedel Shears" gebunden (Abb. 16); die Nebentäler der Regnitz, nämlich Aurach und Rauhe Ebrach, sind Beispiele hierfür.
Der Maindurchbruch als Störungszone, hervorgerufen durch Dehnungs- und Scherbewegungen im rezenten Streßfeld Mitteleuropas, ist geradezu ein tektonisches Modell der wirkenden Kräftepaare.

Die folgenden Betrachtungen behandeln den Maintalverlauf zwischen Bamberg und Zeil, der sich in drei Segmente untergliedern läßt (Abb. 16):

1. Von Bamberg bis westlich Viereth ist das Maintal ESE bis WNW ausgerichtet. In diesem Abschnitt überwiegen Bruchlinien in der 120° - Richtung, die synthetische Riedel - Scherflächen hervorriefen.
2. Zwischen Viereth und Stettfeld verläuft das Maintal SSE - NNW. Grabenförmige Zerrstrukturen (Abb. 16, oben: "normal faults") begünstigen diesen Abschnitt. Der Maintalverlauf paßt sich dort quasi ideal der Hauptnormalspannung σ_1 an.
3. Von Stettfeld bis nach Zeil knickt der Maintalverlauf wiederum auf ESE/WNW - Richtung um. Wie auch im ersten Maintalabschnitt ist dieser Verlauf auf Bruchzonen in Richtung der "Synthetic Riedel Shears" angelegt.

Südlich von Zeil dominiert nahezu die EW - Richtung, ca. 2 km westlich von Zeil

knickt der Maintalverlauf erneut auf die NNW/SSE - Richtung um, wie auch im Maintalabschnitt zwischen Viereth und Eltmann.
Die westliche Begrenzung des Maintal - Verlaufs zwischen Baunach und Bamberg bevorzugt die Richtung der antithetischen Riedelscherflächen, der westliche Regnitztal-Verlauf zwischen Bamberg und Forchheim die Richtung von σ_1.

Der Urmain verlagerte seinen Lauf, der noch nach Süden gerichtet war, von Osten kommend bis an die erwähnten Talrandstörungen im Westen, wie die Terrassenablagerungen zwischen Staffelstein und Bamberg zeigen. Sie beginnen im Osten mit den Deckenschottern bei ca. 105 m über dem Main und staffeln sich über die 80 m-, 60 m-, 45 m-, 25 m-, 15 m- und 10 m - Terrasse in Richtung Westen in tiefere Niveaus.

Nach TILLMANNS (1977) wird die Flußumkehr des Mains an die Grenze Ältest- zu Altpleistozän gelegt, eine These, die noch durch ausgedehnte Terrassenkartierungen bestätigt werden müßte. Der Flußumkehr vorausgegangen war die Drehung des Spannungsfeldes in die NW/SE - Richtung (Abb. 14), wodurch sich die für die Flußgeschichte entscheidenden Absenkungen an den oben aufgezeigten Bewegungsflächen vollzogen haben, die das Maindurchbruchstal schufen.

Der jetzige Flußabschnitt Bamberg - Zeil war ursprünglich durch einen altpliozänen, konsequent der strukturellen Abdachung folgenden Nebenlauf des Mains angelegt, wie die Aurach und die Rauhe Ebrach übrigens. Durch kontinuierliche Hebung der Süddeutschen Großscholle und einhergehender kontinuierlicher Aktivierung der Bad Kissingen - Bamberger Störungszone als "Intraplate " - Bruchlinie mit lokaler Grabenbildung wurde die Voraussetzung geschaffen, daß der Main diese Störungszone ausräumen konnte, um seinen jetzigen obsequenten Verlauf einzunehmen und zum Rhein zu entwässern.

Literaturverzeichnis

AHORNER,L.(1975): Present-day stress field and seismotectonic block movements along major fault zones in Central Europe. - Tectonophysics, 29: 233; 249; Amsterdam.

BIRZER,F.(1937): Zur jungdiluvialen Aufschüttung im Rednitzgebiet. - Sitz. ber phys.-med. Soz. Erlangen 76/68: 247-263; Erlangen.

BRUNNACKER, K. (1973) Gesichtspunkte zur jüngeren Landschaftsgeschichte und zur Flußentwicklung in Franken. - Z. Geomorph., N.F., Suppl.Bd.17: 72-90; Berlin/Stuttgart.

EDLINGER, G.v. (1959): Zur Schichtlagerung und Stratigraphie des Keupers - Lias-Gebietes nördlich Bamberg. - Geol.Bl. NO - Bayern, 9: 86 - 135; Erlangen.

FREYBERG, B.v. (1955): Die Entstehung des Bamberger Kessels. - Geol.Bl. NO - Bayern, 5: 155 - 165; Erlangen.

(1965): Der Coburger Bausandstein von Zeil Ebelsbach als Beispiel einer epikontinentalen Schichtenfolge. - Erlanger geol.Abh. 58; Erlangen.

(1969): Tektonische Karte der Fränkischen Alb und ihrer Umgebung. - Erlanger geol. Abh., 77: 81 S.; Erlangen.

FÜRST, M: (1974): Die Dynamisierung von Verwitterungserscheinungen an Skulpturen des fränkischen Barocks und ihre Bedeutung. - Bericht Naturforsch. Gesellsch, Bamberg, 2: 29-42; Bamberg.

(1980): Die photogeologische Linearanalyse und ihre Anwendung bei der indirekten Erkundung von Kluftwasser - Mainzer geowiss.Mitt., 9: 53-81; Mainz.

FÜRST, M. & SANTOWSKI, G. (1985): Natursteine historischer Baudenkmäler Bambergs und seiner Umgebung. - Geol. Bl. NO - Bayern, 34/35: 563 - 602, Bamberg.

GÖRCKE, S. (1989): Vergleichende, photogeologische, strukturgeologische und vulkanologische Untersuchungen in der zentralen Hocheifel. - Diplom-Arbeit, Johannes Gutenberg - Universität, unveröffentlicht; 118 S., 23 Abb., 59 Abb. im Anh., 2 Anl.; Mainz.

HUCKENHOLZ, H.G. (1983): Tertiary volcanism of the Hocheifel Area. In: FUCHS, K., GEHLEN, K. von, MÄLZER, H., MURAWSKI, H. and SEMMEL, A.(eds.): Plateau uplift. The Rhenish Shild - a case history. pp. 121 - 128, Springer Verlag, Berlin Heidelberg.

HAARLÄNDER, W (1955): Geologie des Blattes Röttenbach. Erlanger geol. Abh. 13: 16 S., Erlangen.

HAUNSCHILD, H., NITHACK, J. & SALGER, M. (1975): Das Schilfsandsteinvorkommen von Lichtenau. - Geologische, tonmineralogische und photogrammetrische Untersuchungen. - Geologica Bavarica, 74: 57 - 93; München.

