



Geotope in Mittelfranken

Geotope in Mittelfranken

von

Stefan Glaser, Ulrich Lagally, Peter Schenk, Roland Eichhorn,
Sandra Brandt, Georg Loth und Rosemarie Loth

Herausgeber und Verlag:
Bayerisches Landesamt für Umwelt,
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, D-86179 Augsburg

ISBN 978-3-936385-88-5

Impressum

Geotope in Mittelfranken

ISBN 978-3-936385-88-5

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160

86179 Augsburg

Tel: (0821) 9071-0

Fax: (0821) 9071-55 56

E-mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: www.lfu.bayern.de

Bearbeitung/Text/Konzept:

LfU, Ref.12, Dr. Stefan Glaser,

LfU, Abt.10, Dr. Roland Eichhorn,

LfU, PS, Sandra Brandt,

LfU, Ref.101, Georg Loth, Rosemarie Loth

Dr. Ulrich Lagally, Leibnizstraße 19, 80686 München

Dr. Peter Schenk, Gabrielenstraße 4, 80636 München

Grafik/Layout/Textsatz:

LfU, Ref.102, Anna Feldtkeller

Bildnachweis:

Bayerisches Landesamt für Umwelt,

Anna Feldtkeller, München, Seite 14 und 52

Erwin Geiß, München, Seite 56 links unten

Georg Loth, Hof, Seite 56 rechts unten, 60, 72 unten, 76 mitte, 98 unten, 99, 118 rechts und 119 oben

Paläontologisches Museum München, Seite 119

Bayerische Vermessungsverwaltung, München, Ausschnitte der Topografischen Karten 1:50000

Umschlagbilder:

Vorderseite: Sandsteinfelsen an der Nürnberger Kaiserburg (Stadt Nürnberg)

Rückseite: Ammonit in geschliffener Platte aus „Treuchtlinger Marmor“

Druck:

Konrad A. Holtz AG, Gutenbergstr. 1-3, 95512 Neudrossenfeld

Gedruckt auf Papier aus 100% Altpapier

Stand:

April 2011, 2. überarbeitete Auflage, 3000 Exemplare

Die Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Telefon 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Inhalt

Vorwort	4
Einleitung	5
1 Geotope – ein erhaltenswerter Teil unseres Naturerbes	6
2 Naturraum Mittelfranken	12
2.1 Geografischer Überblick und naturräumliche Gliederung	12
2.2 Erdgeschichtliche Entwicklung der mittelfränkischen Landschaften	16
2.3 Geologische Gliederung und Schichtfolge.....	19
3 Geotope in Mittelfranken – ein Überblick	38
3.1 Stand der bisherigen Erfassung im GEOTOPKATASTER BAYERN.....	38
3.2 Ansbach.....	40
3.3 Erlangen-Höchstadt.....	54
3.4 Fürth	62
3.5 Nürnberg und Nürnberger Land	70
3.6 Neustadt an der Aisch-Bad Windsheim	84
3.7 Roth und Schwabach.....	96
3.8 Weißenburg-Gunzenhausen.....	110
4 Literatur	126

Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

mit dieser Broschüre wird erklärt, wie und zu welchen Zeiten Gesteine, Fossilien und Mineralien entstehen. Manch einer wird sich fragen, warum bizarre Felstürme, verwunschene Höhlen oder farbenprächtige Salzgesteine erforscht werden. Dafür gibt es gute Gründe: Diese steinernen Wunder der Natur vertiefen unser Wissen über die Entwicklung unserer Erde und ihres Klimas. Zum anderen verraten uns diese Orte, wo Geogefahren drohen oder Bodenschätze zu gewinnen sind. Man weiß heute, dass hinter Ereignissen wie Erdbeben, Felsstürzen und Erdfällen geologische Ursachen stecken, die zum Teil Jahrmillionen zurückliegen.

Aus der Untersuchung des Untergrunds und der Lagerung der Gesteine gewinnen Forscher ein detailliertes Bild von vergangenen Zeiten. Und Geotope machen dieses Bild auch für Laien verständlich.

Bayern sah nicht immer so aus, wie wir es heute kennen. Wiederholt wurde es zu Gebirgen aufgefaltet, abgeschliffen oder – wie uns versteinerte Riffe zeigen – von Meeren überspült und auf diese Weise völlig neu gestaltet. Pflanzen und Tiere mussten dem Wandel trotzen, manche Arten überlebten und entwickelten sich weiter, andere starben aus. Einige von ihnen haben als Fossilien die Zeiten überdauert. Wir sehen es als Verpflichtung, dieses erdgeschichtliche Naturerbe auch für nachfolgende Generationen zu erhalten.

Geotope, die Lesezeichen der Erdgeschichte, genießen in Bayern mittlerweile große Aufmerksamkeit in der Bevölkerung. Kommunen, Grundeigentümer und lokale Vereine sind stolz auf die geologischen Besonderheiten ihrer Heimat. Durch sie werden Besucher angelockt und so die mittelfränkischen Landschaften sanft touristisch erschlossen.

In dem vorliegenden Band „Geotope in Mittelfranken“ erfahren Sie, welche Bedeutung mittelfränkische Geotope besitzen und wo Sie in Ihrer Heimat diese Lesezeichen selbst studieren können. Knapp und übersichtlich werden die unterschiedlichen Landschaften und ihre Jahrmillionen dauernde Entwicklung detailliert beschrieben und anhand wichtiger Geotope beispielhaft erläutert.

Liebe Leserin und lieber Leser, ich wünsche Ihnen ein spannendes und informatives Lesevergnügen, das dazu beiträgt, Interesse und Verantwortung für die Erhaltung unseres Naturerbes zu vertiefen.



Dr. Markus Söder MdL
Staatsminister

Einleitung

Erdgeschichte erleben – wo gibt es welche Gesteine, Mineralien und Fossilien und warum gibt es sie dort, wie kann man sie nutzen, bergen sie Gefahren? Viele Fragen auf die die Geologie Antworten geben kann. Nicht nur für Wissenschaftler, auch für die Öffentlichkeit sind Geotope Orte, an denen der Einblick in die Bauart und Entstehungsgeschichte unseres Planeten gelingt. Hier finden Sie Spuren des Klimawandels der Erdgeschichte, Zeugnisse der Artenvielfalt und der Zerstörungskraft der Naturgewalten.

In Mittelfranken sind hauptsächlich die Seiten des Erdmittelalters aufgeschlagen. Ein Großteil der Gesteine Mittelfrankens ist in diesem Zeitalter der Dinosaurier entstanden. Von den Muschelkalkgesteinen des Taubertales über die Gips führenden Schichten des Keupers bis zu den imposanten Felsen des weißen Juras der Frankenalb sind gut 100 Millionen Jahre Erdgeschichte aufgeblättert. Die Vielfalt des damaligen Lebens ist in den erhaltenen Fossilien dokumentiert. Mit dem Nördlinger Ries wird ein weiteres Kapitel aufgeschlagen, vor etwas weniger als 15 Millionen Jahren veränderte der Einschlag des Ries-Meteoriten die Landschaft radikal. Es besteht kein Zweifel: Geotope können „Geschichte“ erzählen!

Es ist unsere Aufgabe, Interesse und Verantwortungsbewusstsein für die steinernen Naturschätze und die in ihnen gespeicherten Informationen zu wecken. Mit dem GEOTOP-KATASTER BAYERN, den wir seit 1985 aufbauen und der heute über 3100 Einzelobjekte aus ganz Bayern enthält, unterstützen wir einerseits die Tätigkeit der Naturschutz- und der Planungs- und Genehmigungsbehörden. Andererseits vermitteln wir die gewonnenen Erkenntnisse auf unterschiedliche Weise der Allgemeinheit. So bedienen wir beispielsweise die Öffentlichkeit, indem wir unter www.geotope.bayern.de alle wesentlichen Informationen im Internet verfügbar machen.

Leicht zugänglich und für viele auf gewohnte Weise kann man sich mit der bewährten Reihe „Erdwissenschaftliche Beiträge zum Naturschutz“ informieren: mittlerweile sind die Bände Oberfranken, Niederbayern, Oberpfalz, Schwaben und eine Neubearbeitung über Oberbayern erschienen. Für das vorliegende Heft „Geotope in Mittelfranken“ wurde die 1. Auflage neu überarbeitet und inhaltlich aktualisiert. Anhand wichtiger und vor allem anschaulicher Beispiele werden die wesentlichen geologischen Vorgänge und typischen landschaftlichen Erscheinungsformen erläutert.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre und empfehle Ihnen, das gewonnene Wissen bei einem Besuch von Geotopen zu vertiefen und so ein wenig in die erdgeschichtliche Vergangenheit zu wandern.



Claus Kumutat
Leiter
Bayerisches Landesamt für Umwelt

1 Geotope – ein erhaltenswerter Teil unseres Naturerbes

„Geotope, was ist das überhaupt?“ so wird sich vielleicht manch einer fragen, der diese Broschüre zum ersten Mal in Händen hält. Während jedermann weiß, was ein Biotop ist, oder wenigstens glaubt es zu wissen, ist der Begriff „Geotop“ in der Öffentlichkeit noch weitgehend unbekannt. Tatsächlich ist diese Wissenslücke verzeihlich, da der Begriff in Deutschland erst 1996 definiert wurde. Die Staatlichen Geologischen Dienste erarbeiteten damals in einer Ad-hoc-Arbeitsgruppe die Arbeitsanleitung zum Geotopschutz in Deutschland mit den wesentlichen Definitionen:

Geotope sind erdgeschichtliche Bildungen der unbelebten Natur, die Erkenntnisse über die Entwicklung der Erde und des Lebens vermitteln. Sie umfassen Aufschlüsse von Gesteinen, Böden, Mineralien und Fossilien sowie einzelne Naturschöpfungen und natürliche Landschaftsteile.

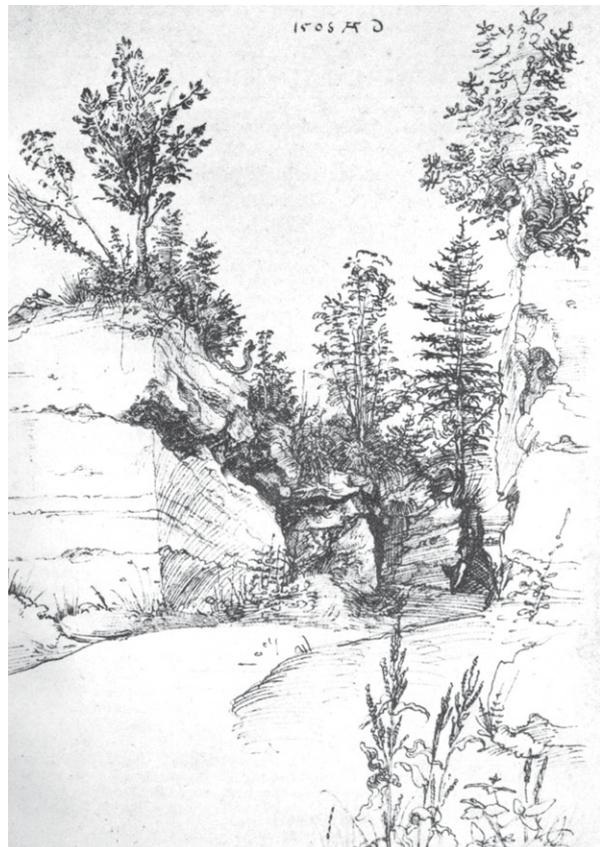
Die Definition ist sehr weit gefasst. Dies hat zur Folge, dass quasi die gesamte Erdoberfläche als ein Mosaik von Geotopen aufgefasst werden kann. Das Ziel des Geotopschutzes kann jedoch nicht sein, alle diese Geotope oder alle Geotope eines bestimmten Typs pauschal zu schützen. Die Aufgabe des Geotopschutzes bezieht sich daher hauptsächlich auf die schutzwürdigen Geotope, die von der AD-HOC-AG GEOTOPSCHUTZ wie folgt definiert wurden:

Schutzwürdig sind diejenigen Geotope, die sich durch ihre besondere erdgeschichtliche Bedeutung, Seltenheit, Eigenart oder Schönheit auszeichnen. Für Wissenschaft, Forschung und Lehre sowie für Natur- und Heimatkunde sind sie Dokumente von besonderem Wert. Sie können insbesondere dann, wenn sie gefährdet sind und vergleichbare Geotope zum Ausgleich nicht zur Verfügung stehen, eines rechtlichen Schutzes bedürfen.

Diese Definition und die erwähnte Arbeitsanleitung sind heute die Grundlage für den Geotopschutz in allen Bundesländern Deutschlands. Zuständig für die Erhebung der fachlichen Grundlagen sind die Staatlichen Geo-

logischen Dienste der Länder, in Bayern das Bayerische Landesamt für Umwelt. Im Auftrag und mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit werden seit 1985 die Daten und Fakten über die schutzwürdigen Geotope im GEOTOPKATASTER BAYERN gesammelt.

Der moderne Geotopschutz wird heute von vielen als ein neues Teilgebiet des Naturschutzes betrachtet. Tatsächlich bildete der Geotopschutz jedoch den Ausgangspunkt der Naturschutzbewegung. Die Wertschätzung für manche Geotope geht teilweise sogar bis in die vorgeschichtliche Zeit zurück. Quellen, Höhlen und eigenartige Felsbildungen hatten für die frühen Menschen nicht nur eine praktische Bedeutung im Alltagsleben. Diesen besonderen Orten wurde oft auch eine kultische oder mystische Bedeutung beigemessen. So tragen



Vor über 500 Jahren skizzierte ALBRECHT DÜRER einen aufgelassenen Sandsteinbruch bei Nürnberg (Original im Museum Bonnat, Bayonne/Frankreich).

manche Felsen bis heute die Bezeichnung „Druidenstein“. Oft wurden derartige, seit alters her „heiligen“ Orte in neue Religionen übernommen und beispielsweise mit christlichen Symbolen ausgestattet.

In der Zeit der Romantik verstärkte sich das Interesse an den Geotopen: Für die wohlhabenderen Menschen, die überwiegend in Städten lebten, verklärte sich der Blick auf die Natur. Geheimnisvolle Schluchten, Felsen und Höhlen wurden zu Symbolen einer urtümlichen Landschaft. Als solche wurden sie in den Werken zahlreicher Dichter und Maler dargestellt.

Die Wertschätzung einzelner Landschaftsteile führte bald auch zu Schutzbemühungen. Schon im Jahr 1840 verfügte KÖNIG LUDWIG I. von Bayern die Erhaltung der Weltenburger Enge bei Kelheim und schuf dadurch das erste Schutzgebiet in Bayern. Ziel der Maßnahme war die Erhaltung der romantischen Felspartien, und das obwohl der Kelheimer Kalk von LUDWIG I. ganz besonders als Baustein geschätzt wurde.

Das Reichsnaturschutzgesetz von 1935 schuf eine weitreichende Gesetzesgrundlage für den Geotopschutz. Die Mehrzahl der in der Folgezeit ausgewiesenen Naturdenkmäler waren Geotope. Erst in den vergangenen Jahrzehnten verlagerte sich der Schwerpunkt der Naturschutzarbeit auf den Schutz von Arten und ihrer Lebensräume. Auch hierzu tragen Geotope und Steinbrüche als Sekundärbiotope bei.

Vor über 200 Jahren entdeckten die ersten Naturforscher eine weitere wichtige Funktion der Geotope: sie erkannten sie als Dokumente der Erdgeschichte. Auf die Fragen nach der Entstehung einzelner Formen und ganzer Landschaften konnten nun erstmals wissenschaftliche Antworten gegeben werden. Neben einzelnen Oberflächenformen rückten vor allem auch die geologischen Aufschlüsse in den Mittelpunkt des Interesses. Im Laufe der Zeit lernten die Geowissenschaftler in diesen Archiven der Erdgeschichte zu lesen. Jeder Aufschluss wurde zu einem Mosaiksteinchen, mit dessen Hilfe der Ablauf der geologischen Geschichte der Erde und die Entwicklung des Lebens rekonstruiert werden konnte. Mit zunehmendem Wissen wurden auch immer neue Fragen gestellt, z. B.

„Wie waren die Bedingungen bei der Entstehung bestimmter Gesteine? Wie alt ist das Gestein?“. Daher wurden die Aufschlüsse immer wieder mit neuen Methoden untersucht und teilweise neu interpretiert. Bestimmte Schlüsselstellen der geologischen Forschung weisen heute in Fachkreisen einen hohen Bekanntheitsgrad auf und werden regelmäßig von Exkursionen zu Lehr- und Forschungszwecken besucht.

Die Zerstörung eines Geotops bedeutet meist die Vernichtung eines unwiederbringlichen Dokuments: Ein Fenster der Erdgeschichte wird für immer geschlossen. Sofern ein geeignetes Vergleichsobjekt nicht vorhanden ist, kann die gemachte Beobachtung oder Messung nicht mehr reproduziert werden. Wenn zudem durch an anderer Stelle gewonnene Erkenntnisse Zweifel an der ursprünglichen Aussage aufkommen, ist eine eindeutige Klärung des Sachverhalts nicht mehr möglich.

Das Bayerische Naturschutzgesetz bildet heute die rechtliche Grundlage für den Geotopschutz in Bayern. Der Vollzug erfolgt durch die Naturschutzbehörden an den Landratsämtern und Bezirksregierungen. Da an diesen Behörden jedoch im Allgemeinen keine Geowissenschaftler beschäftigt sind und auch der für die Bewertung von Geotopen nötige Überblick über ganz Bayern fehlt, erarbeitet das Bayerische Landesamt für Umwelt die nötigen Grundlagen und berät die zuständigen Behörden.

Hierzu war es zunächst notwendig, die Informationen über die wichtigsten Geotope Bayerns zu sammeln. Zu diesem Zweck wurde der GEOTOPKATASTER BAYERN angelegt, in dem derzeit 3150 Geotope detailliert digital erfasst sind. Weiterhin liegen Informationen über 3700 Höhlen vor, die von den privaten bayerischen Höhlenkatastern für Zwecke des Geotopschutzes zur Verfügung gestellt wurden. In Mittelfranken liegen 214 der erfassten Geotope und 318 Höhlen.

Eine vollständige Erfassung aller Geotope, unabhängig von ihrer Bedeutung, kann nicht Sinn und Zweck eines Geotopkatasters sein, da – wie oben erwähnt – die Erdoberfläche aus einem Mosaik von Geotopen besteht. Ziel ist

es vielmehr, möglichst alle wichtigen Geotope zu erkennen und zu bewerten. Dies bedeutet, dass bereits bei der Erhebung der Daten eine vorläufige Bewertung der jeweiligen Objekte vorgenommen werden muss. Aus der Gesamtzahl aller Geotope werden jene ausgewählt, für die eine Aufnahme in den GEOTOPKATASTER BAYERN notwendig und sinnvoll erscheint. Hierbei handelt es sich meist um Objekte, die in der Fachliteratur oder in Exkursionsführern beschrieben sind oder aber um besonders große oder seltene Vertreter eines bestimmten Geototyps oder Gesteins. Auch die Lage in einer besonderen landschaftlichen oder geologischen Position oder besonders charakteristisch ausgeprägte Eigenschaften können ausschlaggebend für die Aufnahme in den Geotopkataster sein.

Als Grundlage für die Entscheidung, ob weitergehende Maßnahmen zum Schutz der erfassten Geotope nötig sind, wird ihr „Geowissenschaftlicher Wert“ mit Hilfe eines Bewertungssystems ermittelt. Dabei wählt zunächst der Sachbearbeiter die Einstufung für vier Bewertungskriterien aus: (1) Die „Allgemeine geowissenschaftliche Bedeutung“ ist um so höher, je mehr geowissenschaftliche Teildisziplinen von einem Objekt berührt werden. (2) Die „Regionalgeologische Bedeutung“ ist um so höher, je größer das Gebiet ist, für das ein Objekt eine Bedeutung besitzt. (3) Die „Öffentliche Bedeutung“ ist am höchsten, wenn es sich um wissenschaftliche Referenzobjekte oder Typlokalitäten handelt. (4) Je besser der „Erhaltungszustand“ eines Objektes ist, um so höher wird dieses auch bewertet. Zusätzlich werden zwei Bewertungskriterien regelmäßig auf Grundlage des gesamten Datenbestandes ermittelt: Die „Häufigkeit“ innerhalb der Geologischen Region und die „Verbreitung“ des Geototyps in den Geologischen Regionen. Je seltener ein Geototyp in seiner Region vorkommt und je weniger verbreitet gleichartige Geotope sind, um so wichtiger sind diese beiden Kriterien. Jedes Bewertungskriterium ist mit einem Punktwert belegt. Aus der Summe der sechs einzelnen Punktwerte ergibt sich der „Geowissenschaftliche Wert“.

Ein Hauptziel des Geotopschutzes ist es, die als „wertvoll“ oder „besonders wertvoll“ einge-

stufen Geotope langfristig zu erhalten. Hierfür ist es aber nicht immer nötig, eine rechtliche Unterschutzstellung all dieser Geotope zu erwirken, solange keine Gefährdung vorliegt. Beispielsweise stellt der Abbau von Rohstoffen in Steinbrüchen oder Gruben meist keine Gefährdung für das jeweilige Geotop dar, sondern schafft im Gegenteil immer frische und aussagekräftige Aufschlüsse des Gesteins. Ist jedoch ein „wertvolles“ oder „besonders wertvolles“ Geotop z. B. durch Verfüllung gefährdet und stehen keine vergleichbaren Objekte als Ersatz zur Verfügung, so ergibt sich ein Handlungsbedarf. Das Bayerische Landesamt für Umwelt vertritt in diesen Fällen die Interessen des Geotopschutzes im Rahmen der entsprechenden rechtlichen Verfahren. Nach dem Bayerischen Naturschutzgesetz kommt vor allem die Ausweisung als Naturdenkmal oder geschützter Landschaftsbestandteil in Betracht. Bei der Abfassung der Schutzverordnungen ist dann darauf zu achten, dass der geowissenschaftliche Schutzzweck auch angemessen berücksichtigt wird. So muss z. B. bei Exkursionszielen das Betreten erlaubt und die Entnahme von Gesteins- und Bodenproben für wissenschaftliche Zwecke möglich sein. Ebenso muss die Durchführung von Pflegemaßnahmen zur Erhaltung der geowissenschaftlichen Aussagekraft von Aufschlüssen gestattet bzw. sogar festgeschrieben werden. Gerade künstliche Aufschlüsse verfallen meist relativ rasch. Hier soll das Lockermaterial regelmäßig entfernt und die Aufschlusswand frisch gehalten werden.

Die Notwendigkeit derartiger Pflegemaßnahmen ist bisher noch kaum im Bewusstsein der Öffentlichkeit verankert. Zweifellos bedürfen aber manche Geotope der Pflege genauso wie Baum-Naturdenkmäler oder wie Streuwiesen, die meist regelmäßig gepflegt werden, damit sie ihre Bedeutung für den Naturraum behalten.

Für alle Geotope, die mindestens als „bedeutend“ bewertet wurden, soll zumindest eine Festschreibung in den Flächennutzungsplänen mit integrierten Landschaftsplänen der Kommunen erreicht werden. Diese Erwähnung stellt zwar an sich noch keinen Schutz dar, sie bewirkt aber, dass bei einer Nutzungsände-

zung des jeweiligen Geländes zumindest eine Abwägung stattfindet, bei der auch die Geotopfunktion zu diskutieren ist.

Die verstärkte Einbeziehung der lokalen Behörden ist in den kommenden Jahren ein wichtiges Ziel des Geotopschutzes. Das Landesamt für Umwelt kann zwar die wichtigsten Geotope bayernweit erfassen und bewerten sowie im Einzelfall Hilfestellungen zu Schutz- und Pflegemaßnahmen geben. Es ist jedoch nicht in der Lage, überall die nötigen Pflegemaßnahmen selbst durchzuführen oder zu organisieren. Überprüfungen von bereits erfassten Geotopen können wegen der Vielzahl der Objekte meist nur in großen zeitlichen Abständen durchgeführt werden. Drohender Verfall und sonstige Beeinträchtigungen der Geotope werden daher oft nicht oder erst zu spät festgestellt.

Es gilt daher, die Aufmerksamkeit von Kommunen, Vereinen und engagierten Bürgern auf die Geotope ihrer Heimat zu lenken. Dies ist erforderlich, weil oft Wissensdefizite über die erdgeschichtlichen Grundlagen des engsten Lebensumfelds bestehen. Viele Menschen kennen nicht einmal die Geotope, die ihre Heimat prägen. Aus diesem Grund hat auch die Öffentlichkeitsarbeit einen hohen Stellenwert in der Geotopschutzarbeit des Bayerischen Landesamt für Umwelt.

Denn: „Nur was man kennt, kann man auch schützen!“

Im Rahmen des Programms „Bayerns schönste Geotope“ werden insgesamt 100 ausgewählte Geotope in Bayern vor Ort mit Informationstafeln versehen, anlässlich öffentlicher Prämierungsveranstaltungen werden sie vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit mit dem offiziellen Gütesiegel „Bayerns schönste Geotope“ ausgezeichnet. Bis Oktober 2010 erhielten neun Geotope in



Gütesiegel „Bayerns schönste Geotope“

Mittelfranken diese Auszeichnung: Gipsbruch Endsee, Burgsandsteinfelsen an der Kaiserburg, Schwarzachschlucht, Hesselberg, Karlsgraben, Gipskarstquelle Bodenloses Loch, Zwölf-Apostel-Felsen, Fossilfundstelle Solnhofener Plattenkalke, Historische Steinbrüche Wernsbach.

Bereits 1993 wurden die Ergebnisse der Erstaufnahme von Geotopen in Oberbayern veröffentlicht (LAGALLY et al. 1993). Damals war der Begriff Geotop noch nicht definiert, daher sprach man zunächst von den Geowissenschaftlich schutzwürdigen Objekten. In dieser Arbeit sind die wichtigen Grundlagen des Geotopschutzes bereits beschrieben. In den Folgejahren wurde die Übersichtserhebung in allen Regierungsbezirken Bayerns fortgesetzt. Gleichzeitig erarbeiteten Vertreter der Staatlichen Geologischen Dienste der Bundesländer die Arbeitsanleitung Geotopschutz in Deutschland, die im Wesentlichen auf den bayerischen Vorarbeiten und Erfahrungen basiert (AD-HOC-AG GEOTOPSCHUTZ 1996).

Mit dem Band „Geotope in Oberfranken“ wurde 1999 die Präsentation der erdgeschichtlichen Besonderheiten in den Regierungsbezirken Bayerns fortgesetzt (EICHHORN et al. 1999). Mittlerweile wurden auch Bände über die Geotope weiterer bayerischer Regierungsbezirke erstellt: „Geotope in Niederbayern“ (KEIM et al. 2004), „Geotope in der Oberpfalz“ (GLASER et al. 2007), „Geotope in Oberbayern“ (GLASER et al. 2008), 2009 „Geotope in Schwaben“ (LAGALLY et al. 2009). Der Band „Geotope in Unterfranken“ ist in Bearbeitung.



Prämierung des Geotops „Hesselberg“

Geotope in Mittelfranken

Startseite Wir Stellenangebote Ausschreibungen Kontakt Impressum

Bayerisches Landesamt für Umwelt

Themen **Umweltqualität** Wirtschaft Kommunen UmweltWissen Publikationen Veranstaltungen Presse

Themen A-Z Abfall Altlasten Analytik/Stoffe Boden Energie **Geologie** Lärm Luft Natur Strahlung Wasser

Startseite >> Geologie >> Geotope Daten >> Geotoprecherche

Geologie
Übersicht Geologie
Geotope Daten und Karten
Geotoprecherche
Geotop-Bücher und Geotouristische Karten

Geotoprecherche
Etwa 3.100 Geotope sind im "Geotopkataster Bayern" erfasst, der seit etwa 1985 zunächst vom Bayerischen Geologischen Landesamt aufgebaut und jetzt vom Landesamt für Umwelt weitergeführt wird. Der Geotopkataster Bayern dient als fachliche Grundlage für Maßnahmen zur Erhaltung und Pflege von Geotopen im Naturschutz und der Landesplanung. Ein Großteil der Daten ist auch für die Öffentlichkeit zugänglich, denn nur was man kennt lernt man schätzen und wird es auch schützen.

Klicken Sie in der Übersichtskarte Ihre Wunschregion an oder wählen Sie einen Landkreis bzw. eine kreisfreie Stadt aus der Liste und Sie gelangen zu den Detailkarten mit den Geotopbeschreibungen.
Viel Spaß beim Entdecken der Geotope an Ihrem Heimat- oder Urlaubsort!

Geographische Recherche

Mit wenigen Mausclicks erhalten Sie die Steckbriefe der Geotope Ihrer Heimat oder Ihres gewünschten Ortes!

Schauen Sie doch mal rein: www.geotope.bayern.de : auf der Seite „Geotope und Geotopschutz“ nach unten zur „weiterführenden Information“ scrollen und über den Link „Daten und Karten“ geht's zur Geotoprecherche!

Klicken Sie in der Übersichtskarte auf den Sie interessierenden Landkreis, dann erhalten Sie einen geologischen Kartenausschnitt (wie unten in der Abbildung) mit allen der Geotopen (gelbe und rote Quadrate) sowie eine alphabetische Liste der Objekte.

Wenn Sie mit der Maus über die Punkte fahren, sehen Sie bereits ein Foto und den Namen des Geotops.

Um für Ihre Exkursionsplanung oder Ihren Wanderausflug noch einen Steckbrief des Geotops zu erhalten, klicken Sie einfach auf den betreffenden Punkt und das Datenblatt des Objekts erscheint im PDF-Format. Sie brauchen es nur noch auszudrucken und los geht's zu den interessantesten Geotopen Bayerns.

Themen **Umweltqualität** Wirtschaft Kommunen UmweltWissen Publikationen Veranstaltungen Presse

Themen A-Z Abfall Altlasten Analytik/Stoffe Boden Energie **Geologie** Lärm Luft Natur Strahlung Wasser

Startseite >> Geologie >> Geotope Daten >> Geotoprecherche >> 571

Geologie
Übersicht Geologie
Geotope Daten und Karten
Geotoprecherche
Geotop-Bücher und Geotouristische Karten

Geotope im Landkreis und der kreisfreien Stadt Ansbach



Gipskarstquelle "Bodenloses Loch"

Geotop-Nummer: 571Q002 (ID: 6727OF0001)

Biotop-Nr.: X6727-029
Gemeinde/Stadt: DIEBACH
Landkreis: Ansbach
Bezirk, Region: Mittelfranken, Westmittelfranken
TK25, Flurkarte: 6727 Schillingsfuerst, NW.056.43
Koordinaten: R: 3587079, H: 5461832
Geländehöhe: 390 m ü.NN
Naturraum: Hohenloher und Haller Ebene
Geol. Raumeinheit: Gipskeuperregion

Kurzbeschreibung:
 Die Quelle "Bodenloses Loch" SW von Unteroestheim liegt im Bereich des Grundgipses. Sie bildet einen etwa 15 m breiten Quelltopf mit einer Tiefe von ca. 6 m.

Geotoptyp: Verengungsquelle
Zustand: Grundwasser aufgeschlossen, Wasserzu-/abflüsse,
Geologie: Myophorienschichten (Mittl. Gips-Keuper)

Petrographie: Gips
Aufschluss-Art: Kein Aufschluss (natürlich)
Erschließung: anfahrbar
Größe: L: 20 m, B: 15 m, H: 6 m, F: 200 qm
Schutzstatus: Naturdenkmal (ND)

Referenz:
Erfasser: Bayer. Geol. Landesamt
Bearbeiter: Lagally, Eichhorn, Glaser, Brandt

Literatur:

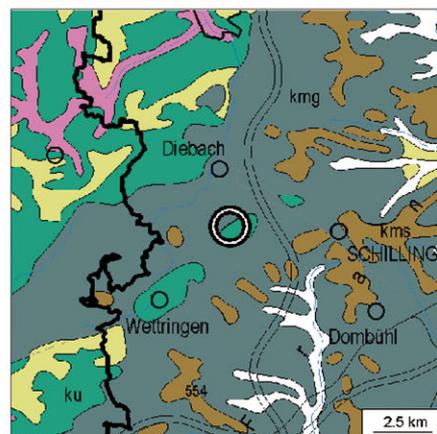
Bewertung: (Stand: 13.02.2007)

Allgemeine geowiss. Bed.: bedeutend (2 - 4 Fachbereiche)
Regionalgeologische Bed.: überregional bedeutend
Öffentliche Bedeutung: Exkursions-, Forschungs- und Lehrobjekt
Erhaltungszustand: nicht beeinträchtigt
Häufigkeit in der Region: selten (weniger als 4 gleichartige Geotope)
Verbreitung in Regionen: selten (nur in einer geol. Region)

Geowissenschaftlicher Wert: besonders wertvoll
 (geringwertig, bedeutend, wertvoll, besonders wertvoll)



Rasterdaten des Bayerischen Landesvermessungsamtes
Wiedergabe mit Genehmigung Nr. 6/94



Datenblatt im
PDF-Format

Informationen zu über 2400 Geotopen sind unter www.geotope.bayern.de im Internet verfügbar. Durch einfaches Anklicken eines Landkreises in der Übersichtskarte erhält man eine Detailkarte des Landkreises mit den erfassten Geotopen. Zu jedem Geotop ist

ein Steckbrief erhältlich, bestehend aus einer kurzen Beschreibung sowie einem Foto und Kartenausschnitten. Ein großer Teil des GEOTOP-KATASTERS BAYERN wurde auf diese Weise bereits der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

2 Naturraum Mittelfranken

2.1 Geografischer Überblick und naturräumliche Gliederung

Der Regierungsbezirk Mittelfranken umfasst die westliche Mitte Bayerns. In dem ungefähr 7250 km² großen Gebiet leben etwa 1,6 Millionen Menschen. Der Bezirk grenzt im Westen an Baden-Württemberg, im Norden an Unter- und Oberfranken, im Osten an die Oberpfalz, im Süden an Oberbayern und Schwaben. Administrativ ist Mittelfranken in die sieben Landkreise Ansbach, Erlangen-Höchstadt, Fürth, Neustadt a. d. Aisch-Bad Windsheim, Nürnberger Land, Roth und Weißenburg-Gunzenhausen sowie die fünf kreisfreien Städte Ansbach, Erlangen, Fürth, Nürnberg und Schwabach gegliedert. Der Großraum Nürnberg im östlichen Mittelfranken bildet ein bedeutendes Industriezentrum, während der Rest des Bezirks überwiegend landwirtschaftlich geprägt ist.

Weite Talebenen und niedrige Hügelketten prägen die Landschaften Mittelfrankens. Ein Großteil des Bereichs entwässert über die Regnitz (und zum Teil über die Tauber und kleinere Flüsschen) nach Norden in Richtung Main; sie sind damit Teil eines relativ jungen und daher gefällstarken Entwässerungssystems. Der tiefste Punkt des Bezirks liegt knapp unter

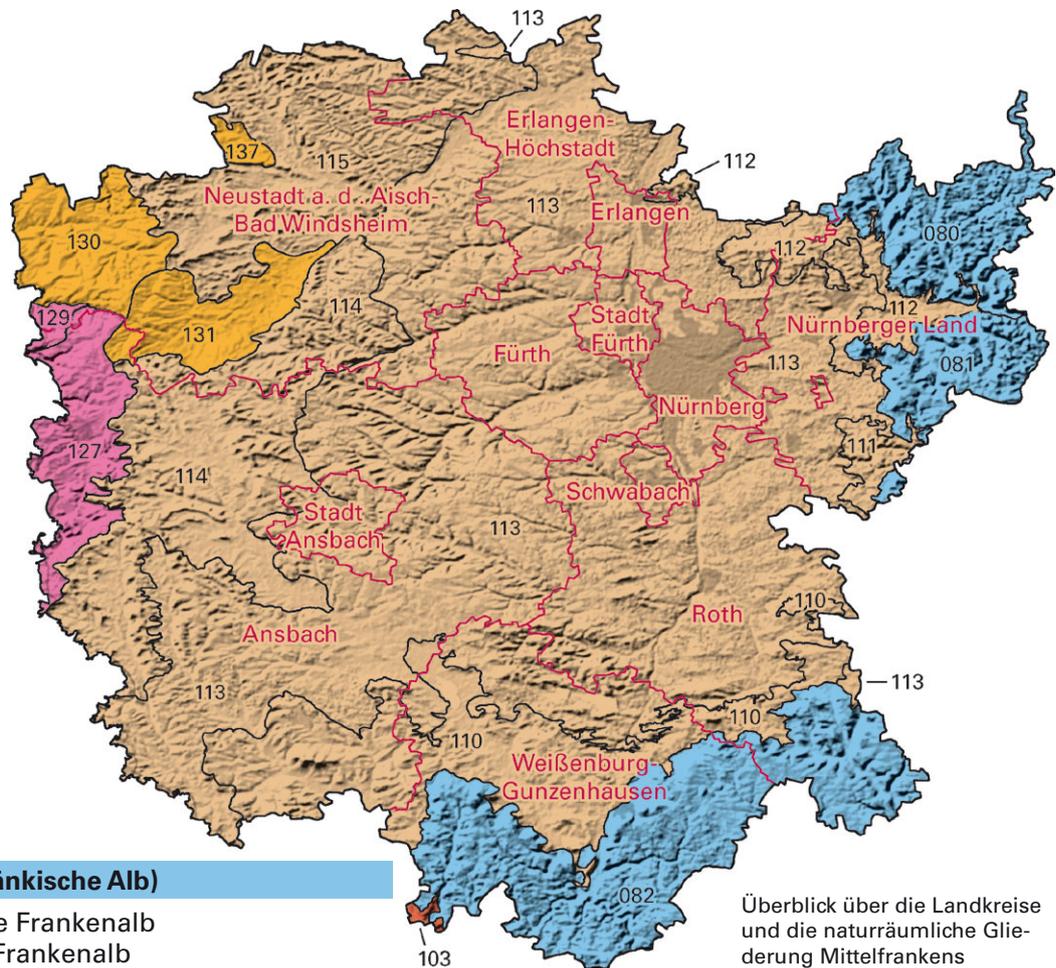
250 m, dort wo die Iff bei Bullenheim Mittelfranken verlässt. Das Flüsschen hat hier nur noch einen kurzen Weg zum tief eingeschnittenen Main zurückzulegen. Wörnitz und Altmühl gehören dagegen zu einem älteren Flusssystem, das mit geringerem Gefälle nach Süden der Donau zustrebt. Die tiefsten Teile dieses Talsystems liegen in Mittelfranken bei etwa 400 m.

Ein Großteil Mittelfrankens liegt in einer Höhenlage von etwa 350–500 m, nur die Frankenalb reicht oft auf 550–600 m hinauf. Der Hohenstein im Nürnberger Land erreicht 624 m, westlich von Thalmässing (Landkreis Roth) liegt die Hochfläche auf 612 m. Den höchsten Punkt im Regierungsbezirk bildet jedoch der Gipfel des isoliert stehenden Hesselbergs im Landkreis Ansbach; mit 689 m überragt er das umgebende Keuper-Hügelland um mehr als 200 m.

Die naturräumliche Gliederung von Deutschland (MEYNEN & SCHMIDTHÜSEN 1953–1959) stellt auch heute noch in leicht abgewandelter Weise die Grundlage für die Naturschutzarbeit dar:



Morgenstimmung in der Windsheimer Bucht; im Hintergrund der bewaldete Schilfsandsteinrücken zwischen Marktbergel und Weimersheim



Überblick über die Landkreise und die naturräumliche Gliederung Mittelfrankens (Daten nach BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ 2002)

Frankenalb (Fränkische Alb)

- 080 Nördliche Frankenalb
- 081 Mittlere Frankenalb
- 082 Südliche Frankenalb

Schwäbisches Keuper-Lias-Land

- 103 Ries

Fränkisches Keuper-Lias-Land

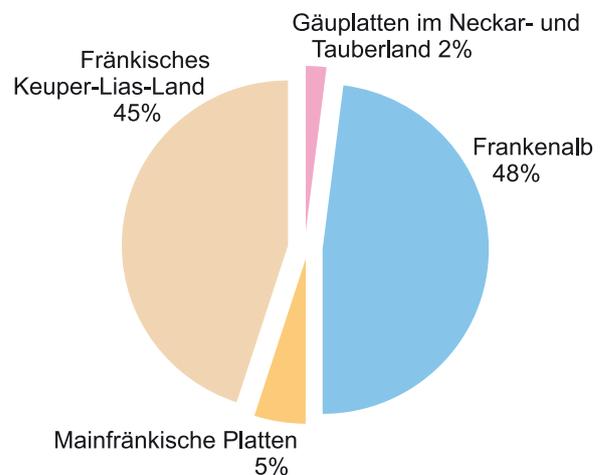
- 110 Vorland der Südlichen Frankenalb
- 111 Vorland der Mittleren Frankenalb
- 112 Vorland der Nördlichen Frankenalb
- 113 Mittelfränkisches Becken
- 114 Frankenhöhe
- 115 Steigerwald

Gäuplatten im Neckar- und Tauberland

- 127 Hohenloher und Haller Ebene
- 129 Taubertal

Mainfränkische Platten

- 130 Ochsenfurter Gau und Gollachgau
- 131 Windsheimer Bucht
- 137 Steigerwaldvorland



Verteilung der Geotope aus dem GEOTOPKATASTER BAYERN auf die Naturräume Mittelfrankens

Geotope in Mittelfranken

Im Nordwesten hat Mittelfranken Anteil an den **Mainfränkischen Platten**. Das Steigerwald-Vorland (137) reicht nur bei Markt Bibart nach Mittelfranken hinein. Zum Ochsenfurter Gau und Gollachgau (130) gehören die weiten Landschaften um Uffenheim. Am weitesten nach Osten erstrecken sich die Mainfränkischen Platten in der Windsheimer Bucht (131). Geologisch gesehen befindet man sich hier im Übergangsbereich vom obersten Muschelkalk über den Unteren Keuper bis in den unteren Teil des Gipskeupers. In dieser Schichtfolge überwiegen Ton- und Mergelsteine, wodurch die überwiegend flachwellige Morphologie zu erklären ist.

Ähnlich sind auch die Landschaften im Taubertal (129) und im Bereich der Hohenloher und Haller Ebene (127) im westlichen Mittelfranken aufgebaut. Das Gebiet gehört zu den **Gäuplatten im Neckar- und Tauberland**. Neben den flachwelligen Landschaften im Keuper kommt

hier aber in den tief eingeschnittenen Tälern auch der morphologisch harte Muschelkalk zur Geltung.

Der größte Teil Mittelfrankens liegt im Naturraum des **Fränkischen Keuper-Lias-Landes**. Seinen Westteil nehmen die Frankenhöhe (114) und der Steigerwald (115) ein. Die Sandsteinlagen des Mittleren Keupers sind in diesem Gebiet oft als bewaldete Höhenzüge zu erkennen. Der gesamte Zentralteil Mittelfrankens besteht aus dem Mittelfränkischen Becken (113). Im Westteil neigt sich das Gelände – etwa mit dem Einfallen der Schichten – in Richtung auf das Rezat/Rednitz/Regnitz-Tal, im Ostteil beginnt – entgegen dem Schichtfallen – allmählich der Anstieg zur Frankenalb. Der weitere Anstieg, überwiegend in den Gesteinen des Oberen Keupers und des Lias, wird zum Vorland der Nördlichen (112), Mittleren (111) bzw. Südlichen Frankenalb (110) gerechnet.



Die harten und damit witterungsbeständigen Kalk- und Dolomitgesteine des Malms sind am Horizont als landschaftlich markante Geländestufe zu erkennen (hier östlich von Weißenburg).



Vom Blasensandstein gebildete Schichtstufe nördlich von Schloss Hoheneck

Im Osten und Süden hat Mittelfranken jeweils randlich Anteil an der Nördlichen (80), Mittleren (81) und Südlichen Frankenalb (82). Die Basis der **Frankenalb** wird von den Gesteinen des Doggers gebildet. Am markantesten ist die Landschaft aber von den harten Kalk- und

Dolomit-Gesteinen des Malms geprägt, die als deutliche Schichtstufe mit tief eingeschnittenen Tälern ausgeprägt sind. Im Süden hat Mittelfranken auch noch einen kleinen Anteil am Nördlinger Ries (103), das naturräumlich zum **Schwäbischen Keuper-Lias-Land** zählt.