ILLIES, H. (1977): Two stages Rhinegraben Rifting. In: RAMBERG, J.B. & NEUMANN, E.R. (eds.): Tectonics and Geophysics of continental Rifts. - Nato Advanced Study Institutes Series, pp. 63 71, Reidel - Dardrecht - Bosten.

ILLIES, H. & GREINER, G. (1978). Rhinegraben and the Alpine System. - Geol. Soc. Am. Bull., 89: 770 - 782; New York.

KANZ, W (1983): Zur Stratigraphie und Lithologie der Estherienschichten des Mittleren Keupers in Haßbergen und Steigerwald. - Weltenburger Ak., ERWIN RUTTE - Festschr 105 - 120; Weltenburg.

KOSCHEL , R. (1970). Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1 25 000 Blatt Nr 6031 Bamberg - Nord: 167 S.; München.

KRAUSE, U. (1990) Der Maindurchbruch zwischen Steigerwald und Haßbergen - tektonische Analyse. Diss., Fb. Geowiss. Joh. Gutenberg - Univ., Mainz· 125 S. Mainz.

(1991): Der Maindurchbruch zwischen Steigerwald und Haßbergen tektonische Analyse. Eingereicht bei Geol. Bl. NO - Bayern; Erlangen.

KRONBERG, P. (1988): Saxonische Strukturen und krustale Bruchmuster im Satellitenbild. - Die Geowissensch., 6. Jahrg., 12: 347 - 355; Weinheim.

KRUMBECK, L. (1936): Beiträge zur Geologie von Nordbayern. XII. Die Rhatsbergschichten, das jüngste Glied des Keupers in Franken. - S.Ber.phys.med. Soz. Erlangen, 67: 15 62; Erlangen.

(1940): Beiträge zur Geologie von Nordbayern. XIII. Das Rhät Nordwest - Franken. - S.Ber.phys.med.Soz.Erlangen, 71: 1 - 130;Erlangen.

LANG, M. (1970): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 25 000 Blatt Nr. 6131 Bamberg Süd: 150 S.; Bamberg.

LARTER, R.C.L. & ALLISON, J. (1983): An inexpensive device for modelling strike-slip and oblique - slip fault zones. - J. Geol. Educ., 31: 200 - 205; Lawrence, New Hampshire.

MARIOLAKOS, I. (1969): Hydrogeologische Verhältnisse des Blattes Haßfurt - Erlanger geol. Abh., 74: 50 S.; Erlangen.

NEUGEBAUER, H.J. (1981): Zur Entstehung und Entwicklung von kontinentalen Riftsystemen. - Geol. Rdsch., 70: 231 - 243; Stuttgart.

NEUGEBAUER, H.J., WOIDT, W.-D. & WALLNER, H. (1983): Uplift, Volcanism and Tectonics: Evidence for Mantle Diapirs at the Rhenish Massif. - In: FUCHS, K., GEHLEN, K.von, MÄLZER, H., MURAWSKI, H. and SEMMEL, A. (eds.): Plateau uplift. The Rhenish shield - a case history. pp. 39-46, Springer Verlag, Berlin - Heidelberg.

QUEISSER, A. (1985): Mineralogische und geotechnische Untersuchungen an historisch bedeutenden Natursteinen des Bamberger Raumes. Diss. Johannes Gutenberg - Universität; 153 S., 70 Abb., 36 Tab.; Mainz.

(1988): Mineralogische Aspekte zur Verwitterungsanfälligkeit des Schilfsandsteins aus dem Raum Bamberg. - Acta Albertina Ratisbonensia, Bd. 45; Regensburg.

RUTTE, E. (1981): Bayerns Erdgeschichte. - 266 S.. Ehrenwirth München.

(1983): Mainfranken und Rhön. - Samml. Geol. Führer, 74: 217 S.; Stuttgart.

SANTOWSKI, G. (1984): Zur Mineralogie der Natursteine in Baudenkmälern Bambergs und seiner Umgebung. - Diss., Johannes Gutenberg - Universität; 149 S., 72 Abb., 26 Tab.; Mainz.

SCHRÖDER, B. (1968): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 25 000 Blatt Nr. 6332 Erlangen Nord: 159 S.; München (1968 a).

(1968): Zur Morphogenese im Ostteil der Süddeutschen Großscholle. - Geol. Rdsch., 58: 10 - 32; Stuttgart.

(1971): Daten und Probleme der Flußgeschichte und Morphogenese in Ostfranken. - Mitt. Fränkisch. Geogr. Ges., 18: 163 - 181; Erlangen.

SCHWARZMEIER, J. (1981): Tektonik der Süddeutschen Großscholle; in: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 500 000, S. 100; München.

THÜRACH, H. (1888): Uebersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Vergleiche zu den benachbarten Gegenden. I. Teil. - Geogn. Jh., 1: 75 - 162; Cassel.

(1889): Uebersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Vergleiche zu den benachbarten Gegenden. II. Teil. - Geogn. Jh., 2: 90 S.; München.

TILLMANNS, W. (1977): Zur Geschichte von Urmain und Urdonau zwischen Bamberg, Neuburg/Donau und Regensburg. - Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln, 30: 198 S.; Köln.

WASSERBAUER, K. (1983): Farbmessungen im Mittleren Keuper des Steigerwaldes.- Weltenburger Ak., ERWIN RUTTE - Festschr.: 211 - 213; Weltenburg.

WELTE, D.H. (1962): Sedimentologische Untersuchung uranhaltiger Keupersedimente aus der Umgebung von Lichtenfels bei Coburg. - Geologica Bavarica, 49: 91 - 123; München.

WURSTER, P. (1964): Geologie des Schilfsandsteins. - Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 33: 140 S.; Hamburg.

ZIEGLER, P.A. (1988): Evolution of the Arctic - Northatlantic - and the western Tethys. - AAPG memoir 43: 198 S., 30 Karten; Tulsa, Oklahoma.

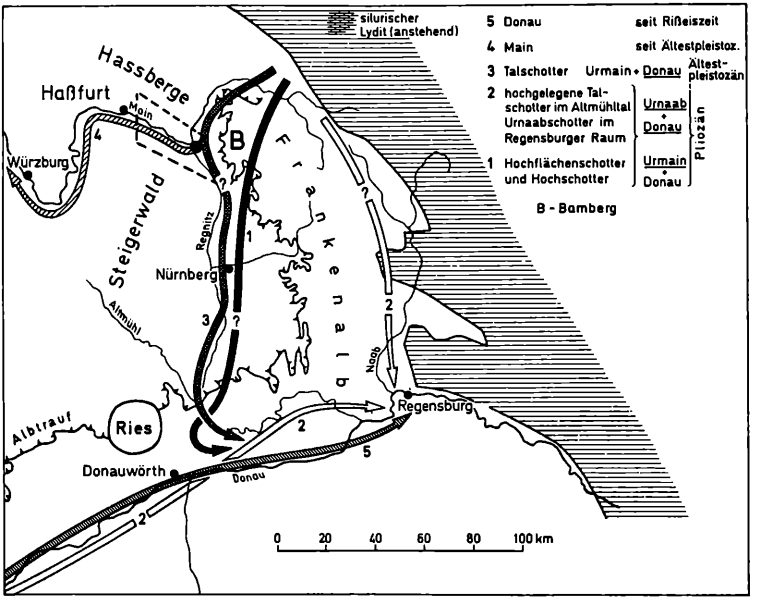


Abb. 1: Flußgeschichtliche Entwicklung des Urmains und der Urdonau (TILLMANNS, 1977) mit der geographischen Position des Arbeitsgebietes.

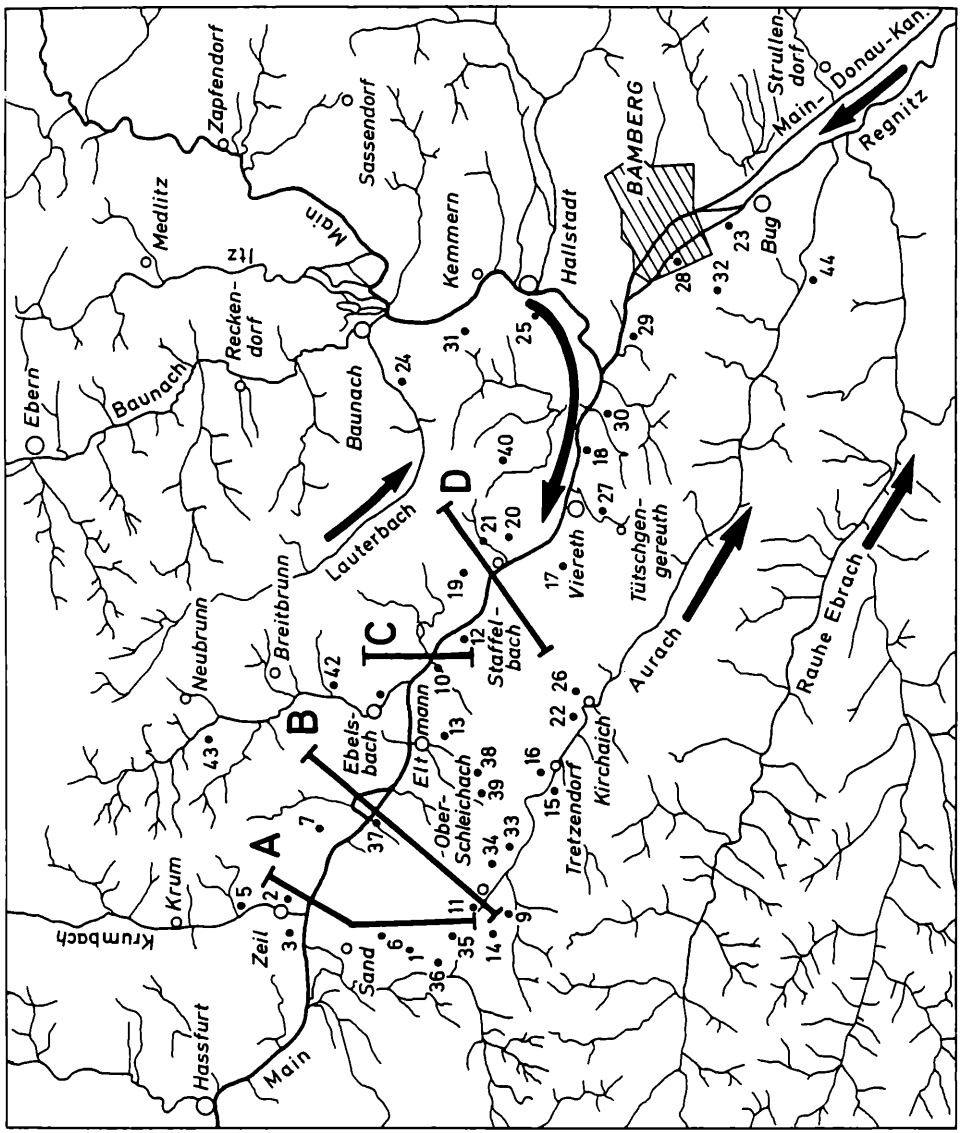


Abb. 2: Das Gewässernetz des Arbeitsgebietes und seiner Umgebung mit denen im Text aufgeführten Lokationen P 1–P 43 und den tektonischen Profilen A bis D durch das Maintal.