Landschaft östlich von Erlangen

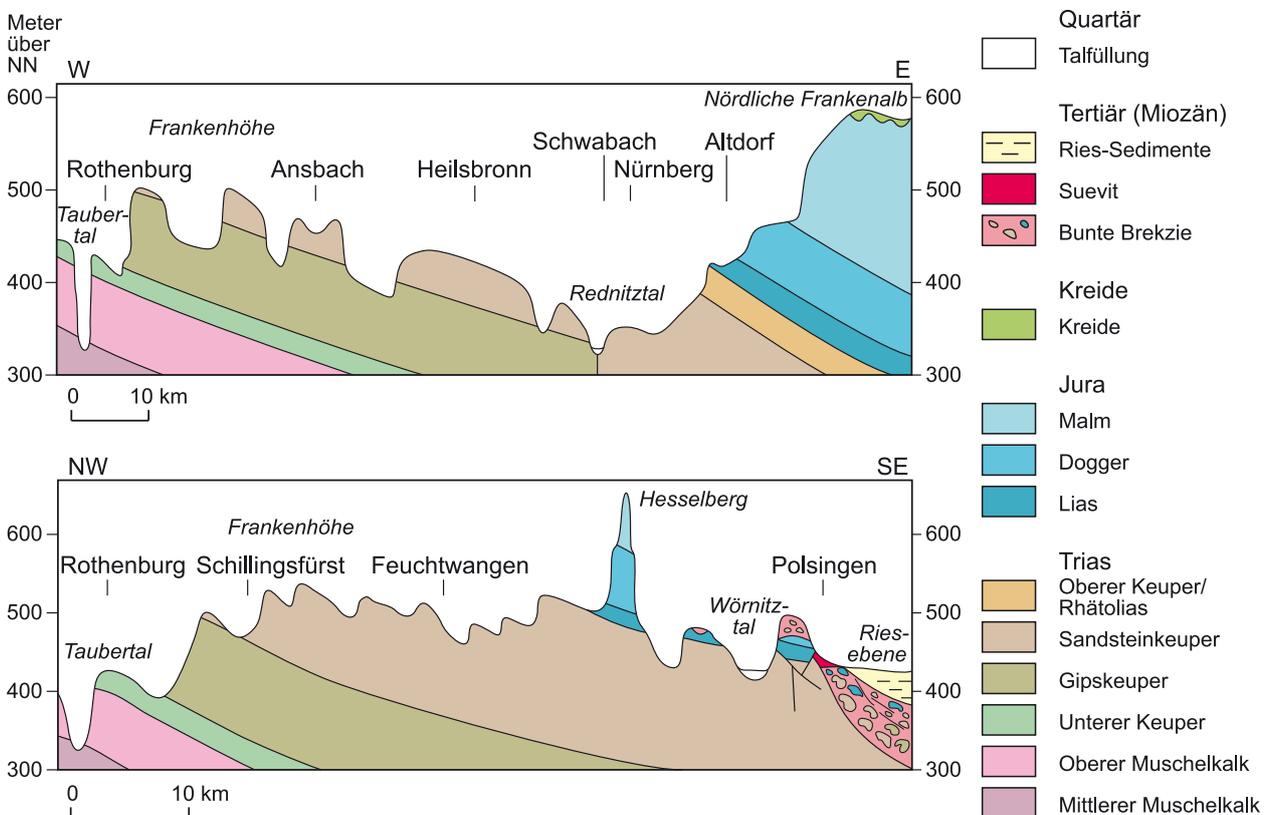
2.2 Erdgeschichtliche Entwicklung der mittelfränkischen Landschaften

Die mittelfränkischen Landschaften werden geprägt von einer Abfolge von Sedimentgesteinen, die überwiegend im Mesozoikum (Erdmittelalter) abgelagert wurden (vgl. Tabelle auf S.18). Später wurde das Gebiet allmählich angehoben und leicht verkippt. Die am weitesten herausgehobenen Gesteine waren der Abtragung jeweils am stärksten ausgesetzt. Das Zusammenspiel von ungleichmäßiger Hebung und Abtragung bewirkte, dass heute unterschiedlich alte Gesteine an der Erdoberfläche anstehen; die ältesten im stärker angehobenen Nordwesten, die jüngeren im Süden und Osten.

Abgesehen von der leichten Verkipfung weist die Schichtfolge in Mittelfranken kaum größere Verwerfungen oder Faltenstrukturen auf, wie sie in anderen Teilen Bayerns vorkommen (z. B. Donaurandbruch, Pfahl, Alpen). Auch eine vulkanische Aktivität, wie sie vor allem für das Tertiär in Unterfranken und der Oberpfalz typisch ist, hat in Mittelfranken nicht stattgefunden.

Die allmähliche Hebung und Abtragung des Gebietes verlief – mit Unterbrechungen – schon ab der Kreidezeit. Die unterschiedliche Verwitterungsanfälligkeit der einzelnen Schichtglieder führte in diesem langen Zeitraum zur Ausbildung einer typischen Schichtstufenlandschaft. Am Ausstrich von Kalk-, Dolomit- und Sandsteinen entstanden oft steile Schichtstufen. Ton- und Mergelsteine verwittern dagegen leichter und bildeten eher schwach geneigte Hänge und Ebenen.

Im Zuge der Abtragung entstand auch das Gewässernetz. Dieses war das gesamte Tertiär hindurch nach Süden auf die Donau hin ausgerichtet. Ein bedeutendes Ereignis in der jüngeren Landschaftsgeschichte war der Einschlag des Ries-Meteoriten im Mittleren Miozän vor ca. 15 Millionen Jahren. Zwar liegt der Einschlagskrater hauptsächlich im benachbarten Schwaben, aber die Auswurfmassen aus dem Krater bedeckten auch das südliche Mittel-

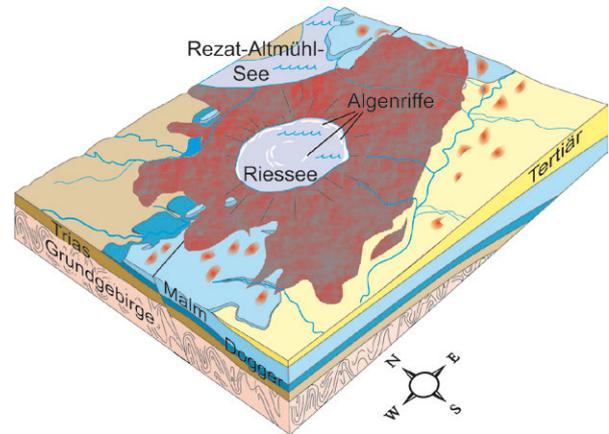


Die geologischen Schnittbilder vom Taubertal bis in die Nördliche Frankenalb (oben) und vom Taubertal in die Riesebene (Nördlinger Ries) (unten) veranschaulichen den geologischen Aufbau des Gebietes (oben 120-fach, unten 70-fach überhöht).

franken. Insbesondere wurden die nach Süden gerichteten Täler durch die Frankenalb völlig verschüttet. Im südlichen Mittelfranken bildete sich dadurch ein riesiger natürlicher Stausee, der Rezat-Altstuhl-See.

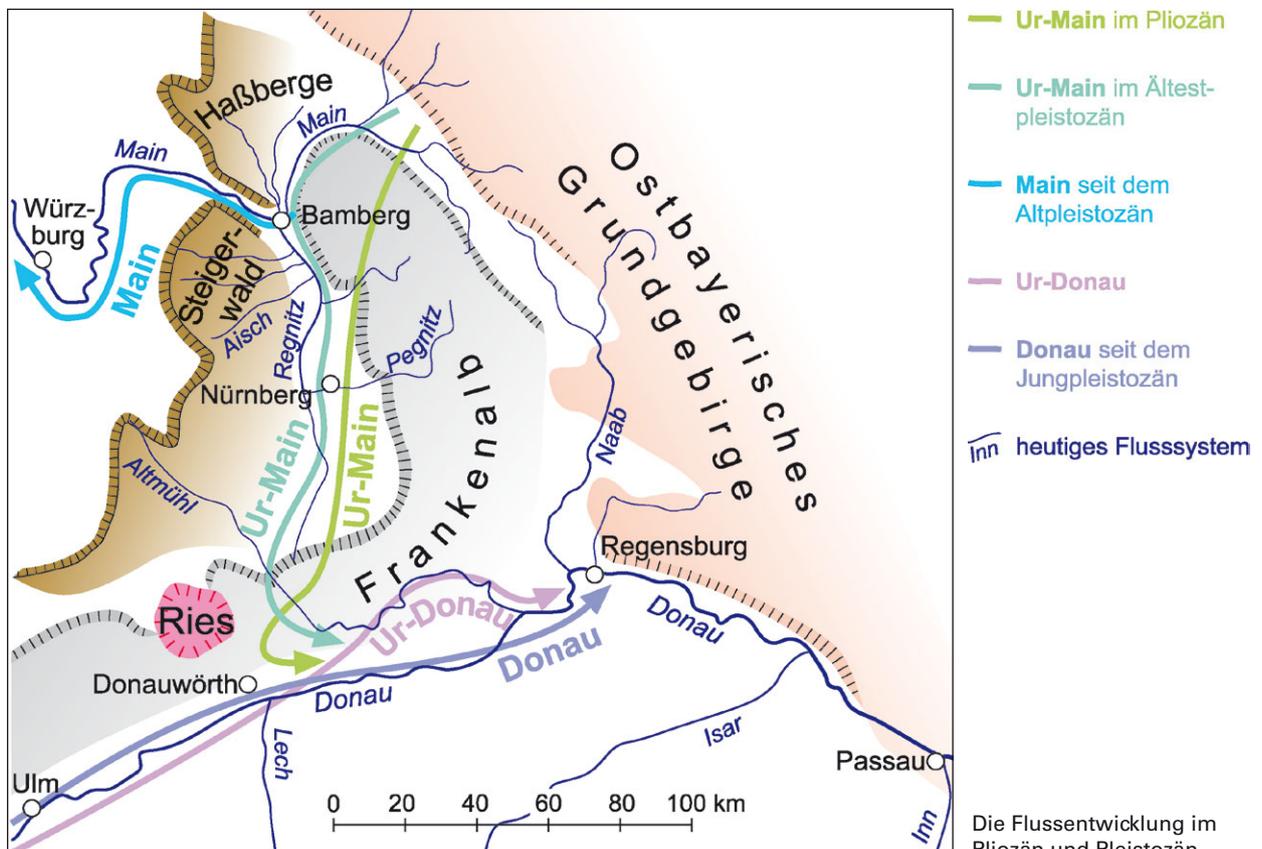
Erst im Pleistozän erfolgte eine wesentliche Änderung der Abflussrichtung: Im Norden durchbrach der Oberlauf eines östlichen Rheinzufusses die Steigerwald-Schwelle und zapfte den Main an seinem Oberlauf an, dieser hatte somit einen wesentlich kürzeren Weg zum Meer zurückzulegen. Seitdem tieften sich die Gewässer im Norden stärker ein (z. B. Taubertal) und es wurde ein großer Teil des Abflusses nach Norden umgelenkt. Nur die Altmühl und die Wörnitz weisen noch die alte Entwässerungsrichtung auf.

Das Klima war im Tertiär in Mitteleuropa subtropisch bis tropisch. Vielerorts bewirkte dieses Klima eine tiefgründige Verwitterung der Gesteine. Während der nachfolgenden Kaltzeiten wurden die verwitterten Gesteine auf vielfälti-



Die Auswurfmassen des Meteoriteneinschlags bedeckten weite Teile der Alb. Sie stauten die nach Süden gerichteten Flüsse und schufen den so genannten Rezat-Altstuhl-See mit einer dem heutigen Bodensee vergleichbaren Fläche.

ge Weise umgelagert. Schon auf leicht geneigten Hängen bildeten sich Fließerden. Aufgrund der fehlenden Vegetation konnten außerdem Stürme Sand und Feinmaterial abtragen und an anderen Orten als mächtige Sanddünen und Lößdecken wieder ablagern.



Geotope in Mittelfranken

Mio. Jahre vor heute	Ära	Stratigraphie	Hauptgesteine	Geotope		
2,6	Känozoikum [Erdneuzeit]	Quartär	Holozän Pleistozän	Fließerde, Löß, Flugsand, Talsedimente, Hochflächenschotter	Steinerne Rinne bei Rohrbach (S.123) Heinrichsgraben bei Untermässing (S.109) Paläokarstsystem am Euerwanger Bühl (S.107)	
		Neogen Jungtertiär	Pliozän Miozän	Monheimer Höhensand, Tone, Sande der Oberen Süßwassermolasse, Süßwasserkalk, Suevit, Riestrümmermassen	Karlsgraben (S.125) Suevitbruch Polsingen (S.121) Schlifffläche Gundelsheim (S.120)	
23	Känozoikum [Erdneuzeit]	Paläogen Alttertiär	Oligozän Eozän Paläozän	Bohnerz Alblehm	Höllentrichter bei Osterdorf (S.106)	
		Kreide	Ober- Unter-	Maastricht Campan Santon Coniac Turon Cenoman Alb Abt Barreme Hauterive Valangin Berrias	Sandsteine, "Kallmünzer" Farberden, Eisenerz Schutzfelschichten Schichtlücke	Döckinger Quarzite (Alter unsicher) (S.112)
145	Mesozoikum [Erdmittelalter]	Malm	Oberer Mittlerer Unterer	ζ Mönsheimer Schichten ε Solnhofener Plattenkalk δ Treuchtlinger Marmor γ Obere Mergelkalke β Werkkalk α Untere Mergelkalke	Plattenkalke Langenaltheim (S.119) Dolomit-Steinbruch Bieswang (S.115) Zwölf-Apostel-Felsen (S.114) Steinbruch südlich von Rothenstein (S.117) Distlergrotte bei Finstermühle (S.79) Steinbruch Hartmannshof (S.81) Kalksteinbruch Greding (S.105)	
		Jura	Dogger	ζ geringmächtige Sand-, Ton- und Mergelschichten ε Sowerbyi-Bank β Eisensandstein α Opalinuston	(Sandstein, Eisenerze, Geröllhorizonte) (Tonstein)	Doggeraufschluss am Hesselberg (S.53) Felsenkeller in Thalmannsfeld (S.111) Hohlweg bei Hechlingen (S.29)
161	Mesozoikum [Erdmittelalter]	Lias	Oberer Mittlerer Unterer	ζ Jurensismergel ε Posidonien-schichten δ Amaltheenton γ Numismalisschichten β Turner-, Raricostaten-schichten α Arieten-, Angulatensschichten	(Mergel-, Ton-, Kalksteine) (bitumenreiche Ton-, Mergel-, Kalksteine) (Tonstein) (Kalk-, Mergelsteine) (Ton-, Mergelsteine)	Teufelsgraben bei Oedhof (S.61) Tongrube Marloffstein (S.57)
		Keuper	Oberer Mittlerer	Rhät-Lias-Übergangsschichten Feuerletten (Trossingen-Formation) Burgsandstein (Löwenstein-Formation)	im Süden Schichtlücke sandige Randfazies	Schichtstufe bei Rathsberg (S.59) Teufelhöhle bei Altdorf (S.83) Historische Steinbrüche Wernsbach (S.103) Schnittlinger Loch (S.101) Steinbrüche beim Druidenstein (S.65) Schwarzachsclucht b. Schwarzenbruck (S.77) Burgsandsteinfelsen an der Kaiserburg (S.75) Steinbrüche im Fürther Stadtwald (S.69)
176	Mesozoikum [Erdmittelalter]	Trias	Oberer Mittlerer	Blasensandstein (Hassberge-Fm.) Lehrbergschichten (Steigerwald-Fm.) Schilfsandstein (Stuttgart-Form.) Estheriensschichten Myophorienschichten Grundgips	(Grabfeld-Formation)	Verwerfung in Banderbach (S.67) Tongrube Schwand (S.51) Schilfsandsteinbruch südwestlich von Humprechtsau (S.89) Mergelgrube bei Bellershausen (S.49) Gipskarstquelle Bodenloses Loch (S.47) Gipsbruch Endsee (S.46) Gipshöhle Höllern (S.93) Gipsbruch Katzenloch bei Bad Windsheim (S.95)
		Muschelkalk	Oberer Mittlerer	Grenzdolomit Gelbkalk, Werksandstein	(Erfurt-Formation)	Benker Sandstein
200	Mesozoikum [Erdmittelalter]	Trias	Unterer	Grenzdolomit Gelbkalk, Werksandstein	(Erfurt-Formation)	Benker Sandstein
235						

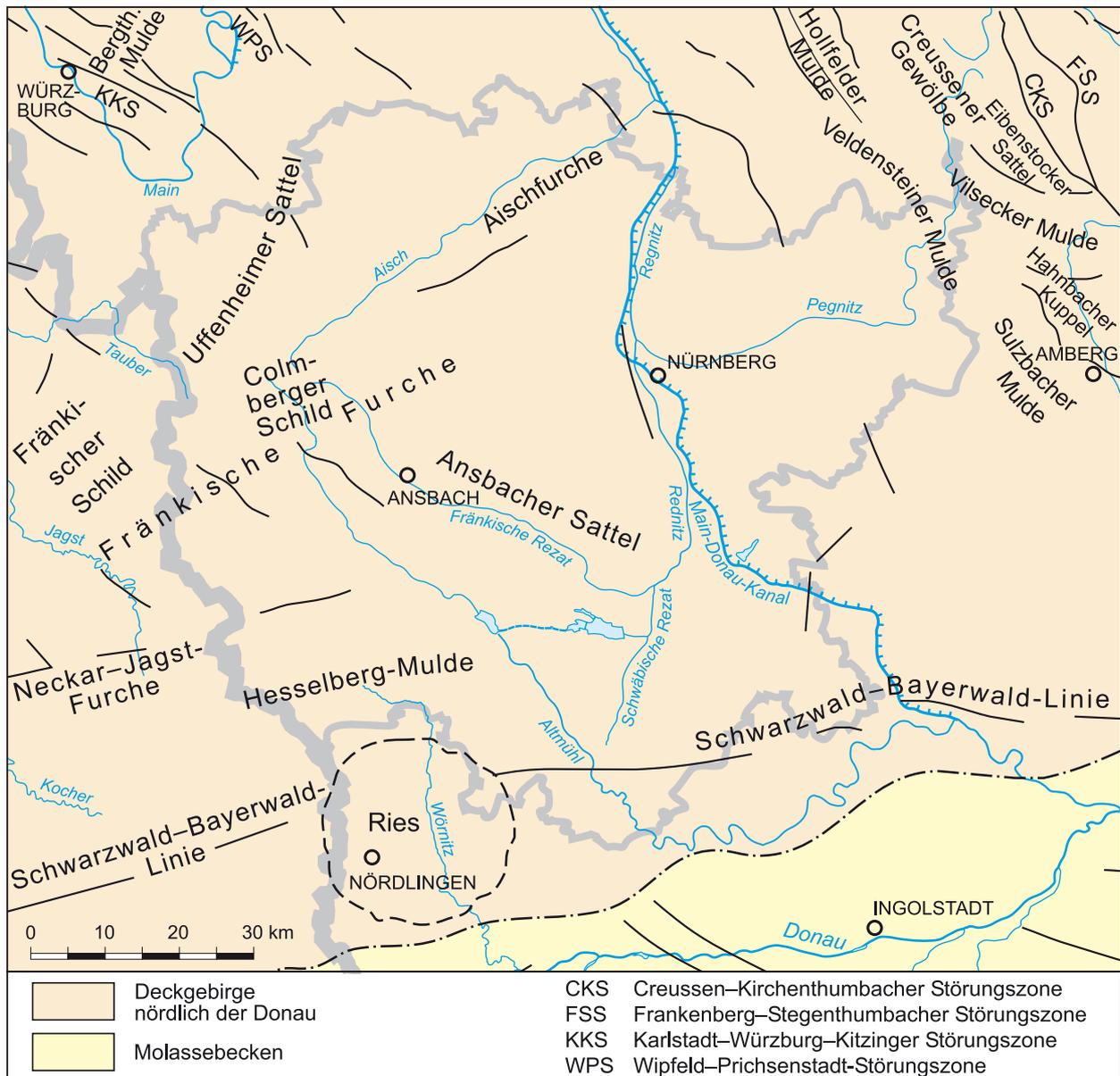
Stratigraphie der mittelfränkischen Gesteine und ausgewählter Geotope

2.3 Geologische Gliederung und Schichtfolge

Mittelfranken liegt aus geologischer Sicht im Süddeutschen Schichtstufenland. Der Regierungsbezirk wird überwiegend von der Schichtfolge des Keupers geprägt, die auf beinahe 90% der Fläche den Untergrund bildet. Die Schichten fallen leicht in Richtung Süden bis Osten ein. Im Nordwesten des Gebietes kommen daher mit dem Muschelkalk die ältesten Schichten zutage. Im Süden und Osten reicht die nahezu ununterbrochene Schichtfolge bis in den Oberen Jura. In der Kreide und dem Tertiär

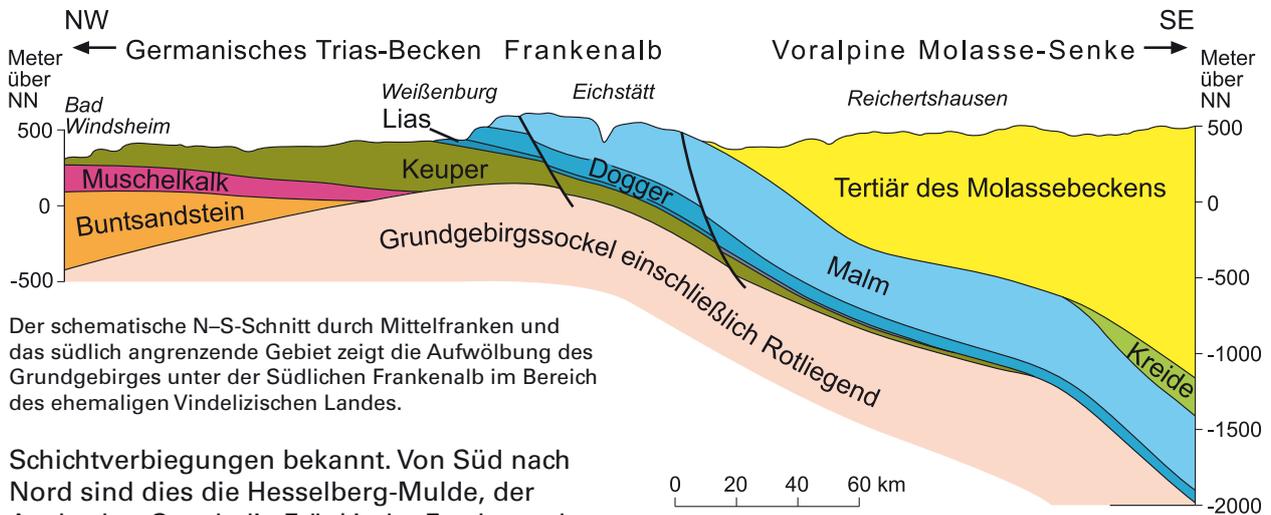
wurden nur stellenweise Gesteine abgelagert und bis heute überliefert. Ein dünner Schleier von eiszeitlichen und nacheiszeitlichen Lockergesteinen und Bodenbildungen ist dagegen beinahe allgegenwärtig.

Größere Verwerfungen und Faltenstrukturen fehlen in Mittelfranken weitestgehend. Abgesehen von der bereits erwähnten leichten Verkipfung der Schichtfolge in Richtung Süd bzw. Ost sind vor allem einige weitgespannte



Ausschnitt aus der tektonischen Karte von Bayern (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1996)

Geotope in Mittelfranken



Der schematische N-S-Schnitt durch Mittelfranken und das südlich angrenzende Gebiet zeigt die Aufwölbung des Grundgebirges unter der Südlichen Frankenalb im Bereich des ehemaligen Vindelizischen Landes.

Schichtverbiegungen bekannt. Von Süd nach Nord sind dies die Hesselberg-Mulde, der Ansbacher Sattel, die Fränkische Furche und der Uffenheimer Sattel. Die bedeutendste Verwerfung ist die West-Ost-streichende Schwarzwald-Bayerwald-Linie, die bei Treuchtlingen das südliche Mittelfranken durchquert. Kleine Störungen und Faltenstrukturen kommen vielerorts vor, allerdings deutlich seltener als in anderen Teilen Bayerns.

Aus Tiefbohrungen ist der Aufbau des tieferen Untergrunds bekannt. Unter den weitgehend ungestörten Schichten des Deckgebirges findet sich auch in Mittelfranken das so genannte **Grundgebirge**. Es handelt sich hierbei um Gesteine, die während der „variszischen“ Gebirgsbildung (vor ca. 300 Millionen Jahren) gestört und verfaultet sowie durch hohe Drücke und Temperaturen im Erdinneren metamorph umgewandelt wurden. Dadurch entstanden hauptsächlich Gneise und Glimmerschiefer, ähnlich jenen, die in den Nordostbayerischen Mittelgebirgen an der Oberfläche zu finden sind. Auch die typischen Granit-Intrusionen haben hier stattgefunden.

Im Norden Mittelfrankens fällt das Grundgebirge bis etwa 400 m unter NN. Im südlichen Mittelfranken (ungefähr zwischen Weißenburg und Eichstätt) reicht das es bis auf ca. 100 m über NN. In diesem Bereich lag das Vindelizische Land, das ein Teil des variszischen Gebirges war und sich von Böhmen bis in die Schweiz erstreckte. Es bestand von der Trias bis in den Dogger und trennte das Germanische Becken im Norden vom Mittelmeer des Erdmittelalters (Tethys) im Süden.

Während des Unteren **Perm** (Rotliegend) wurde das Variszische Gebirge bereits wieder weitgehend abgetragen. Sein Abtragungsschutt lagerte sich in einzelnen Trögen mit sehr unterschiedlicher Mächtigkeit ab. Bei Treuchtlingen, Gunzenhausen, Abenberg und Weikershof wurden über dem Grundgebirge Rotliegend-Sedimente und -Magmatite von teilweise über 300 m Mächtigkeit erbohrt. Unter Nürnberg, Boxdorf und Bad Windsheim fehlen dagegen die Rotliegendesedimente. Im Oberen Perm (Zechstein) war das Gebiet bereits wieder weitgehend eingeebnet. Das Zechsteinmeer erreichte Mittelfranken allerdings nur im äußersten Norden.



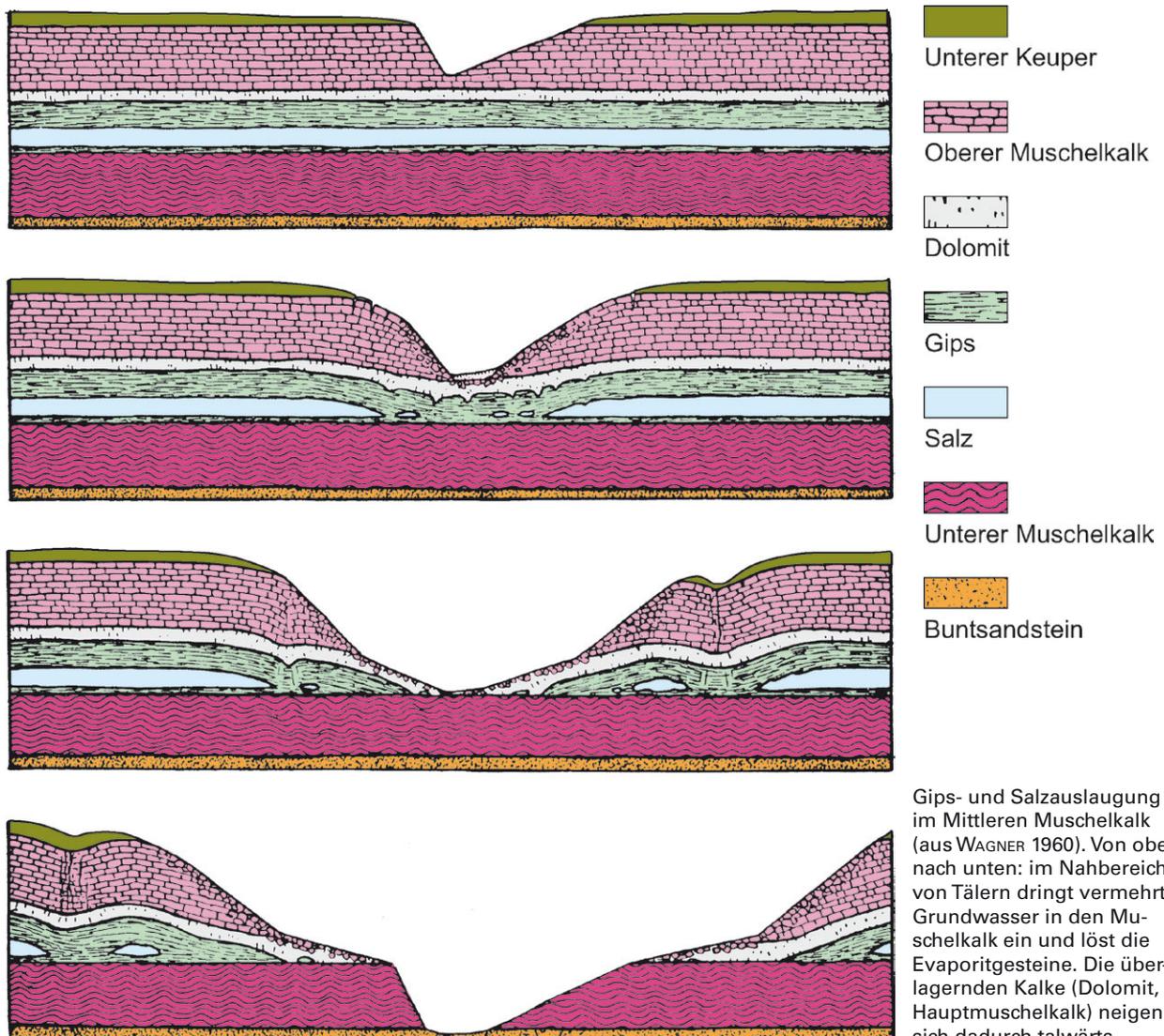
Verbreitung der Rotliegend Becken und maximale Ausdehnung des Zechstein-Meeres in Mittelfranken

Während der **Trias** bildete sich in Mitteleuropa ein großes kontinentales Becken („Germanisches Becken“), an dessen südöstlichem Rand Mittelfranken lag. Die Mächtigkeit der abgelagerten Sedimente nimmt naturgemäß vom Rand des Beckens in Richtung auf dessen Mitte hin zu. Dementsprechend ist es nicht verwunderlich, dass bei Bad Windsheim über 500 m Buntsandsteinsedimente (Untere Trias) erbohrt wurden, deren Mächtigkeit bis nach Weißenburg aber auf Null abnimmt.

Über dem Buntsandstein folgen die Schichten des Muschelkalks. Diese liegen im Südostteil des Bezirks (bis etwa unter Nürnberg und Gunzenhausen) in der geringer mächtigen

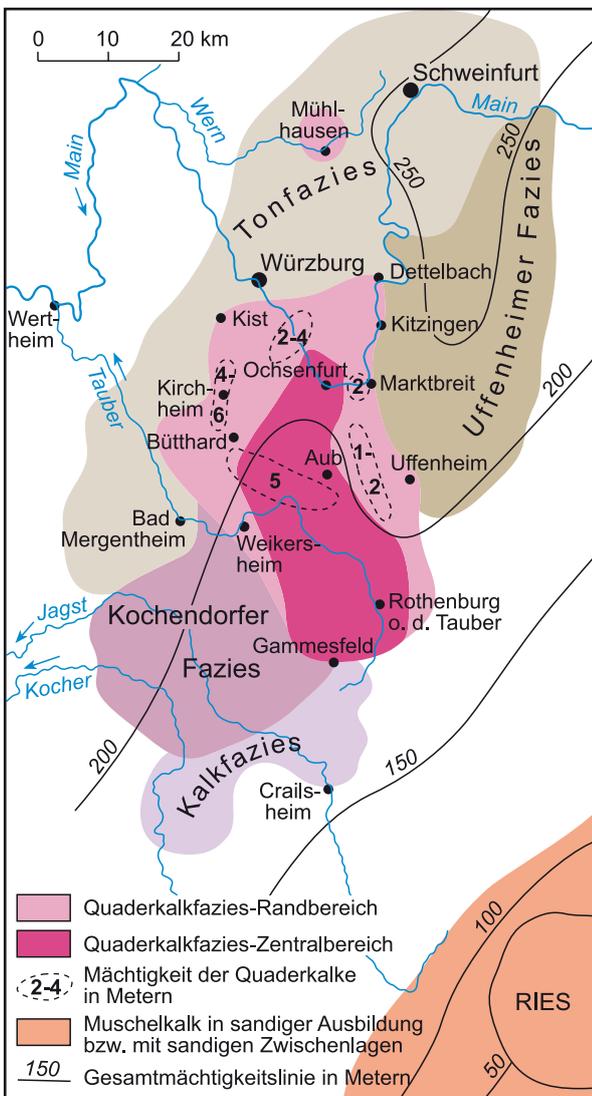
sandigen Randfazies vor. Nördlich von Rothenburg o. d. Tauber und Bad Windsheim ist die Schichtfolge dagegen bis über 200 m mächtig. Wie alle älteren Schichten ist in Mittelfranken auch der Untere Muschelkalk mit den typischen Wellenkalken nicht an der Oberfläche aufgeschlossen. Das älteste Gestein, das in Mittelfranken zutage ansteht, ist der Mittlere Muschelkalk, der die unteren Hänge und den Grund des Taubertales zwischen Rothenburg und Taubertzell bildet.

Neben Mergeln mit einzelnen Kalk- und Hornsteinlagen besteht der Mittlere Muschelkalk hauptsächlich aus evaporitischen (Salz-) Gesteinen. Gips, Anhydrit und Steinsalz mit



Geotope in Mittelfranken

zwischengelagerten Dolomiten und Tonen prägen diese Abfolge. Die Sulfat- und Chloridgesteine entstanden durch Eindampfung („Evaporation“) von Meerwasser in dem weitgehend vom offenen Ozean abgeschnürten Meeresteil, den das Germanische Becken zu dieser Zeit bildete. Die Evaporite blieben weitgehend erhalten, solange sie von mächtigen wasserundurchlässigen Deckschichten geschützt waren. So wurde beispielsweise in der Bohrung Bad Windsheim der Mittlere Muschelkalk mit 72 m Mächtigkeit angetroffen; die Serie enthält neben reichlich Anhydrit auch ein Steinsalzlager von 6 m Mächtigkeit.



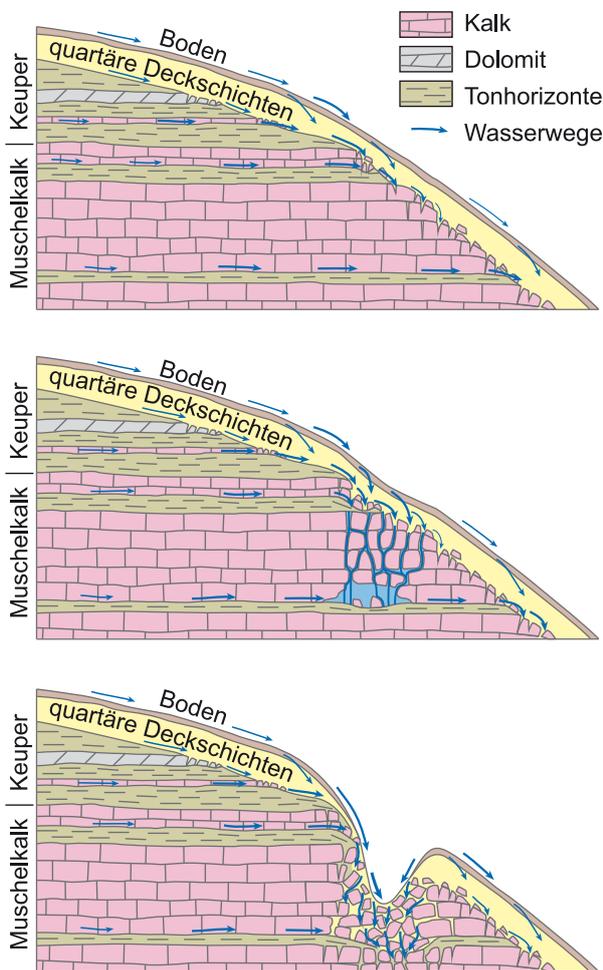
Verbreitung der unterschiedlichen Gesteinsausbildungen im Oberen Muschelkalk und Gesamtmächtigkeit des Muschelkalks (nach HAUNSCHILD 1997)

In der Nähe von tief eingeschnittenen Tälern und dort, wo die Deckschichten nur noch geringe Mächtigkeit aufweisen, kann Grundwasser in die Evaporitgesteine eindringen. Dadurch wird zuerst das Steinsalz, später oft auch Gips und Anhydrit vollständig weggelöst. Die Gesamtmächtigkeit des Gesteins nimmt dadurch erheblich ab. Zusätzlich entstehen im überlagernden Oberen Muschelkalk verstärkt Klüfte, durch die dann immer mehr Grundwasser in die Tiefe gelangt.

Im Oberen Muschelkalk hatte das Germanische Becken wieder eine freie Verbindung zum offenen Ozean. In dem warmen Flachmeer lagerten sich überwiegend gut gebankte Kalk-, Mergel- und Tonsteine von insgesamt ca. 70 m Mächtigkeit ab. Die vielfachen Sedimentationswechsel, die zur Entstehung der gebankten Gesteinsfolge führten, werden von AIGNER & BACHMANN (1993) auf zyklische Meeresspiegelschwankungen zurückgeführt. Aufgrund der günstigeren Lebensbedingungen in diesem Meer sind insbesondere die Kalkschichten oft sehr reich an Überresten von kalkschaligen Tieren. Neben Ammoniten kommen vor allem Stielglieder von Crinoiden („Seelilien“) sowie Schalen von Brachiopoden und Muscheln teilweise massenhaft vor. Mehrere Leithorizonte tragen die Namen der hierin enthaltenen Fossilien („Hauptencrinitenbank“, „Terebrateldickbank“, „Spiriferinabank“, „Cycloidesbank“). An einigen Stellen bildeten sich Austernkolonien, aus denen bis zu mehrere Meter hohe massige Riffgebilde entstanden.

Im obersten Muschelkalk kam es im nördlichen Mittelfranken und im südlichen Unterfranken zu einer besonderen Gesteinsausbildung, der so genannten Quaderkalkfazies. In diesem Bereich sind viele der Kalkbänke besonders dickbankig entwickelt und enthalten überdurchschnittlich viel Muschelschill. Die Quaderkalkbänke sind aufgrund ihrer Kompaktheit und Schönheit als Naturwerksteine geschätzt und werden bereits seit Jahrhunderten in vielen Steinbrüchen gewonnen.

Die Kalklagen im Oberen Muschelkalk sind teilweise gut verkarstungsfähig, während die Tonlagen oft wasserstauend wirken. Diese Gesteinseigenschaften bewirken, dass sich



Erdfallentstehung im Oberen Muschelkalk
(nach SIMON 1982)

oft mehrere Grundwasserstockwerke übereinander entwickelt haben und dass es in Kalkbänken oberhalb von Tonlagen zu verstärkter Auslaugung kommt. Insbesondere im Bereich des Schrozberger Schildes (Baden-Württemberg) konnten sich ausgedehnte unterirdische Entwässerungssysteme bilden, deren Ausläufer bis nach Mittelfranken reichen.

Die Schandtauberquelle bei Bettenfeld, deren Schüttung zwischen 15 und 1000 Liter pro Sekunde schwankt, entwässert den Ostteil dieses Gebietes (ZANDER 1973). Mit Markierungsversuchen wurden hier Grundwasserfließwege von über 8 km Länge bei Fließgeschwindigkeiten von bis zu 300 Metern pro Stunde nachgewiesen. Die Schandtauberhöhle ist ein Teil dieses großen Karstsystems und eine der größten Höhlen im deutschen Muschelkalk.

Dolinen und Erdfälle entstehen im Oberen Muschelkalk vor allem im Grenzbereich zum überlagernden Unteren Keuper. Die Verkarstung wird hier dadurch begünstigt, dass das aggressive Oberflächenwasser aus dem Keupergebiet in den geklüfteten Kalkstein eindringt und diesen auflösen kann. Dadurch entstehen im Lauf der Zeit unterirdische Hohlräume.

Das so genannte „Grenzbonebed“ bildet den oberen Abschluss des Muschelkalks an der Grenze zum Keuper. In dieser dünnen fossilreichen Gesteinslage sind nur die widerstandsfähigsten Überreste aus einer relativ langen Zeitspanne angesammelt („Kondensatlage“). Neben Quarzsandkörnern finden sich vor allem Reste von Zähnen und Schuppen sowie versteinerte Kotballen („Koprolithen“) und Knochenreste von Fischen und Sauriern.

Während des **Keupers** war die Verbindung zwischen dem Weltmeer und dem Germanischen Becken wieder stark eingeschränkt. Auf weitgehend ebenem Untergrund lagerte sich unter flachmarinen bis terrestrischen Bedingungen eine von Sand- und Tonsteinen dominierte Wechselfolge ab. Zeitweise bildete sich durch Verdunstung von Meerwasser in abgeschnürten Teilbecken auch wieder Gips und Anhydrit.

Die flachwellige Landschaft zwischen Uffenheim und Rothenburg o. d. Tauber ist hauptsächlich von den Gesteinen des Unteren Keupers aufgebaut. Die Gesteinsfolge wurde wegen ihres hohen Anteils an Ton- und



Nachgesackte Muschelkalkschichten über einem Karstsystem im Steinbruch westlich von Bettenfeld

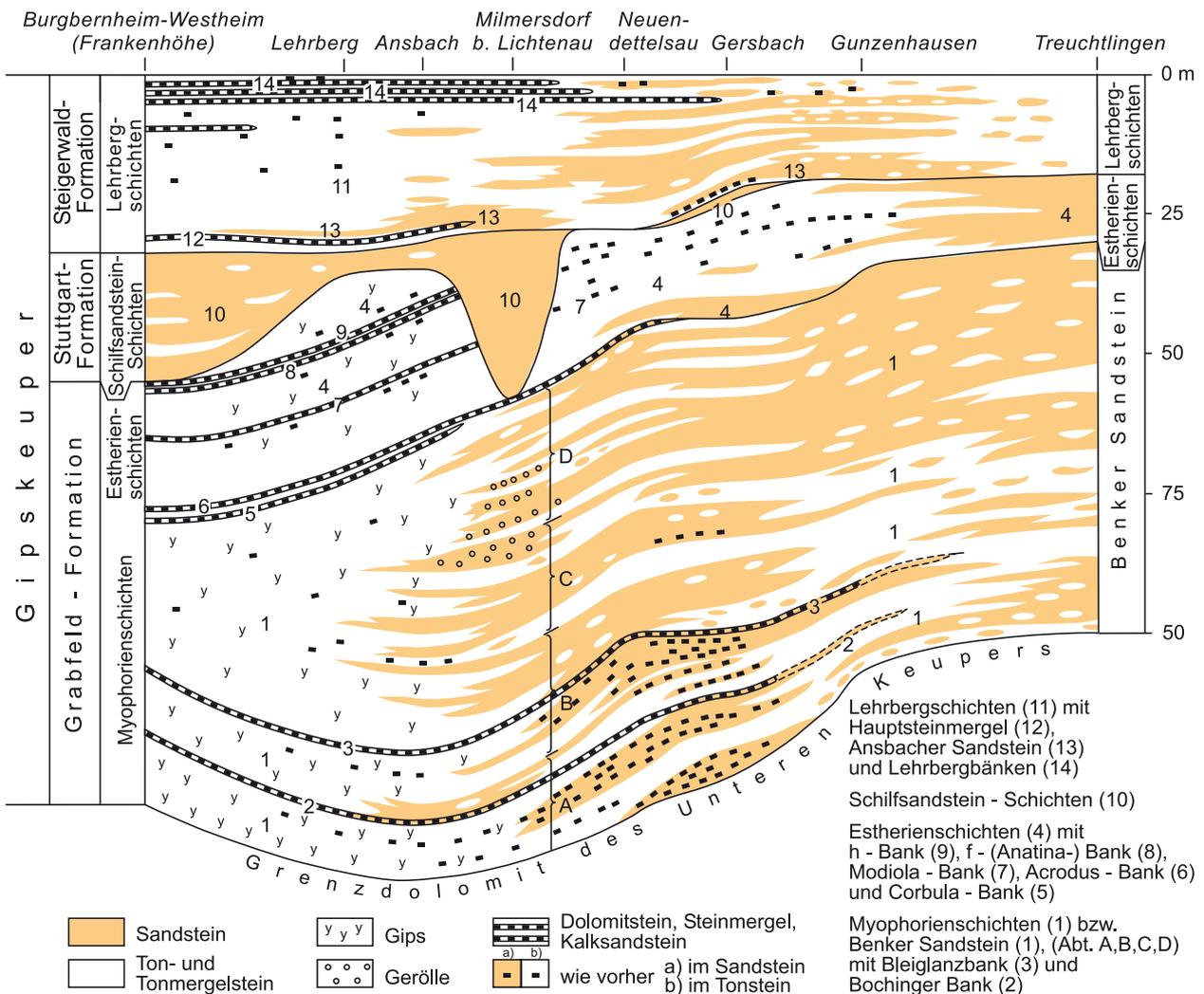
Geotope in Mittelfranken

Mergelsteinen sowie vereinzelt eingelagerten kohligten Lagen früher auch als „Lettenkeuper“, „Lettenkohlenkeuper“ oder „Lettenkohle“ bezeichnet. Wegen der beinahe geschlossenen Lößüberdeckung und der Verwitterungsanfälligkeit ist sie allerdings nur selten aufgeschlossen.

Der Keuper beginnt mit den bis ca. 12 m mächtigen Unteren Tonstein-Gelbkalkschichten. Dabei handelt es sich hauptsächlich um dunkle Tonsteine, die aber auch Lagen von Mergeln, Dolomiten und zelligen Kalksteinen enthalten. Darüber folgt der Werksandstein, der normalerweise etwa 4 m mächtig ist, in Rinnenfüllungen jedoch mehr als 10 m erreicht. Trotz seiner Verwitterungsanfälligkeit

wurde der Werksandstein früher vielerorts, wie beispielsweise um Rothenburg, als Baumaterial abgebaut. Die aufgelassenen Steinbrüche sind heute meist verfüllt oder verfallen. Über dem Werksandstein folgen die Oberen Tonstein-Gelbkalkschichten. Auf bis zu 18 m Mächtigkeit wechseln sich schluffige und sandige Tonsteine mit Dolomit- und Kalksteinlagen ab.