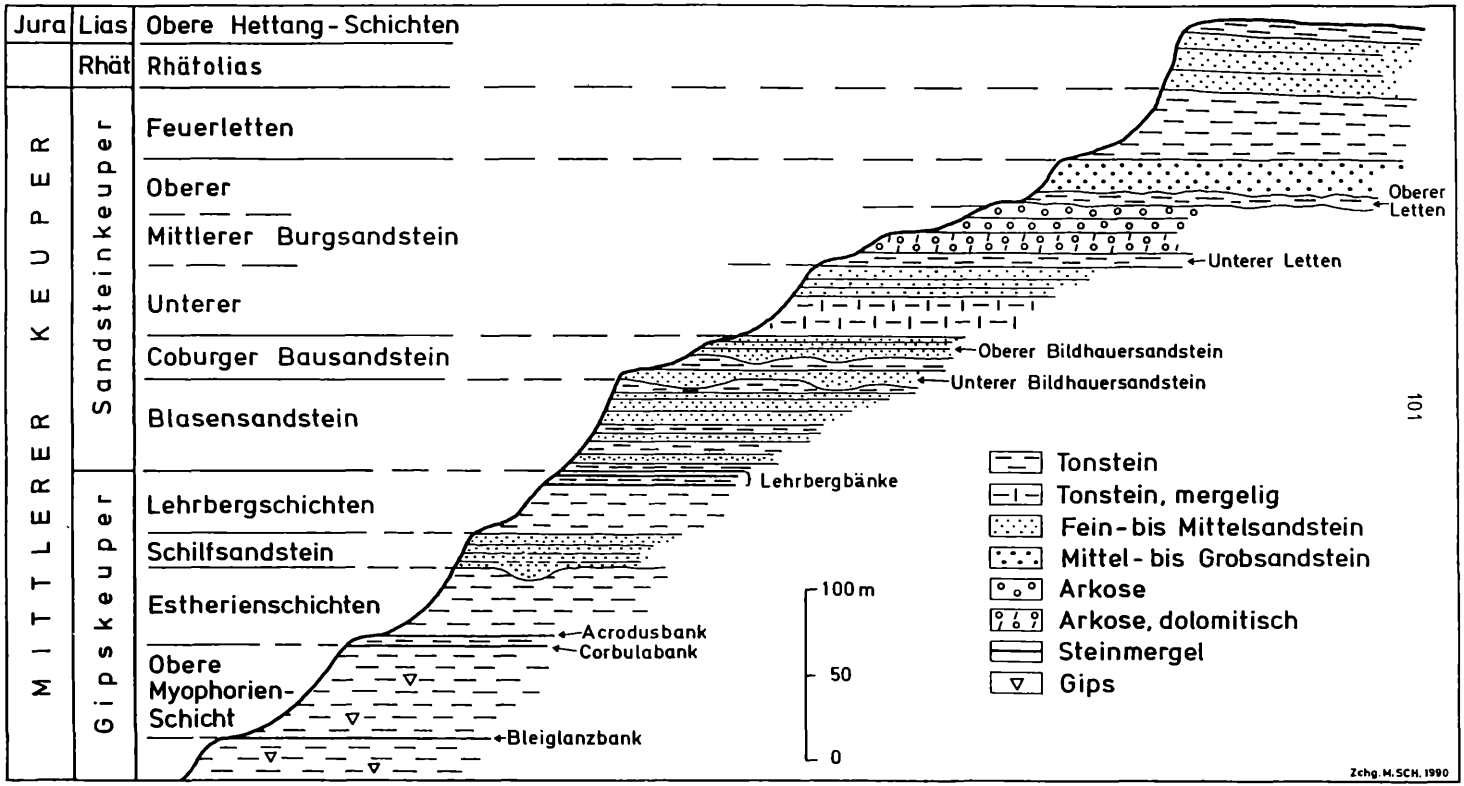


Abb. 3: Zusammengesetztes lithostratigraphisch-morphologisches Profil im Bereich des Maindurchbruchs.

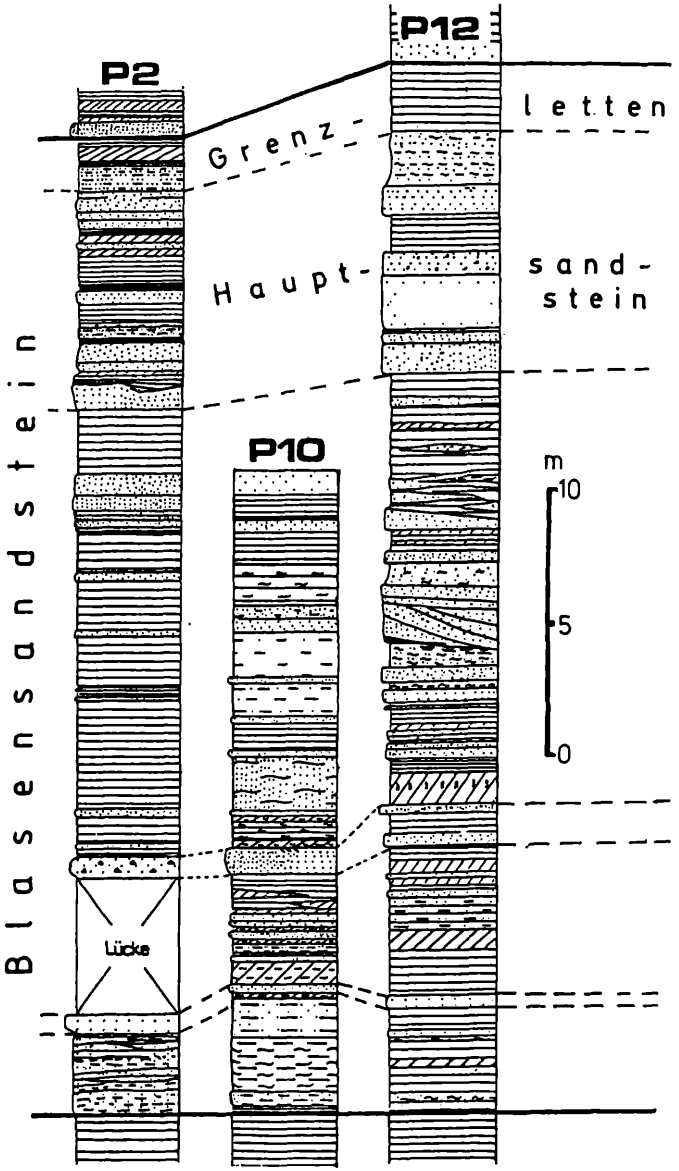


Abb. 4: Profilkorrelation des Blasensandsteins. Legende siehe Abb. 6.

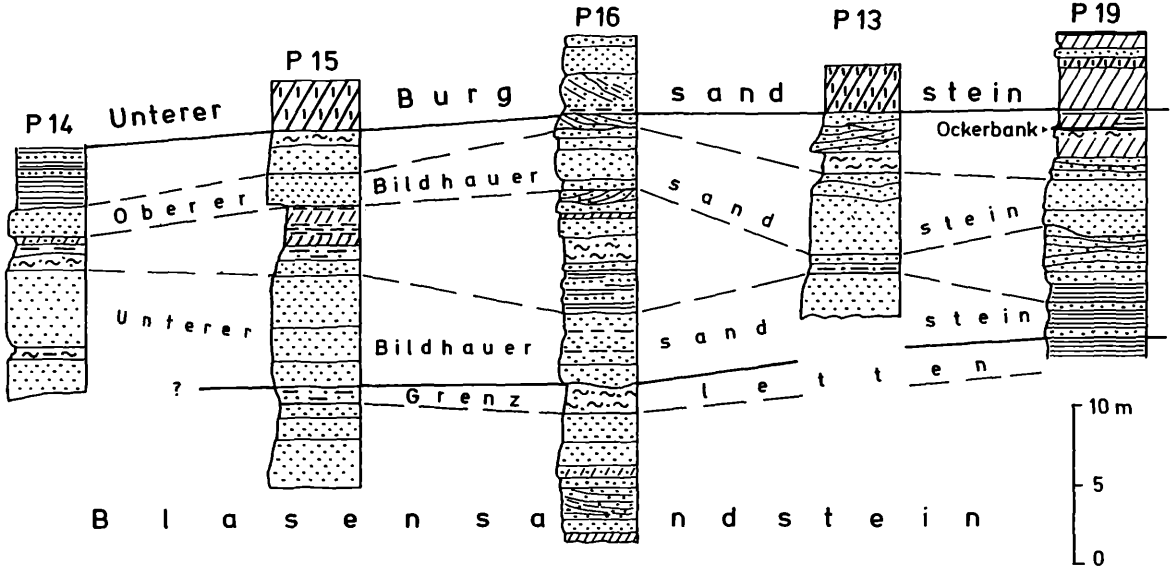


Abb. 5: Parallelisierung von Coburger Bausandstein-Profilen südlich des Mains zwischen Unterschleichach und Eltmann. Legende siehe Abb. 6.

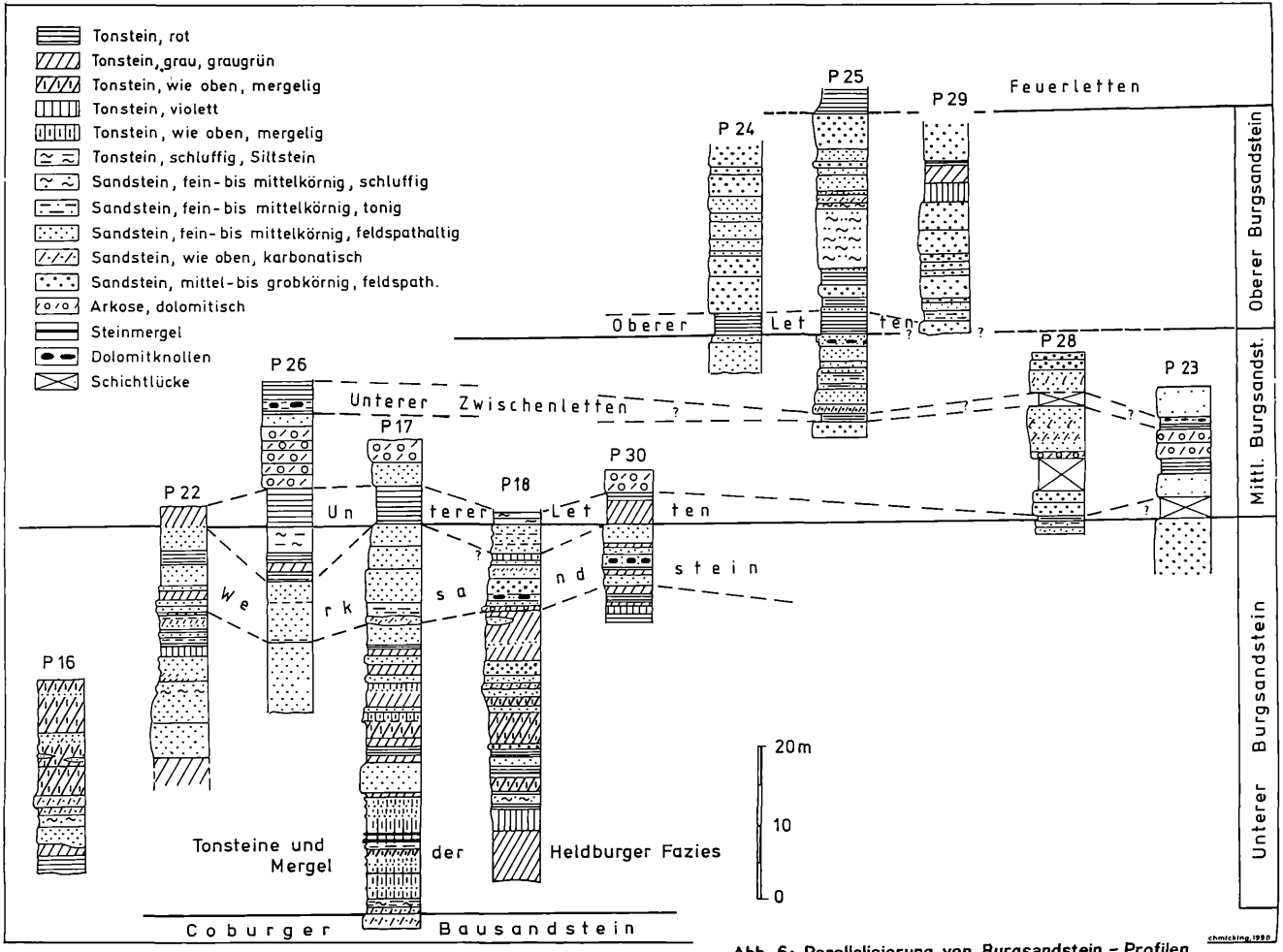


Abb. 6: Parallelisierung von Burgsandstein – Profilen.

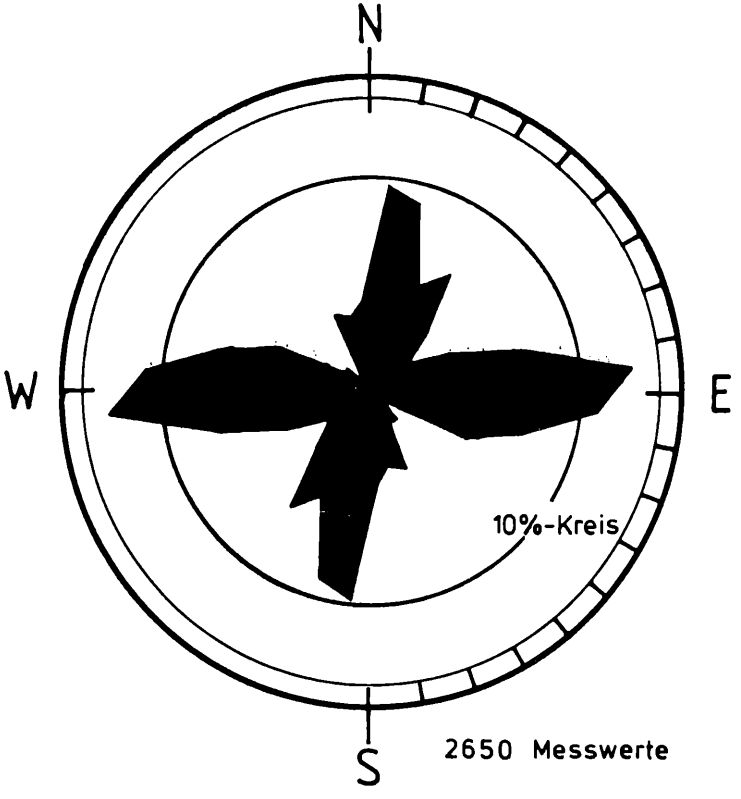


Abb. 7: Sammelkluftrose aller im Gelände eingemessenen Klüfte: 2650 Meßwerte, 10% - Kreis.

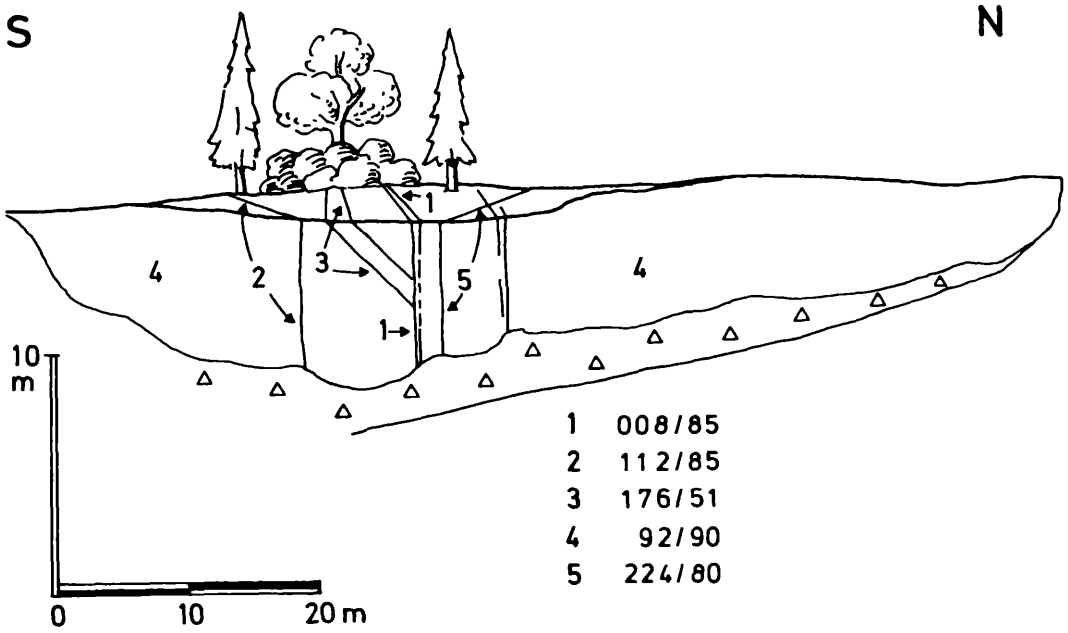


Abb. 8: Typische Kluftrichtungen, dargestellt am Beispiel des Schilfsandsteinbruchs bei Sand am Main.