Den oberen Abschluss des Unteren Keupers bildet der Grenzdolomit. Dieser bis zu 5 m mächtige, plattige bis massige Dolomit verursacht mancherorts die Ausbildung einer Schichtstufe. Sein Reichtum an marinen Fossilien weist darauf hin, dass das Gebiet bei der Bildung des Grenzdolomites vom Meer bedeckt war.



Schematischer Schnitt durch den Gipskeuper, der den Fazieswechsel von den tonigen und gipshaltigen Sedimenten im Beckeninneren zu den sandigeren Gesteinen am Beckenrand zeigt (nach GROSS et al. 2000).

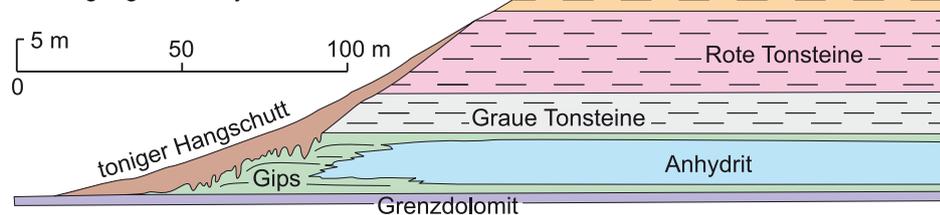
Der größte Teil der mittelfränkischen Landschaften wird von den etwa 400 m mächtigen Schichten des Mittleren Keupers geprägt, dessen unterer Teil als Gipskeuper, der obere als Sandsteinkeuper bezeichnet wird. Gipskeuper steht insbesondere an der Frankenhöhe und im Steigerwald an der Oberfläche an. Dort dominieren die vor allem tonigen und gipshaltigen Gesteine der Beckenfazies. Bei Ansbach liegt der Gipskeuper, hier meist von jüngeren Gesteinen überlagert, in sandiger Randfazies vor.

Das älteste Schichtglied der in Mittelfranken nicht aufgeschlossenen Randfazies ist der Benker Sandstein, der südlich und östlich von Ansbach mehrfach erbohrt wurde. Im restlichen Mittelfranken bilden die Myophorienschichten die Basis des Gipskeupers. Diese bestehen hauptsächlich aus rötlichen bis violetten, grauen oder grünlichen Tonsteinen mit zwischenlagerten Mergelbänken. Zusätzlich enthalten die Myophorienschichten Gips- und Anhydritlagen, deren Mächtigkeit und Häufigkeit von unten nach oben abnimmt.

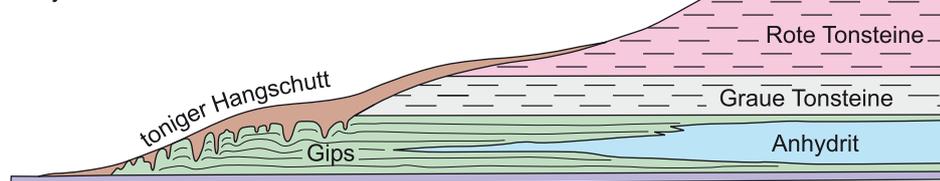
Von besonderer wirtschaftlicher Bedeutung ist der so genannte Grundgips im ältesten Teil der Myophorienschichten, der im nordwestlichen Mittelfranken eine Mächtigkeit bis zu 10 m erreicht. Das Gestein wird vielerorts als Grundlage für die Herstellung von Baustoffen abgebaut. Solange Tonschichten in ausreichender Mächtigkeit das Sulfatgestein überlagern, bleibt dieses weitgehend vom Grundwasser abgeschirmt und liegt als Anhydrit vor. Unter geringerer Überdeckung beginnt es sich durch Wasseraufnahme in Gips umzuwandeln. Tritt noch mehr Wasser zu, so führen Lösungsvorgänge zur Verkarstung des Gipses. Es bilden sich Ponore, Höhlen, Erdfälle und sulfathaltige Karstquellen. Das Sulfatgestein wird in grossem Umfang weggelöst, bis nur noch Restbuckel oder Auslaugungssenken zurückbleiben.

Die ca. 60 bis 80 m mächtigen Myophorienschichten werden üblicherweise mit Hilfe der so genannten Steinmergelbänke gegliedert. Es handelt sich hierbei um etwas härtere Zwischenlagen in der Gesteinsabfolge, die wenige

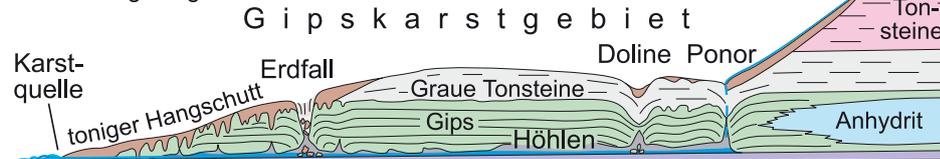
schmaler Gipsbereich zwischen Auslaugung und Anhydritkern



breiter Gipsbereich mit anhydritischem Mittel



breiter Bereich voll vergipst und teilausgelaugt



Schematische geologische Schnitte durch den Grundgipsbereich (nach HERRMANN 1976)

Zentimeter bis maximal 1 m mächtig werden. Die Lagen sind meist dolomitisch gebunden und enthalten Sandanteile in unterschiedlicher Menge. Die verstärkte Fossilführung in den Bänken lässt auf eine Bildung unter Meeresbedeckung schließen.

Der wichtigste Bezugshorizont innerhalb der Myophorienschichten ist die so genannte Bleiglanzbank, die im Gelände oftmals durch eine kleine Schichtstufe erkennbar ist. Der Name bezieht sich auf kleine Bleiglanzkristalle, die in der Bank enthalten sind. Insgesamt liegt der Erzgehalt allerdings unter 1 %.

Geotope in Mittelfranken



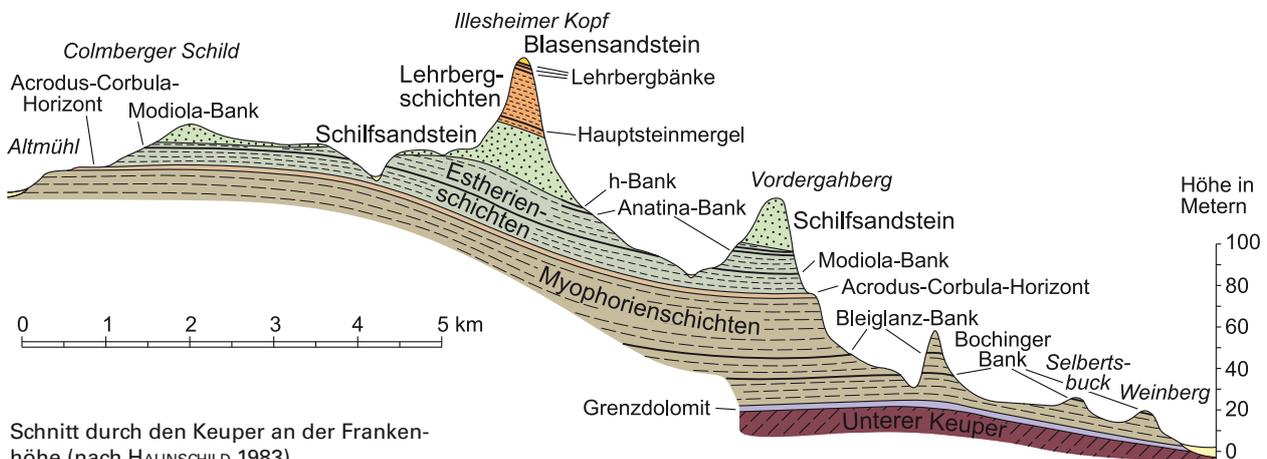
Aufschluss im verkarsteten Grundgips bei Endsee. Links ist der Gips weggelöst, rechts entlang von Spalten verkarstet. Hinter dem Aufschluss ist die entstehende Dolinenlandschaft zu erkennen. Die Ebene im linken Bildhintergrund zeigt bereits völlig weggelösten Gips an.

Die Corbula- und die Acrodusbank, benannt nach enthaltenen Muschel- und Haifischzahn-Fossilien, bilden die Grenze zu den überlagernden Estherienschiefern.

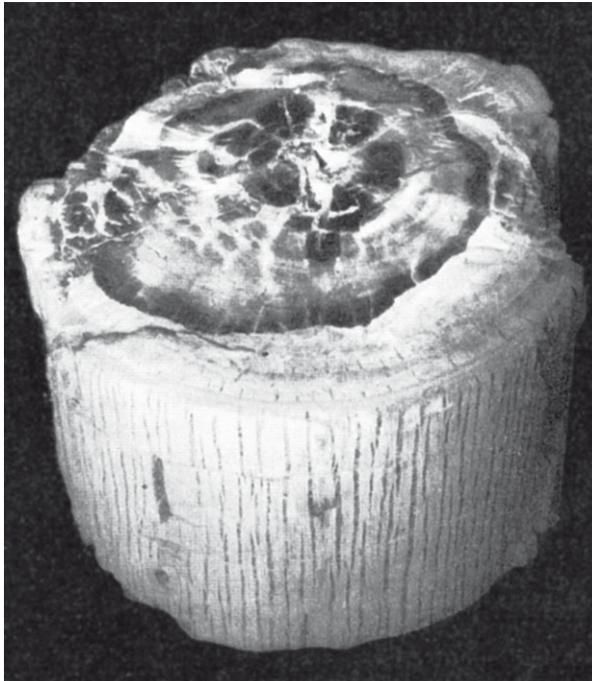
Auch die maximal ca. 35 m mächtigen Estherienschiefer bestehen überwiegend aus grauen bis bunten Tonsteinen mit dünnen Gipslagen und mehreren Steinmergelbänken. Neben dem bereits erwähnten Acrodus-Corbula-Horizont sind, von unten nach oben, die so genannte Modiola-(a-)Bank, die Anatina-(f-)Bank und die h-Bank weitere wichtige Bezugshorizonte. Nach der Ablagerung der Estherienschiefer folgte eine Zeit, in der Teile des Gesteins wieder abgetragen wurden. Größere Erosionsrinnen tiefen sich teilweise bis an die Basis der Estherienschiefer ein.

Der darüber folgende Schilfsandstein füllte das entstandene Relief wieder auf und weist daher sehr unterschiedliche Mächtigkeiten auf. In tiefen Rinnenfüllungen („Flutfazies“) erreicht er bis 50 m, in flächenhafter Ausbildung („Stillwasserfazies“) nur wenige Meter Mächtigkeit und keilt nach Südosten hin immer mehr aus. Der plattige bis dickbankige Sandstein ist meist feinkörnig und schrägschichtete und enthält inkohlte oder verkieselte Pflanzenreste: schilffähnliche Schachtelhalmfossilien gaben dem Gestein seinen Namen. Zwischen den Sandsteinbänken sind oft auch dünne Tonlagen eingeschaltet. Das Gestein ist insbesondere in der mächtigen Flutfazies recht verwitterungsbeständig und bildet im Raum Steigerwald und Frankenhöhe oftmals das „Rückgrat“ der typischen bewaldeten Hügellänge. In früheren Jahrhunderten wurde das Gestein vielerorts als Baumaterial gewonnen.

Über dem Schilfsandstein folgen die kräftig rot gefärbten Tone und Mergel der Lehrbergschichten, benannt nach der Typlokalität in Lehrberg nordwestlich von Ansbach. Sie werden vielerorts als Rohmaterial zur Ziegelerstellung gewonnen. Im unteren Teil der ca. 30 m umfassenden Schichtfolge ist bereichsweise der bis 5 m mächtige Ansbacher Sandstein eingeschaltet. Dünne Zwischenlagen von Sand, Gips oder Steinmergeln kommen über das gesamte Profil verteilt vor. Einen markanten Leithorizont bilden die Lehrbergbänke im obersten Teil der Lehrbergschichten. Dabei handelt es sich um drei dolomitische Steinmergelbänke, die jeweils durch 1 bis 2 m mächtige Tonlagen voneinander getrennt sind.



Schnitt durch den Keuper an der Frankenhöhe (nach HAUNSCHILD 1983)



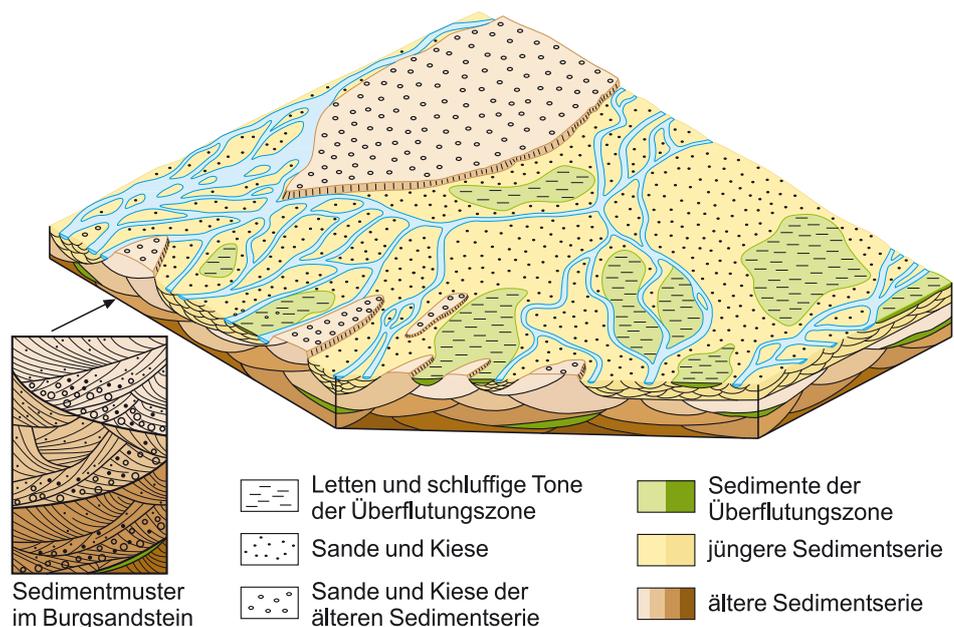
Fossiler Baumstamm aus dem Coburger Sandstein von Dürrnfarrnbach, Landkreis Fürth (aus BERGER 1966)

Knapp über der oberen Lehrbergbank beginnt mit dem Blasensandstein der Sandsteinkeuper. Der bis 25 m mächtige Blasensandstein bildet ebenso wie der überlagernde Coburger Sandstein, der eine Mächtigkeit von maximal 15 m erreicht, eine Wechselfolge von sandigen und tonigen Lagen. Sandsteinlagen enthalten oft Tonsteinklasten, die in Aufschlüssen herauswittern und Löcher („Blasen“) hinterlassen. Die Grenze zwischen den beiden Abfolgen wird an einer Tonsteinlage gezogen, die Steinmergelknauern enthält. Dort, wo die Grenzziehung nicht eindeutig möglich ist, werden die Gesteine oft zum Blasensandstein i. w. S. zusammengefasst. Als Ablagerungsraum stellt man sich ein

verwildertes Flussgebiet vor, in dem Sand und Ton aus den umliegenden Hochgebieten des Vindelizischen Landes antransportiert und vielfach umgelagert wurde.

Das wichtigste Gestein des Sandsteinkeupers ist der insgesamt etwa 80 m mächtige Burgsandstein, der anhand von Tonsteinhorizonten („Basisletten“) in einen unteren, mittleren und oberen Abschnitt gegliedert wird. Zusätzlich unterbrechen unregelmäßige Einschaltungen von „Zwischenletten“ die Abfolge der Sandsteine. Den Namen hat das Gestein von seiner Typlokalität am Nürnberger Burgberg. Jahrhundertlang wurden die kompakten Sandsteine, aber auch die mürben, wenig verfestigten Sande in unzähligen Gruben als Baumaterial gewonnen. Bis auf wenige Ausnahmen ist der Abbau heute weitgehend erloschen.

Die mehrere Meter mächtigen Basisletten des Unteren Burgsandsteins bestehen aus einem oft karbonatischen Tonmergel, der manchmal verkieselte Hölzer enthält. Auf die darüber liegenden 20 bis 25 m mächtigen Sandsteine folgen dann einige Meter Basisletten des Mittleren Burgsandsteins. Wie der Untere und der Obere Burgsandstein ist auch der Mittlere Burgsandstein normalerweise tonig oder karbonatisch gebunden.



Schematische Darstellung des Ablagerungsraumes des Burgsandsteins (nach ROSSNER 2003)

Eine Ausnahme bildet der Wendelsteiner Höhenzug südlich von Nürnberg. Durch an einer Kluft aufgestiegene Mineralwässer wurde der Sandstein hier quarzitisch gebunden, wodurch er besonders fest und verwitterungsresistent ist, und als massiver Baustein verwendet werden kann.



Typisches Kerbtal im Rhät-Sandstein nördlich von Sendelbach

Eine weitere Besonderheit im Mittleren Burgsandstein ist die so genannte dolomitische Arkose. Es handelt sich hierbei um dolomitisch gebundene, feldspathaltige Sandsteine von wenigen Metern Mächtigkeit, die in Mittelfranken nur im Raum Dinkelsbühl–Dentlein vorkommen.

Die Basisletten des Oberen Burgsandsteins können bis über 10 m mächtig sein, aber auch vollständig fehlen, was die Abgrenzung der Schichten enorm erschwert. Auch wechseln im gesamten Oberen Burgsandstein die Sandsteinlagen sowohl lateral als auch vertikal oftmals mit tonigen Zwischenlagen ab. Die Sandsteine enthalten oft reichlich Feldspäte bzw. Kaolin sowie einzelne Gerölllagen.

Die Feuerletten bilden den oberen Abschluss des Mittleren Keupers. Sie stehen in Mittelfranken in einem bis mehrere Kilometer breiten Gebietsstreifen nördlich bzw. westlich der Frankenalb an. Die kräftig rot bis violett gefärbten Ton- und Mergelsteine sind insgesamt etwa 40 m mächtig und enthalten mehrfach dünne Dolomitbänkchen. Es kommen auch linsenartige Konglomerateinschlüsse vor. Im südöstlichen Teil von Mittelfranken sind die Feuerletten zunehmend in sandiger Randfazies ausgebildet.

Der Obere Keuper (Rhät) wie auch der Untere Lias ist durch eine Abfolge von Sand- und Tonsteinen gekennzeichnet, die in einem großen Flussdelta, teilweise auch unter Meeres-

bedeckung, abgelagert wurde. Im Nördlichen Mittelfranken bildete sich ein bis ca. 40 m mächtiges Sedimentpaket, das meist als „Rhät–Lias–Übergangsschichten“ bezeichnet wird, da im Gelände eine Unterscheidung von Gesteinen des obersten Keuper und des untersten Lias meist nicht möglich ist. Die harten Sandsteine verursachen oft eine deutliche Schichtstufe entlang des Westrands der Fränkischen Alb. Sie wurden aufgrund ihrer Verwitterungsresistenz in früheren Jahrhunderten an vielen Orten als Baumaterial gewonnen.

Im südlichen Mittelfranken fehlen dagegen die Gesteine des Oberen Keupers. Dies wird darauf zurückgeführt, dass das Gebiet zu jener Zeit ein Festland bildete („Weißburger Schwelle“). Die obersten Feuerletten, das Rhät und der unterste Lias wurden dort entweder bereits vor dem Unteren Lias wieder abgetragen oder gar nicht abgelagert.

Nach der eher terrestrisch geprägten Zeit des Keupers breitete sich im **Jura** von Nordwesten her wieder ein Flachmeer nach Süddeutschland aus. Der Untere Jura bzw. **Lias** wird oft auch als „Schwarzer Jura“ bezeichnet. Sein Name leitet sich von den überwiegend dunklen Tonen und Mergeln her, die einen Großteil der etwa 30 bis 60 m mächtigen Schichtfolge ausmachen, wobei die Mächtigkeit nach Südosten hin abnimmt. Die dunklen Gesteinsfarben beruhen ebenso wie die oft



Ammoniten in den Posidonienschichten von Wittelshofen

hervorragende Erhaltung von Fossilien auf der Sauerstoffarmut am Grund des Liasmeeres. Liasgesteine bilden die meist flachen Hänge und Hügel unterhalb des Anstiegs zur Frankenalb. Aufschlüsse der leicht verwitternden Gesteine sind daher selten.

Der marine Lias beginnt in Mittelfranken mit dem Angulatensandstein (Lias Alpha 2). Im Nürnberger Raum folgt der geringmächtige Sandstein direkt über dem Sandstein der Rhät-Lias-Übergangsschichten. Weiter im Süden liegt er dagegen mit einer Schichtlücke direkt über den Feuerletten. Westlich des Hesselbergs erreicht das Schichtglied mit 10 m seine größte Mächtigkeit. Mit dem Arietensandstein (Lias Alpha 3 und Lias Beta) und den Numismalis-Schichten (Lias Gamma) folgen darüber weitere geringmächtige Sandstein-, Kalk- und Mergelhorizonte.

Der Amaltheenton (Lias Delta) erreicht im Südosten Mittelfrankens 20 m, im Norden bis 35 m Mächtigkeit. Bei diesem Gestein handelt es sich um graue mergelige Tonsteine, die häufig Mergelknollen mit Ammonitenresten enthalten. Im Hesselberggebiet bildet eine knollige Kalkbank („Röckinger Bank“) den oberen Abschluss des Amaltheentons.

Darüber folgen die besonders fossilreichen Posidonienschichten (Lias Epsilon). Die Ölschiefer, in die vielfach Kalkknollen und dünne

Kalkbänke eingelagert sind, weisen einen bemerkenswert hohen Bitumengehalt auf. Neben den sehr häufigen Ammoniten, Belemniten und Muscheln wurden aus diesem Horizont auch immer wieder Reste von Sauriern geborgen. Die gute Fossilerhaltung geht ebenso wie die Bitumen- und Pyritführung auf die Sauerstoffarmut am damaligen Meeresboden zurück. Die Mächtigkeit der Posidonienschichten liegt meist bei weniger als 5 m, nur im Bereich des Hesselbergs werden mehr als 10 m erreicht. Auch die Jurensismergel (Lias Zeta) sind reich an Fossilien, jedoch nimmt ihr Bitumengehalt nach oben hin rasch ab. Auffallend ist in diesem Bereich eine knollige Kalkbank mit vielen Belemniten und Phosphoritknollen (Hauptphosphoritbank). Die maximal 3 m mächtigen Jurensismergel gehen ohne scharfe Grenze in den überlagernden Opalinuston über.

Mit dem Mittleren Jura, auch **Dogger** oder Brauner Jura genannt, beginnt der morphologische Anstieg zur Frankenalb. Dementsprechend liegt das Verbreitungsgebiet des Doggers in Mittelfranken am Nord- bzw. Westrand der Alb und in deren tieferen Tälern. Die Basis des Doggers bildet der bis ca. 80 m mächtige Opalinuston. Dabei handelt es sich um eine relativ gleichförmige Abfolge von dunkelgrauen schiefrigen Mergeltonen, die verglichen mit den Gesteinen des Lias recht arm an Fossilien sind. Häufig kommen Kalkstein-, Phosphorit- oder Toneisensteinknollen vor. Im frisch aufgeschlossenen Gestein findet man teilweise auch sekundär gebildete Gipskristalle.



Hohlweg im Doggersandstein nördlich von Hechlingen

Über dem Opalinuston folgt der Eisensandstein. Seine braune Farbe, die von den oxidierten Eisenanteilen herrührt, gab dem Dogger in Süddeutschland den Beinamen „Brauner Jura“. Das morphologisch harte Gestein, das im Norden bis 80 m, im Süden ca. 40 m mächtig ist, bildet oft eine markante, bewaldete Schichtstufe. Aus eisenreichen, vielfach umgelagerten Meeressanden



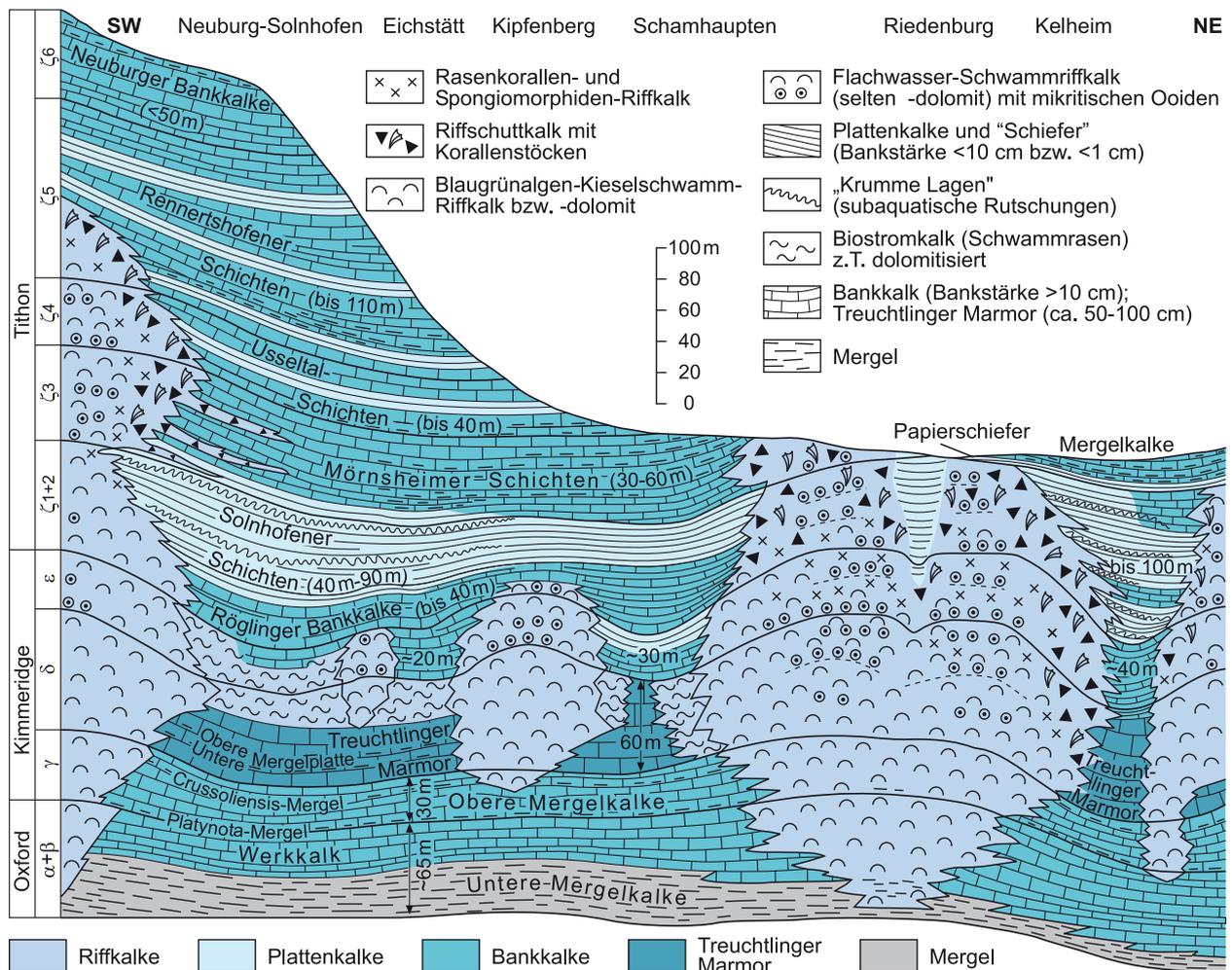
Eisenreichere (rötliche) und eisenärmere Lagen im Doggersandstein östlich Hohentrüdingen

entstand eine Abfolge von dicken Sandsteinbänken, die vereinzelt von fossilführenden Kalksandsteinbänken unterbrochen wird. Vor allem im mittleren Teil des Eisensandsteins sind mehrere dünne Eisenoolith-Horizonte eingeschaltet, die in historischer Zeit vielerorts zur Erzgewinnung abgebaut wurden. Nach oben hin folgt der bis über 10 m mächtige Discites-Ton (Dogger Gamma), in dem Fossilien wieder relativ häufig sind, der aber wegen seiner teilweise sandigen Ausbildung oft nur schwer vom Eisensandstein abzutrennen ist. Der oft als Kalksandsteinbank ausgebildete „Sowerbyi-Geröllhorizont“ bildet das jüngste Schichtglied des Dogger Gamma.

Die restliche Schichtfolge des Doggers ist nur etwa 12 m mächtig, aber relativ abwechslungsreich. Auf die Mergeltone mit Oolithkalkbänken der Humphriesianum-Schichten (Dogger Delta) folgen Schiefertone und Oolithkalke der Parkinsonien-, Württembergica- und Aspidoides-Schichten (Dogger Epsilon 1 und 2) und die Macrocephalen-Schichten (Dogger Epsilon 3). Diese sind meist tonig oolithisch, im Norden aber teilweise auch als pyritführende Mergel entwickelt. Wegen der schönen pyritisierten Ammoniten werden sie auch „Goldschnecken-tone“ genannt. Der Ornatenton (Dogger Zeta) ist meist nur wenige Meter mächtig, bildet aber als Wasserstauer einen wichtigen Quellhorizont unter den geklüfteten und verkarsteten Gesteinen des Malms.

Der Obere Jura wird auch **Malm** oder aufgrund der vorherrschend hellen Gesteinsfarbe „Weißer Jura“ genannt. Er brachte in Süddeutschland einen markanten Wechsel im Ablagerungsgeschehen. Bis dahin hatte das Jura-Meer nur Verbindung zu den kalten Ozeanen im Norden. Im Süden lag das „Vindelizische Land“. Mit Beginn des Malms wurde das Vindelizische Land überflutet und das warme südliche Meer, die „Tethys“, griff auf Süddeutschland über. Dadurch veränderten sich im Malm die Umweltbedingungen wesentlich. Es kam zur Entstehung von Kalk- und Dolomitsteinen. Diese harten Gesteine prägen die Frankenalb mit ihrer markanten Schichtstufe („Albtrauf“) und ihren tiefen, oft felsigen Tälern. Der Südteil der Landkreise Weißenburg-Gunzenhausen und Roth reicht bis in die Südliche Frankenalb, während der Ostteil des Landkreises Nürnberger Land im Grenzbereich der Mittleren und Nördlichen Frankenalb liegt.

Die Malmablagerungen beginnen mit einer Wechselfolge von Mergel- und Kalkbänken, in der nach oben hin der Anteil der Kalkbänke zunimmt („Untere Mergelkalke“). Darüber bildete sich eine gleichförmige Abfolge von hellen Kalkbänken, die wegen ihrer früher häufigen Verwendung für Bauzwecke als „Werkkalk“ bezeichnet wird. Auch im gesamten Malm Beta hält diese Mergel-arme Gesteinsausbildung an. Insgesamt ist der



Schematischer Schnitt durch die Gesteine der Südlichen Frankenalb, der die verschiedenen Gesteinsausbildungen („Fazies“) des Malm zeigt (nach MEYER & SCHMIDT-KALER 1996)

Untere Malm (nach internationaler Nomenklatur „Oxford“ genannt) etwa 55 m mächtig. An einzelnen Stellen wie z. B. im Raum Velden und Alfeld begann bereits im Unteren Malm die Entwicklung von Schwammriffen. Die massigen Gesteine, die hieraus hervorgingen, bilden oft große linsenförmige Körper, in deren Bereich die Gesteinsmächtigkeit gegenüber der umgebenden Schichtfazies deutlich erhöht ist.

Als „Obere Mergelkalk“ des Malm Gamma werden überwiegend gebankte Kalke bezeichnet, die jedoch durch die Platynota- und Crussoliensis-Mergel unterbrochen werden. Vor allem die Mergellagen sind oft sehr reich an Fossilien; dabei überwiegen Ammoniten und Belemniten.

Während des Malm Gamma nahm die flächige Verbreitung der massigen Schwammriffgesteine immer mehr zu. Diese Tendenz hielt auch im folgenden Malm Delta an. Die flächige Ausdehnung der Massenfaziesgesteine erreichte nun ihr Maximum. Am Aufbau der massigen Gesteine hatten neben Kieselschwämmen auch Blaugrünalgen und Ooide, also konzentrisch-schalige Kalkkugeln, einen entscheidenden Anteil. Ein Großteil der massigen Gesteine wurde nach der Ablagerung dolomitisiert. So entstand der weit verbreitete, auffallend poröse „Frankendolomit“. Neben dem „Fränkischen Haupttriffzug“, der Mittelfranken im Raum Velden–Hirschbach–Alfeld berührt, bildeten sich auch im Raum Greding–Kipfenberg sowie um Mörnsheim und Pappenheim große Riffzüge.

Geotope in Mittelfranken



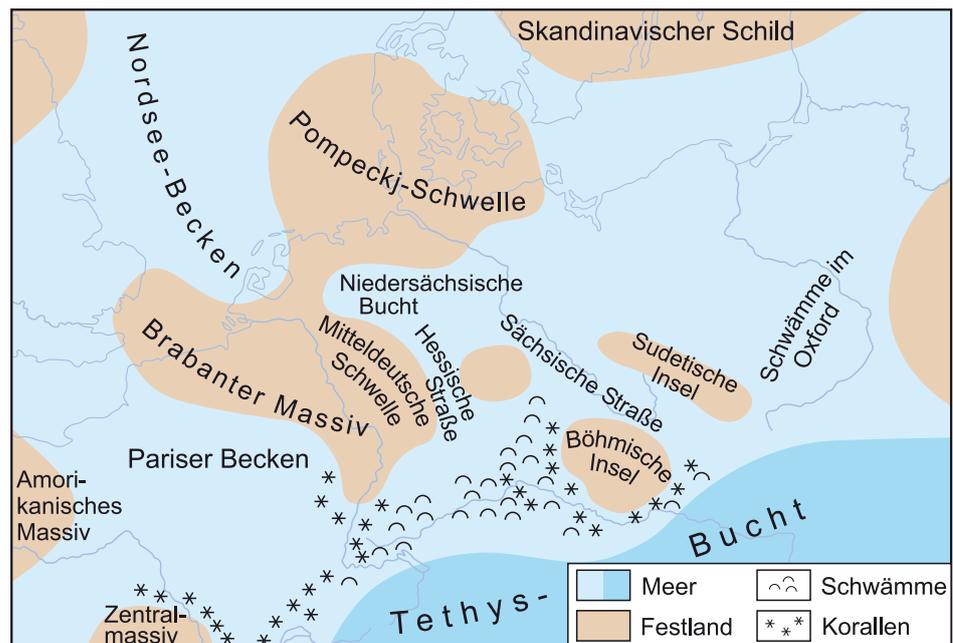
Typische Frankendolomit-Felsbildungen in Alfeld

Zwischen den Riffzügen lagerte sich ein besonders dickbankiger Kalkstein ab, der so genannte „Treuchtlinger Marmor“. Die Bezeichnung „Marmor“ ist hier nicht petrografisch zu verstehen (metamorph umkristallisierter Kalkstein), sondern bezieht sich auf die Polierfähigkeit. Zu Fensterbänken oder Bodenplatten verarbeitet findet man dieses beige Gestein in zahllosen Haushalten. Im Übergangsbereich vom Treuchtlinger Marmor zu den Massenfaziesgebieten liegen häufig die tafelbankigen Schwammkalke und Schwammdolomite.

Insgesamt ist der Mittlere Malm in geschichteter Fazies etwa 90 m mächtig, in der Massenfazies oft deutlich über 100 m. Der Mächtigkeitsunterschied beruht auf der stärkeren Setzung der Schichtfaziesgesteine während der Diagenese. Am Rand von Massenfaziesgebieten finden sich häufig Bruchflächen mit deutlichen Versatzbeträgen, die auf derartige Setzungsbewegungen

und nicht auf Tektonik zurückzuführen sind. Malm Gamma und Delta werden in Süddeutschland zum Mittleren Malm zusammengefasst. Zum „Kimmeridge“ (internationale Nomenklatur) gehört auch noch der Malm Epsilon, der in Süddeutschland jedoch dem Oberen Malm zugerechnet wird.

Mit Beginn des Malm Epsilon ging die Verbreitung der Riffgebiete deutlich zurück. Teilweise griffen dünnbankige Kalke, die oft reich an



Verteilung von Land und Meer im Mittleren Malm (nach MEYER & SCHMIDT-KALER 1996)

Fossilien und Hornsteinen sind, auf die ehemaligen Riffgebiete über. Auch dort, wo die Riffe im Oberen Malm weiterwuchsen, hebt sich der Malm Epsilon durch gebankte Dolomite mit Kieselknollen und Lochreihen gegen die über- und unterlagernden massigen Dolomite deutlich ab.

In den Schichtfaziesgebieten zwischen den Riffgebieten entstanden aufgrund der stärkeren Setzung der Schichtfaziesgesteine große wannenartige Senken. In diesen Wannen bildeten sich Abfolgen von gebankten Kalken, deren Mächtigkeit und Zusammensetzung von Ort zu Ort stark schwankt. Im Malm Zeta setzte sich die Entwicklung zahlreicher lagunenartiger Becken zwischen schmalen Riffzügen weiter fort.

Während im Nürnberger Land der Malm Zeta – abgesehen von einigen Dolomithfelsen – weitgehend abgetragen ist, finden sich im Süden um Solnhofen die weltbekannten Aufschlüsse in den Plattenkalken des Malm Zeta 2.

Diese werden als Naturwerkstein und für Lithografieplatten seit Jahrhunderten von Hand abgebaut. Die Plattenkalken sind aufgrund der lebensfeindlichen Bedingungen in den Lagunen (Sauerstoffarmut, übersalzenes Milieu) sehr arm an Fossilien. Durch den händischen Gesteinsabbau wurden aber im Lauf der Zeit zahlreiche Fossilien geborgen, die wiederum aufgrund der besonderen Bildungsbedingungen des Gesteins oft hervorragend erhalten sind (z. B. Insektenflügel und



Plattenkalkabbau ist in Langenaltheim immer noch Handarbeit.

Federn des Urvogels *Archaeopteryx*). Diese außergewöhnlichen Fossilien und die hervorragende Qualität der Lithografieplatten haben das Gestein weltweit bekannt gemacht.

Über den Plattenkalken des Malm Zeta 2 setzte sich die Gesteinsablagerung im Malm noch mit einer über 200 m mächtigen Abfolge von vorwiegend gebankten Kalken fort. In Mittelfranken ist aber nur an wenigen Orten der unterste Teil dieser Schichtfolge erhalten („Mörsheimer Schichten“). Vermutlich noch während der Zeit des obersten Malms zog sich das Meer nach Süden aus dem Gebiet zurück. Mittelfranken und die umgebenden Bereiche wurden Festland und damit der Abtragung ausgesetzt.

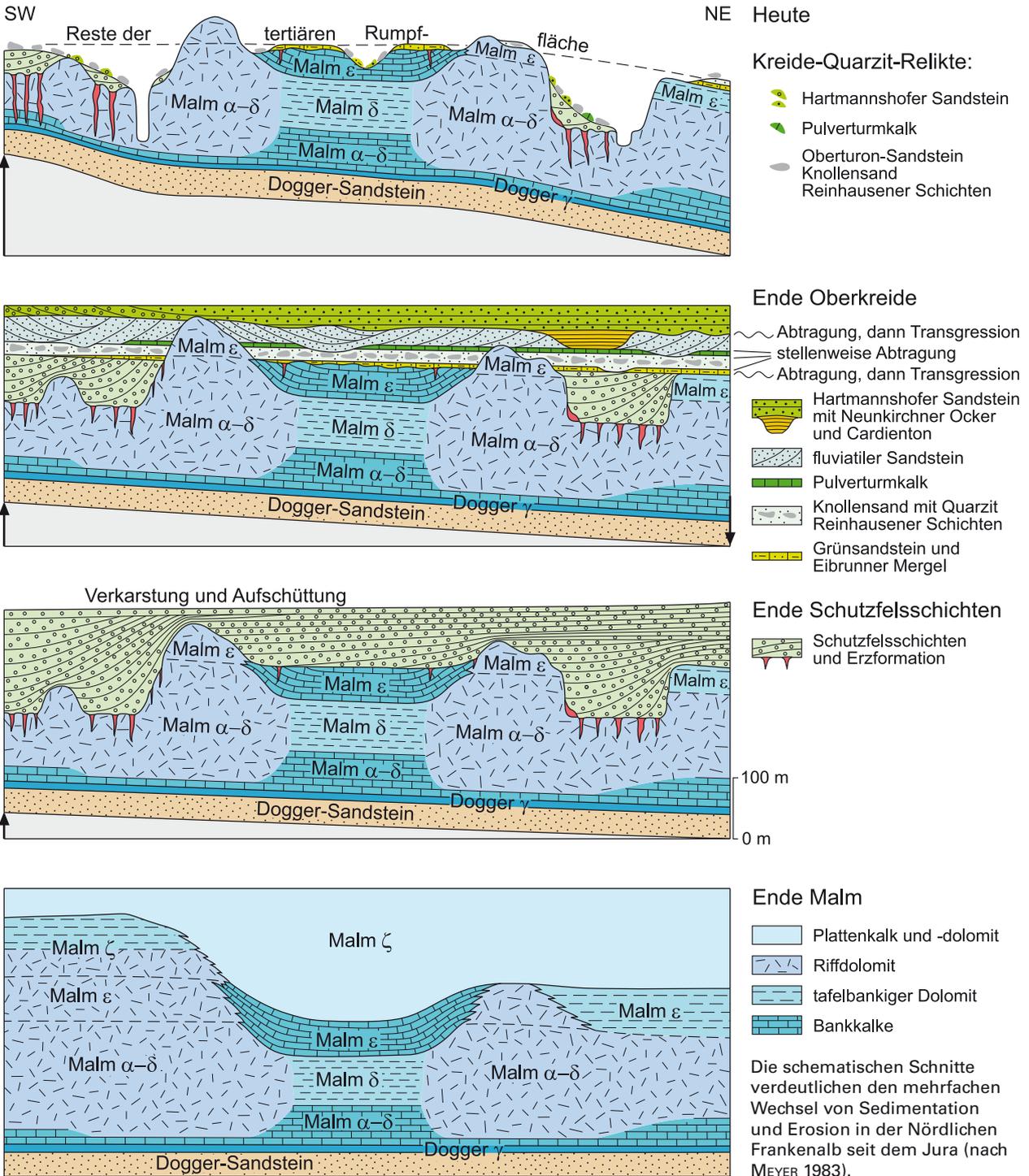


Fische (links) und Garnelen (oben) liegen manchmal „tafelartig zubereitet“ im Plattenkalk.

Geotope in Mittelfranken

Während der gesamten Unteren **Kreide** war Mittelfranken ein Abtragungsgebiet; die Gesteine verwitterten unter tropischen bis subtropischen Bedingungen tiefgründig. In den Karbonatgesteinen des Malm führte die lange Abtragungsperiode zu einer intensiven Ver-

karstung. Der festländische Abtragungsschutt (Schutzfelsschichten) blieb nur vereinzelt in den Verschüttungen des Karstreliefs und in Höhlen erhalten. Es handelt sich hierbei um kalinhaltige Lockersedimente, die von Flüssen aus der ostbayerischen Grundgebirgsregion



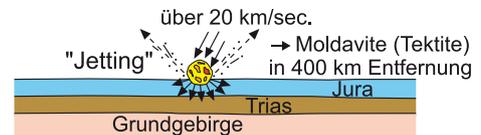
antransportiert wurden. Diese Sedimente sind von sehr unterschiedlicher Mächtigkeit, die von 0 m bis über 100 m z. B. bei Alfeld reicht. Der Grund dafür liegt darin, dass sie das vorher existierende starke Relief mit tiefen Tälern, Poljen und Dolinen auffüllten.

Nach einer erneuten Abtragungsperiode erfolgte ab dem Oberen Cenoman ein erneuter Meeresvorstoß von Süden her, der bis zum Turon auf das gesamte Gebiet der heutigen Frankenalb übergriff. Es entstanden vor allem marine Sandsteine. Ihre Überreste finden sich vielerorts auf den Hochflächen als verkieselte Blöcke („Kallmünzer“) oder umgelagert in verschiedenen Geländehohlformen. Noch während der Oberen Kreide zog sich das Meer wieder aus dem Gebiet zurück und die Abtragung begann von Neuem.

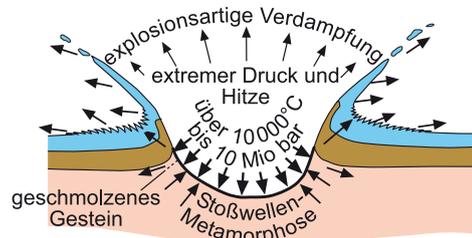
Auch das **Tertiär** war in Mittelfranken überwiegend eine Zeit der Abtragung. Obwohl mengenmäßig unbedeutend, sind dennoch vor allem im Süden des Bezirks interessante Tertiärsedimente zu finden. Verwitterungslehme mit alttertiären und miozänen Säugetierknochen machen häufig die Karstfüllungen aus, die in Steinbrüchen der Südlichen Frankenalb angeschnitten werden. Im unteren Mittelmiozän wurde die Abtragung kurzzeitig unterbrochen. Von Süden her dehnte sich der Ablagerungsraum der Oberen Süßwassermolasse mit Tonen, Sanden und Süßwasserkalken bis auf die Hochfläche der Frankenalb aus. Kurze Zeit später entstand südlich von Treuchtlingen bereits wieder ein tiefes Tal.

Diese erneute Erosionsperiode wurde durch den Einschlag des Ries-Meteoriten vor ca. 15 Millionen Jahren abrupt beendet. Die ausgeworfenen Trümmermassen bedeckten das Land und verschütteten die Täler in weitem Umkreis. Ein kleiner Teil des etwa 25 km weiten Kraters liegt auf mittelfränkischem Gebiet. Durch die enorme Energiefreisetzung bei dem Impakt wurden auch kristalline Gesteine, die zuvor unter mehreren hundert Metern Überdeckung gelegen hatten, an die Erdoberfläche gebracht. Teile des Gesteins wurden aufgeschmolzen und von der Explosionswolke mitgerissen. Nach dem Erkalten bildeten sie die glashaltigen Bestandteile des Suevits

Einschlag des Ries-Meteoriten



Ein etwa 1 km großer kosmischer Körper kollidiert mit kosmischer Geschwindigkeit mit der Erde. Überhitztes Material aus Dampf und komprimierter Gesteinsschmelze wird aus der Kontaktzone herausgeschleudert. Reste der abgekühlten Schmelzfragmente findet man heute als grünliche Gläser (Tektite, Moldavite) in über 400 km Entfernung in Böhmen, Mähren und der Lausitz.



Der Meteorit dringt in den Untergrund ein. Dabei entstehen extrem hohe Drücke und Temperaturen. Ein vorübergehender Krater mit ca. 12 km Durchmesser und 4 km Tiefe bildet sich. Meteorit und Gestein verdampfen explosionsartig nach dem Durchgang der Stoß- oder Schockwelle.



Etwa 2 bis 4 Sekunden nach dem Einschlag beginnt das hochkomprimierte Gestein vom Kraterboden zurückzufedern. Gesteinsschollen werden ballistisch ausgeworfen; gleichzeitig steigt eine Explosionswolke säulenartig bis in die obere Atmosphäre auf.



Mit dem Zusammenfallen der Explosionsäule beginnt die Ablagerung des Suevits, der aus der Explosionswolke „abregnet“. Am Kraterand gleiten Schollen ab, wodurch der Krater verbreitert und verflacht wird und seine heutige Größe erhält. Nur etwa 8 Minuten nach dem Auftreffen des Meteoriten sind alle schnellen Bewegungen beendet. (Verändert nach MELOSH 1989)

Geotope in Mittelfranken

(„Schwabenstein“), einer grauen Brekzie, die aus der Explosionswolke abregnete und sich als dicke Schicht auf die Landschaft legte.

Das nach Süden gerichtete Entwässerungssystem wurde durch den Impact zeitweise blockiert, da die Täler in der Südlichen Frankenalb völlig verschüttet waren. Nördlich von Treuchtlingen bildete sich deshalb der riesige „Rezat-Altstuhl-See“. Reste der Seesedimente, oft mit Süßwasserkalken, finden sich vereinzelt auf einer großen Fläche im Raum Treuchtlingen-Gunzenhausen-Roth.

Fluviatile Sande („Monheimer Höhensande“) auf den Hochflächen südwestlich von Langenaltheim zeugen von einem sehr hochgelegenen Entwässerungssystem im ausgehenden Tertiär.

Das **Quartär** war eine Zeit mit ausgeprägten Klimaschwankungen; es wird auch Eiszeitalter genannt. Mittelfranken lag zwar relativ weit von den vergletscherten Gebieten im Voralpenraum und in Norddeutschland entfernt, aber auch hier hinterließen die Kaltzeiten deutliche Spuren. Schon auf leicht geneigten Hängen kam es während der sommerlichen Auftauperioden zu Rutschungen der Böden und der verwitterten Gesteinspartien auf dem darunter liegenden Permafrost-Untergrund. An den unteren Hangbereichen und in den Tälern sammelten sich so allerorten mächtige Fließerdedecken an. Durch den selben Vorgang wurden massive Felsgebilde in den Kuppenbereichen der Hügelketten von den umgebenden verwitterten Gesteinen entblößt.

Die geringe Vegetationsbedeckung während der Kaltzeiten führte auch zu einer verstärkten



Übersicht der Süßwasserkalkvorkommen des tertiären Rezat-Altstuhl-Sees (nach BERGER 1973)

Winderosion. Feinmaterial und Sand wurden in großen Mengen abgetragen und vom Wind vorwiegend nach Osten verfrachtet. Ein Großteil des Sandes wurde aber westlich der Frankenalb wieder abgelagert und teilweise in ausgedehnten Dünengebieten aufgehäuft. Die Transportkraft des Windes reichte nicht für die Überwindung des Anstieges zur Albhochfläche. Auch das Feinmaterial setzte sich an geeigneten Stellen (in Windschattenbereichen) wieder ab, wodurch die verbreiteten Löss und Lösslehmüberdeckungen entstanden.

Schotterterrassen entlang der Flüsse sowie Talfüllungen entstanden vor allem im Pleistozän, aber auch im Holozän. Ausschlaggebend für die Entstehung vieler Terrassen waren große Veränderungen des Entwässerungssystems. Zu Beginn des Quartärs floss der Urmain noch von Norden her kommend durch das Rezat-Rednitz-Tal nach Süden durch das heutige Altstuhltal ab. Im Altpleistozän durchbrach der Oberlauf einer der östlichen Rheinzuflüsse die Steigerwald-Schwelle bei Eltmann und zapfte den Oberlauf des Mains an, der dadurch



Verteilung der Flugsandgebiete um Nürnberg
(nach HABBE 1997)

Anschluss an den Rhein bekam und somit einen deutlich kürzeren Weg zum Meer zurückzulegen hatte. Hier bestand nun ein wesentlich stärkeres Gefälle als in dem viel längeren Donau-Flusssystem. Die verstärkte Erosion im Einzugsgebiet des Mains macht sich im nordwestlichen Mittelfranken z. B. durch die starke Eintiefung des Taubertals bemerkbar.

In der Frankenalb tieften sich im Laufe des Quartärs die Täler bis auf ihr heutiges Niveau ein, wodurch auch die Karstsysteme im Malmkalk reaktiviert wurden. Wie bereits im Tertiär entstanden wieder zahlreiche Karstfüllungen, die teilweise als Fundorte von Resten eiszeitlicher Großsäugetiere Bekanntheit erlangten.

Zu den jüngsten Bildungen zählen Hangschutt-ablagerungen sowie Schwemmfächer und einige Berggrutsche. Unter günstigen Bedingungen entstanden örtlich auch Torfablagerungen in Mooren und Kalktuffabscheidungen in Quellbereichen. Schon in vorgeschichtlicher Zeit – etwa seit der Jungsteinzeit vor ca. 7000 Jahren – begann auch der Mensch die Landschaftsentwicklung zu beeinflussen (NADLER 1999). Neben den bewussten und beabsichtigten Eingriffen ist hier vor allem auch die unbeabsichtigte Bodenerosion z. B. nach Rodungen zu nennen.



Im Februar 1958 fand westlich von Obergailnau ein Hangrutsch statt. Mächtige Schilfsandsteinblöcke glitten hier auf durchweichten Estherienschiefer talwärts.

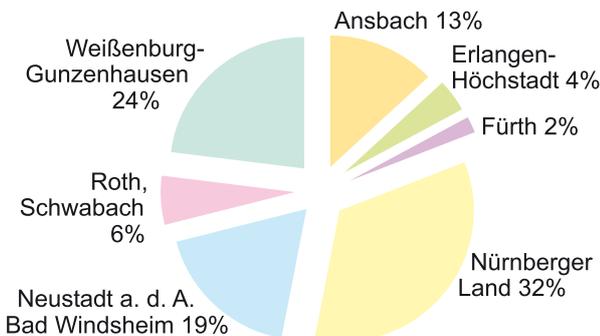
3 Geotope in Mittelfranken – ein Überblick

3.1 Stand der bisherigen Erfassung im GEOTOPKATASTER BAYERN

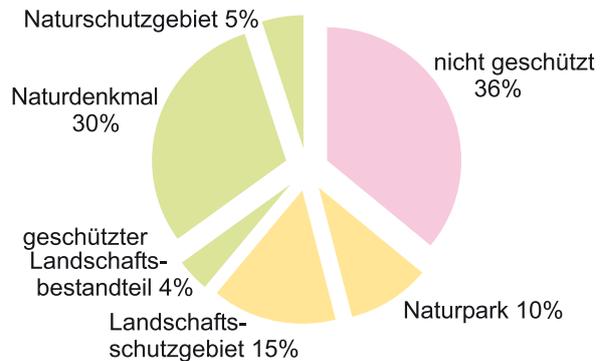
Im Geotopkataster Bayern, der sich noch in ständiger Erweiterung befindet, sollen alle wichtigen erdgeschichtlichen Bildungen der bayerischen Naturräume erfasst und bewertet werden. Zu diesen Geotopen zählen bedeutende Gesteinsaufschlüsse, typische oder markante, landschaftsprägende Oberflächenformen, Quellen und Höhlen aber auch Geohistorische Objekte. Der Datenbestand dient sowohl der Einbeziehung der Geotope in die Naturschutzarbeit sowie in Entscheidungen der Landesplanung und Raumordnung als auch der Dokumentation bedeutender Gesteinsvorkommen für die geowissenschaftliche Forschung und Lehre.

Eine flächenhafte Kartierung Bayerns konnte bisher nicht durchgeführt werden, doch die aus Übersichtserhebungen resultierenden Daten vermitteln bereits ein Bild des Formenschatzes der bayerischen Landschaften. Auf dieser Datenbasis aufbauend kann dem steigenden Interesse der Öffentlichkeit nachgekommen werden, etwa durch Nutzung der Information seitens der Gemeinden zur Erhöhung des regionalen Freizeitwertes („sanfter Geotourismus“) oder zur Bereitstellung von Fachinformationen für die in den letzten Jahren deutlich zugenommene Nachfrage interessierter Bürger.

Nach Stand Ende 2010 sind für den Regierungsbezirk Mittelfranken 214 Geotope erfasst; doch dieser Wert stellt erst eine vorläufige Zwischenbilanz dar, die sich stetig ändert. Zum



Verteilung der Geotope auf die mittelfränkischen Landkreise

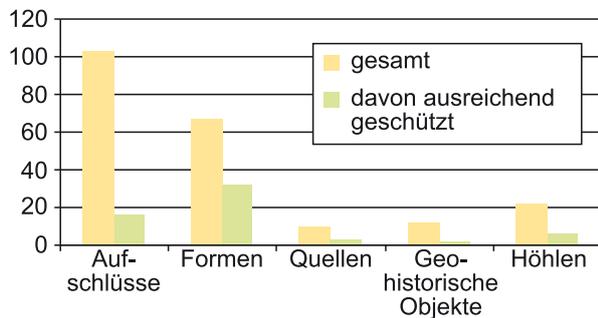


Schutzstatus der in Mittelfranken erfassten Geotope

einen steht eine umfassende Inventarisierung noch aus, zum anderen treffen immer wieder Vorschläge zur Neuaufnahme von Objekten beim Landesamt für Umwelt ein, die begutachtet und bewertet werden müssen. Die Überprüfung im Gelände ist zeitaufwändig und kann nur im Rahmen der bestehenden Möglichkeiten geleistet werden. Auch der erfasste Datenbestand ist Änderungen unterworfen. Der Zustand von Geotopen verändert sich, sei es auf natürliche Weise durch Verwitterung oder Bewuchs oder durch menschliches Handeln wie Nutzungsänderung, Stilllegung oder Verfüllung von Abbaustellen, so dass es zu einer Änderung der Bewertung oder gar zur Löschung aus der Datensammlung kommt.

Ergänzend zum Geotopkataster Bayern erhielt das Landesamt für Umwelt Daten aus privaten Höhlenkatastern für Zwecke des Geotop-schutzes zur Verfügung gestellt. Von den 318 Höhlen im Bezirk Mittelfranken ist die große Mehrzahl im Höhlenkataster Fränkische Alb dokumentiert, nur 17 sind im Höhlenkataster Fränkisches Keuperland erfasst. Jedoch sind nicht alle Höhlen im Geotopkataster Bayern inventarisiert, weil der Umgang mit diesen Daten besondere Umsicht erfordert, da Höhlen vielfachen Gefährdungen unterliegen, und eine Veröffentlichung nicht immer angeraten ist.

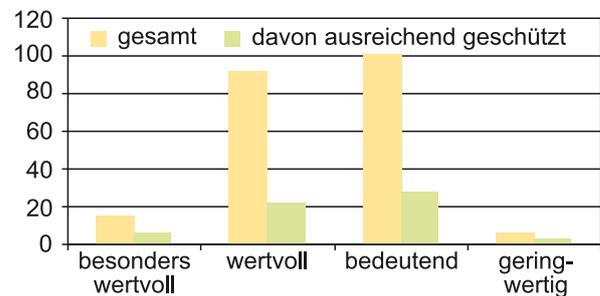
Statistisch gesehen gibt es ein Geotop pro 36 km² in Mittelfranken, doch die regionale Verteilung ist ungleichmäßig. Landkreise mit



Gesamtheit und Anzahl der ausreichend geschützten Geotope in Mittelfranken, aufgliedert nach Objektklassen

einem Anteil an der Frankenalb weisen eine höhere Anzahl an Geotopen auf als Landkreise in den eher eintönigen Sandsteinkeupergebieten. In Mittelfranken sind 47 verschiedene Geotoptypen erfasst. Ein Blick auf die Verteilung nach Objektklassen zeigt, dass Aufschlüsse mit fast der Hälfte der Geotope überwiegen. Gesteinsaufschlüsse sind nicht nur natürliche Freilegungen, sondern oft auch durch Rohstoffgewinnung sichtbar gewordene Gesteinsprofile oder durch den Straßenbau freigelegte Gesteine an vegetationslosen Böschungen. Die nächstgrößere Klasse mit einem Drittel der Geotope sind die Oberflächenformen, dazu zählen die Karsterscheinungen und Verwitterungsformen. 11% der erfassten Geotope sind Höhlen, 5% Geohistorische Objekte wie Felsenkeller und aufgelassene Bergbauanlagen und 4% Quellen, meist Gipskarstquellen im Gipskeuper.

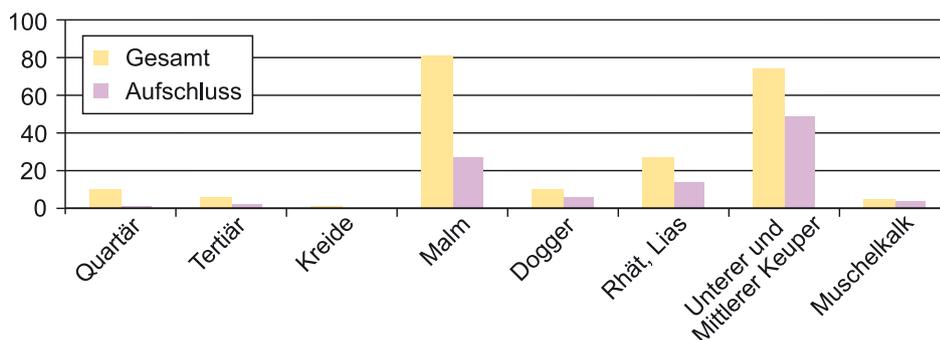
Die erdgeschichtliche Entwicklung lässt sich in Mittelfranken anhand der Gesteine vom Muschelkalk bis in die Zeit des Malms verfolgen. Zur Zeit der Kreide und des Tertiärs war Mittelfranken Abtragungsgebiet, so dass sich aus dieser Zeit nur wenige Geotope finden. Gemessen an ihrem Flächenanteil sind einige



Geowissenschaftliche Bewertung der Geotope in Mittelfranken

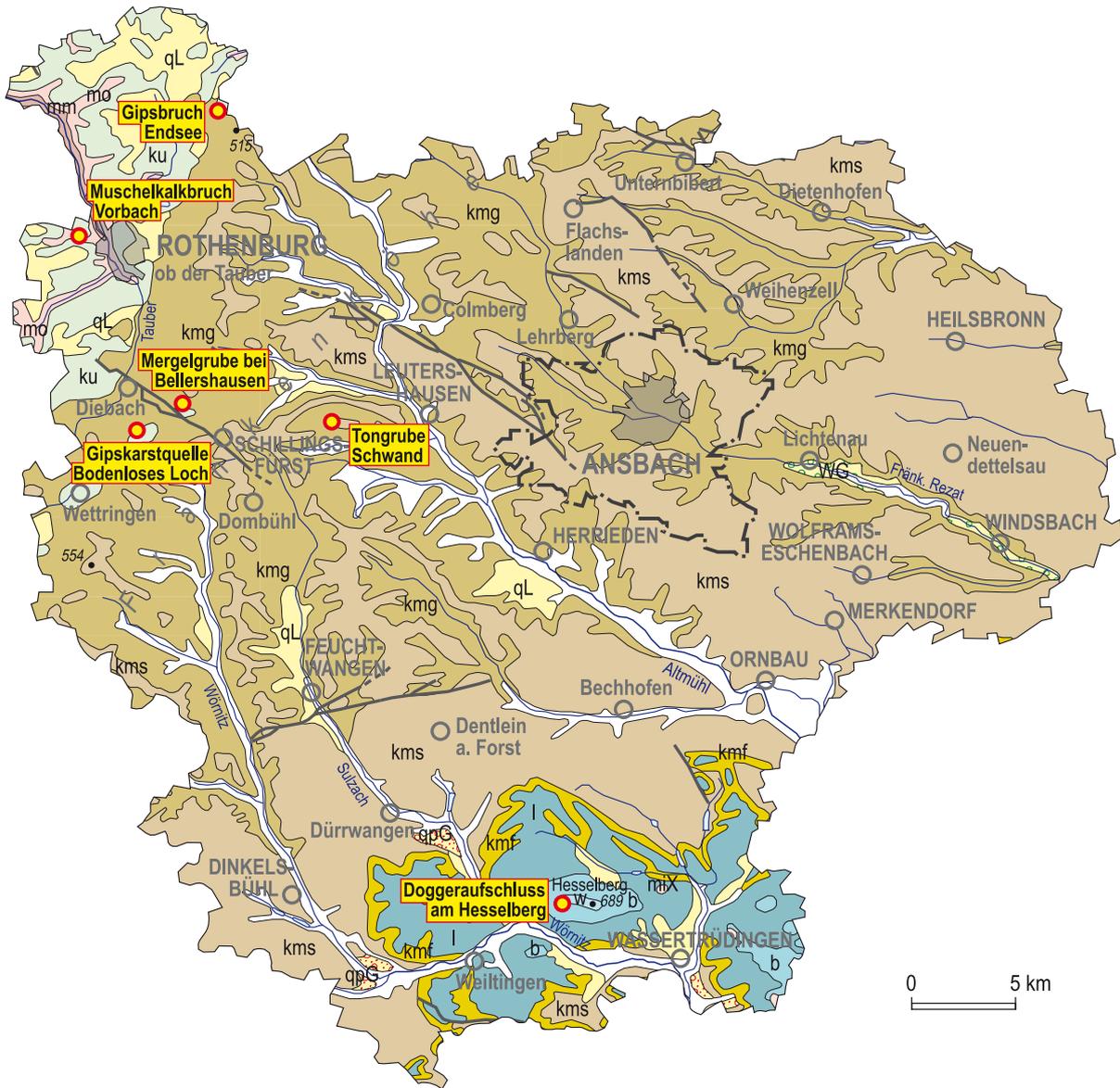
stratigrafische Einheiten mit auffällig vielen Geotopen vertreten. Dies trifft auf den Malm zu, in dessen Gesteinen neben künstlichen Aufschlüssen auch Felsbildungen und Höhlen häufig anzutreffen sind, sowie auf die Rhät-Lias-Übergangsschichten und ihre oft markanten Oberflächenformen. In den leicht verwitternden Gesteinen des Unteren und Mittleren Keupers kommt es nur selten zur Ausbildung von auffälligen Oberflächenformen und es überwiegen künstliche Aufschlüsse.

Etwa zwei Drittel der mittelfränkischen Geotope weisen einen Schutzstatus nach dem Bayerischen Naturschutzgesetz auf. Ausreichend geschützt sind dabei jene fast 40% der Geotope, die in einem Naturschutzgebiet liegen oder als Naturdenkmal bzw. geschützter Landschaftsbestandteil ausgewiesen sind. Ein abgeschwächter Schutz gilt für Geotope in Landschaftsschutzgebieten oder Naturparks, weshalb hier bei Veränderungen wichtiger Geotope besondere Aufmerksamkeit erforderlich ist. Betrachtet man den Schutzstatus nach Geotopklassen, so zeigt sich, dass Oberflächenformen vergleichsweise häufig ausreichend geschützt sind, im Gegensatz zu Aufschlüssen und Geohistorischen Objekten.



Anzahl der Geotope Mittelfrankens verteilt auf die verschiedenen Erdzeitalter

Geotope in Mittelfranken



Quartär	Holozän		Ablagerungen im Auenbereich, meist jungholozän, und polygenetische Talfüllung, z.T. würmzeitlich	Jura		Malm	Trias	Muschelkalk		Oberer Muschelkalk
	Pleistozän		Löß, Lößlehm, Decklehm, z.T. Fließerde			Dogger				Mittlerer Muschelkalk
			Schotter, würmzeitlich (Niederterrasse, Spätglazialterrasse)			Lias				Störung, vermutet
Tertiär	Miozän		Terrassenschotter und -sand, ungliedert	Trias	Keuper		Feuerletten		Stadtfläche	
			Bunte Trümmersmassen				Sandsteinkeuper		Grenze der kreisfreien Stadt	
							Gipskeuper			
						Unterer Keuper				

3.2 Ansbach

Der nordwestlichste Teil des Landkreises um Rothenburg o. d. Tauber gehört zum Naturraum der Hohenloher und Haller Ebene. Er wird von Hochflächen, bestehend aus Unterem Keuper und Gipskeuper geprägt, in die sich die Tauber mit ihren Nebentälern tief bis in den Muschelkalk eingeschnitten hat. Der übrige Nordwestteil des Landkreises zählt zur Frankenhöhe. Deren Höhenzüge bestehen aus Sandsteinkeuper, während sich der Hauptteil des Gebietes im Gipskeuper befindet. Der zentrale und südöstliche Landkreis gehört überwiegend zum Mittelfränkischen Becken, in dem hauptsächlich Sandsteinkeuper ansteht und nur noch in einigen Tälern der Gipskeuper zutage tritt. Jurassische Gesteine finden sich nur im Gebiet rund um den Hesselberg, das zum Vorland der Südlichen Frankenalb gerechnet wird.

Der Großteil des Landkreises liegt in einer Höhenlage von 400 bis 500 m. Höher hinaus reichen nur einige Hügelketten und insbesondere der etwa 200 m über seine Umgebung hinausragende Hesselberg (689 m). Die in Richtung Süden und Südosten fließenden Flüsse Würnitz und Altmühl gehören zum Flussgebiet der Donau und verlassen das Landkreisgebiet in einer Höhenlage von mehr als 415 m. Die nach Osten gerichteten Flüsse Fränkische Rezat und Bibert waren bis ins Tertiär Teil des Donausystems, wurden dann aber ins Einzugsgebiet des Rheins abgelenkt und haben sich dementsprechend stärker eingetieft (371 m und 321 m). Der tiefste Punkt des Landkreises liegt aber im Nordwesten, wo die Tauber das Gebiet verlässt. Das junge steile Tal hat sich bis 285 m eingeschnitten.

Die ältesten Gesteine des Landkreises treten im Taubertal zutage – nicht nur weil dieses am tiefsten eingeschnitten ist,

sondern auch, weil die Schichten im gesamten Landkreis meist leicht in Richtung Südosten einfallen. In den tiefsten Teilen des Taubertales bei Taubertzell tritt als ältestes Gestein der Mittlere Muschelkalk auf. Aufschlüsse des Gesteins fehlen hier zwar, aus Bohrungen ist aber bekannt, dass es sich hauptsächlich um Tone und Mergel mit Gips- und Anhydritlagen handelt. Das Steinsalzlager, das zur ursprünglichen Schichtfolge gehört, ist im talnahen Bereich durch das Grundwasser vollständig weggelöst.

Durch diese Auslaugung wurde und wird die Klüftung im überlagernden Oberen Muschelkalk vergrößert. Dieser besteht überwiegend aus einer Wechselfolge von Tonlagen und Kalkbänken. Der jüngere Teil des Oberen Muschelkalks liegt im Raum um Rothenburg o. d. Tauber in der so genannten Quaderkalkfazies vor. Hier sind in die normale Schichtfolge zusätzlich mehrere dicke Kalkbänke eingeschaltet, die aus mit Kalkschlamm verkittetem Muschel- und Brachiopodenschill bestehen. Dort, wo die überdeckenden Schichten des Keupers weitgehend abgetragen sind, verkarstet der Obere Muschelkalk stark. Große Karstquellen, ausgedehnte Höhlensysteme und Dolinenfelder bei Bettenfeld repräsentieren den bayerischen Anteil am bedeutenden Karstsystem der Hohenloher Ebene (HAGDORN & SIMON 1985).



Doline im Grenzbereich Oberer Muschelkalk–Unterer Keuper bei Bettenfeld



Graue Tone der Estheriensichten mit bis 1 m dicken Gipsknollen südlich von Oberoestheim

Die Hochebenen um Rothenburg o. d. Tauber liegen im Niveau des Unteren Keupers. Dort wird die tonig-mergelig-dolomitische Schichtfolge von einer mächtigen Lage (bis zu 30 m) des Werksandsteins unterbrochen. Der Mittlere Keuper beginnt im nordwestlichen Teil des Landkreises mit den Gips- und Tonlagen der Myophorienschichten. Diese „Beckenfazies“ greift in der „Triesdorfer Bucht“ (HAUNSCHILD 1966) weit nach Südosten vor. Östlich von Ansbach wird sie jedoch zunehmend durch die sandige „Randfazies“, den Benker Sandstein, ersetzt. Die darüber folgenden Estherien-schichten liegen im Landkreisgebiet überwiegend noch in der tonigen Beckenfazies vor; der Übergang zur sandigen Randfazies erfolgt erst weiter südöstlich, näher am damals vorhandenen Vindelizischen Land. Im Bereich der Frankenhöhe wurden Teile der Estherien-schichten bereits kurz nach ihrer Ablagerung wieder abgetragen. In den entstandenen Erosionsrinnen lagerte sich dann der Schilfsandstein in relativ mächtiger „Flutfazies“ ab. Im übrigen Gebiet liegt der Schilfsandstein in der nur wenige Meter mächtigen „Normalfazies“ vor oder fehlt gänzlich.

Die Lehrbergschichten und der teilweise hierin eingeschaltete Ansbacher Sandstein wurden nach ihren Typlokalitäten im hier beschriebenen Gebiet benannt. Im nordwestlichen Landkreis bestehen die Lehrbergschichten aus einer Abfolge von roten, violetten und grünli-

chen Ton- und Mergelsteinen. Im restlichen Gebiet ist in das untere Drittel der Schichtfolge der maximal vier Meter mächtige Ansbacher Sandstein eingeschaltet.

Über den so genannten Lehrbergbänken (charakteristische „Steinmergel“ (=Dolomit) -Lagen im obersten Teil der Lehrbergschichten) folgt der Blasensandstein. Im östlichen Landkreis sind hierin

stellenweise die tonigen „Seitendorfer Zwischenschichten“ eingeschaltet. Darüber folgt der Coburger Sandstein, der früher auch Unterer Semionotensandstein genannt wurde.

Vor allem in den östlichen Teilen des Landkreises findet sich das nächst jüngere Schichtglied, der insgesamt etwa 80 m mächtige Burgsandstein. Die Sandsteinbänke werden durch mehrere mächtige Tonsteinlagen („Letten“) unterbrochen, die eine Aufgliederung der Serie in



Störung in den Lehrbergschichten in der Tongrube Gastenfelden

Unteren, Mittleren und Oberen Burgsandstein ermöglichen. Darüber liegen die meist auffallend roten bis violetten Feuerletten, die überwiegend tonig-mergelig, teilweise aber auch sandig ausgebildet sind.

Normalerweise werden die Feuerletten von den Sandsteinen der Rhät–Lias-Übergangsschichten überlagert, die in anderen Teilen Mittelfrankens bereichsweise ausgeprägte Schichtstufen bewirken. Im Landkreis Ansbach fehlen sie jedoch, da sie im Raum der damaligen „Weißenburger Schwelle“ nicht abgelagert wurden.

Weite Flächen rund um den Hesselberg werden von den Sanden, Mergeln und Tonen des Lias eingenommen. In die teilweise ausgesprochen fossilreiche Schichtfolge sind einzelne Kalkbänke eingeschaltet, die mit Lokalnamen wie Röckinger Bank und Wittelshofener Bank belegt wurden (HAUNSCHILD & WEISER 1977).

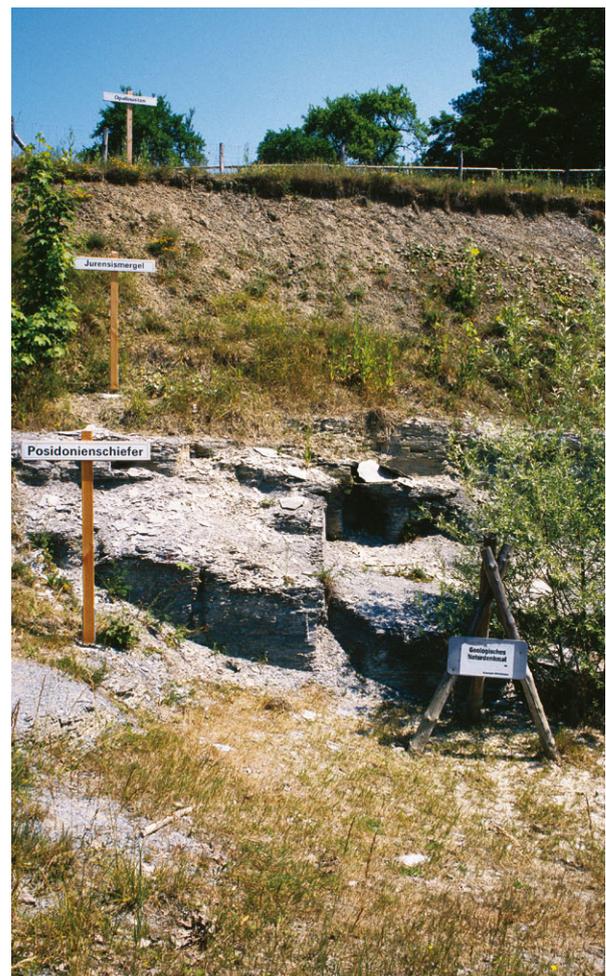
Ein Großteil des Hesselberg-Hanges, etwa zwischen 470 und 600 m, wird von den Gesteinen des Doggers aufgebaut. Der flachere untere Hangfuß besteht aus Opalinuston; darüber folgt der Steilanstieg im Eisensandstein. Die Verebnung in den geringmächtigen Schichten des Mittleren bis Oberen Doggers ist meist von Schutt aus dem überlagernden Malm überdeckt. Karbonatgesteine des Malms wie Kalke, Mergel und Dolomite liegen am Hesselberg nur in den unteren Teilen der Abfolge teilweise in geschichteter Ausbildung vor. Bereits sehr früh setzte hier das Wachstum von Schwammriffen ein, das letztlich zur Bildung massiger Karbonatgesteine führte. Trotz seiner isolierten Lage kann man den Malm am Hesselberg daher als einen Teil der Ries-Wiesent-Riffschranke identifizieren, welche die mergelige Gesteinsausbildung im Westen und Norden von der kalkreichen im Osten abtrennt.

In der Kreidezeit und dem Tertiär herrschte die Abtragung der älteren Gesteine vor. Nur wenige Verwitterungsbildungen (Bohnerze, Rotlehm) sind aus diesem Zeitraum nachgewiesen.

Eine Besonderheit stellen die Ries-Trümmernmassen dar, deren nördlichste Vorkommen im

Südteil des Landkreises liegen. Dabei handelt es sich um Auswurfmassen des Meteoriteneinschlags vor ca. 15 Millionen Jahren. Die kleinen Restvorkommen der Trümmernmassen um Lentersheim und Geilsheim geben Hinweise auf die Lage der Landoberfläche vor dem Impakt. Brocken von Malmkalk, die in den Trümmernmassen enthalten sind, bilden aufgrund ihrer Verwitterungsresistenz kleine Kuppen in der Landschaft.

Quartäre Lockersedimente überziehen häufig wie ein geringmächtiger Schleier die anstehenden Gesteine im Landkreis. Weit verbreitet sind Hangschutt, eiszeitliche Fließerden und Löß bzw. Lößlehm sowie junge Talfüllungen. Seltener kommen Schotterterrassen, Kalktuffe und Moorbildungen vor.



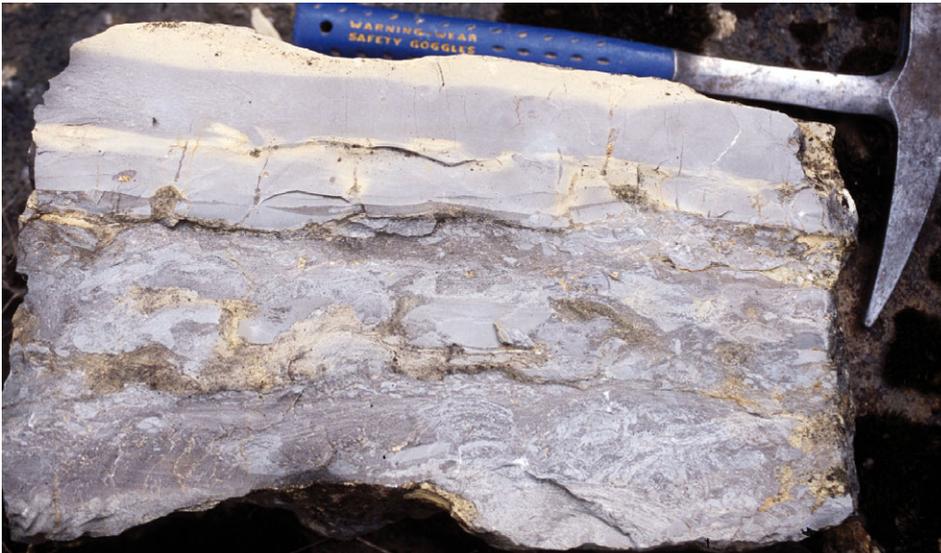
Der geologische Lehrpfad von Wittslingen auf den Hesselberg gibt Einblicke in die Schichtenfolge des Juras vom Unteren Lias bis in den Malm.

Stürme im Muschelkalkmeer

Der vielfache Wechsel von Ton- und Kalkbänken im Oberen Muschelkalk wird heute auf zyklische Meeresspiegelschwankungen zurückgeführt (HAGDORN & SIMON 1985, AIGNER & BACHMANN 1993). Die Bereiche mit dünnbankigen und feinkörnigen Gesteinen entsprechen demnach einem Meeresspiegelanstieg, während die dickeren Kalkbänke mit gröberen Komponenten (z. B. Seelilien-Stängelgliedern) auf einen relativ seichten Meeresstand hinweisen.

Im Bereich der Quaderkalkfazies sind zusätzlich dicke Schillkalkbänke in die Schichtfolge eingeschaltet. Man ist heute der Meinung,

dass sich diese dicken Kalkbänke jeweils in sehr kurzer Zeit bildeten, nämlich als Ablagerungen von Sturmfluten („Tempestite“). Durch die kurzzeitig verstärkte Wasserbewegung während eines Wirbelsturmes wurde viel Sediment vom Meeresboden aufgewirbelt. Die schweren Kalkschalen des Schills wurden noch in Küstennähe relativ rasch wieder abgelagert und später verfestigt. Der feinere Schlamm blieb dagegen länger in Schwebe und verdriftete weiter in Richtung des Beckeninneren. Eine Quaderkalkbank entstand also mitunter während eines einzigen stürmischen Tages vor über 200 Millionen Jahren.



Typisches Handstück eines Muschelkalks mit welligen Schichtoberflächen



An der Sohle des Steinbruchs nordwestlich von Vorbach hat sich ein See gebildet, der als Fischgewässer genutzt wird.

Muschelkalkbruch Vorbach

Geotop-Nr.: 571A006
Landkreis: Ansbach
Gemeinde: Rothenburg o. d. Tauber
TK 25: 6626 Schrozberg-Ost
Lage: R: 3583350 H: 5472360
Naturraum: Hohenloher und Haller Ebene
Gestein: Oberer Muschelkalk

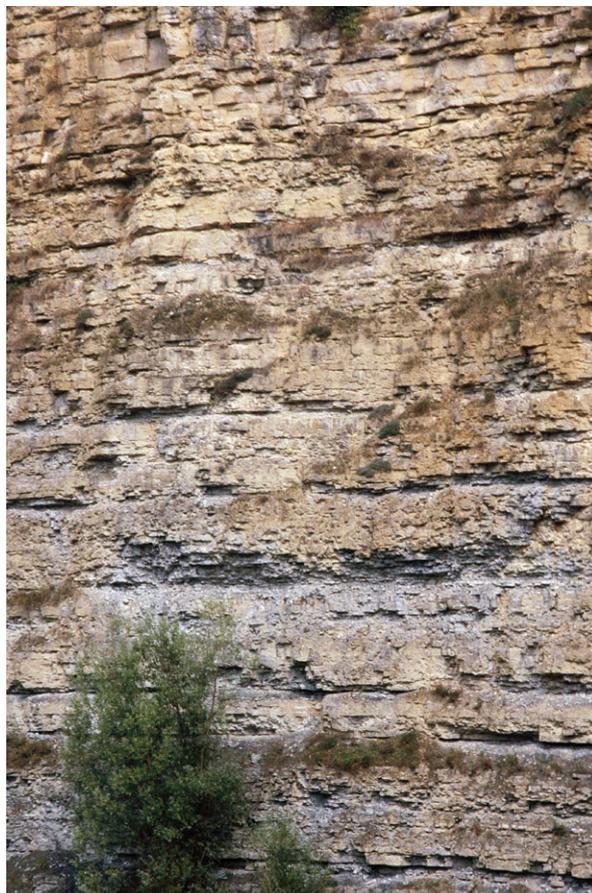
Beschreibung:

In einem kleinen Nebental des Taubertals liegt etwa zwei Kilometer westlich von Rothenburg der aufgelassene Steinbruch im Oberen Muschelkalk. Die Sohle des ca. 100 m x 200 m großen Geländes wird zum Teil von einem kleinen See eingenommen, der zu Fischereizwecken genutzt wird. Hinter dem See erhebt sich die ca. 20 m hohe Bruchwand. Über die seitlichen Böschungen ist die Aufschlusswand zugänglich. Hier kann man die Stratigrafie im Übergangsbereich zwischen Normalfazies und Quaderkalkfazies studieren.

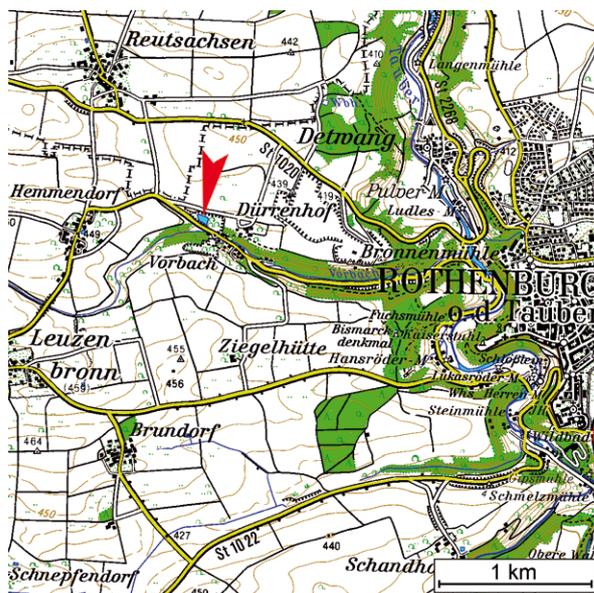
Den unteren Teil der erschlossenen Schichtfolge bilden graue Kalkbänke im Wechsel mit teilweise mächtigen Mergellagen. Nach oben hin nehmen die Mergelschichtungen immer mehr ab. Es folgt eine Serie von gelblich angewitterten, durchschnittlich etwa 1 m mächtigen Kalkbänken.

Während die Gesteinsausbildung im tieferen Teil des Profils dem Oberen Muschelkalk in Normalfazies entspricht, gehört der obere Teil des Profils bereits zur Quaderkalkfazies. Allerdings sind die Kalkbänke, die überwiegend aus mit Kalkschlamm verbackenem Muschel- und Brachiopodenschill bestehen, hier noch weniger dick als im Zentralgebiet der Quaderkalkfazies. Tatsächlich liegt der Bruch in relativer Randlage des Quaderkalkgebietes, das südlich von Gammesfeld und östlich von Rothenburg endet.

Schutzstatus: nicht geschützt
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: DREXLER (1964)



Die dickeren Kalkbänke im oberen Teil des Bildes gehören der Quaderkalkfazies an.



Gipsbruch Endsee

Gips ist ein Rohstoff für die Bauindustrie. Der Grundgips an der Basis der Myophorienschichten des Mittleren Keupers ist das wirtschaftlich bedeutendste Gipsflöz in Bayern und wird daher an verschiedenen Stellen abgebaut. Ein aufgelassener Gipsbruch befindet sich in Endsee bei Steinsfeld.



Die etwa 7 m mächtigen Gipsablagerungen von Endsee entstanden vor ca. 235 Millionen Jahren. Die flache küstennahe Landschaft des frühen Mittleren Keupers war geprägt von Sümpfen, Seen und Lagunen, die sporadisch vom Meer überflutet wurden. Im trocken-heißen Klima setzten sich in den Lagunen durch Eindampfung anfangs Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ab, erst bei höherer Salzkonzentrationen im Wasser wären Kali- und Steinsalze gefolgt.

Im Laufe der Jahrtausende überlagerten Sedimente die Gipschichten und verwandelten durch „Auspressen“ des Wassers den Gips zu Anhydrit (CaSO_4). Dieser wandelt sich bei Aufnahme von Wasser wieder in leicht löslichen Gips zurück.

Nur aufgrund der fehlenden Wasserdurchlässigkeit der umgebenden Tongesteine konnte z. B. der in Endsee heute aufgeschlossene Grundgips die Jahrtausende überdauern. Sobald das Gestein in den Bereich von Grundwasser, Sickerwasser oder an die Erdoberfläche gelangt, wird es relativ rasch aufgelöst. Durch das Sickerwasser im Boden entstehen breite rundliche Karrenformen an der Oberfläche des Gipses, die von Steinbrucharbeitern auch „Hockergips“ genannt werden. Wenn das Gestein jedoch an der Erdoberfläche dem Niederschlag ausgesetzt ist, entstehen schmale scharfkantige Karren



Unter Bodenbedeckung entstehen rundliche Karrenformen in den gipshaltigen Myophorienschichten.



Offen zutage liegender Gips wird vom Regenwasser stark angegriffen; es entstehen kleine messerscharfe Karrenformen.



Gipsbruch Endsee mit dem verfallenen Mundloch eines Untersuchungsstollens

Gipskarstquelle Bodenloses Loch



Geotop-Nr.: 571Q002
Landkreis: Ansbach
Gemeinde: Diebach
TK 25: 6727 Schillingsfürst
Lage: R: 3587080 H: 5461830
Naturraum: Hohenloher und Haller Ebene
Gestein: Myophorienschichten
(Mittlerer Keuper)

Beschreibung:

In der weiten Talebene südwestlich von Unter-
oestheim liegt die Gipskarstquelle „Bodenlo-
ses Loch“. Es handelt sich um einen großen
Quellteich mit etwa 20 m Durchmesser. In
seiner Mitte befindet sich ein Trichter von etwa
8 m Durchmesser, der zwar nicht „bodenlos“,
aber doch immerhin ca. 5 m tief ist. In jeder
Sekunde entspringen hier mehrere Zehner
Liter Wasser.

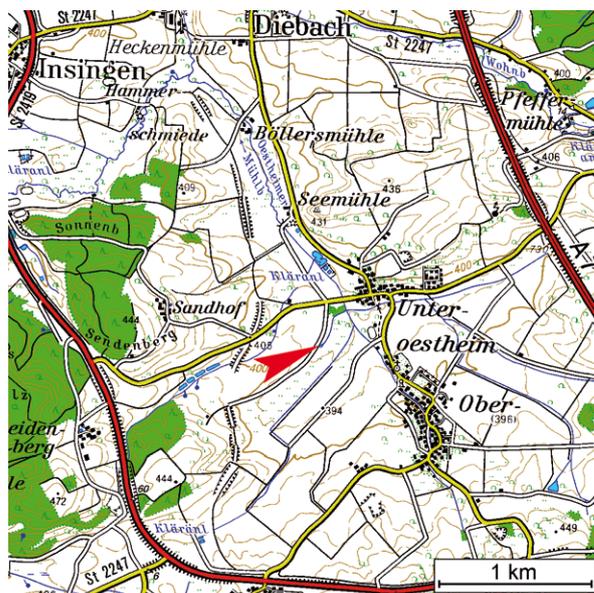
Die Entstehung der Quelle beruht auf der Ver-
karstung des Grundgipses im unteren Teil der
Myophorienschichten. Das Gestein steht hier
in Talnähe an. Durch die gute Löslichkeit des
Gipses – in jedem Liter Quellwasser sind hier
ca. 2,5 Gramm Gips (CaSO_4 - Calciumsulfat)
gelöst – kann das Wasser im Untergrund Klüfte
erweitern und dadurch leistungsfähige Fließ-
wege schaffen. Der laufende Abtransport von
gelöstem Gestein aus dem Untergrund führt
zur Bildung von Hohlräumen, die aufgrund
ihrer geringen Überdeckung oft nicht stabil
sind und einstürzen. Dieser Vorgang ist der
Grund für das häufige Auftreten von Erdfällen
im Gebiet um Untergailnau und Diebach.