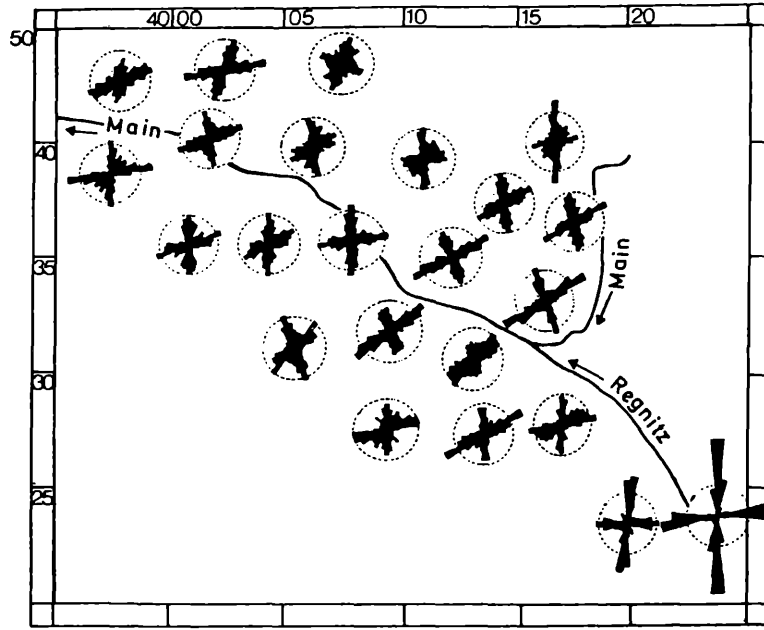


Abb. 9: Linearrosen der Photolineationen mit 29 516 Meßwerten und 10% -Kreis. Jede Linearrose stellt eine Computerauszählung eines 4 km x 4 km messenden Quadranten dar.

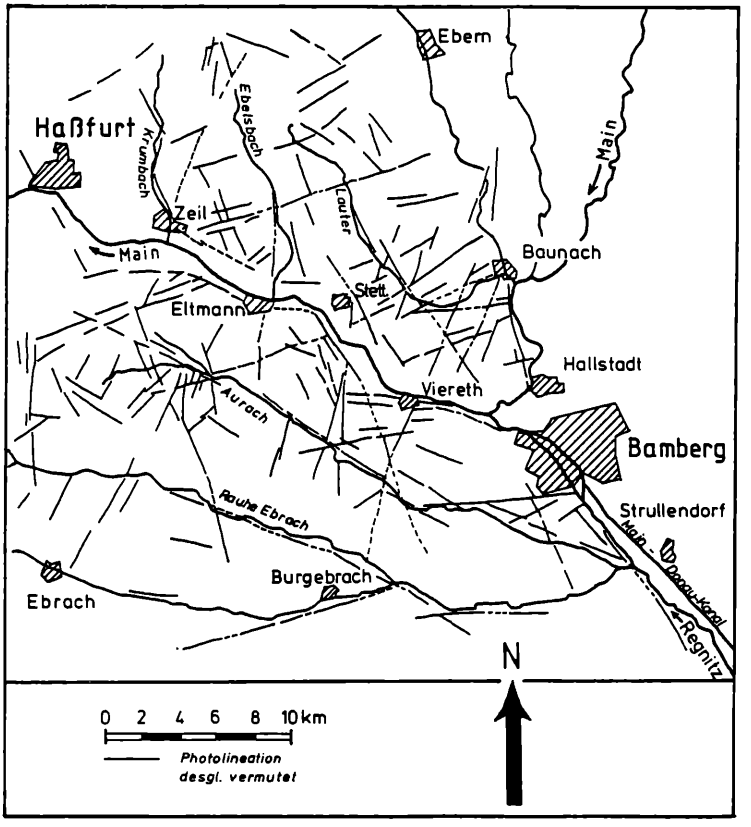


Abb.10: Lineationskarte der Satellitenbild-Auswertung.