Im tieferen Teil der Täler ist der Grundgips be-
reits vollständig ausgelaugt und die Hohlräu-
me sind eingestürzt. Hier steht dem Grundwas-
ser plötzlich kein ausreichend leistungsfähiger
Fließweg mehr zur Verfügung. Um wieder an
die Erdoberfläche zu gelangen, muss es die
überlagernden Tonschichten durchqueren, wo-
durch sich der trichterförmige Quelltopf bildet.

Schutzstatus: Naturdenkmal
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: HAUNSCHILD (1966)



Der Grund des großen Quelltopfs ist kaum zu erkennen.



Ein Problemfall: künstliche Aufschlüsse in Lockergestein

Die Mergelgrube bei Bellershausen bietet einen der wenigen guten Aufschlüsse in den Estherienschiefern Mittelfrankens. Obwohl das Gestein an sich weit verbreitet ist, fehlen natürliche Aufschlüsse beinahe vollständig. Die tonigen Gesteine verwittern rasch und bilden einen guten Boden. Selbst in steilen Bachgräben verfallen und verrutschen die Aufschlüsse schnell. Auch künstliche Aufschlüsse bleiben nur frisch, wenn regelmäßig zumindest in geringem Umfang Material entnommen wird, so dass frische Wände entstehen und der Wandfuß nicht durch Lockermaterial überdeckt wird.

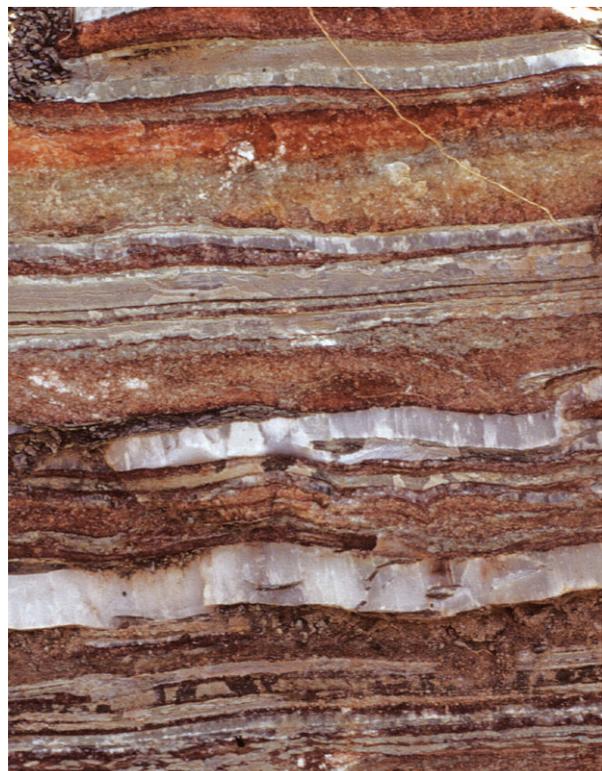
Hier zeigt sich ein grundsätzliches Problem von künstlichen Aufschlüssen in Lockergesteinen: Der Wert des Geotops liegt darin, dass ein Gestein in bergfrischem Zustand freigelegt ist, das andernorts nicht aufgeschlossen ist. Sobald aber der Abbau, der das Geotop überhaupt erst geschaffen hat, eingestellt ist, verfällt der Aufschluss. Um also den Wert des



Herabgefallener Schutt überdeckt in zunehmenden Maße den Aufschluss der Estherienschiefern nördlich von Burghausen (Gemeinde Windelsbach).

Geotops zu erhalten, müssen regelmäßige Pflegemaßnahmen durchgeführt werden, die oftmals Kosten verursachen. Außerdem muss auf eine verträgliche Folgenutzung geachtet werden. Umzäunte Privat- oder Firmengelände sind für die Durchführung von Lehr- und Forschungstätigkeiten meist ungeeignet. Eine Verfüllung, Abflachung oder Bepflanzung der wichtigsten Aufschlusswände muss unterbleiben. Auch muss es gestattet sein, störende Sukzessionsflora von Zeit zu Zeit zu reduzieren oder wenn nötig zu entfernen.

Sowohl aus wirtschaftlicher als auch aus geowissenschaftlicher Sicht ist es daher oft wünschenswert, dass Abbaustellen, die wichtige Geotope darstellen, weiter betrieben werden. Optimal sind hierbei kleine Gruben für den örtlichen Bedarf, aus denen regelmäßig in geringem Umfang Material entnommen wird. So bleibt der Aufschluss immer frisch, ohne sich zu stark zu verändern.



In den bunten Estherienschiefern nördlich von Bellershausen finden sich die typischen Gipschnüre.

Mergelgrube bei Bellershausen

Geotop-Nr.: 571A010
Landkreis: Ansbach
Gemeinde: Diebach
TK 25: 6627 Rothenburg o. d. Tauber
Lage: R: 3589450 H: 5463500
Naturraum: Frankenhöhe
Gestein: Estherienschiechten
(Mittlerer Keuper)

Beschreibung:

Etwa 400 m nordöstlich von Bellershausen liegt am Hanganstieg in Richtung Faulenberg eine Mergelgrube. Hier ist die tonig-mergelige Schichtfolge der Estherienschiechten in beispielhafter Weise aufgeschlossen. Das Profil überstreicht in etwa die untere Hälfte der hier ca. 30 m mächtigen Einheit.

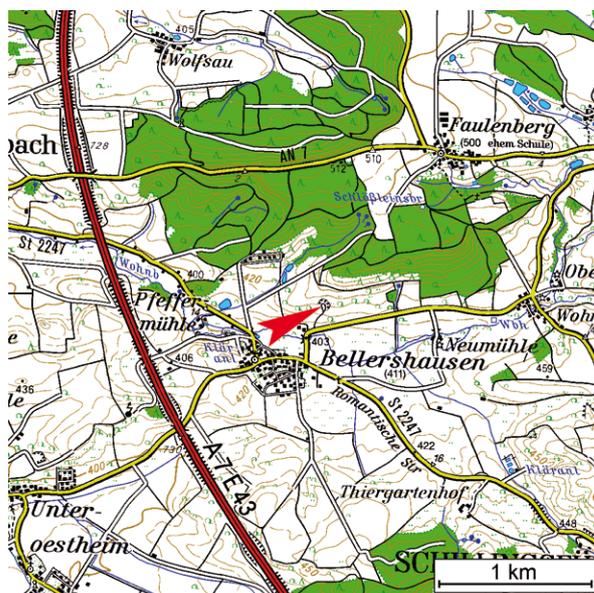
Die Schichtfolge besteht aus einem vielfachen Wechsel von mehrere Zentimeter bis über einen Meter dicken Gesteinslagen. Hierbei überwiegen bröckelige Mergel und Tonschiefer, die aber immer wieder von dolomitischen Steinmergelbänken und manchmal auch von dünnen Gipslagen unterbrochen werden. Die Steinmergelbänke sind überwiegend hellgrau. Alle anderen Gesteine können lagenweise außer grau auch gelblich, rotbraun, violett oder blaugrau sein. Zusätzlich kommen auch noch rein weiße Fasergipslagen vor.

Die unterschiedliche Farbe und Zusammensetzung der einzelnen Glieder der Schichtfolge gehen auf die wechselhaften Ablagerungsbedingungen zurück. Das flache Becken, in dem Mittelfranken während des Keupers lag, hatte oft nur eingeschränkten Kontakt zum offenen Meer. Bei besonders starker Abschnürung kam es zeitweise zur Eindampfung und dadurch zur Gipsausscheidung. Die Steinmergelbänke wurden dagegen in Zeiten größerer Meerwasserbedeckung gebildet. Die rötlichen Farben weisen auf gute Durchlüftung mit oxidierenden Bedingungen hin; die dunkleren blaugrauen Lagen wurden dagegen weitgehend unter Sauerstoffabschluss abgelagert.

Schutzstatus: nicht geschützt
Geowiss. Bewertung: bedeutend
Literatur: HAUNSCHILD (1964)

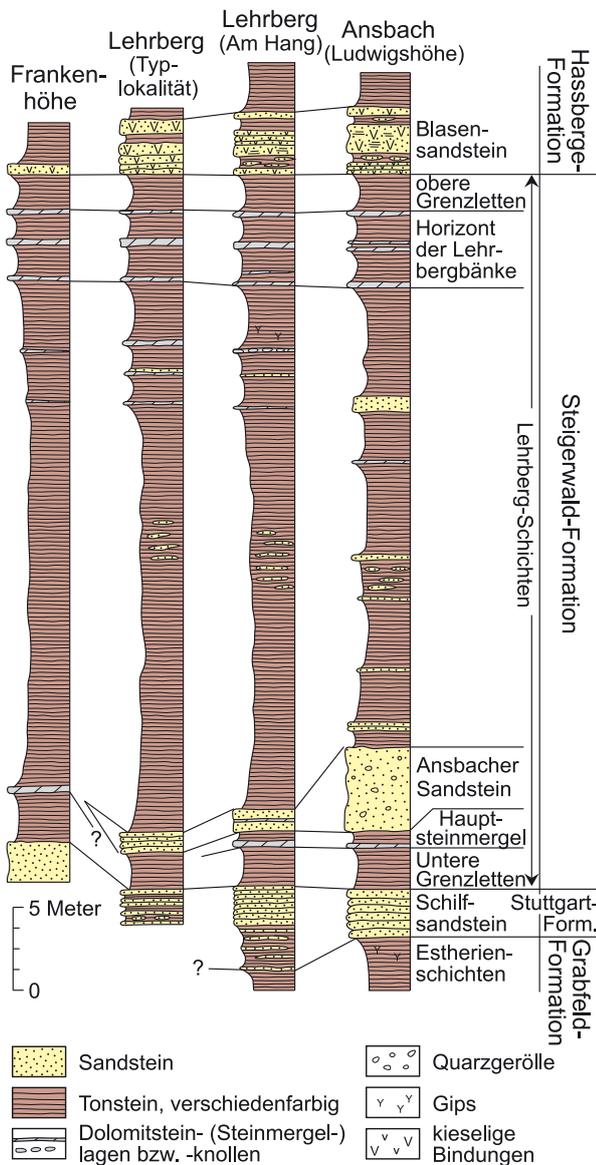


Die Mergelgrube ist einer der wenigen guten Aufschlüsse in den Estherienschiechten.



Die Lehrbergsschichten

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts begann man Bayern flächendeckend geologisch zu kartieren. Dabei wurde auch erstmals eine detaillierte Stratigrafie, das heißt eine zeitliche und räumliche Einordnung der verschiedenen Gesteinsschichten erstellt. Zahlreiche Gesteine, die hierbei erstmals beschrieben wurden, mussten mit Namen belegt werden.



Profile durch die Lehrbergsschichten an der Typlokalität in Lehrberg im Vergleich mit Aufschlüssen am Anstieg zur Frankenhöhe in Wettringen und in Ansbach (nach HAUNSCHILD 1986)

Die Benennung der obersten Schichtfolge des Gipskeupers erfolgte durch GÜMBEL (1866) nach dem kleinen Ort Lehrberg (nordwestlich von Ansbach). GÜMBEL bezog den Begriff zunächst nur auf die heute als Lehrbergbänke bezeichneten „Steinmergel“-Bänke, die häufig im obersten Bereich der Lehrbergsschichten angetroffen werden. Seitdem wurde die Definition mehrfach abgeändert (THÜRACH 1889, HAUNSCHILD 1955, HAUNSCHILD 1964). Nachdem sich in Bayern „Lehrbergsschichten“ als Bezeichnung für die gesamte Schichtfolge zwischen dem Schilfsandstein und dem Blasen-sandstein durchgesetzt hatte, wurde inzwischen eine für Deutschland allgemein gültige stratigrafische Nomenklatur entwickelt. Nach dieser gehören die Schichten heute offiziell zur „Steigerwald-Formation“.

Im Raum Ansbach–Herrieden–Leutershausen sind die Lehrbergsschichten etwa 30 Meter mächtig und können in unterschiedliche Abschnitte gegliedert werden: Über den wenige Meter mächtigen, typisch rot bis rotbraun gefärbten unteren Grenzletten ist der so genannte Ansbacher Sandstein eingeschaltet, der allerdings nicht überall entwickelt ist. Es folgt ein 15 bis 20 m mächtiges Paket von kräftig rot und grün gefärbten Schiefertönen („Letten“), das mehrfach sandige oder mergelige Zwischenlagen enthält.

Die obersten etwa 5 m der Lehrbergsschichten bildet der Horizont der Lehrbergbänke mit den oberen Grenzletten. Als Lehrbergbänke bezeichnet man insgesamt drei harte dolomitische „Steinmergel“-Lagen von ca. 5 bis 20 cm Dicke. Über der obersten Steinmergelbank folgen noch die oberen Grenzletten, deren jüngster Teil auffallend grün gefärbt ist. Darüber setzen die Sandsteinbänke des Blasen-sandsteins ein. In den Lehrbergsschichten kommen bereichsweise Gipseinlagerungen vor. So bezeichnete GÜMBEL den Abschnitt unterhalb der Lehrbergbänke als „Berggips“.

Tongrube Schwand

Geotop-Nr.: 571A016
Landkreis: Ansbach
Gemeinde: Leutershausen
TK 25: 6728 Herrieden
Lage: R: 3597353, H: 5462660
Naturraum: Frankenhöhe
Gestein: Lehrbergsschichten
 (Mittlerer Keuper)

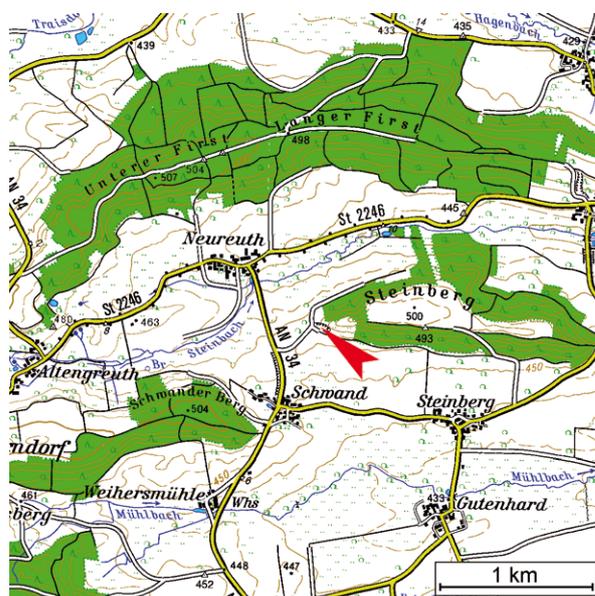
Beschreibung:

Die Tone und Mergel der Lehrbergsschichten wurden in zahlreichen Gruben für den örtlichen Bedarf abgebaut. Dort wo die Gesteine relativ arm an Sand und Gips sind, ist die Qualität ausreichend für die Herstellung hochwertiger Ziegel und Dachziegel. Hier entwickelte sich eine entsprechende Industrie, z. B. um Ansbach, Sommersdorf und Neustadt an der Aisch. Heutiges Zentrum ist Langenzenn westlich von Fürth. Die harten Lehrbergbänke fanden früher örtlich als Bau-, Pflaster- und Schottersteine Verwendung, z. B. für das alte Straßenpflaster von Ansbach.

Am westlichen Fuß des Steinbergs zwischen Schwand und Neureuth befindet sich eine Ton- und Mergelgrube der Stadt Leutershausen. Diese Grube wird in geringem Umfang genutzt, Teile sind verfüllt bzw. zugewachsen. Die Grube bietet allerdings immer noch hervorragende Einblicke in die Schichtfolge. Hier ist ein bis zu 10 Meter mächtiges Profil in den höheren Anteilen der Lehrbergsschichten aufgeschlossen. Im oberen Teil der Aufschlusswand sind die Lehrbergbänke auf eine Erstreckung bis zu 100 Meter gut erkennbar.



Die Lehrbergbänke im oberen Teil der Lehrbergsschichten (Steigerwald-Formation) sind in der Tongrube Schwand gut aufgeschlossen.



Schutzstatus: nicht geschützt
Geowiss. Bewertung: bedeutend
Literatur: HAUNSCHILD (1965)

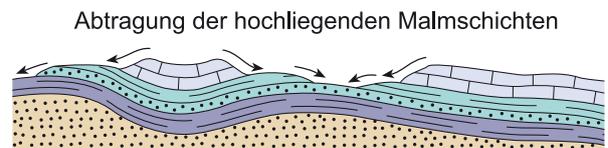
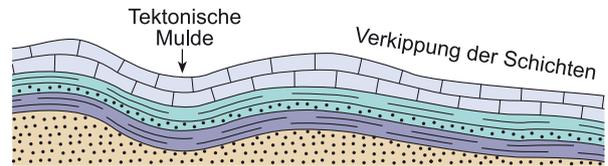
Zu Fuß durch das Jurameer – der Hesselberg



Der Hesselberg ist sicherlich einer der eindrucksvollsten Zeugenberge Bayerns. Er „bezeugt“ die ehemals viel größere Ausdehnung der Hochfläche der Südlichen Frankenalb. Seine Entstehung verdankt er seiner Lage in einem tektonischen Muldengebiet („Reliefumkehr“) und den Malmkalksteinen auf seinem Gipfel, die auch die weicheren unterlagernden Gesteine vor Abtragung schützen.

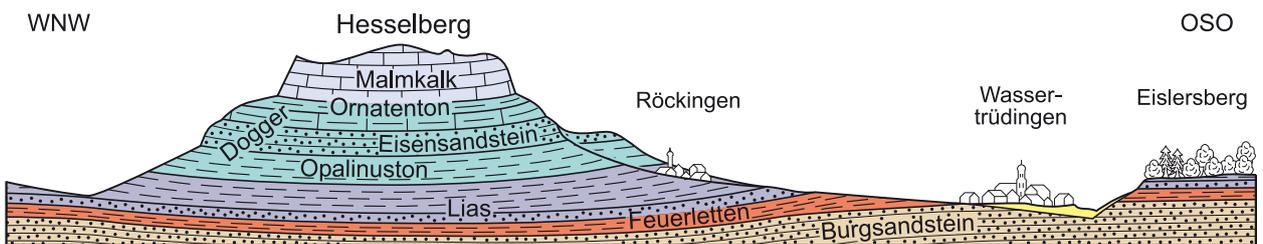
An den Hängen des Hesselbergs kann man auf kürzester Strecke beinahe die gesamte Schichtfolge des Juras durchwandern: Die relativ flachen unteren Hänge liegen in den Gesteinen des Lias und des untersten Doggers. Mit dem Eisensandstein beginnt der Steilanstieg. Dieser wird durch weichere Gesteine des Mittleren bis Oberen Doggers kurz unterbrochen, bevor in den gebankten und massigen Kalk- und Dolomitgesteinen des Malms der letzte Steilanstieg und das Gipfelplateau folgen.

Schon vor vielen Jahren wurde hier die nahe-
liegende Idee aufgegriffen, einen geologischen
Lehrpfad einzurichten. Eine große Zahl von
Touristen und Studenten konnte sich seit-



Entstehung des Hesselbergs durch „Reliefumkehr“

dem am Hesselberg im Verlauf einer schönen
Wanderung ein Bild von der Jurazeit machen.
So rechtfertigt sich der Aufwand, der durch die
regelmäßige Wartung und Erneuerung von
Wegen, Erläuterungstafeln und Aufschlüssen
entsteht.



Schematisches Profil der Schichtfolge am Hesselberg



Heute überragt der Hesselberg als Zeugenberg das umgebende Keuper-Hügelland um mehr als 200 m.

Doggeraufschluss am Hesselberg

Geotop-Nr.: 571A018
Landkreis: Ansbach
Gemeinde: Gerolfingen
TK 25: 6929 Wassertrüdingen
Lage: R: 4390900 H: 5438080
Naturraum: Vorland der Südl. Frankenalb
Gestein: Dogger Beta bis Delta

Beschreibung:

Am westlichen Hesselberg liegt auf ca. 600 m eine Verebnung in den Gesteinen des Mittleren und Oberen Doggers. Der kleine Schurf, der hier für den Geologischen Lehrpfad angelegt wurde, ist einer der wenigen Aufschlüsse in diesem Schichtglied in Bayern.

Die Basis des Schurfs liegt in den obersten Lagen des Eisensandsteins (Dogger Beta), der auch knapp unterhalb in einem Hohlweg aufgeschlossen ist. Darüber folgt der Dogger Gamma mit der so genannten Sowerbyi-Bank, einer geröllführenden Kalksandsteinbank. Insgesamt ist der Kalksandstein des Dogger Gamma nur etwa 1m mächtig. Der obere Rand des Schurfes reicht bis in die Mergel des Dogger Delta.

Die gesamte Schichtfolge des Dogger Gamma bis Dogger Zeta (Ornatenton) ist nur etwa 12 m mächtig (zum Vergleich: der Eisensandstein im Dogger Beta erreicht über 40 m). Der Mittlere bis Obere Dogger war somit eine Zeit mit im Durchschnitt sehr geringen Sedimentationsraten. Sicherlich wurde immer noch Material aus den umliegenden Landgebieten („Vindelizisches Land“) eingetragen. Das sehr flache Meeresbecken mit ständig bewegtem Wasser bot jedoch keinen guten Ablagerungsraum. Durch die Anbindung an das Nordmeer war das Wasser außerdem relativ kalt, wodurch sich keine ausgeprägte Kalkabscheidung entwickeln konnte. Dies änderte sich schlagartig zu Beginn des Malms, als eine Verbindung zum warmen südlichen Meer („Tethys“) entstand.

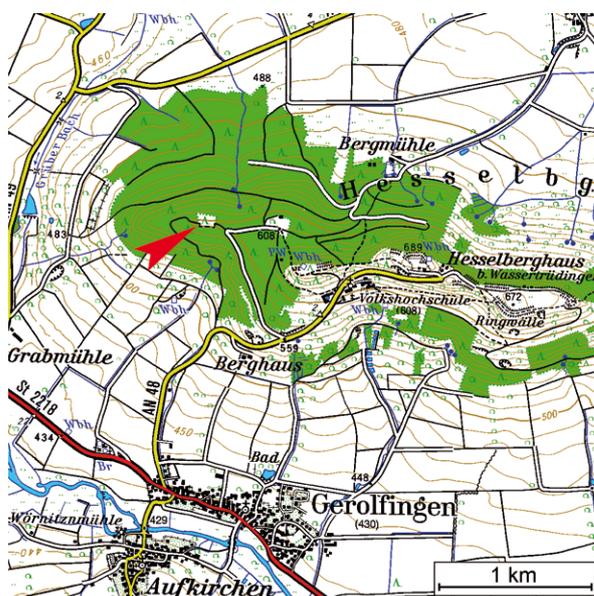
Schutzstatus: nicht geschützt
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: HAUNSCHILD & WEISER (1977)
 SCHMIDT-KALER (1991)



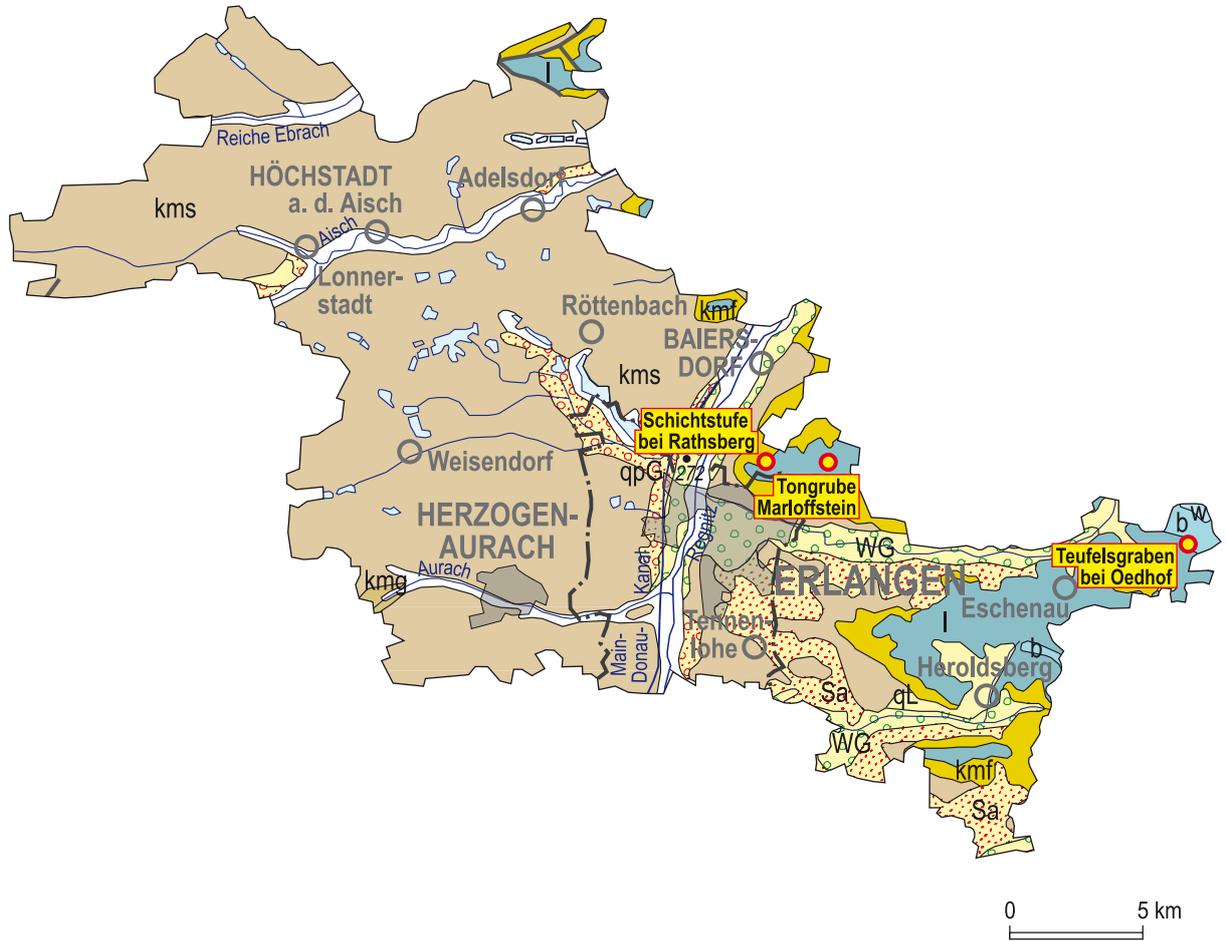
Die Schichtfolge des Mittleren Doggers wurde am Lehrpfad extra freigelegt.



Nur wenige Lagen des Doggers sind reich an Fossilien.



Geotope in Mittelfranken



Quartär	Holozän		Ablagerungen im Auenbereich, meist jungholozän, und polygenetische Talfüllung, z.T. würmzeitlich	Jura		w	Malm		Störung	
			Sa		Flugsand, z. T. als Düne		b	Dogger		Stadtfläche
	Pleistozän		qL		Löß, Lößlehm, Decklehm, z.T. Fließerde		l	Rhätolias		Grenze der kreisfreien Stadt
			WG		Schotter, würmzeitlich (Niederterrasse, Spätglazialterrasse)	Trias	Keuper		kmf	Feuerletten
			qpG		Terrassenschotter und -sand, ungegliedert				kms	Sandsteinkeuper
		kmg	Gipskeuper							

3.3 Erlangen-Höchstadt

Die Stadt Erlangen und der Landkreis Erlangen-Höchstadt liegen zum größten Teil im Naturraum „Mittelfränkisches Becken“. Im Westen reicht der Landkreis bis in den Steigerwald. Die Gebiete östlich von Rathsberg und Kalchreuth gehören zum Vorland der Nördlichen Frankenalb. Der östlichste Ausläufer des Landkreises (um Oedhof) wird mit seinem steilen Geländeanstieg bereits der Nördlichen Frankenalb zugerechnet.

Die sanft nach Osten geneigte Steigerwald-Abdachung ist durch mehrere Täler in West-Ost-verlaufende Höhenzüge gegliedert, die überwiegend aus Burgsandstein aufgebaut sind. Diese Hügelketten sind zumeist an tektonischen Mulden angelegt, die durch die Erosion herauspräpariert wurden („Reliefumkehr“). Nur im Westen und Südwesten erreichte die Erosion in den Tälern den Blasensandstein, das unterste Schichtglied des Sandsteinkeupers.

Das Hügelland im zentralen und westlichen Gebiet liegt zumeist in 300 bis 350 m Höhe. Die Regnitz verlässt den Landkreis nördlich von Wellerstadt bei 260 m; die Aisch ist östlich von Weppersdorf sogar bis 254 m eingetieft. Östlich der Regnitz steigt das Land zu den Höhen der Nördlichen Frankenalb an. Um Kalchreuth werden über 400 m erreicht. Im Steilanstieg bei Oedhof liegt der höchste Punkt des Landkreises mit über 530 m.

Der gesamte Westteil des Landkreises wird von den Gesteinen des Sandsteinkeupers geprägt. Als ältestes Gestein im Landkreis tritt in den Tälern der Blasensandstein mit dem darauf folgenden Coburger Sandstein zutage. Darüber folgt der Burgsandstein, der die überwiegend West-Ost verlaufenden Hügelketten krönt. Nach Osten zu wird der Burgsandstein häufig von den Feuerletten überlagert.

Bei Rathsberg und Kalchreuth springt die Schichtstufe des Sandsteins der Rhät-Lias-Übergangsschichten weit nach Westen vor. Ihren Sockel bilden die etwa 40 m mächtigen Feuerletten – eine Abfolge von mergeligen

roten Tonsteinen mit einzelnen Karbonatbänken. Nach oben erfolgt der Übergang in die zunächst ebenfalls meist tonig entwickelten Rhät-Lias-Übergangsschichten. Darüber liegt der ca. 10 m mächtige „Gümbelsche“ Sandstein, der mit seiner enormen Verwitterungsresistenz die Herausbildung der Schichtstufe bewirkt, da er auch die unterlagernden, leicht verwitternden Tonsteine vor Abtragung bewahrt.

Der Mittlere und Obere Keuper und der unterste Lias sind überwiegend durch festländische oder küstennahe Sedimente geprägt. Danach änderte sich das Ablagerungsmilieu. Es wurden nun hauptsächlich marine Gesteine abgesetzt. Die höher gelegenen Gebiete östlich von Rathsberg und Kalchreuth bestehen aus den dunklen, mergelig-tonigen Gesteinen des Lias. Der überlagernde Dogger ist im Landkreis nur bei Oedhof aufgeschlossen. Der Ort selbst steht auf Opalinuston, während der Steilanstieg im darüberliegenden Eisensandstein direkt überleitet zu den gebankten und massigen Karbonaten des Malms der Nördlichen Frankenalb, die vom Landkreisgebiet gerade noch berührt wird.

Aus der Kreidezeit sind im Raum Erlangen keine Zeugnisse bekannt. Auch tertiäre Ablagerungen finden sich ausgesprochen selten. Erwähnenswert sind einige kleine Vorkommen von obermiozänen Süßwasserkalken, die am Nordhang des Kalchreuther Höhenzuges bei Röckenhof und Oberschöllnbach auf 345 bis 360 m liegen (KRUMBECK 1926, 1927, BIRZER 1935). Diese mengenmäßig völlig unbedeutenden Vorkommen sind landschaftsgeschichtlich interessant, da sie zeigen, wie weit die Erosion bereits im Miozän fortgeschritten war.

Während der Eiszeiten wurden entlang der Täler Sand- und Schotterterrassen sowie örtlich äolische Sand- und Lössdecken abgelagert. Durch Solifluktion entstanden weit verbreitet eiszeitliche Fließerdlen. Nacheiszeitlich bildeten sich geringe Mengen an Kalktuff, Hangschutt und Talfüllungen sowie einzelne Hangrutsche.

Der Wert von Leitfossilien

Um das Jahr 1850 begann der Paläontologe QUENSTEDT den Jura zu gliedern. Seine Unterteilung in Lias, Dogger und Malm mit jeweils sechs Untergliedern (Alpha, Beta, Gamma, Delta, Epsilon und Zeta) ist in Süddeutschland nach wie vor beliebt, da QUENSTEDT die Grenzen meist an markanten lithologischen (Gesteins-) Wechsellagen zog, die im Gelände leicht erkannt werden können. Außerhalb Süddeutschlands herrschten jedoch im Jura allorten andere Ablagerungsverhältnisse, so dass die lithologischen Aspekte der QUENSTEDT'schen Gliederung dort meist nicht nachvollziehbar sind. Von größter internationaler Bedeutung ist dagegen bis heute die Zuordnung von Leitfossilien zu den einzelnen Schichtgliedern geblieben. Ammoniten sind in fast allen Schichtgliedern des Juras relativ zahlreich zu finden. Viele der Arten kommen nur in einem kleinen Teil des gesamten Profils vor, repräsentieren also einen relativ kurzen Zeitabschnitt innerhalb des Juras. Sie erfüllen somit alle wesentlichen Kriterien für Leitfossilien: weit verbreitet, relativ häufig und nur kurzes zeitliches Auftreten. Mit ihrer Hilfe können weltweit Gesteine zeitlich eingeordnet werden.

Dem Lias Delta (nach internationaler Gliederung Oberes Pliensbachium) sind die Leit-ammoniten *Amaltheus margaritatus* (für den unteren Teil) und *Pleuroceras spinatum* (für den oberen Teil) zugeordnet. Während ersterer relativ flach ist, weist letzterer einen breiten, fast quadratischen Kammer-Querschnitt auf, der mit seiner derben Berippung an einen

grobstolligen Traktorreifen erinnert. Beide Leitfossilien können auch in der Tongrube Marloffstein gefunden werden. Oder anders ausgedrückt: Finden Sie in einem Aufschluss einen *Pleuroceras spinatum*, wissen Sie sofort das Alter der Sedimente – Lias Delta (ca. 185 Millionen Jahre)! Einfacher geht's nicht....



Die Fossilien werden bei der Verwitterung der Tonsteine freigelegt.



Häufig sind die Fossilien wie dieser *Pleuroceras* von knolligen Konkretionen umgeben.



Ammonit *Amaltheus margaritatus* (Foto: E. GEISS)



Ammonit *Pleuroceras* mit derber Berippung (Foto: G. LOTH)

Tongrube Marloffstein

Geotop-Nr.: 572A002
Landkreis: Erlangen-Höchstadt
Gemeinde: Marloffstein
TK 25: 6332 Erlangen Nord
Lage: R: 4432300 H: 5498700
Naturraum: Vorland der Nördl. Frankenalb
Gestein: Amaltheenton (Lias Delta)

Beschreibung:

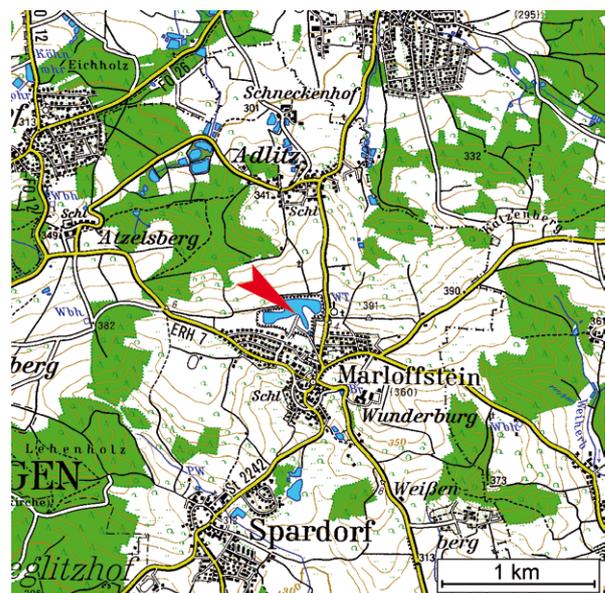
Am Nordrand von Marloffstein liegt die große aufgelassene Tongrube, an deren Grund sich ein schilfbestandener Weiher gebildet hat. Die Grube erschließt etwa 20 m mächtige schiefrige Tone und Mergel aus dem unteren Teil des Lias Delta, der hier insgesamt ca. 35 m Mächtigkeit aufweist. Es handelt sich somit um den weitaus größten Aufschluss dieses Schichtgliedes in weitem Umkreis. Leider sind aber die besonders fossilreichen Lagen des untersten Lias Delta kaum zugänglich.

Der graublau Tonmergelschiefer verwittert graubräunlich, wobei die enthaltenen Fossilien und Konkretionen freigelegt werden. Insbesondere kartoffelförmige Toneisenstein- und Phosphoritknollen sind in einigen Lagen zahlreich vorhanden. An Fossilien finden sich neben einzelnen Brachiopoden, Schnecken und Belemniten vor allem Muscheln und Ammoniten. Letztere sind insbesondere durch verschiedene Amaltheen und Pleuroceraten vertreten, aus deren Gruppe die Leitfossilien des Lias Delta stammen – die Ammoniten *Amaltheus margaritatus* und *Pleuroceras spinatum*. In den Knollen kommen die Ammoniten oft in weißer Schalenerhaltung vor. Die Klüfte in den größeren Toneisensteinknollen sind häufig mit Schwerspat, Bleiglanz, Pyrit und eisenreicher Zinkblende verheilt.

Schutzstatus: nicht geschützt
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: SCHRÖDER (1968)
 SCHRÖDER (1978)



An den Hängen der aufgelassenen Tongrube kann man mit etwas Glück Fossilien des Lias Delta finden.

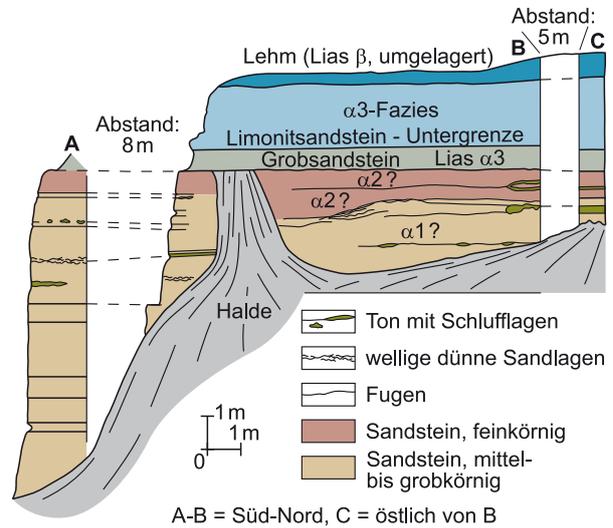


Wo liegt die Grenze eines geologischen Zeitalters?

Die Lösung dieses Problems scheint zunächst einfach: Man betrachte die komplette Schichtfolge und lege die Grenzen dorthin, wo sich die aufeinander folgenden Schichten am markantesten voneinander unterscheiden. Genau auf diese Weise wurden die geologischen Zeitalter durch die frühen Geologen definiert. So wurde beispielsweise im 19. Jahrhundert die Grenze zwischen Trias und Jura dort gezogen, wo rund um Tübingen dunkle marine Tonsteine die terrestrischen Sandsteine überlagern.

Die an sich naheliegende Vorgehensweise, geologische Grenzen mit Schichtgrenzen in Verbindung zu bringen, birgt in der Praxis jedoch zahlreiche Probleme. So können z. B. Schichtgrenzen oftmals mit Diskordanzen einhergehen, die einen sehr langen Zeitraum umfassen. Die eigentliche geologische Grenze ist dann nur sehr ungenau definiert. Im Fall der Trias/Jura-Grenze in Süddeutschland tritt ein anderes Problem auf: Die Gesteinsgrenze ist zwar über weite Strecken zu verfolgen, tritt aber an verschiedenen Orten nicht zeitgleich auf. Im fraglichen Zeitraum stieß das Meer von Nordwesten nach Südosten auf das ehemalige Festland vor. Dieses „Transgressions“-Problem hat man salomonisch gelöst. Per Definition wurde die Keuper/Lias-Grenze an den Ort gelegt, der genau an der halben Strecke des gesamten Meeresvorstoßes nach Süden liegt – der Ort heißt Tübingen.

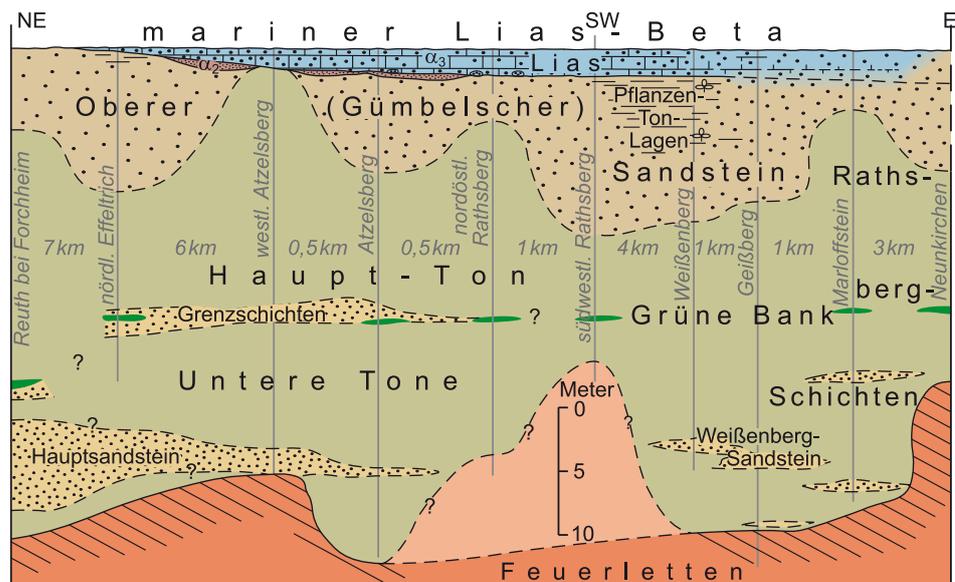
Nordwestlich von Tübingen wurden somit schon im Oberen Keuper marine Tonsteine abgelagert. Bei Erlangen bildeten sich hingegen noch während des gesamten Lias Alpha in einem Flussdelta Sandsteine, bevor mit einer Verzögerung von ca.



A-B = Süd-Nord, C = östlich von B
Aufschluss-Skizze vom Rathsberg-Nordhang (nach FREYBERG 1974)

vier Millionen Jahren auch hier das Liasmeer endgültig übergriff.

In weiten Teilen Nordbayerns liegt die Grenze Trias/Jura innerhalb einer tonig-sandigen Deltaschüttung und ist zumindest im Gelände meist nicht erkennbar. Aus diesem Grund hat sich die Bezeichnung „Rhät-Lias-Übergangsschichten“ (oder kurz „Rhätolias“) eingebürgert.



Schematischer Schnitt durch Rhät-Lias-Übergangsschichten im Raum Erlangen anhand von Aufschlüssen in der Region (nach SCHRÖDER 1968)

Schichtstufe bei Rathsberg

Geotop-Nr.: 562R001
Landkreis: Erlangen-Höchstadt
Gemeinde: Erlangen
TK 25: 6332 Erlangen Nord
Lage: R: 4429880 H: 5498530
Naturraum: Vorland der Nördl. Frankenalb
Gestein: Rhät-Lias-Übergangsschichten
 (Oberer Keuper und Unterer Lias)

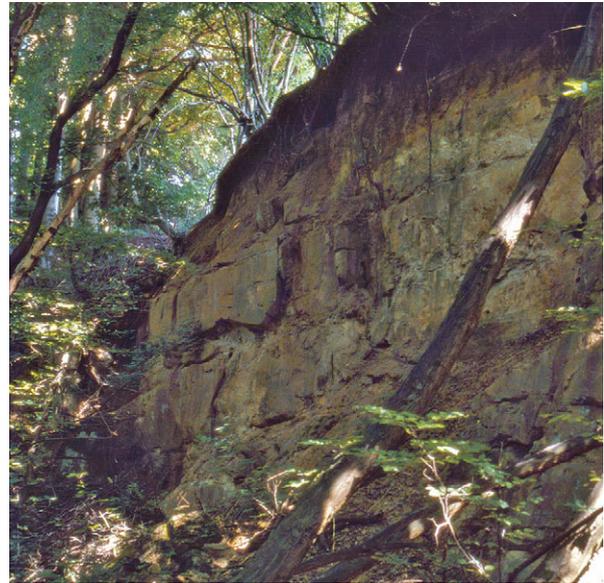
Beschreibung:

Direkt nordöstlich von Erlangen erreicht man über einen bewaldeten Steilhang den um ca. 80 m höher gelegenen Rathsberg. Für markante Schichtstufen sind Rhät-Lias-Übergangsschichten verantwortlich, deren Verbreitung hier besonders weit nach Westen reicht.

Der Obere Keuper (Rhät) bildet den Sockel des Rathsbergs. Das Gestein ist hier überwiegend tonig entwickelt und wurde in dieser Fazies nach dieser Lokalität als „Rathsbergsschichten“ benannt. Die Sandsteine, auf denen die Herausbildung der Schichtstufe beruht, werden vollständig dem Unteren Lias (Alpha 1–3) zugeordnet. Diese Einstufung beruht auf einem Vergleich mit anderen Profilen, in denen an der Basis des Sandsteins schon Lias-Fossilien gefunden wurden. Im Bereich der Hochfläche von Rathsberg stehen die weniger verwitterungsbeständigen Tonsteine des Lias Beta an.

Die fortschreitende Verwitterung bewirkt die langsame Zurückverlegung der Schichtstufe rund um Rathsberg. Im Süden und Westen zeigt sich dieser Vorgang am kuppigen Hangrelief. Die Kuppen bestehen in ihrem Kern aus härteren Sandsteinpaketen, die sich allmählich hangabwärts bewegen. Im Norden findet sich sogar eine ca. 10 m hohe Felswand, die durch eine Rutschung freigelegt wurde. Die Wand bietet einen fast vollständigen Aufschluss des Lias Alpha. Der darunter gelegene Hang ist mit zimmergroßen Sandsteinblöcken übersät.

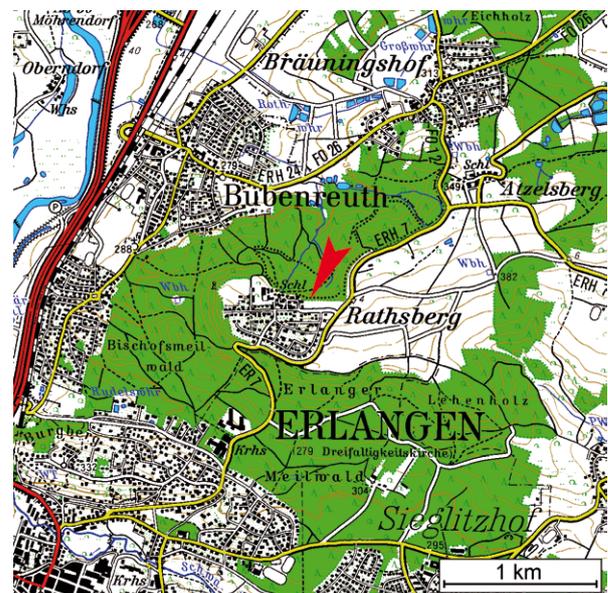
Schutzstatus: Naturschutzgebiet
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: KRUMBECK (1936)
 SCHRÖDER (1968)
 FREYBERG (1974)



Der Nordhang des Rathsbergs bildet einen wichtigen Aufschluss im Unteren Lias.



Rutschbuckel auf der Südseite des Rathsbergs

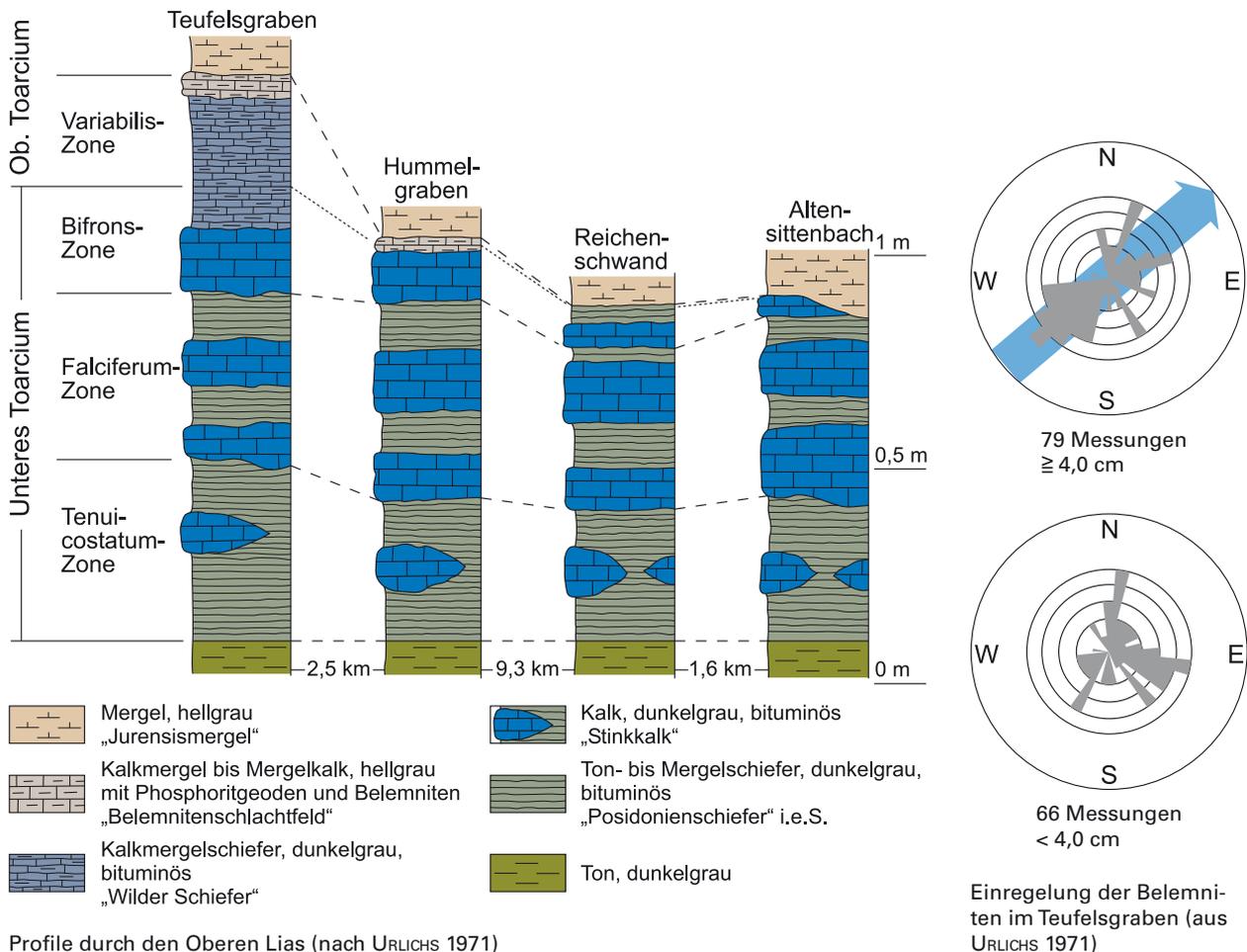


Das „Belemnitenschlactfeld“

Die dünne Mergelkalk-Lage, welche im Teufelsgraben die Grenze zwischen Lias Epsilon und Lias Zeta markiert, besteht teilweise komplett aus Belemniten. Es handelt sich hier um einen typischen Aufarbeitungshorizont, das heißt, ein Teil des älteren Sediments wurde durch Meeresströmungen wieder aufgenommen und wegtransportiert. Die massiven Stützskelette der Belemniten (sog. Rostren) wurden durch diese Strömungen zusammengespült und teilweise in Strömungsrichtung eingeregelt. Dies gilt vor allem für die größeren Belemniten (über 4 cm Länge). Die kleineren Exemplare sind dagegen beinahe regellos verteilt. Durch eine Vielzahl von Messungen der eingeregelt entnommenen Belemniten auf orientierten Gesteinsplatten konnte URlicHS (1971) feststellen, dass die Meeresströmung um Erlangen im Lias Epsilon überwiegend aus Südwest kam.



Ausschnitt aus einem Belemnitenschlactfeld (Tongube Mistelgau, Oberfranken, Foto: G. Lotth)



Teufelsgraben bei Oedhof

Geotop-Nr.: 572A005
Landkreis: Erlangen-Höchstadt
Gemeinde: Eckental
TK 25: 6433 Lauf a. d. Pegnitz
Lage: R: 4447510 H: 5495600
Naturraum: Vorland der Nördl. Frankenalb
Gestein: Posidonienschichten (Lias Epsilon)
 Amaltheenton (Lias Delta)

Beschreibung:

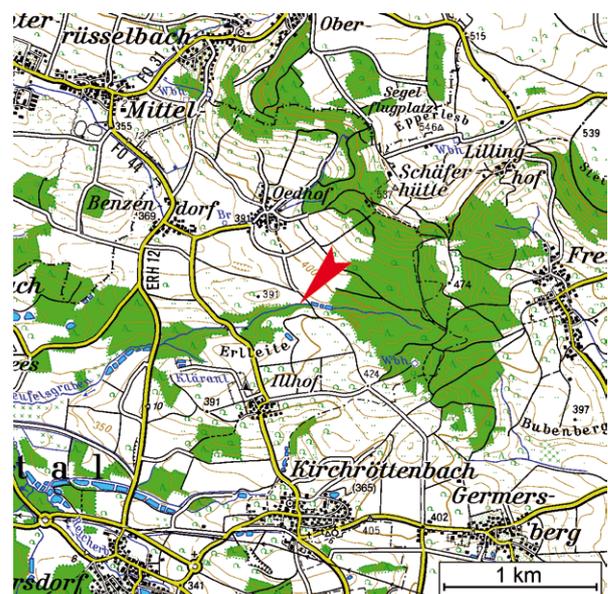
Im östlichsten Teil des Landkreises, zwischen Oedhof und Illhof, hat ein kleiner Bach den so genannten Teufelsgraben in die umgebende Hochfläche eingeschnitten. In dem Graben sind auf etwa 50 m Länge die überwiegend tonigen und mergeligen Gesteine des Mittleren und Oberen Lias aufgeschlossen. Diese Schichten sind aufgrund ihrer starken Verwitterungsanfälligkeit nur an wenigen Orten zu sehen. Künstliche Aufschlüsse wie Böschungen und Tongruben verfallen und verwachsen meist rasch. Nur in manchen Gräben oder an Prallhängen wird das nachfallende Material vom fließenden Wasser immer wieder entfernt, so dass der Aufschluss frisch bleibt.

Der Aufschluss im Teufelsgraben bietet ein bekanntes Standardprofil im Grenzbereich Mittlerer/Oberer Lias. Von besonderem Interesse ist hierbei vor allem der insgesamt nur ca. 1,3 m mächtige Lias Epsilon. Eine ausführliche Beschreibung dieses Profilabschnitts gibt URLICHS (1971). Über dem Amaltheenton (Lias Delta) folgen ca. 0,4 m Mergelschiefer, welche die kaligen „Siemens-Knollen“ enthalten. Darüber lagern drei jeweils ca. 10 cm dicke Kalkbänke, die durch ebenso mächtige Mergelschiefer voneinander getrennt sind. Nach weiteren 30 cm Kalkmergelschiefern folgt schließlich ein nur 5 cm dicker Mergelkalk, der aufgrund seines außerordentlichen Fossilreichtums als „Belemnitenschlachtfeld“ bezeichnet wird.

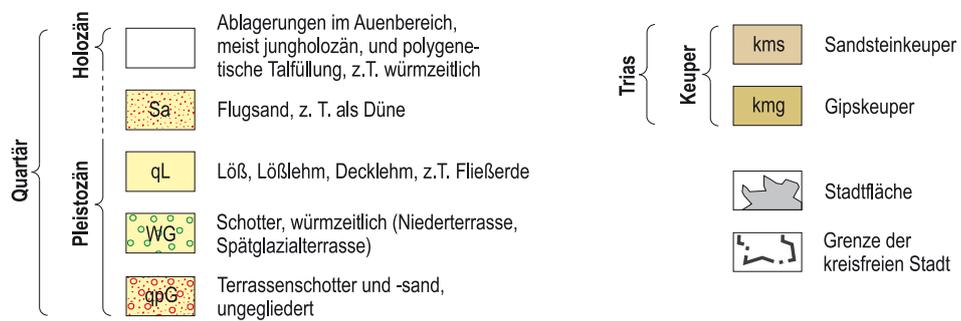
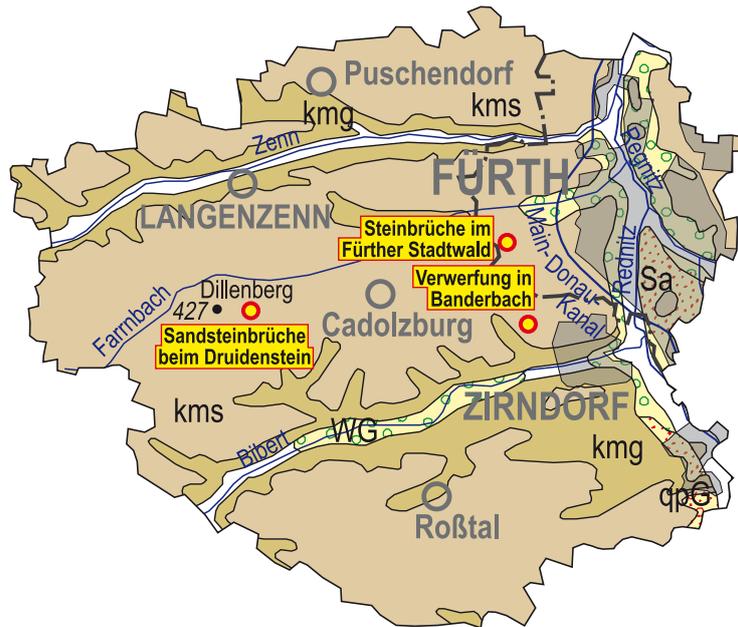
Schutzstatus: nicht geschützt
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: KRUMBECK (1943)
 URLICHS (1971)
 HÄNEL (1974)



Im Bachbett und am Hang des Teufelsgrabens sind die Kalkbänke im Oberen Lias deutlich zu erkennen.



Geotope in Mittelfranken



3.4 Fürth

Das Gebiet von Stadt und Landkreis Fürth liegt komplett im Naturraum „Mittelfränkisches Becken“. Vom Talkessel der Stadt Fürth, wo sich Rednitz und Pegnitz zur Regnitz vereinigen, steigt die Landschaft langsam nach Westen in Richtung Ostabdachung der Frankenhöhe an.

Die Stadt Fürth liegt größtenteils unterhalb von 300 m. Die Regnitz verlässt das Gebiet bei 276 m. Der flach hügelige westliche Landkreis, der durchschnittlich auf etwa 350 m liegt, wird von den Flüssen Zenn und Bibert und ihren Nebenflüssen durchquert. Markantester Höhenrücken im Landkreis ist der Cadolzbürger Höhenzug westlich von Fürth, der seinen höchsten Punkt mit 427 m am Dillenberg erreicht.

Abgesehen von den jüngeren (quartären) Lockergesteinen wird das gesamte Gebiet von Gesteinen des Mittleren Keupers aufgebaut. Die tieferen Täler sind meist bis in den Gipskeuper (mit Schilfsandstein und Lehrberg-schichten) eingetieft. Höher gelegene Gebiete gehören mit Blasensandstein und Burgsandstein zum Sandsteinkeuper.

Das älteste zutage anstehende Gestein im Landkreis ist der Schilfsandstein, ein schräg-geschichteter Sandstein, der seinen Namen von den häufig enthaltenen schilffartigen Pflanzenfossilien erhielt. Aufgeschlossen ist er in mehreren aufgelassenen Steinbrüchen südöstlich von Weinzierlein und an wenigen Böschungen im Zenntal westlich von Siegelsdorf. Das nächst höhere Schichtglied bilden die Lehrbergschichten. Über ca. 3 m Basisletten findet sich in stark wechselnder Mächtigkeit eine Sandstein-Zwischenlage („Ansbacher Sandstein“), die durch rote Letten in zwei Bänke geteilt ist und sich morphologisch oft als Geländestufe abzeichnet. Darüber folgen die typischen, ca. 20 m mächtigen roten Ton- und Tonmergelsteine (mit den drei Lehrbergbänken im jüngsten Abschnitt), die z. B. bei Siegelsdorf, Wilhermsdorf und Langenzenn als Ziegeleirohstoff abgebaut werden bzw. wurden.

Der Blasensandstein bildet die Basis des Sandsteinkeupers. Zusammen mit dem darüber

folgenden Coburger Sandstein (früher „Unterer Semionoten-Sandstein“) nimmt er einen großen Teil des Landkreisgebietes ein. Der Blasensandstein ist meist mittel- bis grobkörnig entwickelt, enthält aber auch feinsandige Lagen und rote Zwischenletten in wechselnder Mächtigkeit. In den Tongruben bei Zirndorf wurden diese „Lettenlinsen“ als Ziegeleirohstoff gewonnen. Im Coburger Sandstein überwiegen oberhalb der Basisletten die feinsandigen Anteile. Bei der Verwitterung des Gesteins werden die relativ häufig enthaltenen verkie-selten Hölzer herauspräpariert. Blasensandstein und Coburger Sandstein sind jeweils etwa 20 m mächtig.

An vielen Hügelkuppen steht über dem Coburger Sandstein auch noch der ca. 30 m mächtige Untere Burgsandstein an. Über den Basisletten folgt ein oft recht kompakter Sandstein, der früher vielerorts als Baumaterial gewonnen wurde. Zahlreiche alte Abbaustellen zwischen Fürth und Cadolzburg zeugen hiervon. Am Dillenberg ist als jüngstes Schichtglied im Landkreis noch der Mittlere Burgsandstein aufgeschlossen. Auch dieser beginnt mit Basisletten, über denen stark verfestigte Sandsteine folgen, die als Baumaterial gewonnen wurden.

Der Cadolzbürger Höhenzug zwischen Fürth und Kirchfarnbach ist das Ergebnis einer Reliefumkehr: Der Burgsandstein blieb hier wegen seiner tektonischen Tieflage in einer Mulde (bzw. einem Graben) erhalten. Aufgrund der Verwitterungsbeständigkeit des Gesteins wurde die tektonische Mulde als morphologischer Rücken herauspräpariert.

Die jüngeren Gesteine der Trias, des Juras und der Kreide wurden im Raum Fürth abgetragen bzw. wurden nie abgelagert. Auch aus dem Tertiär sind nur geringe Überreste von Verwitterungsbildungen erhalten geblieben. Dem Pleistozän werden hochgelegene Schotterab-lagerungen und Sandterrassen zugeordnet. In den Kaltzeiten entstanden auch Lößablagerungen und Flugsandfelder, zum Teil mit Dünen und Windkantern. In der jüngsten geologi-schen Vergangenheit bildeten sich vor allem Schotterterrassen und Talfüllungen.

Als man den Wert erkannte – war es zu spät!

In der Schichtfolge des Burgsandsteins wechseln sich leicht verwitternde Letten- und mürbe Sandsteinlagen mehrfach mit stark verfestigten Sandsteinen ab, die sehr verwitterungsresistent sind. Ähnlich wie die Granitfelsen in Ostbayern und die Dolomittfelsen in der Frankenalb hat die Verwitterung auch aus einigen Sandsteinen des Keuperlandes markante Felsgebilde herauspräpariert. Während des Tertiärs fand insbesondere entlang von Klüften und Schichtfugen eine tiefgründige Verwitterung statt. Später wurde das verwitterte Material abgetragen und nur die kompaktesten Felsbereiche blieben zurück.

Auffällig geformte Felsen, die im Keuperland zudem relativ selten sind, beeindruckten die Menschen zu allen Zeiten. Für unsere vorgeschichtlichen Urahnen hatten sie oftmals religiöse oder kultische Bedeutung. Auch mit dem Druidenstein sind zahlreiche Sagen verbunden, die diese Bedeutung widerspiegeln.



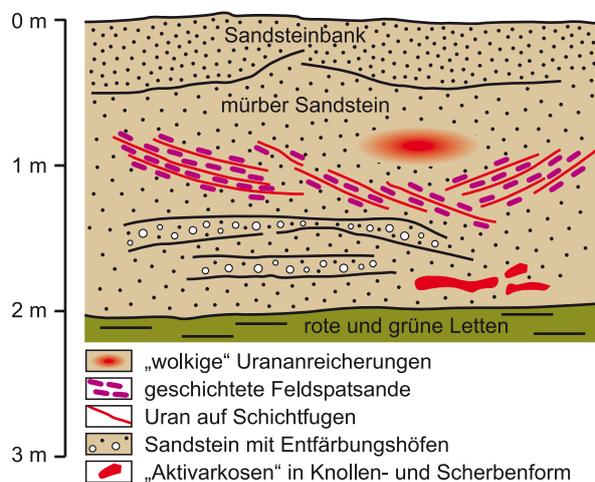
Gedenktafel am ehemaligen Druidenstein

Der Burgsandstein war aber aufgrund seiner Verwitterungsresistenz auch als Baustein sehr begehrt. So wurde der Druidenstein am Ende des 19. Jahrhunderts zur Gewinnung von Baumaterial abgetragen. Sicherlich war es leichter und billiger, den herausgewitterten Felsen zu zerteilen, anstatt Bausteine aus dem massiven Anstehenden zu gewinnen. Später bedauerte man dann den endgültigen Verlust des mystischen Felsens. Zur Erinnerung wurde sogar eine Gedenktafel angebracht.

Das Beispiel führt eine grundlegende Aufgabe des Geotopschutzes vor Augen:
Ein zerstörter Geotop kann meist mit größtem Aufwand nicht wieder hergestellt werden!

Einmal zerstört ist er unwiederbringlich verloren. In jede Abwägung, ob ein Geotop anderen Interessen geopfert werden soll, muß diese Überlegung deshalb einbezogen werden.

Mit Hilfe großer Baumaschinen können heute ganze Landschaften in kurzer Zeit umgestaltet werden. Gerade wegen dieser technischen Möglichkeiten sind wir heute zu besonderer Aufmerksamkeit verpflichtet, um die wesentlichen Teile des geologischen und landschaftlichen Naturerbes möglichst unbeschädigt an die folgenden Generationen weiterzugeben. Die Berücksichtigung von Geotopen in der Raumordnung und Landesplanung ist daher unerlässlich.



Urananreicherungen am Druidenstein (nach BERGER 1962)

Sandsteinbrüche beim Druidenstein

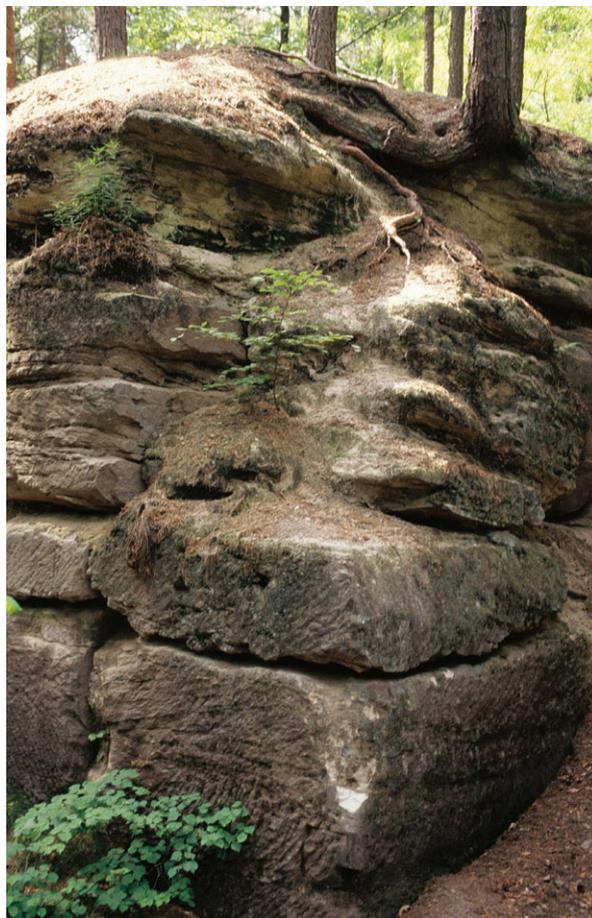
Geotop-Nr.: 573A002
Landkreis: Fürth
Gemeinde: Langenzenn
TK 25: 6530 Langenzenn
Lage: R: 4412820 H: 5480500
Naturraum: Mittelfränkisches Becken
Gestein: Mittlerer Burgsandstein
(Mittlerer Keuper)

Beschreibung:

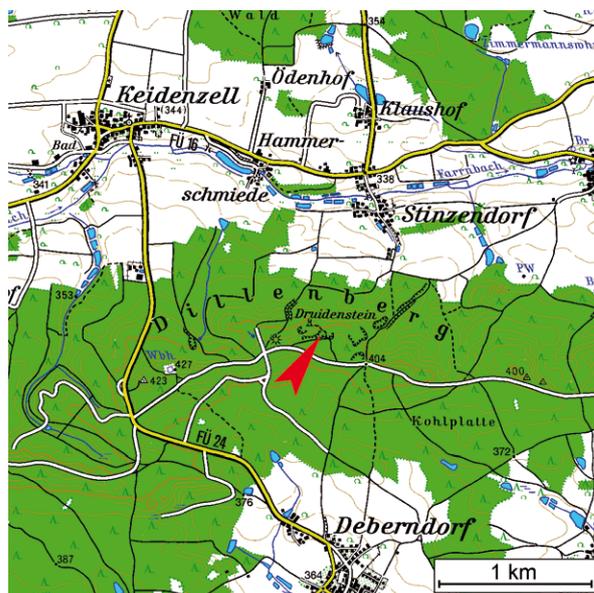
Der Dillenberg bildet nicht nur die höchste Erhebung im Landkreis Fürth, hier stehen mit dem Mittleren Burgsandstein auch die jüngsten Keuperschichten im Landkreis an. Das leicht zu bearbeitende Gestein wurde früher ebenso wie der Untere Burgsandstein in großem Umfang als Baumaterial gewonnen. Zahlreiche aufgelassene Abbaustellen in der Flur „Druidenstein“ zeugen hiervon ebenso wie der Hohlweg in Richtung Stinzendorf, der mit seinem gleichmäßigen Gefälle den Abtransport der Bruchsteine erleichterte. In den aufgelassenen Steinbrüchen sind bis zu 6 m hohe Aufschlusswände erhalten, die noch heute das Muster zeigen, das beim Herausmeißeln der Blöcke entstanden ist. Die mürben Lagen sind dagegen bis zu 1,5 m tief herausgewittert.

Ab 1956 bekamen die nordbayerischen Sedimentgesteine noch eine weitere Bedeutung; es wurde nach einem gänzlich anderen Rohstoff gesucht. Bei der damaligen Uranprospektion legte man das größte Augenmerk auf den Mittleren und Oberen Burgsandstein. An vielen Orten fand man hierin so genannte „Aktivarkosen“ (feldspathaltige Sandsteine mit erhöhter radioaktiver Strahlung). Mit Gehalten bis 570 g/t Uran-Äquivalent gehören die Burgsandstein-Aufschlüsse beim Druidenstein zu den am stärksten angereicherten Gesteinen unter den nordbayerischen Sedimenten, erwiesen sich allerdings zu keiner Zeit als abbauwürdig.

Schutzstatus: nicht geschützt
Geowiss. Bewertung: bedeutend
Literatur: BERGER (1962)
BERGER (1966)



An den Sandsteinbänken sind die Bearbeitungsspuren noch deutlich sichtbar.



Patenschaften – Geotope in guten Händen

Natürliche Felsgebilde und auch die meisten künstlichen Aufschlüsse in Festgesteinen wie Böschungen und aufgelassene Steinbrüche bleiben normalerweise langfristig erhalten, wenn man sie einfach in Ruhe lässt. Aufschlüsse in Lockergesteinen verfallen und verwachsen dagegen meist in kürzester Zeit. Zahlreiche wichtige Forschungsobjekte und Exkursionspunkte sind auf diese Weise bereits verloren gegangen. Nur an Prallhängen, wo Flüsse das ständig nachfallende Material abtransportieren, bleiben Aufschlüsse in Lockergesteinen langfristig erhalten.

Dem Landesamt für Umwelt sind zwar die wichtigsten Geotope in Bayern bekannt, so dass sie planerisch berücksichtigt werden können. Es bestehen aber derzeit kaum Möglichkeiten, um Pflegemaßnahmen durchzuführen. Diese wichtige Aufgabe kann sehr viel effektiver vor Ort durch Behörden und engagierte Bürger erledigt werden. Viele Menschen sind stolz auf die geologischen Besonderheiten ihrer Heimat. Daher sind sie oft auch bereit, sich für deren Schutz und Pflege zu engagieren. Das Landesamt für Umwelt unterstützt derartige Initiativen im Rahmen seiner Möglichkeiten mit fachlichem Rat.

Die Pflege eines Aufschlusses erfordert oft keinen großen Aufwand. Ein Zuviel an Maßnahmen könnte dem Geotop sogar schaden.

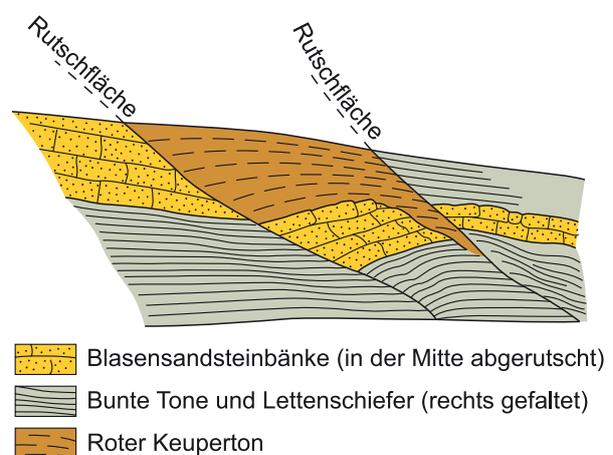


Rechter Teil des Banderbacher Aufschlusses: normal gelagerte Blasensandsteinbänke sind von rotem Keuperton unterlagert.

In den meisten Fällen genügt es, das nachgefallene Material und aufkommenden Bewuchs gelegentlich zu beseitigen. Der gemeindliche Bauhof oder eine Gruppe von Bürgern, die die Patenschaft für ein Objekt übernommen haben, können die nötigen Arbeiten mit relativ geringem Aufwand meist in Eigenleistung erbringen.

Zahlreiche Geotope werden mittlerweile der interessierten Öffentlichkeit mit Hilfe von Erläuterungstafeln vorgestellt. Diese Tafeln bewirken, dass sich der Wert des Geotops nicht mehr ausschließlich den Geowissenschaftlern erschließt, sondern auch Schulklassen, Wanderern und Touristen. Ein durchaus erwünschter Nebeneffekt ist in vielen Fällen die erhöhte Attraktivität eines Ortes für auswärtige Gäste. Mancherorts (wie z. B. am Hesselberg) hat sich gar ein regelrechter „Geotourismus“ entwickelt.

Jede Erschließung muss möglichst sanft erfolgen und eventuelle Risiken mit einkalkulieren. So muss z. B. an einer Fossil- oder Mineralfundstelle, die der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird, meist ein „Klopf-Verbot“ ausgesprochen werden, um die vollständige Ausbeutung zu verhindern. Aber auch übertriebene „Verschönerungsmaßnahmen“ können dem Geotop schaden (wie z. B. die künstliche Aufmauerung von Steinernen Rinnen, siehe auf Seite 122).



Aufschluss-Skizze nach SCHERZER (1920)

Verwerfung in Banderbach

Geotop-Nr.: 573A003
Landkreis: Fürth
Gemeinde: Zirndorf
TK 25: 6531 Fürth
Lage: R: 4422350 H: 5479700
Naturraum: Mittelfränkisches Becken
Gestein: Blasensandstein
(Mittlerer Keuper)

Beschreibung:

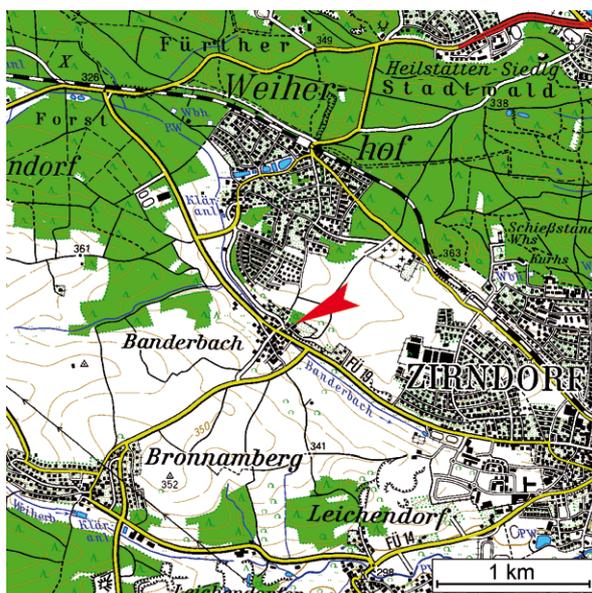
Am nordöstlichen Ortsrand von Banderbach liegt an einer Straßenböschung ein ca. 20 m langer und bis 3 m hoher Aufschluss in einer Tonstein-Sandstein-Wechselfolge des Blasensandsteins. Als Besonderheit sind hier mehrere Störungsflächen zu erkennen, die etwa Nordwest-Südost streichen und mit 20° bis 50° nach Nordosten einfallen. Die nordöstliche Scholle ist hier um insgesamt ca. 3 m abgeschoben. Die Abschiebungen sind Teil des Störungssystems, das den tektonischen Graben des Cadolzheimer Höhenzuges von der tektonischen Aufwölbung des Ammerndorfer Sattels trennt. Im Bereich von Ammerndorf und Weinzierlein ist die Obergrenze des Schilfsandsteins bis ca. 325 m angehoben. Auf dem Cadolzheimer Höhenzug steht in der selben Höhe der Untere Burgsandstein an, der stratigrafisch ca. 60 m über dem Schilfsandstein liegt.

Aufschlüsse in den wenig verfestigten Sandstein-Tonstein-Wechselfolgen des Blasensandsteins verfallen meist rasch. Ganz allgemein sind Aufschlüsse von Störungen besonders selten, da das Gestein hier immer stark zerrüttet ist. Dass die Banderbacher Störungszone, die bereits seit 1920 bekannt ist, immer noch im Aufschluss bewundert werden kann, ist im wesentlichen den seit über 20 Jahren erfolgten Pflegemaßnahmen des „Vereins zur Förderung und Erhaltung der Banderbacher Verwerfung e.V.“ zu verdanken.

Schutzstatus: nicht geschützt
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: SCHERZER (1920)
FREYBERG (1936)
FUCHS (1955)
BERGER (1978)



Linker Teil des Banderbacher Aufschlusses: Bunte Tone, Lettenschiefer und Blasensandstein



Von außen nach innen – von grob nach fein

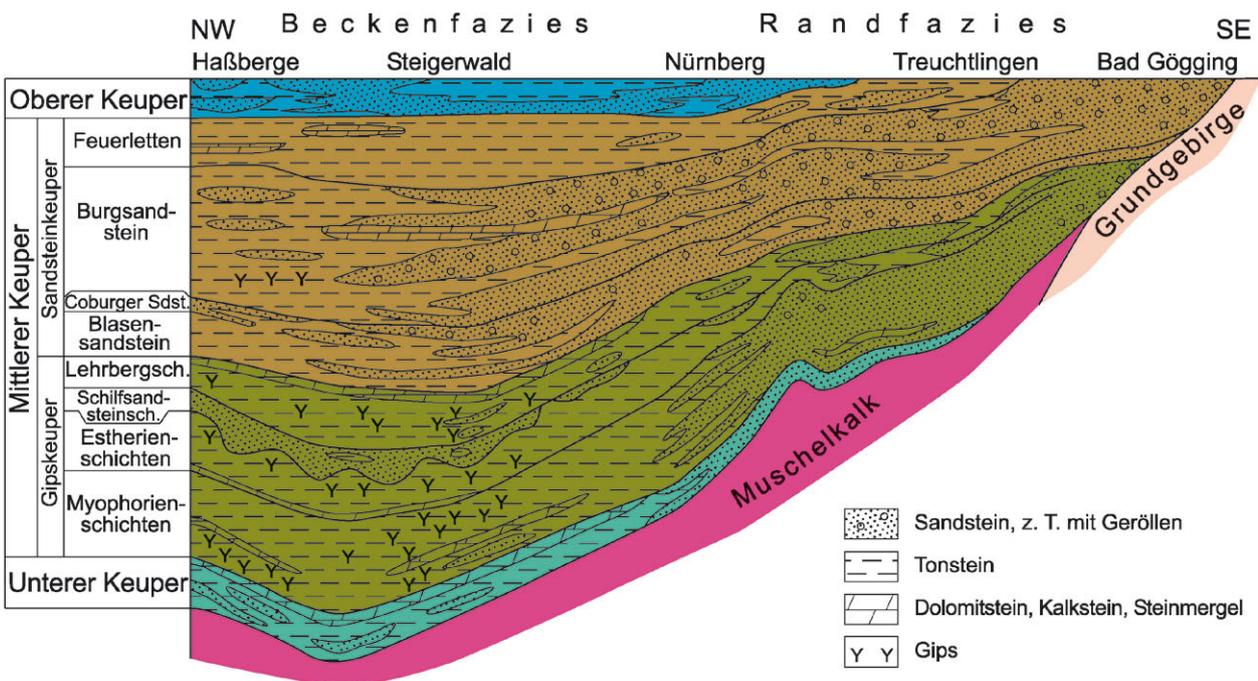
Während der gesamten Trias erstreckte sich in Mitteleuropa eine ausgedehnte Senke, die zeitweise kontinental geprägt, bzw. von flachen Meeren oder übersalzenen Binnengewässern bedeckt war. Das Zentrum dieses „Germanischen Beckens“ lag im Raum Hessen–Thüringen–Nordbayern. Rund um das Becken erstreckten sich Hochgebiete, die bei der vorausgegangenen variszischen Gebirgsbildung entstanden waren. Im Süden lag das (heute unter dem Molassebecken verborgene) „Vindelizische Land“, im Osten der „Böhmische Rücken“. Die Hochgebiete wurden abgetragen und der Schutt von Flüssen in das Germanische Becken transportiert. Das grobe Material blieb naturgemäß am Rand des Beckens liegen. Weiter zum Beckenzentrum überwiegen zunächst sandige, dann tonige Sedimente. Im Zentrum des Beckens selbst bildeten sich oft Binnendeltas und übersalzene Seen, die mit dem heutigen Tschadsee vergleichbar sind.

Aus einer Vielzahl von Aufschluss- und Bohrprofilen lässt sich die Entwicklung des Beckens rekonstruieren. Als Beispiel wird unten ein schematisches Profil durch den Keuper Nord-

bayerns wiedergegeben. Die größte Schichtmächtigkeit findet sich erwartungsgemäß im Beckenzentrum. Es zeigt sich außerdem, dass sich der Sedimentationsraum im Laufe des Keupers immer weiter nach Südosten ausgedehnt hat. Am Rand des Beckens überwiegt die sandige Fazies, im Zentrum finden sich dagegen vorwiegend tonige, evaporitische (= durch Verdunstung entstandene) und karbonatische (Kalke, Dolomite, Mergel) Gesteine.



Steinbruchwand im Fürther Stadtwald



Schematisierter Schnitt durch den Keuper, der die unterschiedliche Gesteinsausbildung und -mächtigkeit vom Randbereich zum Beckeninneren hin verdeutlicht (nach GUDDEN & HAUNSCHILD 1993).

Steinbrüche im Fürther Stadtwald

Geotop-Nr.: 563A001
Landkreis: Fürth
Gemeinde: Fürth
TK 25: 6531 Fürth
Lage: R: 4421500 H: 5482450
Naturraum: Mittelfränkisches Becken
Gestein: Unterer Burgsandstein
 (Mittlerer Keuper)

Beschreibung:

Der Fürther Stadtwald westlich der Stadt bedeckt den östlichen Teil des Cadolzheimer Höhenzugs, einen aus Burgsandstein aufgebauten Geländerrücken. Neben der forstwirtschaftlichen Nutzung stellte früher die Gewinnung von Baumaterial einen wichtigen Wirtschaftszweig in diesem Gebiet dar. Zahlreiche aufgelassene Steinbrüche belegen die ehemals rege Abbautätigkeit.

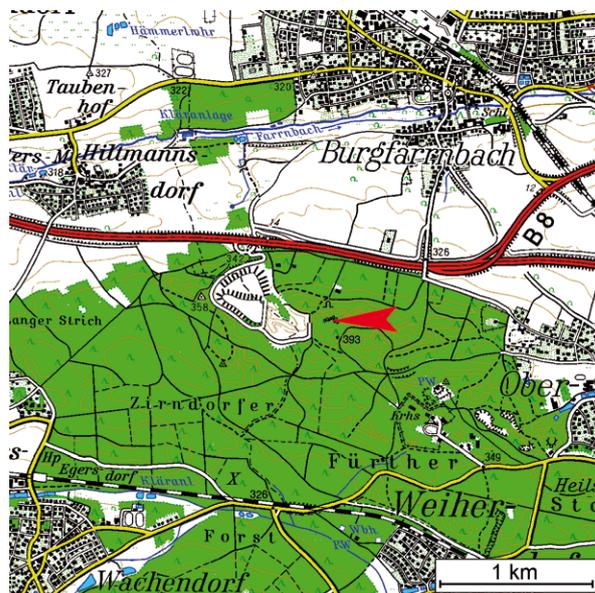
Südlich von Burgfarnbach liegt am Hangfuß ein großer Felsenkeller, der zur Lagerung von Bier diente. Südlich oberhalb dieses Felsenkellers findet sich einer der am besten erhaltenen Steinbrüche in diesem Gebiet. Die bis ca. 8 m hohe Wand aus schräggeschichtetem, mittel- bis grobkörnigem Sandstein zeigt noch deutliche Bearbeitungsspuren. Stellenweise wurde die schwere Arbeit der Steinbrecher durch die vertikale Klüftung erleichtert.

FUCHS (1955) erwähnt, dass sich im Bereich des Cadolzheimer Höhenzuges die grobkörnigere „Nürnberger Fazies“ mit der feinkörnigeren „Heldburger Fazies“ des Burgsandsteins verzahnt. Im Bereich der Basis des hier beschriebenen aufgelassenen Steinbruchs erwähnt er eine grünliche Lettenbank, die er der Heldburger Fazies zuordnet. Diese Schicht ist heute allerdings nicht mehr aufgeschlossen. Gut erschlossen sind dagegen nach wie vor die mächtigen Sandsteinlagen der Nürnberger Fazies, auf die der Abbau hauptsächlich gerichtet war und die der Verwitterung besser widerstehen als die Lettenlagen.

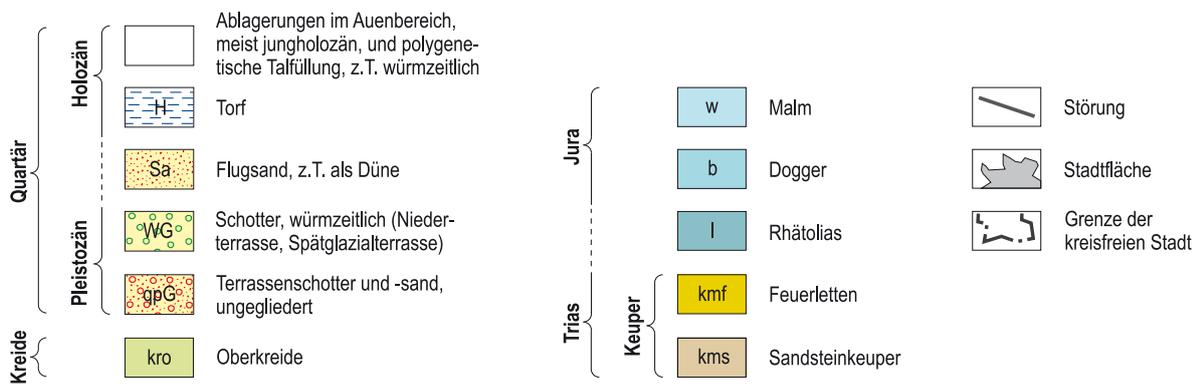
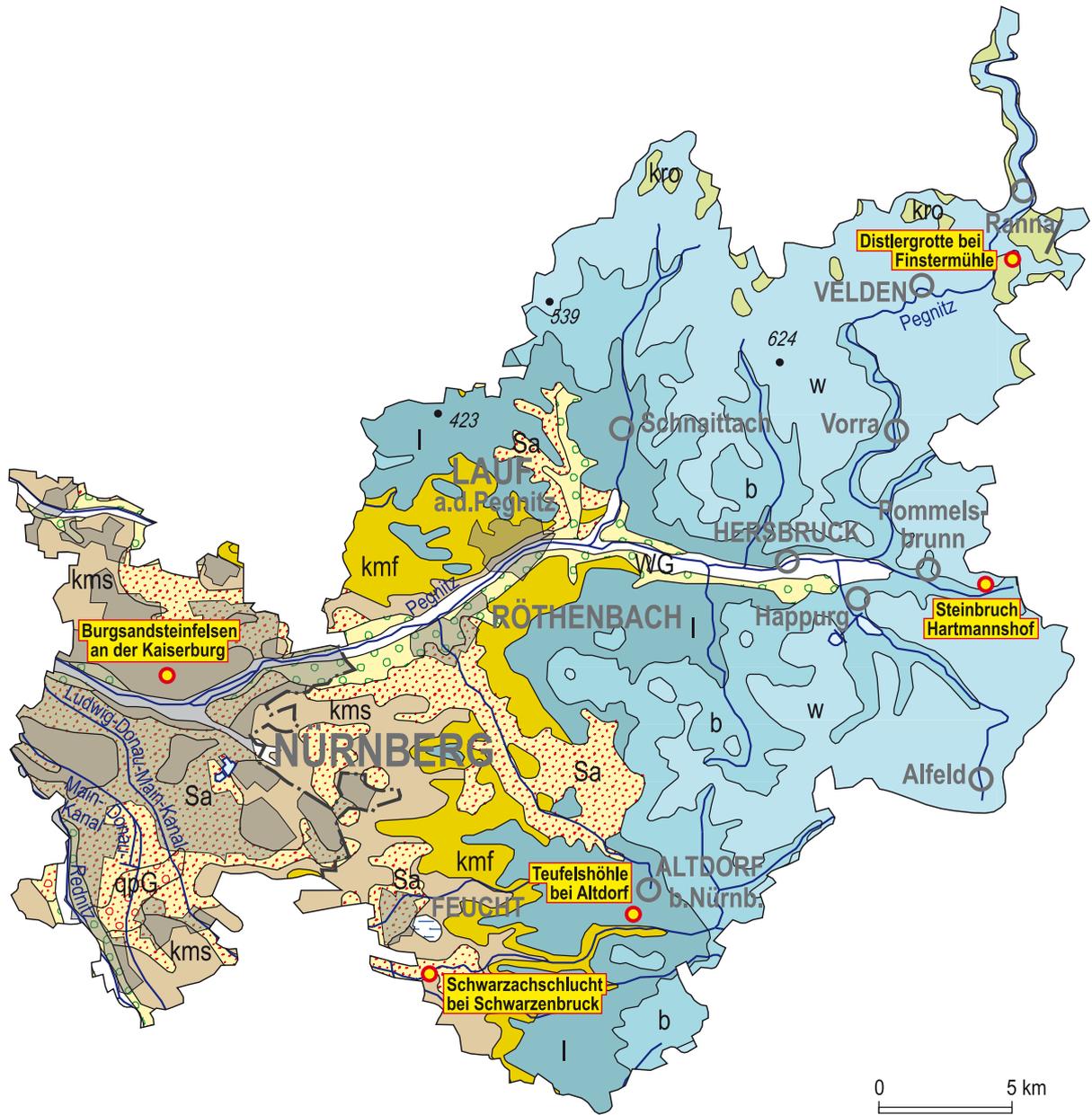
Schutzstatus: Landschaftsbestandteil
Geowiss. Bewertung: bedeutend
Literatur: FUCHS (1955)



Die dicken Sandsteinbänke im Fürther Stadtwald zeigen teils horizontale, teils schräge Schichtung.