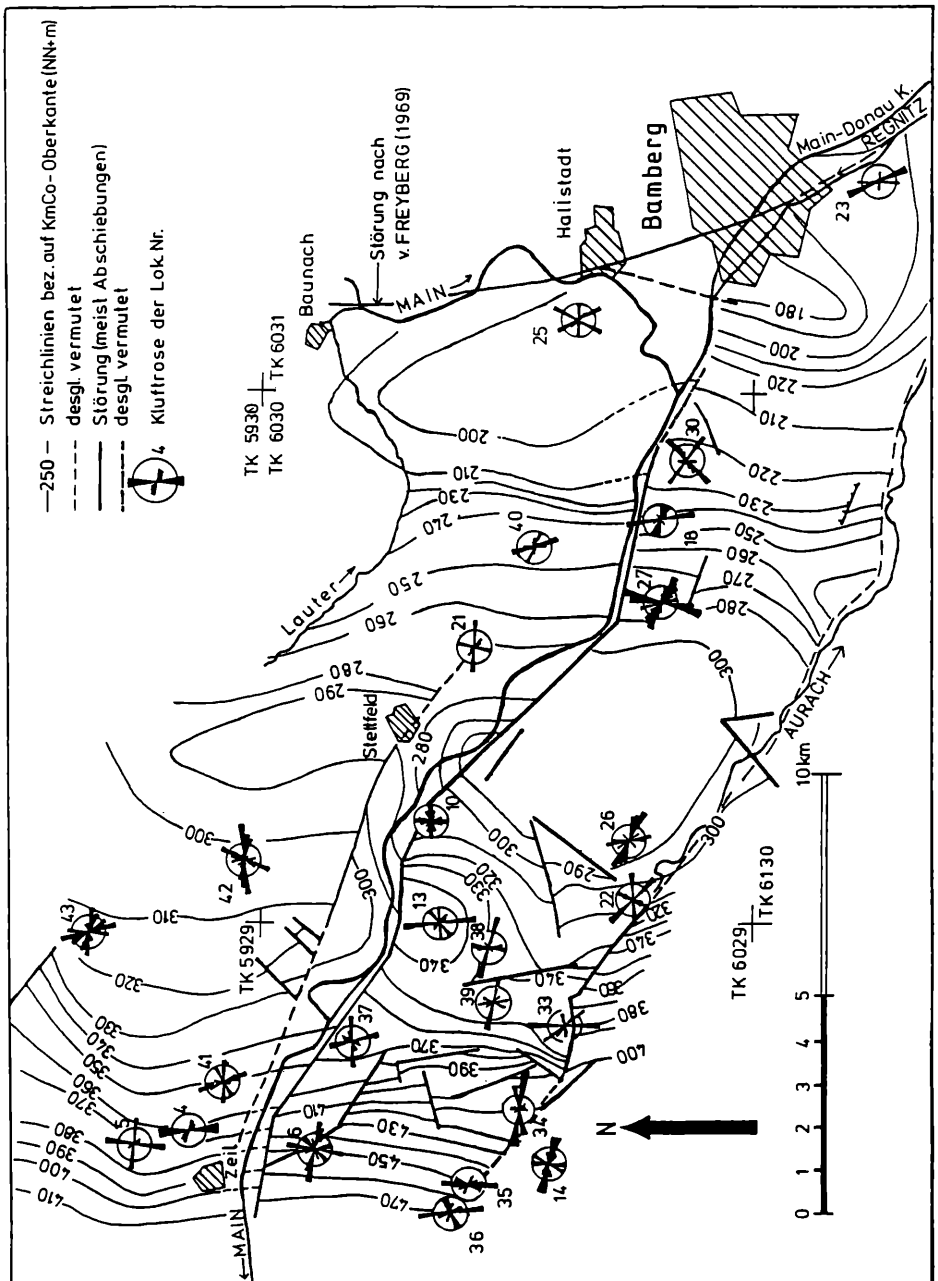
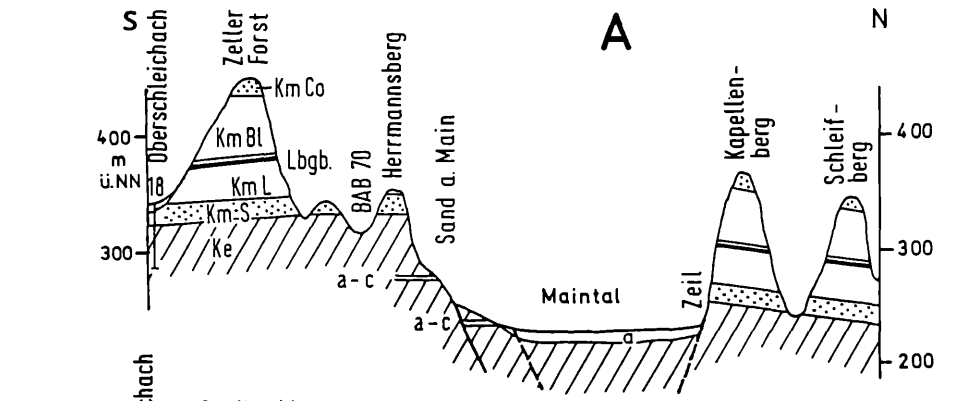
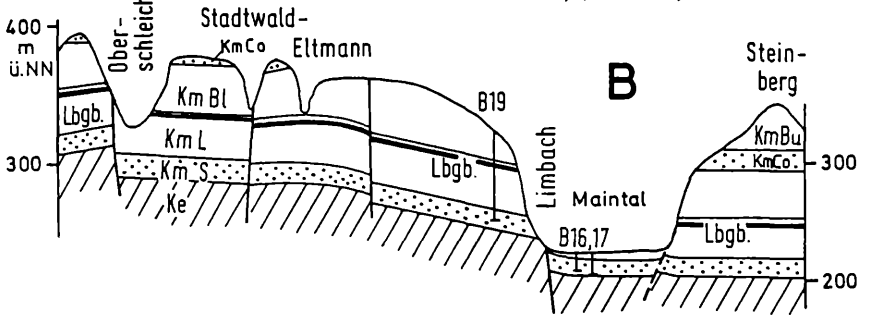


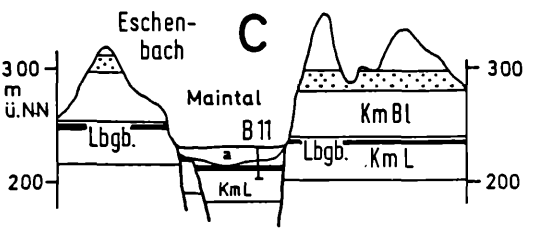
Abb. 11: Schematische Streichkurvenkarte mit Kluftrosen. Bezugshorizont: Oberkante Coburger Bausandstein.

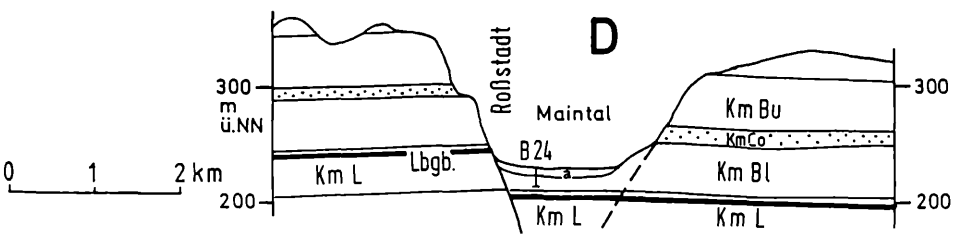
Abb. 12: Tektonische Profile durch das Maintal im Bereich des Maindurchbruches zwischen Steigerwald und Haßbergen (10 - fach überhöht).
A: Profil Oberschleichach - Zeil, B: Profil Limbach, C: Profil Eschenbach, D: Profil Roßstadt. a: quartäre Talfüllung.





Ke: Estherienschichten mit Acrodus-Corbulabänken (a-c)
KmS: Schilfsandstein
KmL: Lehrbergschichten mit Lehrbergbänken (Lbgb)
KmBl: Blasensandstein
KmCo: Coburger Bausandstein
KmBu: Unt. Burgsandstein





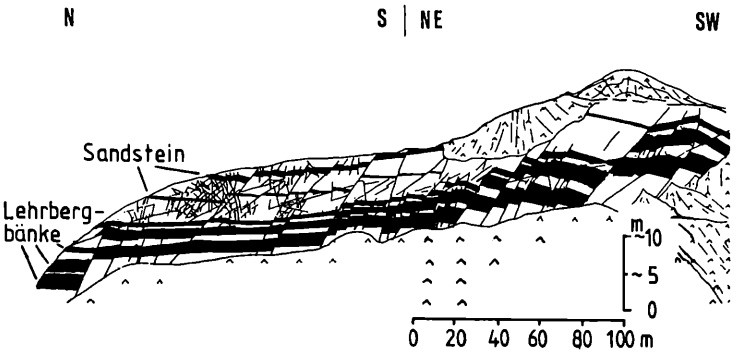


Abb. 13: Aufschluß "Wagner Bräu" in Eschenbach (P 10) mit einer durch synthetische Abschiebungen gebildeten Schollentreppe an der südlichen Maingraben - Randstörung. Lehrbergbänke mit graugrünen Tonsteinen. Zwei Sandsteinbänke im Hangenden. Rote Tonsteine: weiß.