Geotope in Mittelfranken



3.5 Nürnberg und Nürnberger Land

Die Stadt Nürnberg und der westliche Teil des Landkreises Nürnberger Land gehören zum Naturraum „Mittelfränkisches Becken“. Nach Osten schließt das Vorland der Mittleren und der Nördlichen Frankenalb an, während der östliche Teil des Landkreises Teil des Naturraums Mittlere und Nördliche Frankenalb ist. Die Trennlinie zwischen Mittlerer und Nördlicher Frankenalb verläuft entlang der Linie Hersbruck–Sulzbach–Rosenberg.

Die Hochflächen der Frankenalb liegen durchschnittlich auf 470 bis 550 m. Einige Hügel reichen aber bis über 600 m, so z. B. auch der Zeugenberg Moritzberg südöstlich von Röthenbach. Den höchsten Punkt des Landkreises bildet mit 624 m der Hohenstein. Das Vorland der Frankenalb nimmt eine Höhenlage von ca. 400 bis 450 m ein, das Mittelfränkische Becken um Nürnberg liegt ca. 300 bis 400 m hoch. Die Pegnitz tritt auf ca. 400 m von Nordosten her in den Landkreis ein und durchquert ihn in Richtung Westen. Die Rednitz fließt dagegen von Süd nach Nord und tangiert nur auf kurzer Strecke das östliche Stadtgebiet. Rednitz, Pegnitz und die Gründlach verlassen das Stadtgebiet jeweils auf ca. 285 m Höhe.

Als ältestes Gestein steht in Nürnberg am Hang des Pegnitztals der Blasensandstein (Mittlerer Keuper) an. Dieser wird teilweise auch mit dem darüber folgenden Coburger Sandstein (bzw. Unterer Semionotensandstein) zum „Blasensandstein i. w. S.“ zusammengefasst. Insgesamt ist diese Sandsteinabfolge, in die häufig Tonsteinhorizonte und -linsen eingeschaltet sind, ca. 35 m mächtig. Ein Großteil der Stadt ist darauf gebaut.

Der Burgberg, der die Stadt überragt, besteht aus dem nächst jüngeren Schichtglied, dem Burgsandstein, der hier seine Typlokalität hat. Man gliedert ihn in einen unteren, mittleren und oberen Abschnitt. Diese Abschnitte beginnen jeweils mit „Basisletten“ und enthalten häufig weitere Letteneinschaltungen. Als Baumaterial und Schotter begehrt ist nach wie vor seit Jahrhunderten der quarzitische Burgsandstein des Wendelsteiner Höhenzuges, der seine besondere Festigkeit Mineralausscheidungen an einer NNW–SSE-streichenden Störungszone verdankt.

Die Gesamtmächtigkeit des Burgsandsteins beträgt im Raum Nürnberg ca. 80 m. Der Burg-



Der Holsteinbruch bei Worzeldorf ist momentan der einzige aktive Natur-Steinabbau im Burgsandstein.



In der Hüttenbachschlucht nördlich von Haimendorf befindet sich im Sandstein der Rhät-Lias-Übergangsschichten eine Quelle – der Sprossel- oder Spratzelbrunnen. Aus dem Sandstein sind zahlreiche röhrenförmige Löcher herausgewittert, aus denen teilweise Wasser strömt.

sandstein bildet entlang der Linie Buchenbühl-Röthenbach-Fischbach eine undeutliche Schichtstufe. Darüber (östlich) folgt eine Verebnung in den leichter verwitternden Feuerletten. Diese überwiegend dunkelroten Tonsteine enthalten oft kalkige Einschaltungen und sind insgesamt ca. 60 m mächtig. Östlich daran anschließend folgen die ca. 25 m mächtigen Rhät-Lias-Übergangsschichten, die in ihrem unteren Teil überwiegend tonig entwickelt sind, im oberen Teil aber aus dickbankigen Sandsteinen bestehen. Die verwitterungsbeständigen Sandsteine bewirkten die Herausbildung einer Schichtstufe, die von zahlreichen kleinen Schluchten durchbrochen wird.

Die marinen Ablagerungen des Unteren Juras (Lias) beginnen mit geringmächtigen Sandsteinen, gehen

aber schon im Lias Beta in dunkle Tonsteine über. Mit einigen kalkigen, mergeligen und sandigen Einschaltungen setzt sich die überwiegend tonige Sedimentation bis in den Opa-linuston (Dogger Alpha) fort. Der Lias streicht in weiten Gebieten um Schnaittach, Henfenfeld und Altdorf aus und bildet flachwellige Landschaften mit Wiesen, Feldern und kleinen Wäldchen. Gute Aufschlüsse der teilweise sehr fossilreichen Gesteinsabfolge sind aber selten. Man findet sie nur in wenigen Bachgräben sowie in den aufgelassenen Tongruben von Großbellhofen, Reichenschwand und Luderstein aufgeschlossen.

Mit dem Eisensandstein (Dogger Beta) beginnt der steile Anstieg zur Frankenalb. Die Mächtigkeit des rostbraunen Sandsteins beträgt 50 bis 80 m. In der Mitte der Schichtfolge sind mehrere Eisenoolithflöze eingeschaltet, die maximal zwei Meter mächtig werden. Zahlreiche Abbauversuche im Zeitraum 1850 bis 1940 sind aus dem Raum Hersbruck-Vorra bekannt. Heute ist eine wirtschaftliche Gewinnung der Eisenerze vor allem aufgrund geringer Flözmächtigkeit und niedriger Erzgehalte von maximal 30% nicht mehr möglich.

Im oberen Teil des Eisensandsteins sind in wechselnder Mächtigkeit, die einige Meter erreichen kann, die so genannten Discites-Tone eingeschaltet. Die wechselhafte kalkig-sandig-mergelige Schichtfolge des gesamten Mittleren und Oberen Dogger ist nur ca. 10 m



Einer der höchsten Punkte des Landkreises ist mit 604 m der Zeugenberg Moritzberg.

mächtig. Sie ist verwitterungsanfällig und bildet häufig eine Verebnung zwischen der Schichtstufe des unterlagernden Doggersandsteins und den darüber steil aufragenden Gesteinsserien des Malms.

Die harten Kalk- und Dolomitsteine des Oberen Juras prägen den gesamten Ost- und Nordteil des Landkreises. Einige Zeugenberge, wie z. B. der Nonnenberg bei Gersdorf, belegen die ehemals noch größere Ausdehnung der Frankenalb. Die Pegnitz und ihre Nebentäler haben sich tief in die Alb eingeschnitten. Dadurch entstanden an den Hängen zahllose freistehende Felsbildungen, die überwiegend aus dem massigen Frankendolomit bestehen. Dolinen und große Quellen zeugen von der intensiven Verkarstung des Gesteins. In dem Gebiet ist auch eine große Zahl von Höhlen bekannt, deren Entstehung wohl überwiegend auf die Verkarstungsphase während der Unteren Kreidezeit zurückgeht.

In einigen kreidezeitlichen Karsthohlräumen lagerten sich Farberden („Ocker“ bzw. „Rötel“) oder Eisenerze ab. Die meist sehr kleinen Lagerstätten wurden jahrhundertlang in zahlreichen Gruben von Bauern im Nebenerwerb abgebaut. Während der Oberen Kreide verschütteten terrestrische und marine Sandsteine das vorher entstandene Karstrelief. Reste dieser Decksedimente über dem Malm finden sich häufig im nordöstlichen Teil des Landkreises. Noch während der Kreide zog sich das Meer endgültig aus dem Gebiet zurück. Die Abtragung setzte erneut ein und hielt auch im folgenden Tertiär an. Aus diesem Zeitraum sind nur einige geringmächtige Verwitterungsbildungen wie z. B. der Alblehm erhalten geblieben.

Im Quartär entstanden vor allem entlang der Pegnitz ausgedehnte Schotterterrassen. Aus den westlich gelegenen Keupergebieten wurden in den vegetationsarmen Zeiten große Mengen Sand durch Wind ausgeblasen und um Nürnberg unterhalb des Albanstiegs wieder abgelagert. Diese Flugsandgebiete mit ihrer kargen Vegetation prägen hier die Landschaft. Die großen Kiefernwälder bieten neben der Imkerei nur wenig andere Nutzungsmöglichkeiten. Der Weltruf Nürnbergs als Lebkü-

chenstadt liegt somit letztlich im eiszeitlichen Sand begründet.

In zunehmendem Maße wird die jüngste Phase der Erdgeschichte vom Menschen entscheidend mitgeprägt. Zwei große, von Nürnberg ausgehende Kanalprojekte können hierfür als Beispiel dienen: der Ludwig-Donau-Main-Kanal aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts und der 1993 fertiggestellte Main-Donau-Kanal. Schon der vergleichsweise kleine Ludwig-Donau-Main-Kanal erforderte eine ingenieur- und bautechnische Spitzenleistung (BIRZER 1951). Für den viel größeren modernen Kanal waren noch wesentlich umfangreichere Erdbewegungen nötig. In beiden Fällen wurden einerseits an vielen Böschungen neue Aufschlüsse geschaffen, andererseits blieben großflächige künstliche Aufschüttungen zurück.

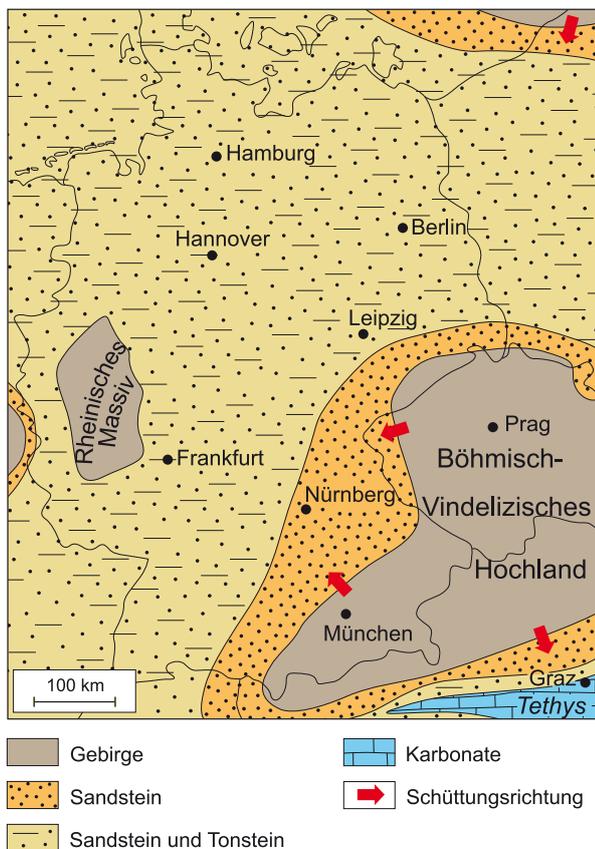


Tief eingeschnittener Ludwig-Donau-Main-Kanal bei Dörlbach

Voll-Arkose mit örtlicher Bedeutung – die Typlokalität des Burgsandsteins

Als „Typlokalitäten“ werden in den Geowissenschaften Orte bezeichnet, an denen ein Gestein, Mineral, Fossil oder eine stratigrafische Einheit erstmals entdeckt bzw. wissenschaftlich beschrieben und definiert wurde. Diese gelten dann als beispielhafte Referenz-Objekte. Ist kein genauer Ort festgelegt, spricht man von einer „Typusregion“. Für die Definition von stratigrafischen Einheiten oder von erdgeschichtlichen Zeitabschnitten ist gewöhnlich ein „Typusprofil“ ausschlaggebend.

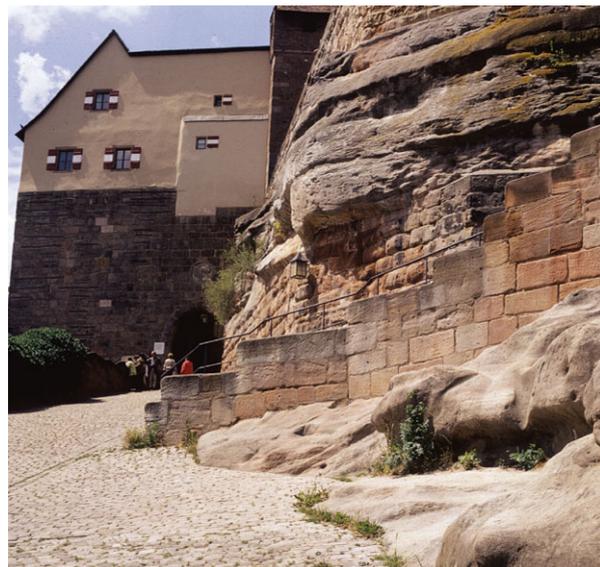
Im Mittelabschnitt des Sandsteinkeupers kommt ein Schichtpaket vor, das eine ausgeprägte Fazies-Differenzierung zeigt: Während im Norden und Westen feinkörnige Beckensedimente vorliegen, nimmt der Anteil an grobkörnigeren, sandigen Sedimenten nach



Verbreitung von Abtragungsgebieten (Gebirge) und unterschiedlichen Sedimentationsräumen in Mitteleuropa zur Zeit der Ablagerung des Burgsandsteins (Löwenstein-Formation)

Südosten (in Richtung des Beckenrandes) hin zu. In der Region um Nürnberg dominieren feldspatreiche Sandsteine (Arkosen), so dass die Gesteine als Härtinge wirken und viele Höhenrücken aufbauen. Auf diesen Höhen wurden einige Burgen aus dem vorhandenen Sandstein erbaut, allen voran die Nürnberger Kaiserburg. Dies nahm GÜMBEL zum Anlass, das gesamte Gesteinspaket als „Burgsandstein“ zu bezeichnen (THÜRACH 1889). In Baden-Württemberg kommen in diesem Zeitabschnitt vergleichbare Gesteine vor, die dort allerdings als „Stubensandstein“ bezeichnet werden. Der Name weist auf die früher übliche Verwendung als Sand zum Fegen und Scheuern von Böden hin.

Die Deutsche Stratigrafische Kommission ist bemüht, eine für ganz Deutschland möglichst einheitliche Nomenklatur einzuführen. Daher wurde das Schichtpaket von Burgsandstein und Stubensandstein inzwischen offiziell umbenannt in „Löwenstein-Formation“ (MENNING & HENDRICH 2005). Als Typusregion wurden die Löwensteiner Berge in Nord-Württemberg ausgewählt. Die Festlegung eines Typusprofils steht aber immer noch aus.



Natürliche Sandstein-Aufschlüsse in der Mauer der Nürnberger Kaiserburg

Burgsandsteinfelsen an der Kaiserburg

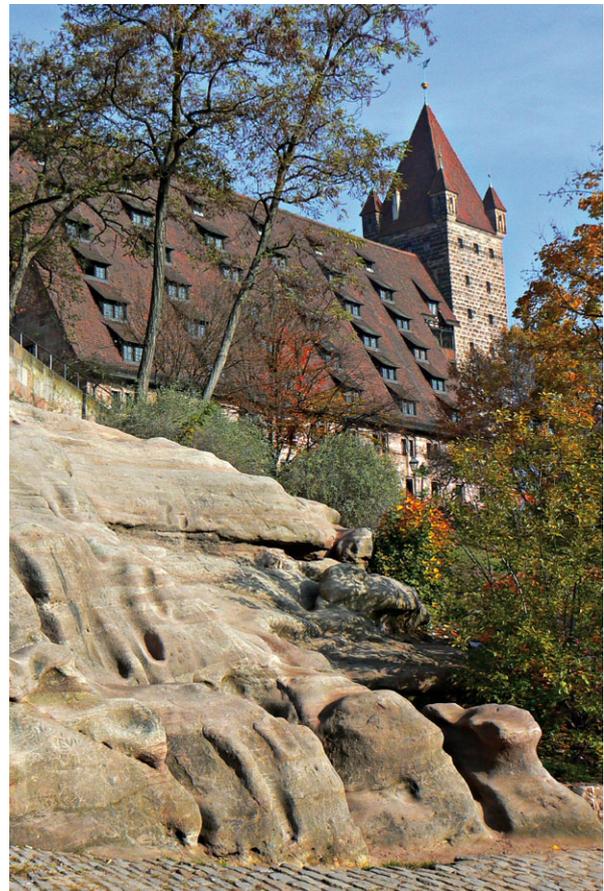
Geotop-Nr.: 564A002
Landkreis: Stadt Nürnberg
Gemeinde: Nürnberg
TK 25: 6532 Nürnberg
Lage: R: 4433133 H: 5480524
Naturraum: Mittelfränkisches Becken
Gestein: Burgsandstein (Mittlerer Keuper)



Beschreibung:

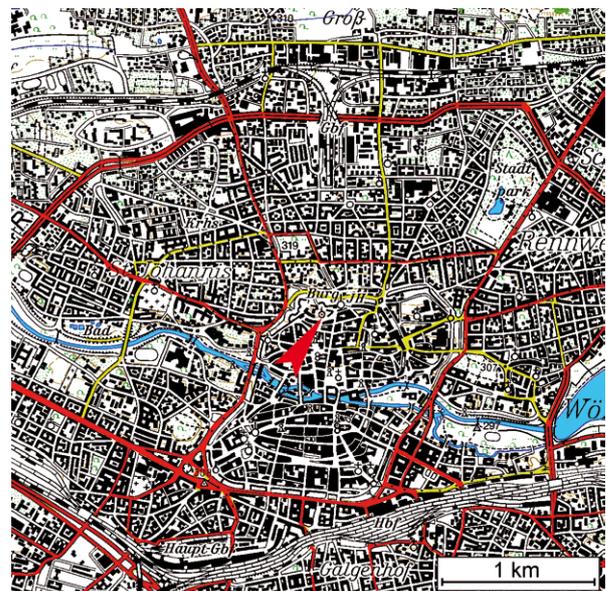
Die Typlokalität des in Mittelfranken weit verbreiteten Burgsandsteins befindet sich an der Kaiserburg in Nürnberg. Hier gibt es natürliche Aufschlüsse im Sandstein, teilweise wurden diese in die Burgmauern einbezogen. Die Burg ist vor allem aus Burgsandstein-Quadern erbaut, die vermutlich in unmittelbarer Umgebung abgebaut wurden. Dies zeigt die herausragende Bedeutung des Burgsandstein als Baustein. Auch große Teile der Nürnberger Altstadt sind aus Burgsandstein gebaut, der allerdings zu großen Teilen auch vom Schmausenbuck (Tiergarten) im Osten und aus dem Wendelsteiner Höhenzug im Süden der Stadt stammt.

Die Schichten an der Nürnberger Burg gehören dem Unteren Burgsandstein an. Es handelt sich meist um fein- bis mittelkörnige Sandsteine, die neben Quarz auch einen erheblichen Anteil an Feldspat enthalten. Daher wird der Untere Burgsandstein als „Arkose“ bezeichnet. Typisch ist die blass-rötliche Färbung des Sandsteins, die das charakteristische Erscheinungsbild der Nürnberger Altstadt prägt.



Die Typlokalität des Burgsandsteins an der Nürnberger Kaiserburg

Schutzstatus: Bodendenkmal,
Baudenkmal
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: THÜRACH (1889)
FUCHS (1956)



Wie kommen die Löcher in den Sandstein?

Besonders auffallend sind in der Schwarzachschlucht die löchrigen, teilweise netz- oder wabenförmig angeordneten Verwitterungsformen des Sandsteins. Diese entstehen vor allem durch kleinräumige Lösungs- und Fällungsreaktionen von Porenwässern. Ähnlich wie ein Wassertropfen auf dunklen Möbeln einen hellen Fleck mit dunklem Rand hinterlässt, lösen die Porenwässer das Bindemittel zwischen den Sandkörnern und scheiden dieses an anderen Stellen wieder aus. Durch diesen Vorgang wird die Porosität des Gesteins lokal erhöht und es verstärken sich die immer wiederkehrenden Lösungsvorgänge. Letztendlich bröckeln die herausgelösten Sandkörner aus den Löchern, während daneben harte Leisten stehen bleiben. Diese markieren jene Bereiche, in denen das Bindemittel wieder ausgefallen ist.

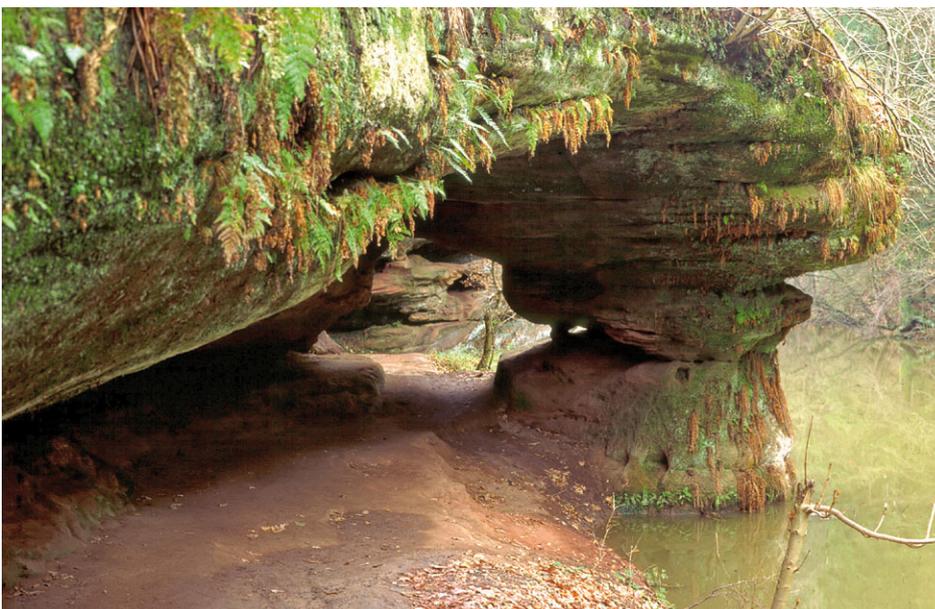
Diese Art der Verwitterung, die als Galerie- oder Wabenverwitterung bzw. als Bröckellöcher bezeichnet wird, ist typisch für Sandsteine. Sie tritt sogar an Bauwerken aus Sandstein auf; hier ist der Vorgang oftmals verstärkt durch Salzausblühungen. Besonders große Bröckellöcher, auch Tafoni genannt, finden sich aber auch an Granitfelsen in Küstennähe wie z. B. auf der Insel Korsika. Auch hier wird das Korngefüge des Gesteins durch salzhaltiges Porenwasser zusätzlich geschwächt.



Lochreihen bedecken viele der Sandsteinwände



Farben und Formen des Gesteins als natürliches Kunstwerk



Aus dem porösen Stein hat das Wasser Uferhöhlen herausgewaschen.

**Schwarzachschlucht bei
Schwarzenbruck**



Geotop-Nr.: 574R001
Landkreis: Nürnberger Land
Gemeinde: Schwarzenbruck
TK 25: 6633 Feucht
Lage: R: 4444350 H: 5468600
Naturraum: Mittelfränkisches Becken
Gestein: Burgsandstein
 (Mittlerer Keuper)

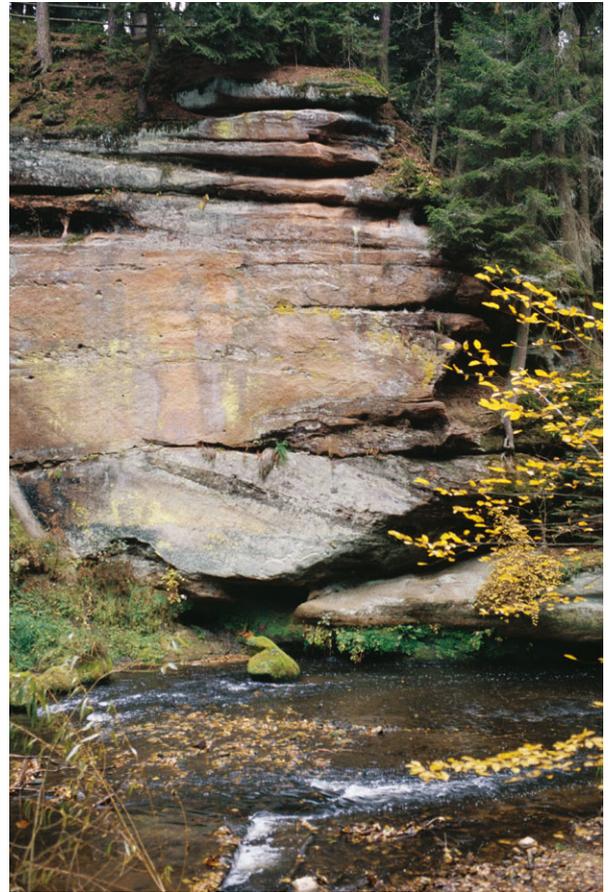
Beschreibung:

Südlich von Feucht hat sich die Schwarzach auf über zwei Kilometer Länge schluchtartig in den Mittleren Burgsandstein eingeschnitten. Stellenweise ragen die Sandsteinwände bis zu 15 m hoch senkrecht auf. Entlang des Wanderweges, der die Schlucht erschließt, bieten sich optimale Aufschlüsse des Gesteins. Hier können neben der Petrografie auch die typischen Verwitterungs- und Erosionsformen studiert werden.

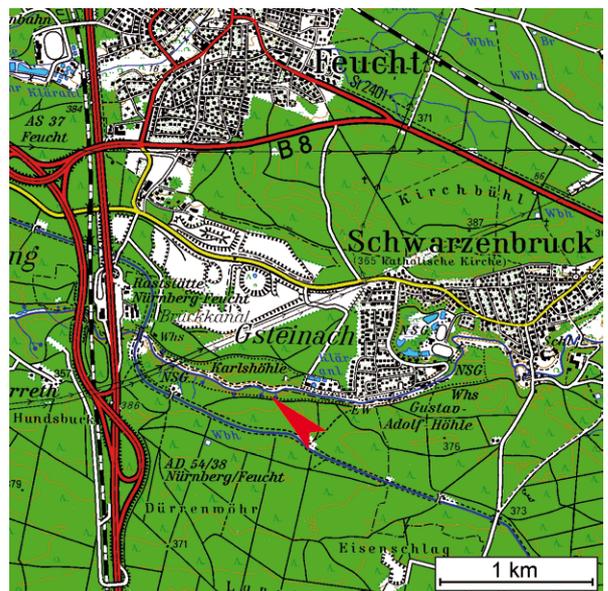
An vielen Sandsteinwänden fallen einzelne herausgewitterte Löcher oder sogar linien- oder flächenhaft angeordnete Verwitterungsmuster auf. Eindrucksvoll sind auch die großen Halbhöhlen (Karlhöhle, Gustav-Adolf-Höhle) in den Hängen der Schlucht. Es handelt sich hierbei aber nicht um Karsthöhlen, wie sie im Malm der Frankenalb häufig sind. Vielmehr entstanden hier Uferhöhlen, die vor allem durch die Erosionskraft von Hochwässern entlang von mürben Sandsteinpartien ausgekollt wurden.

Im westlichen Teil wird die Schwarzachschlucht vom Ludwig-Donau-Main-Kanal überquert. Die eindrucksvolle Kanalbrücke dokumentiert den Stand der Kanalbautechnik im 19. Jahrhundert und ist ebenso wie die Schleusenbauwerke und der Kanaleinschnitt selbst ein bedeutendes Kulturdenkmal.

Schutzstatus: Naturschutzgebiet
Geowiss. Bewertung: besonders wertvoll
Literatur: BERGER (1979)



Fast senkrecht hat sich die Schwarzach streckenweise in den Felsuntergrund eingeschnitten.



Höhlenromantik?

Die romantische Szenerie vieler großer Höhleneingänge in der Frankenalb lockt zahlreiche Besucher an. Oftmals wird solch ein „Höhlenabenteuer“ mit einem Picknick oder gar einem Lagerfeuer gekrönt. Gegen ein Picknick ist an sich nichts einzuwenden, wenn der Müll wieder mitgenommen und die Höhle nicht als „stilles Örtchen“



Eingang des Appenlochs bei Münzinghof

missbraucht wird, denn: auch organische Abfälle verrotten in Höhlen schlecht und stören deren natürliche Entwicklung. Auf keinen Fall dürfen jedoch Lagerfeuer in Höhlen angezündet werden, da sonst die Höhlendecke verrußt und die Höhlenluft nachhaltig beeinträchtigt wird. Auch für eine Schatzsuche sind Höhlen absolut ungeeignet! Tropfsteine, Felsbildungen und die Sedimente am Höhlenboden müssen möglichst unbeschädigt in ihrem natürlichen Zustand erhalten werden, da sie nur im Originalzustand vor Ort ästhetisch aussehen und Aussagekraft für die wissenschaftliche Forschung besitzen. Leider halten sich nicht

alle Höhlenbesucher an diese selbstverständlichen Regeln, so dass vielerorts Abfälle und unangenehme Gerüche das Naturerlebnis der nachfolgenden Besucher empfindlich stören.

Dies sind die einfachen Regeln für einen Höhlenbesuch:

- **Nichts zurücklassen!**
- **Nichts mitnehmen oder beschädigen!**
- **Kein Feuer und keine Kerzen oder Fackeln in der Höhle!**
- **Fledermausquartiere nicht während der Winterschlafzeit besuchen!**



Felstor am Hohlen Fels bei Happurg



Lagerfeuerreste in der Höhle am Hohlen Fels

Distlergrotte bei Finstermühle

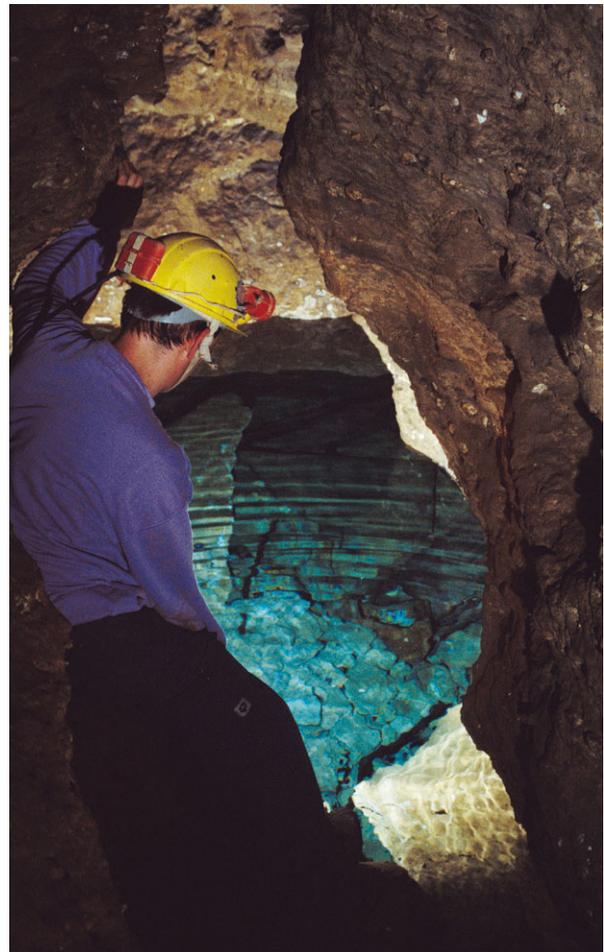
Geotop-Nr.: 574H003
Landkreis: Nürnberger Land
Gemeinde: Neuhaus a. d. Pegnitz
TK 25: 6335 Auerbach i. d. Opf.
Lage: R: 4468430 H: 5498600
Naturraum: Nördliche Frankenalb
Gestein: Frankendolomit (Malm Delta)

Beschreibung:

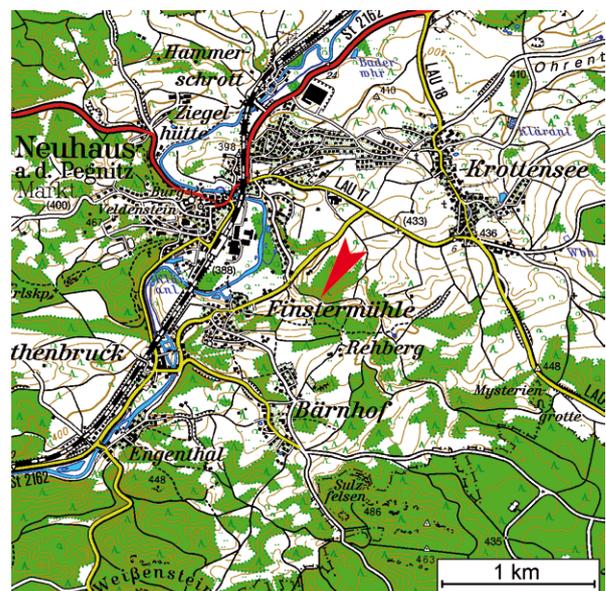
Etwa 500 m östlich von Finstermühle bei Neuhaus a. d. Pegnitz liegt im Hang eines kleinen Trockentals der Eingang der Distlergrotte. Er ist von Oktober bis April zum Schutz der überwinternden Fledermäuse verschlossen. Durch den Eingang gelangt man in eine geräumige Halle, von der zwei Gänge weiterführen. Folgt man zunächst dem Gang, der im hinteren Teil der Halle beginnt, so erreicht man nach wenigen Metern eine Weggabelung. Der rechte Gang führt steil abwärts in eine weitere Halle, die durch das Wasser aus dem Frankendolomit ausgekolkelt wurde. Die linke Gangfortsetzung ist nach etwa 10 m vollständig mit kreidezeitlichem Sandstein verfüllt. Hier wird deutlich, dass die Höhle bereits während der Verkarstungsphase in der Unteren Kreidezeit entstanden ist und durch nachfolgende Sandsteinablagerungen während der Oberen Kreide wieder weitgehend verfüllt wurde. Erst bei der Taleintiefung in der jüngsten geologischen Vergangenheit wurde die Höhle wieder angeschnitten und die talnahen Räume erneut ausgeräumt.

Folgt man vom Eingang aus dem Gang, der links steil abwärts zieht, so erreicht man nach ca. 20 m (nach einer Engstelle und leichter Kletterei) den Höhlensee. Dies ist einer der wenigen Orte, an denen man das üblicherweise glasklare Grundwasser des Malmkarstes, welches z. B. einige Kilometer weiter nördlich zur Wasserversorgung der Stadt Nürnberg gefasst ist, noch innerhalb des Gesteins bestaunen kann.

Schutzstatus: Naturdenkmal
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: SCHLOSSER (1926)
 SPÖCKER (1935)
 TILLMAN & TREIBS (1967)



Kristallklares Grundwasser bildet den Höhlensee in der Distlergrotte



Schichtfazies – Massenfazies

Während der gesamten Zeit des Malm erstreckte sich über das Gebiet der heutigen Frankenalb ein tropisch warmes Flachmeer. Am ehesten können die damaligen Umweltbedingungen mit jenen verglichen werden, die heute auf den Bahamas herrschen: In großen Lagunen lagert sich feiner Kalkschlamm ab, während im Umfeld massige Riffe wachsen. Im Unterschied zu den heutigen Riffen wurden jene des Malm allerdings hauptsächlich von Schwämmen und nicht wie heute von Korallen aufgebaut.

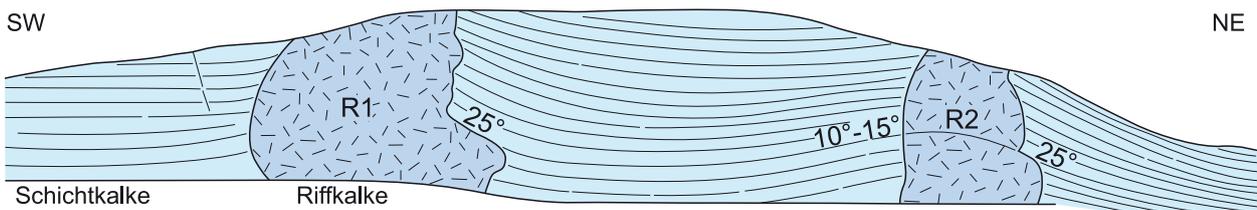
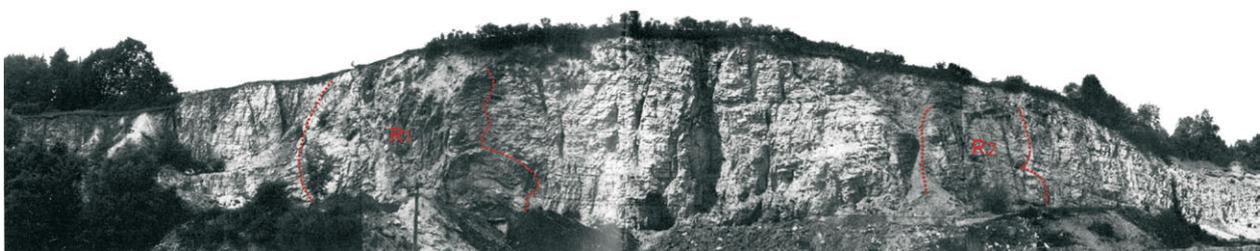
In der Frankenalb entstanden aus den Riffen meist massige Dolomitstöcke. Der Kalkschlamm der Lagunen verwandelte sich dagegen in gebankte Kalke. Durch die Kartierung der unterschiedlichen Gesteine kann heute die Lage der ehemaligen Riffe und Lagunen im malmzeitlichen Meer rekonstruiert werden.

Im aufgelassenen Steinbruch Hartmannshof ist der gesamte Untere Malm und der größte Teil des Mittleren Malm als typische Schichtfazies ausgebildet. Zwischen Alfeld und Haunritz, östlich von Hartmannshof, liegt dagegen der gesamte Malm in Massenfazies vor. Genau im Übergangsbereich zwischen Schicht- und Massenfazies liegt der aufgelassene Steinbruch südwestlich der Regelmühle. Dort sind zwei kleine massige Riffkörper zwischen gebankten Kalken aufgeschlossen. Die an die Riffe an-



Zwischen den beiden Riffkomplexen im aufgelassenen Steinbruch Regelmühle sind die Schichten wannenartig eingesenkt. (Aufnahme von 1992. Heute ist die Bruchsohle bereits stark zugewachsen.)

grenzenden Schichten fallen mit 10° – 25° ein. Diese wannenartige Einmuldung der Schichtfazies beruht auf zwei Effekten: Einerseits ragten die Riffe bereits zur Entstehungszeit über die Schichtfazies hinaus, wodurch ein untermeerisches Relief entstand. Andererseits wurden die Schichtfaziesgesteine im Zuge der Überlagerung durch weitere Sedimente sehr stark kompaktiert, wobei ihre ursprünglich große Porosität beinahe völlig verloren ging. Die massigen Riffgesteine behielten dagegen ihr Volumen bei, wodurch das ursprüngliche Relief noch verstärkt wurde.



Im aufgelassenen Steinbruch an der Regelmühle sind zwei kleine Riffkomplexe und die umgebende Schichtfazies aufgeschlossen (nach MEYER 1983).

Steinbruch Hartmannshof

Geotop-Nr.: 574A010
Landkreis: Nürnberger Land
Gemeinde: Pommelsbrunn
TK 25: 6435 Pommelsbrunn
Lage: R: 4467300 H: 5484850
Naturraum: Nördliche Frankenalb
Gestein: Werkkalk (Malm Beta),
Obere Mergelkalke
(Malm Gamma)

Beschreibung:

An den Hängen des bei Hartmannshof ca. 140 m tiefen Tales des Högenbaches steht die Schichtfolge vom Doggersandstein bis in den Malm Delta an. Schon seit vielen Jahrzehnten wird hier Kalkstein abgebaut. Als Rohstoffe begehrt sind der Werkkalk (Malm Beta), die Oberen Mergelkalke (Malm Gamma) sowie die massigen bzw. tafelbankigen Kalke und Dolomite des Malm Delta.

Der südwestlichste Teil des Steinbruchgebietes ist bereits aufgelassen und bietet auf mehreren Abbausohlen gute Aufschlüsse der Schichtfolge.

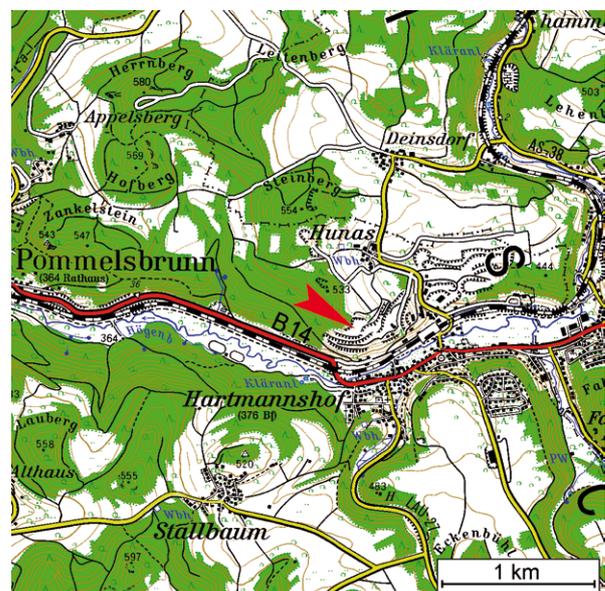
Achtung: es besteht Steinschlag- und Absturzgefahr!

Der im unteren Teil des Steinbruchs anstehende Obere Dogger sowie der unterste Malm sind heute fast vollständig mit Schutt überdeckt. Sehr gut aufgeschlossen sind dagegen die hellen Bankkalke des Malm Beta. Darüber folgt ein komplettes Profil des Malm Gamma mit Mergellagen und Kieselknollen-führenden Bankkalken. Die dickbankigen Kalke im oberen Malm Gamma leiten in den Malm Delta über. Im obersten Teil des aufgelassenen Steinbruchs werden die kalkigen Dickbänke von tafelbankigen Dolomiten abgelöst. Diese sind seitlich mit massigem Riffdolomit verzahnt. Aus letzterem besteht die Felsnase, die den höchsten Teil des aufgelassenen Bruchgeländes bildet. Vor allem im oberen Teil des Aufschlusses sind mehrere mit rotbraunem Lehm verfüllte Karsthohlräume angeschnitten.

Schutzstatus: Landschaftsschutzgebiet
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: TREIBS et al. (1977)



An den Steinbruchwänden sind die gebankten Kalke des Unteren Malms fast vollständig aufgeschlossen.



Rhätolias für den Hausgebrauch

Den Übergangsbereich von der Trias zum Jura bilden in Franken weit verbreitet die Sandsteine der Rhät-Lias-Übergangsschichten. Diese Sandsteine verursachen eine markante Schichtstufe, die häufig bewaldet ist, da sich die steilen Hänge nicht für eine landwirtschaftliche Bewirtschaftung eignen. Das Gestein selbst wurde jedoch auf vielfältige Weise genutzt. An erster Stelle steht die Verwendung als Baumaterial. Die stark verfestigten Lagen des Sandsteins wurden als Bausteine gewonnen, die weniger verfestigten Partien als Sand. Der Sand diente nicht nur als Baumaterial, sondern war als „Stubensand“ begehrt zum Scheuern der Holzdielen in den Häusern. Auch die vereinzelt vorkommenden Braunkohlenflözchen wurden teilweise mit abgebaut und für Heizzwecke verwendet.