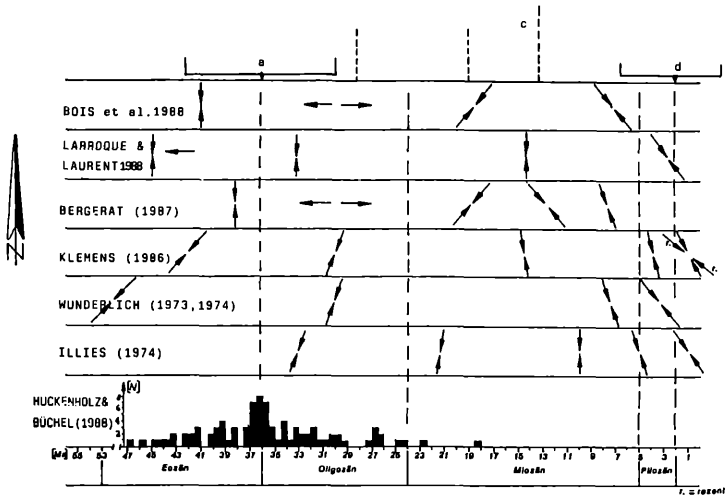


Abb. 14: Übersicht über die von verschiedenen Autoren abgeleiteten Hauptnormalspannungen 1 ab Tertiär im Bereich des Oberrheingrabens mit den wichtigsten tektonischen und vulkanologischen Ereignissen in der tertiären Hocheifel (GÖRCKE, 1989). N = Anzahl der Einzeldatierungen.

a: Absenkung des Neuwieder Beckens (NEUGEBAUER, 1981), Höhepunkt der alpiden Faltung (ILLIES, 1977), Höhepunkt des tensionalen Rheingrabendriftens (ILLIES & GREINER, 1978), Höhepunkt des tertiären Vulkanismus in der Hocheifel (HUCKENHOLZ, 1983).

b: Erste Hebungen in den Alpen (NEUGEBAUER et al., 1983).

c: Rheingrabendriften verlangsamt sich.

d: Aktive Hebungsphasen im Rheinischen Massiv und in den Alpen (NEUGEBAUER et al., 1983)

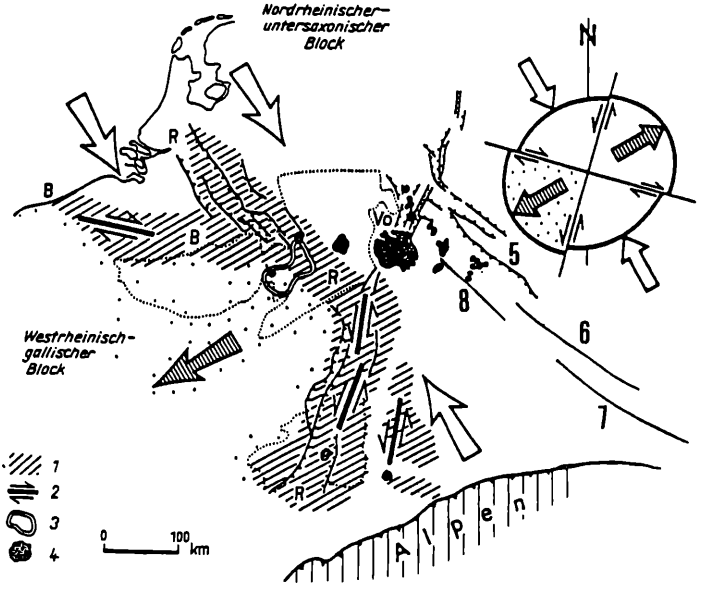
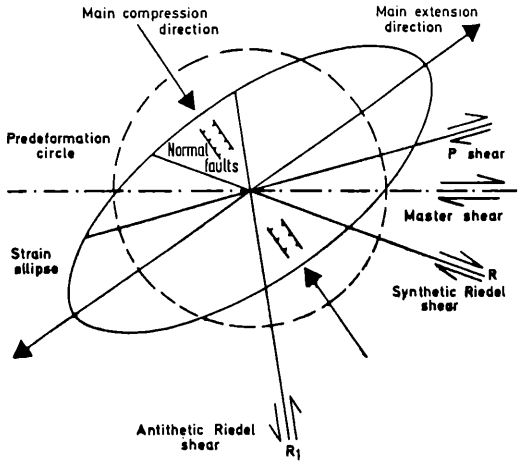


Abb. 15: Das gegenwärtige Spannungsfeld in Mitteleuropa mit den resultierenden horizontalen Blockbewegungen und seismologischen Zonen. Aus: AHORNER, 1975, ergänzt durch die Bad Kissingen - Bamberger Störungszone.

1 Erdbebenzone, 2: seismisch aktive Störungen, 3: quartärer Vulkanismus, 4: tertiärer Vulkanismus, 5: Fränkische Linie, 6: Bayerischer Pfahl, 7: Donau - Randbruch, 8: Bad Kissingen - Bamberger Störungszone.

R: Rheinische Erdbebenzone, B: Belgische Erdbebenzone.



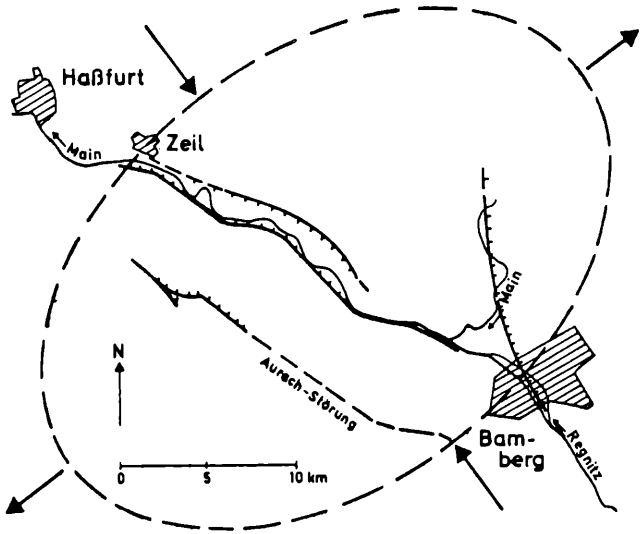


Abb. 16: Deformationsellipsoid nach LARTER & ALLISON (1983) oben mit den Hauptbruchlinien des Maindurchbruchs unten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Bamberg

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: 65

Autor(en)/Author(s): Fürst Manfred, Krause Udo

Artikel/Article: EINE STRUKTURANALYSE DES OBSEQUENTEN MAINVERLAUFS ZWISCHEN STEIGERWALD UND HASSBERGEN 77-114