In den Felsen gehauene Galerie am Zugang zum Felsenkeller

Von großer Bedeutung war die Eigenschaft, dass der Sandstein leicht zu bearbeiten, aber dennoch standfest ist. Unterirdische Bauwerke wie Stollen und Kavernen waren vor der Erfindung des Kühlaggregats unverzichtbar für die Lagerung von Lebensmitteln. Insbesondere für die optimale Reifung und Lagerung von Bier wurde kein Aufwand gescheut. Unzählige Kelleranlagen befinden sich in den dafür geeigneten Gesteinen, vor allem im Sandstein der Rhät-Lias-Übergangsschichten. Heute dienen die Felsenkeller meist nicht mehr als Lagerräume. Trotzdem wird im Sommer immer noch in vielen Orten im landschaftlich schönen Umfeld der Keller Bier ausgeschenkt.



Inkohlte Holzstücke an der Decke der Teufelshöhle



Der Eingang zum Felsenkeller bei Altdorf

Teufelhöhle bei Altdorf

Geotop-Nr.: 574H001
Landkreis: Nürnberger Land
Gemeinde: Altdorf b. Nürnberg
TK 25: 6634 Altdorf b. Nürnberg
Lage: R: 4452700 H: 5471150
Naturraum: Vorland der Mittl. Frankenalb
Gestein: Rhät-Lias-Übergangsschichten
 (Oberer Keuper und Unterer Lias)

Beschreibung:

Etwa 800 m südwestlich von Altdorf liegt im Steilhang eines Seitengrabens der Schwarzach die so genannte Teufelhöhle. Durch den ca. 4 m weiten und 2 m hohen Eingang erreicht man einen sehr breiten, aber niedrigen Raum von ca. 30 m x 20 m x 3 m. Abgesehen von einigen Seitenkammern am Rand der Halle sind keine weiterführenden Gänge bekannt.

Ursprünglich handelte es sich bei der Teufelhöhle vermutlich um eine kleine Auswitterungshöhle, die an einer wenig verfestigten Sandsteinlage entstand. Durch menschliche Aktivitäten wurde aber der ursprüngliche Hohlraum erheblich erweitert und umgestaltet. An vielen Stellen sind noch Schrämmspuren zu erkennen, die vom Abbau von „Stubensand“ herrühren. Ein 8 cm starkes Kohleflözchen, das am Rand der Halle aufgeschlossen ist, weist darauf hin, dass hier möglicherweise in geringem Umfang auch Kohle abgebaut wurde.

An der Decke der Halle, die meist von ebenen Schichtflächen gebildet wird, sind zahlreiche inkohlte Pflanzenreste im Sandstein zu erkennen. URLICHS (1966) hält die Hölzer an der Decke der Teufelhöhle für die Ablagerungen am Spülsaum eines Sees. Er maß die Lagerungsrichtung der Holzstücke (von 0,2 bis 1 m Länge) und stellte eine Einregelung in Richtung 15° Ost fest.

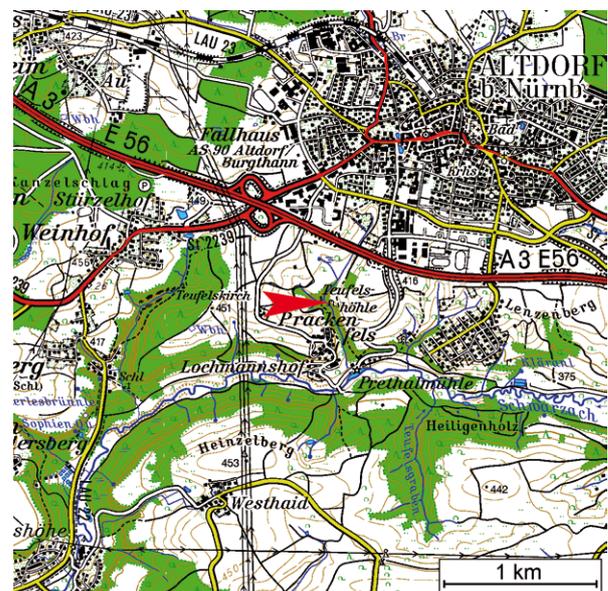
Schutzstatus: nicht geschützt
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: URLICHS (1966)
 SCHMIDT-KALER (1974)



Der breite Raum hinter dem Höhleneingang ist von Versturzböcken übersät.



Kohleflözchen in der Teufelhöhle



3.6 Neustadt an der Aisch-Bad Windsheim

Den Westen des Landkreises prägt eine flachhügelige Landschaft, die sich in den Gesteinen des Unteren Keupers entwickelt hat. Nur im äußersten Westen haben sich einige Täler bis in den Muschelkalk eingeschnitten. Die flachhügelige Landschaft samt der bis zum Muschelkalk eingetieften Täler zählt zum Naturraum Ochsenfurter Gau und Gollachgau, nur die südwestlichen Teile werden zum Tauberland und zur Hohenloher und Haller Ebene gerechnet. Den mittleren Teil des Landkreises teilen sich der Steigerwald im Norden sowie die Windsheimer Bucht und die südöstlich daran anschließenden bewaldeten Höhenrücken der Frankenhöhe im Süden. Bei Markt Bibart reicht das Steigerwaldvorland in das Landkreisgebiet hinein. Der hauptsächlich vom Sandsteinkeuper geprägte Osten des Landkreises gehört bereits zum Mittelfränkischen Becken.

Die höchsten Erhebungen der Frankenhöhe reichen mit dem Petersberg bei Marktbergel bis knapp über 500 m. Der Hohe Landsberg und der Scheinberg im Steigerwald sind nur geringfügig niedriger. Ein Großteil des Kreisgebietes liegt zwischen 300 und 400 m. Die Aisch verlässt den Landkreis in Richtung Nordosten bei ca. 273 m. Die Iff ist aufgrund ihres kurzen Weges zum Main stärker eingeschnitten

und liegt bei Bullenheim schon unterhalb 250 m.

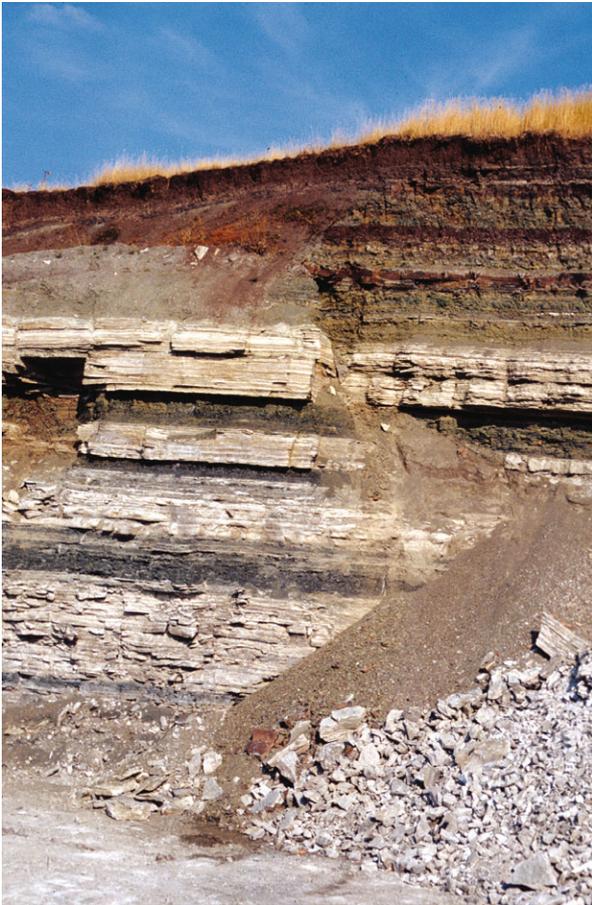
Allgemein fallen die Gesteinsschichten im Landkreis leicht nach Osten ein. Dies hat zur Folge, dass die ältesten Gesteine im Westen zutage treten und die Schichtfolge nach Osten zu immer jünger wird.

Als ältestes Gestein ist in den Tälern im westlichen Landkreis der jüngere Teil des Oberen Muschelkalks aufgeschlossen. Dieser liegt teilweise in seiner Normalausbildung, einer Abfolge von Ton-, Mergel- und Kalksteinbänken, vor. Er ist aber oft auch als Quaderkalkfazies entwickelt. Dabei handelt es sich um eine Abfolge dicker Kalkbänke, die zu einem großen Teil aus Muschelschill aufgebaut sind.

Über dem Muschelkalk folgen die überwiegend wenig verwitterungsresistenten Gesteine des Unteren Keupers. In die grauen Tonsteine sind in unregelmäßiger Weise Schluff-, Sand-, Mergel-, Dolomit- und Kalkbänke sowie einzelne Kohleflözchen eingeschaltet. Nach oben hin wird der Untere Keuper durch den grauen, recht fossilreichen Grenzdolomit abgeschlossen. Teilweise enthält dieser auch schon Gipslagen, die zum Mittleren Keuper überleiten.



Unterhalb des Wolfshausranken bei Burgbernheim liegt eine große Auslauungssenke. Der vom Hang (links) kommende Bach versickert in der Ponor-Doline, die durch den großen Baum markiert wird.



Der Grundgips und die überlagernden Tone der Myophorienschichten sind in zahlreichen Gruben aufgeschlossen.

Die Abfolge der Myophorienschichten beginnt mit dem bis zu 8 m mächtigen Grundgips. Dieser wurde und wird als Rohstoff für Baumaterialien im Raum Bad Windsheim in zahlreichen Steinbrüchen gewonnen. Dort, wo der Grundgips noch unter einer mächtigen Überdeckung lagert, ist er überwiegend als Anhydrit erhalten. Bei geringerer Überdeckung wird er durch Wasseraufnahme in Gips umgewandelt. Wenn die Grundwasserzirkulation anhält, verkarstet das Gestein und es bilden sich Höhlen und Erdfälle, bis der leicht lösliche Gips schließlich vollständig verschwunden ist und nur eine Subrosionssenke zurückbleibt.

Über dem Grundgips folgen die bunten, oft dunkelroten und grauen bis grünlichen Tone der oberen Myophorienschichten, in die mehrfach „Steinmergelbänke“ (=Dolomit) und Gipslagen eingeschaltet sind. Auch die darüber liegenden Estherienschichten bestehen

aus grauen bis bunten Tonsteinen, die weitere Steinmergelbänke enthalten. Einige Steinmergelbänke bilden weit verbreitete Leithorizonte und sind im Gelände oft an kleinen Schichtstufen zu erkennen.

Die Grenze zum überlagernden Schilfsandstein ist sowohl aufgrund des Gesteins als auch der daraus resultierenden Geländemorphologie sehr markant. Der überwiegend dickbankige, grünlichgelbe, selten rote Sandstein ist wesentlich härter als die älteren Keupergesteine. Während aus den Gesteinen des Unteren Keupers und aus den Myophorien- und Estherienschichten meist flachwellige Hügellandschaften entstanden sind, bildet der Schilfsandstein des Steigerwaldes und der Frankenhöhe steile bewaldete Hänge und Höhenrücken. Besonders mächtig ist der Schilfsandstein dort, wo er als „Flutfazies“ diskordant Rinnen im unterlagernden Gestein ausfüllt. Diese Gesteinsausbildung überwiegt im Raum Frankenhöhe und Steigerwald.

Über dem Schilfsandstein folgen die roten Tonsteine der Lehrbergsschichten. In ihrem unteren Teil sind oft Sandsteinbänke eingeschaltet wie z. B. der Ansbacher Sandstein. Nach oben werden die Lehrbergsschichten durch die „Steinmergel“ der Lehrbergbänke abgeschlossen. Die mächtigen Tonsteine werden unter anderem in Neustadt a. d. Aisch als Ziegeleirohstoff gewonnen.

Mit dem überlagernden Blasensandstein beginnt der Sandsteinkeuper. Dieser charakteristische Sandstein baut zusammen mit dem darüber folgenden Coburger Sandstein und der Abfolge des Unteren, Mittleren und Oberen Burgsandsteins die Hänge und Hügel des östlichen Landkreises auf. Neben Sandsteinen in wechselnder Farbe und Korngröße machen Tonstein-Einschaltungen („Zwischenletten“, „Basisletten“) einen wesentlichen Teil der Schichtfolge aus.

Jüngere Gesteine des Mesozoikums und des Tertiärs sind im Landkreis nicht bekannt, wenn man von gelegentlichen umgelagerten Resten tertiärer Verwitterungsbildungen absieht. Unter den Permafrostbedingungen der quartären Eiszeiten wurden die älteren Böden umgelagert

Im Hintergrund sieht man den bewaldeten Schilfsandstein-Höhenzug des Bullenheimer Bergs und des Scheinbergs; darunter die Schichtstufe der Bleiglanzbank bei Reusch.



und es entstanden die Fließerden, die häufig das anstehende Gestein überlagern. Durch Wind wurde außerdem Löß und vereinzelt auch Sand abgelagert. Flussterrassen sind nur selten vorhanden und auch die jungen Talfüllungen weisen nur eine geringe Mächtigkeit auf. Das weitgehende Fehlen von jungen Decksedimenten ist ein Hinweis darauf, dass hier seit langem die Abtragung dominiert, das Gebiet sich demnach seit geraumer Zeit in einer langsamen Hebung befindet.

Als Besonderheit sind die Solequellen in Bad Windsheim zu erwähnen. Die stark salzhaltigen Lösungen (beinahe 300 Gramm Salz pro Liter) wurden durch Bohrungen in etwa 150 m Tiefe erschlossen (QUENTIN 1970). Dabei fand man im Mittleren Muschelkalk ein Steinsalzlager von 6 m Mächtigkeit, das durch das zirkulierende Grundwasser allmählich ausgelaugt wird.



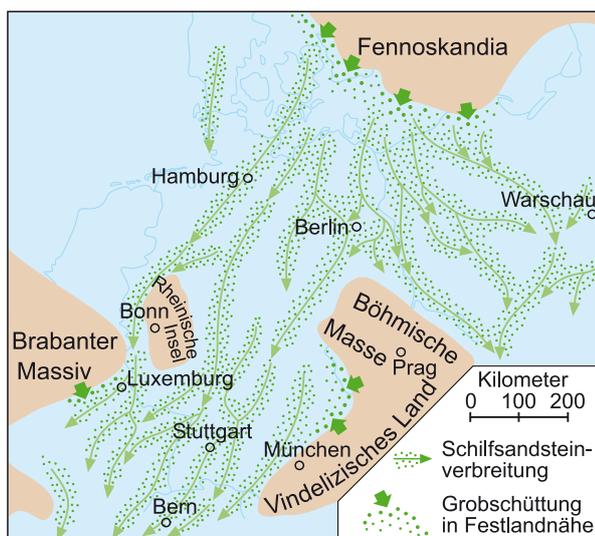
Bei Schloss Hoheneck bildet der Blasensandstein das Dach der Schichtstufe. Der Steilanstieg darunter liegt in den Lehrbergschichten, dem Schilfsandstein und den Estherien-schichten.

Zeugen einer fernen Vergangenheit

Ein Beispiel dafür, dass man aus Gesteinsschichten wie aus einem Geschichtsbuch Erkenntnisse über die Vergangenheit gewinnen kann, liefert der über 200 Millionen Jahre alte Schilfsandstein.

Nach der Ablagerung der marinen Mergel- und Tonsteine der Estheriensichten hob sich das Gebiet über den Meeresspiegel und es entstanden breite Flusstäler. Ab dem Beginn der Schilfsandsteinzeit senkte sich der mittelfränkische Raum wieder etwas ab, während es im Nordostbayerischen und Böhmisches Grundgebirge zu neuen Hebungen kam. Durch mehrere starke Hochwasserereignisse wurden große Mengen Sand aus dem heutigen Nordeuropa aber auch aus den umliegenden Hochgebieten abgetragen und zunächst in den Tälern, später auch darüber hinaus flächenhaft abgelagert („Flutfazies“ und „Normalfazies“). Durch die gewaltigen Fluten wurden die Stämme von Nadelholzgewächsen und Schachtelhalmbäumen mitgerissen, welche die Täler säumten.

Die inkohlten oder verkieselten Pflanzenfossilien geben uns einen Überblick über die damalige reiche Flora. Dass die Sandschüttungen zusammen mit den Hochwässern aus Nordosten kamen, kann man durch Untersuchung



Schilfsandstein: Transport von feinem Sand in Rinnen eines riesigen Deltasystems vom Fennoskandischen Hochgebiet bis in die heutige Schweiz (nach REIMANN & SCHMIDT-KALER 2002)



Würfelförmige Formen im Sandstein weisen auf ehemals vorhandene Steinsalz-Kristalle hin.

der Schrägschichtung in den Sandsteinen ermitteln. Der Verlauf der ehemaligen Flusstäler ist an der Mächtigkeit des Schilfsandsteins erkennbar. Steinsalz-Pseudomorphosen auf einzelnen Schichtflächen zeigen uns, dass das Gebiet zeitweise von einem flachen Meer überflutet wurde. Das Salz aus dem Meerwasser hatte sich als würfelige Kristalle im Gestein abgeschieden. Später wurde das Salz wieder weggelöst, die würfelige Form wurde mit feinem Sediment nachgebildet und blieb erhalten.



„Baumloch“ im Schilfsandstein, verursacht durch die Herauswitterung eines bis zu 40 cm breiten Stammes

Schilfsandsteinbruch südwestlich von Humprechtsau

Geotop-Nr.: 575A004
Landkreis: Neustadt a. d. Aisch-Bad Windsheim
Gemeinde: Markt Nordheim
TK 25: 6428 Bad Windsheim
Lage: R: 3599540 H: 5491720
Naturraum: Steigerwald
Gestein: Schilfsandstein (Mittlerer Keuper)

Beschreibung:

Der Kehrenberg ist einer der typischen bewaldeten Höhenrücken des Steigerwaldes. Die oberen Partien der Hügelkette bestehen aus Schilfsandstein in Flutfazies. Dieses verwitterungsresistente Gestein bewahrte auch die unterlagernden Estherienschiefer vor der Abtragung und begünstigte hier auf ca. 400 m die Ausbildung einer Hochfläche.

Im westlichen Teil der Hochfläche findet sich ein aufgelassenes Steinbruchgebiet, in dem der Schilfsandstein in früheren Jahrhunderten von Hand als Baustein gewonnen wurde. Die Abbaustellen erstrecken sich über ca. 400 m Länge und erreichen bis 8 m Höhe.

Eine Besonderheit bilden die hier zu bestaunenden „Negative“ von Holzstämmen, die im Erdmittelalter bei der Entstehung des Gesteins mit dem Sand zusammen transportiert und abgelagert wurden. Das Holz verrottete später und ließ bis ca. 3,5 m tiefe, langgestreckte Hohlräume im Gestein zurück. Die Setzung des Gesteins führte allerdings dazu, dass die Hohlräume statt des ursprünglich runden heute einen elliptischen Querschnitt aufweisen und meist etwa doppelt so breit wie hoch sind. Nach außen hin weisen die Hohlräume eine gelbliche bis rostfarbene, reliefartige Verkrustung auf, die allerdings nicht von der ursprünglichen Rindenstruktur herrührt.

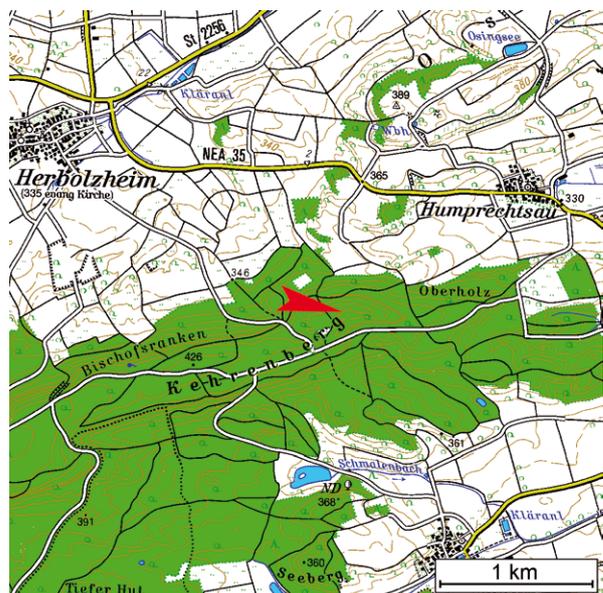
Schutzstatus: nicht geschützt
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: EMMERT (1969)



Heute ist das aufgelassene Bruchgelände wieder von der Natur zurückerobert.



Die Sandsteinwände lassen die Abbauspuren noch deutlich erkennen.



Riffe – Hochhäuser am Meeresgrund

Ein Riff ist ganz allgemein eine untermeerische Aufragung, die in vielen Fällen aus den Hartteilen von koloniebildenden Organismen aufgebaut wird. Ist es hochaufragend, nennt man es „Bioherm“, wenn es flach ausgebreitet ist „Biostrom“. Die Kolonie von Organismen wächst, weil das Riff günstige Lebensbedingungen bietet und das Riff wächst, weil es von immer weiteren Organismen besiedelt wird. Die Entstehung von Riffen ist somit ein Prozess, der sich selbst in Gang hält, solange sich die Umweltbedingungen nicht wesentlich ändern.

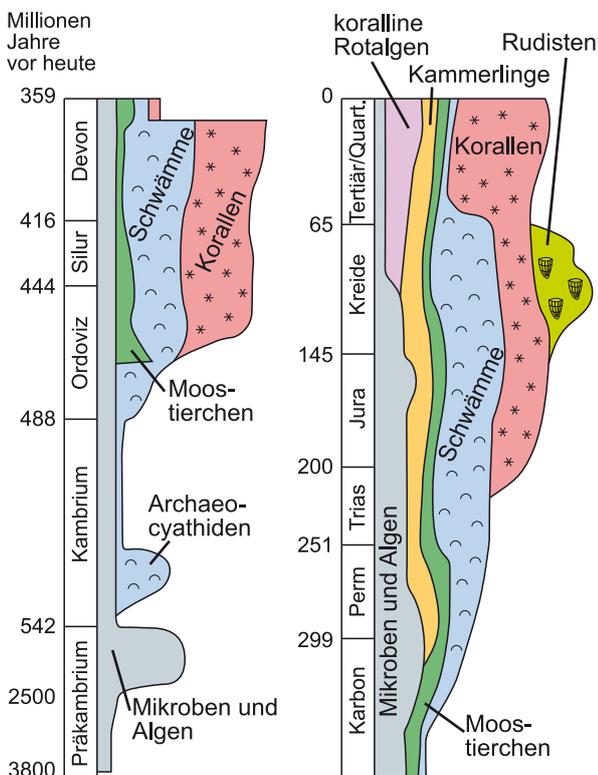
In aller Munde sind heute vor allem die Korallenriffe und ihre mögliche Bedrohung durch Klimaänderung und Umweltverschmutzung. Weniger bekannt ist, dass außer Korallen noch weitere Organismen wie Rotalgen, die einzelligen Kammerlinge (Foraminiferen) und die Moostierchen (Bryozoen) am Aufbau unserer heutigen Riffe beteiligt sind.

Im Lauf der Erdgeschichte waren verschiedenste Organismen für die Entstehung von Riffen verantwortlich. Schon in den (mit ca. 4 Milliarden Jahren) ältesten Sedimentgesteinen der Erde finden sich Riffbauten von Cyanobakterien. Vor allem im Malm waren Schwämme die Haupt-Riffbildner. In der Kreide gesellten sich Rudisten dazu, eine besondere Form dickschaliger, hochgewachsener Muscheln. Mengenmäßig unbedeutend, aber als Besonderheit interessant, sind die „Mini-Riffe“, die im Oberen Muschelkalk und Unteren Keuper von Austern aufgebaut wurden.

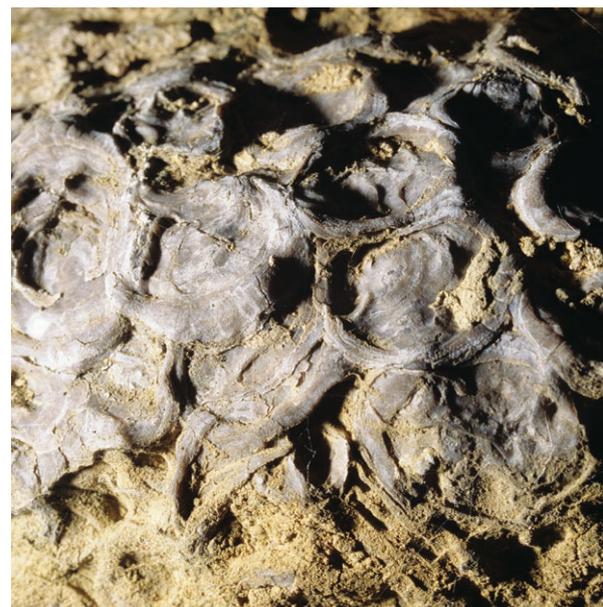
Das Studium fossiler Riffe hilft uns, die Umweltbedingungen zur Zeit ihrer Entstehung zu rekonstruieren. So können wir auch die Vorgänge in heutigen Riffen besser verstehen.

Unzählige Exkursionen haben seit beinahe 100 Jahren das Austernriff in Langensteinach als seltenes Dokument der Erdgeschichte besucht und studiert. Für jeden Besucher muss es daher selbstverständlich sein, diesen geschützten Landschaftsbestandteil auch weiterhin unbeschädigt zu erhalten.

Daher: Hämmern ist tabu!



Im Verlauf der Erdgeschichte waren verschiedenste Organismen an der Riffbildung beteiligt (nach LEINFELDER 1998).



Lage für Lage wuchsen die Austern in Langensteinach aufeinander.

Austernriff in Langensteinach

Geotop-Nr.: 575A015
Landkreis: Neustadt a. d. Aisch-Bad Windsheim
Gemeinde: Uffenheim
TK 25: 6527 Burgbernheim
Lage: R: 3585660 H: 5485020
Naturraum: Tauberland
Gestein: Oberer Muschelkalk

Beschreibung:

Am südöstlichen Ortsrand von Langensteinach liegt ein aufgelassener kleiner Steinbruch im Oberen Muschelkalk. Die ansonsten relativ gleichmäßige Schichtung des Gesteins wird hier von einem etwa 3 m breiten und 2 m hohen Riffgebilde unterbrochen. Die Außenseite des Riffs ist von knolligen, ca. 10 cm großen Gebilden bedeckt.

Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass diese „Knollen“ fast ausschließlich aus Austernschalen bestehen. Die meist nur etwa 1 cm durchmessenden Schalen von *Placunopsis ostracina* v. SCHLOTHEIM konnten nur auf festem Untergrund siedeln, nicht aber im weichen Kalkschlamm der Umgebung. Die Muscheln hafteten sich daher mit ihrer unteren Schale auf die Hartschalen abgestorbener Organismen wie z. B. Ammoniten. Die oberen, losen Schalen der Austern fielen nach deren Tod ab und wurden verdriftet, während die unteren Schalen am Untergrund festgeheftet blieben.

So wuchsen neue Austern auch auf den Schalen früherer Generationen, bis sich das Riffgebilde allmählich über den Meeresgrund erhob. Durch sein Gewicht sank es in den weichen Kalkschlamm seines Untergrundes ein. Insgesamt überragte es seine Umgebung nur um wenige Dezimeter. Größere Einschwemmungen von tonig-mergeligem Material des nahegelegenen Festlandes konnten das Riff vollständig bedecken und dessen Wachstum wieder beenden.

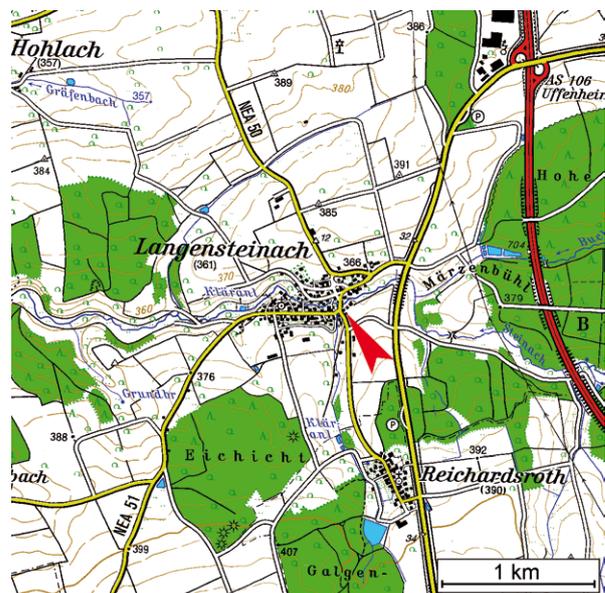
Schutzstatus: Landschaftsbestandteil
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: WAGNER (1913)
HAUNSCHILD (1971)
BACHMANN (1979)



Das massige Riff ragt etwas aus der Wand heraus.



Feinstrukturen im Riff verursachen die knollige Oberfläche.



Subrosion – eine Landschaft löst sich auf

Gips ist ein relativ leicht lösliches Gestein. Anders als bei Kalkstein ist nicht einmal Kohlensäure nötig, um bis ca. drei Gramm Gips pro Liter Wasser zu lösen. Das klingt zunächst nicht viel. Eine kleine Überschlagsrechnung zeigt aber die Dimension des Geschehens: Allein an den Quelltöpfen der vormaligen Ehequellen bei Krautostheim entsprangen etwa 65 Liter Gipskarstwasser pro Sekunde. Demnach wurden pro Jahr etwa 6000 Tonnen Gips durch das Grundwasser gelöst und abtransportiert.

Die Auslaugung des Grundgipses in den Unteren Myophorienschichten beginnt, sobald dieser nicht mehr vollständig von den überlagernden wasserundurchlässigen Tonschichten bedeckt ist. Es entstehen zunächst Bachschwinden, Höhlensysteme und Karstquellen. Mit zunehmendem Wachstum der Höhlensysteme kommt es auch immer häufiger zu Einstürzen, die sich an der Erdoberfläche mit plötzlichen Erdfällen bemerkbar machen. Wenn die Auslaugung weiter voranschreitet, so senken sich große Teile des Gebietes über dem Höhlensystem und es entsteht ein „Auslaugungstal“, in dem zunächst oft noch Restbuckel stehen bleiben.

Irgendwann ist der Gips flächenhaft weggelöst und es bleiben teilweise große Becken ohne oberirdischen Abfluss zurück („Subrosions-



Durch den Einsturz eines Auslaugungshohlraums entstand der steile Erdfall am Häfringsberg.



Aktuell stattfindende Auslaugungsvorgänge im Untergrund verursachen die „Sieben Buckel“.

senken“). Die Ebenen um Krautostheim und Wüstphül sind derartige Becken. Zur Drainage des in früheren Zeiten immer wieder überfluteten Wüstphüler Beckens wurde sogar ein (heute verstürzter) Stollen und später ein Graben durch den Häfringsberg angelegt.

Das allmähliche Nachsacken einer Landschaft durch die Auslaugung einer löslichen Gesteinsschicht im Untergrund nennt man Subrosion. Im Gebiet um die Gipshöhle Höllern, die „Sieben Buckel“ und den Häfringsberg kann man eine derartige „Landschaft im Wandel“ beispielhaft studieren.



Die Külshheimer Gipshügel markieren die Grenze zwischen der Auslaugungsebene (rechts) und dem noch vorhandenen Grundgips (links).

Gipshöhle Höllern

Geotop-Nr.: 575H001
Landkreis: Neustadt a. d. Aisch-Bad Windsheim
Gemeinde: Markt Nordheim
TK 25: 6428 Bad Windsheim
Lage: R: 3598480 H: 5494450
Naturraum: Steigerwald
Gestein: Grundgips (Mittlerer Keuper)

Beschreibung:

Etwa einen Kilometer südlich von Seehaus bei Markt Nordheim liegt in einer niedrigen Schichtstufe der enge Eingang zur Gipshöhle Höllern. Die Ebene nördlich der Schichtstufe bezeichnet das Niveau des Grenzdolomits. Die Myophorienschichten mit dem Grundgips sind hier also gänzlich abgetragen. Südlich der Schichtstufe ist der Grundgips noch in wenigen Metern Mächtigkeit vorhanden.

In diesem Restvorkommen von Grundgips liegt die längste Gipshöhle Bayerns. Auf einer Fläche von nur ca. 50 m x 150 m erstreckt sich ein etwa 400 m langes labyrinthisches Netz von Höhlengängen. Sie orientieren sich an drei Klufttrichtungen (45°, 80° und 130°). An beinahe jeder Kluft hat sich ein Gang oder zumindest ein langgestreckter Kolk entwickelt. Die durch Gipsauslaugung entstandenen Gänge sind meist rundlich und nur selten höher als 1 bis 1,5 m. Wände und Decken zeigen die charakteristischen Laugformen.

Besonders auffällig sind kleine Näpfchen, deren Asymmetrie die ehemalige Wasserfließrichtung anzeigt („Fließfacetten“). Je nach Grundwasserstand steht am Boden in einigen Höhlenteilen mehr oder weniger hoch das Wasser. Die maximale Höhe des Rückstaus ist durch klebrige Lehmlagerungen an der Sohle und den Wänden der Gänge markiert.

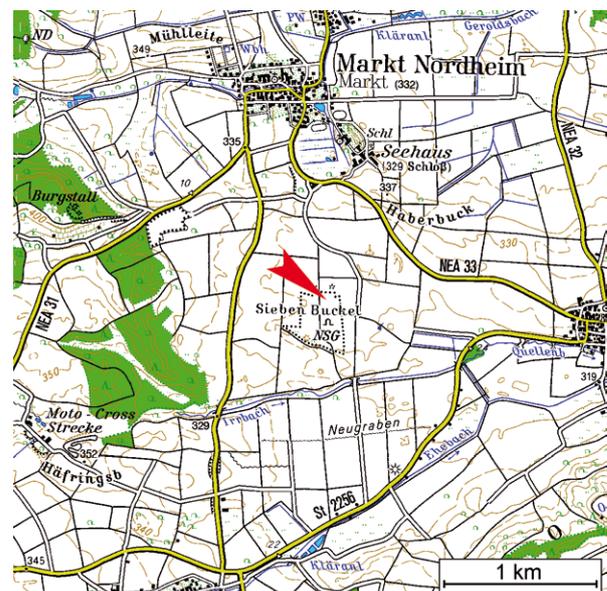
Schutzstatus: Naturschutzgebiet
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: CRAMER & HELLER (1933-35)
EMMERT (1969)



Niedrige labyrinthische Gänge prägen die Gipshöhle Höllern.



Im Kontakt zum Grundwasser bilden sich an den Höhlenwänden so genannte Fließfacetten.



Verborgene Formen im Gips

Die Lösung des Grundgipses führt zur Entstehung von vielfältigen Landschaftsformen. Sie sind an der Erdoberfläche leicht als ein Ergebnis der Subrosion im Untergrund zu erkennen. Zum Studium des Gesteins und der Prozesse seiner Umwandlung ist man jedoch auf künstliche Aufschlüsse angewiesen, da natürliche Aufschlüsse ausgesprochen selten sind. Vor allem die zahlreichen Gipsbrüche in Mittelfranken vermitteln einen Einblick in die interessanten Strukturen, von denen hier einige abgebildet sind.



Quellungsfalten im aufgelassenen Gipsbruch in Bad Windsheim

Durch Wasseraufnahme quillt Anhydrit zu Gips, wobei auch das Volumen des Gesteins erheblich zunimmt. Der gewaltige Quellungsdruk legt das Gestein teilweise in enge Falten. Die Umwandlung von Anhydrit zu Gips erfolgt unter günstigen Bedingungen recht rasch. Wenn beispielsweise an Steinbruchsohlen Anhydrit offen zutage liegt, wölbt sich oft schon nach wenigen Wochen die oberste Lage als kleine Kuppel in die Höhe.



Beginnende Dolinenbildung: der überlagernde Tonstein sackt in den verkarsteten Gips und füllt die Hohlräume.



Blasenartige Aufwölbungen an der Steinbruchsohle durch Aufquellung bei der Umwandlung von Anhydrit zu Gips



Auch angeschnittene Karstschächte finden sich an den Sohlen von Gipsbrüchen.

Gipsbruch Katzenloch bei Bad Windsheim

Geotop-Nr.: 575A007
Landkreis: Neustadt a. d. Aisch-Bad Windsheim
Gemeinde: Bad Windsheim
TK 25: 6428 Bad Windsheim
Lage: R: 3601550 H: 5486750
Naturraum: Windsheimer Bucht
Gestein: Grundgips (Mittlerer Keuper)

Beschreibung:

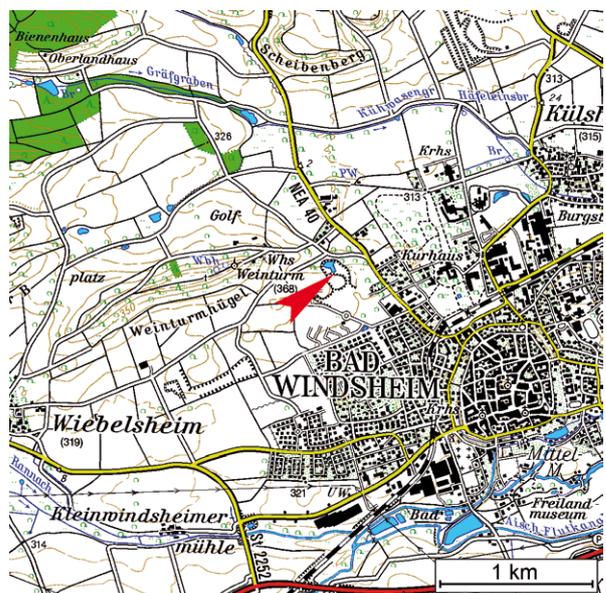
Am nordwestlichen Stadtrand von Bad Windsheim liegt der aufgelassene Gipssteinbruch Katzenloch. Im tiefsten Teil des Geländes hat sich ein Grundwassersee gebildet. Gut aufgeschlossen ist aber noch der obere Teil des Grundgipses mit den zwischen- und überlagernden grünen und violetten Mergeltonen.

Seit beinahe 100 Jahren haben sich mehrere Autoren intensiv mit dem Grundgips beschäftigt. Gerade aus dem Bad Windsheimer Raum wurden viele detaillierte Profile des Gesteins beschrieben. Im Katzenloch ist der Gips etwa 8,5 m mächtig. Durch Steinmergelbänke wird er in Unteren Felsengips, Oberen Felsengips, Unteren Plattengips und Oberen Plattengips unterteilt. Im Bereich der Steinmergelbänke kommen außerdem so genannte Muschelgipslagen vor, aus denen eine relativ große Vielfalt an Fossilien bekannt wurde. Muscheln, Schnecken, Fischzähne, Knochen von Wirbeltieren und Pflanzenreste weisen darauf hin, dass es sich bei den Steinmergeln um eine Ablagerung in Strandnähe handelt. Der Gips selbst wurde in Lagunen gebildet, in denen das Mineral infolge starker Verdunstung aus dem Meerwasser ausfiel. Später wurde der Gips durch die Auflast überlagernder Gesteine in den wasserfreien Anhydrit umgewandelt.

Schutzstatus: Landschaftsbestandteil
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: HELLER (1930)
TRAUB (1964)
EMMERT (1969)



An der Sohle des aufgelassenen Gipsbruchs hat sich ein See gebildet.



Geotope in Mittelfranken



3.7 Roth und Schwabach

Der gesamte Nordteil des Landkreises Roth und der Raum Schwabach gehören naturräumlich zum Hügelland des Mittelfränkischen Beckens, dessen Höhe meist zwischen 350 und 450 m liegt. Südöstlich von Heideck beginnt das Vorland der Südlichen Frankenalb. Wiederum einige Kilometer weiter nach Südosten erfolgt der morphologisch markante Anstieg zur Südlichen Frankenalb, deren Hochfläche hier durchschnittlich zwischen 500 und 550 m liegt. Westlich von Thalmässing erreicht sie mit 612 m ihre höchste Erhebung im Landkreis Roth.

Im Südostteil des Gebietes entwässert die Schwarzach mit relativ flachem Gefälle in Richtung Süden zur Altmühl und in die Donau. Die Rednitz, die ursprünglich zum selben Flussgebiet gehörte, fließt seit dem Pleistozän mit steilerem Gefälle in Richtung Norden und hat sich bei Schwabach schon beinahe bis 300 m eingetieft.

Die ältesten Gesteine des Landkreises sind die überwiegend tonigen Lehrbergschichten aus dem obersten Gipskeuper, die in den tiefsten Tälern um Schwabach gerade noch angeschnitten werden. Im Allgemeinen werden sie aber durch Hangschutt oder Talfüllungen überdeckt. Auf die Lehrbergbänke folgt



Sogar im Ortswappen von Wendelstein findet sich ein Steinbrucharbeiter.

der ca. 30 m mächtige Blasen sandstein, der auch Ton-, Geröll- und Karbonatlagen enthält. Teilweise wurden derartige Einschaltungen mit Lokalnamen wie z. B. „Seitendorfer Zwischenschichten“ (FUCHS 1959) belegt. Der Blasen sandstein nimmt, zusammen mit dem nur schwer abzugrenzenden Coburger Sandstein, weite Flächen rund um Schwabach ein. Darüber setzt die ca. 75 m mächtige Abfolge des Burgsandsteins ein, die durch mehrere Tonsteinhorizonte untergliedert wird.

Als Besonderheit ist eine NNW–SSE-verlaufende Verkieselungszone zu erwähnen, die den Unteren Burgsandstein zwischen Worzeldorf und Wendelstein durchzieht („Wendelsteiner



Die Typlokalität der Seitendorfer Zwischenschichten liegt knapp westlich der Landkreisgrenze.



Der Burgsandstein prägt das Bild vieler Ortschaften im Landkreis Roth, wie hier in Georgensgmünd.

Höhenzug“). Die räumliche Verbreitung, Genese und begleitende Mineralien (u. a. Schwespat und Flußspat) der Verkieselung wurden in der geowissenschaftlichen Literatur vielfach beschrieben und diskutiert (z. B. DORN 1926, GEHLEN 1956).

Diese kieseligen Sandsteine wurden seit Jahrhunderten in zahlreichen Steinbrüchen entlang des Wendelsteiner Höhenzuges abgebaut und als Bausteine verwendet. Einen Überblick über die Steinbruch-Geschichte geben HORNDASCH et al. (1994). Heute wird nur noch in einem



Kieselige, harte Sandsteine eignen sich gut als Baumaterial (Foto: G. LOTH).

Steinbruch bei Worzeldorf (Stadt Nürnberg) am nordwestlichen Ende des Wendelsteiner Höhenzuges Sandstein abgebaut (Varietät: „Worzeldorfer Quarzit“). Ein weiteres Gebiet mit bedeutenden historischen Burgsandsteinbrüchen befindet sich im südlichen Landkreis Roth zwischen Georgensgmünd und Hilpoltstein.

Die ca. 30 m mächtigen Feuerletten sind nur selten aufgeschlossen. Rhät-Lias-Übergangsschichten fehlen im Süden des Landkreises, da hier zu der Zeit, als sie in anderen Gebieten abgelagert wurden, im Bereich der „Weißburger Schwelle“ Abtragung vorherrschte. Bei Abenberg setzte die Sedimentation aber mit bis ca. 10 m mächtigen Sand- und Tonsteinen wieder ein (BERGER 1965).

Im Lias wurden geringmächtige marine Sand- und Tonsteine gebildet. Die fossilreichen, insgesamt bis ca. 40 m mächtigen Ton- und Mergelsteine des Lias Delta bis Zeta nehmen weite Teile des flachhügeligen Albvorlandes ein. Darüber folgt der fossilarme dunkle Opalinuston des Dogger Alpha. Mit dem Eisensandstein (Dogger Beta) beginnt der Steilanstieg zur Frankenalb. Die geringmächtigen, vorwiegend tonig-mergeligen Gesteine des Mittleren und Oberen Dogger und die Mergel des untersten

Malms sind vielerorts an einer Verflachung der Hänge erkennbar.

Darüber setzt sich der Steilanstieg in den gebankten Kalken und Mergeln des Unteren Malms fort. Im Bereich der Hochflächen finden sich meist geschichtete Kalke und Dolomite des Malm Gamma mit einigen mächtigen Mergellagen dazwischen. Nur selten reichen die aufragenden Hügelkuppen in die dickbankigen Kalke des Malm Delta. Das einzige Vorkommen von Malm Epsilon findet sich am Euerwanger Bühl. Übergänge zur massigen Fazies des Malms, die in der Südlichen Frankenalb weit verbreitet ist, sind im Landkreis Roth nur selten vorhanden.



Massives Burgsandstein-Mauerwerk am Rathaus Heideck (Foto: G. LOTH)

Seit dem Ende des Malms unterlag das Gebiet meist der Abtragung. Jüngere Gesteine finden sich daher nur in geringen Mengen. Auch die Sandsteine, die während der Oberkreide bei einem erneuten Meeresvorstoß abgelagert wurden, sind bis auf seltene Relikte wieder verschwunden. Wenige Sandsteinblöcke wurden z. B. südwestlich von Österberg und nördlich von Euerwang gefunden.

Auch das Tertiär war überwiegend eine Zeit der Abtragung. Erwähnenswert sind allerdings die Sedimente eines großen Süßwassersees, der sich infolge der Talverschüttungen durch den Einschlag des Ries-Meteoriten gebildet hatte. Kleine Reste der Seeablagerungen finden sich an vielen Orten wie beispielsweise rund um Rittersbach, Georgensgmünd und Pleinfeld. Beim letztgenannten Ort erwähnt BERGER (1971) eine Bohrung, die von ihrem Ansatzpunkt (in ca. 411 m) insgesamt 43 m mächtige miozäne Seesedimente durchteuft hat. Dabei handelt es sich überwiegend um Tone, Mergel und Konglomerate. Nur insgesamt 3,7 m der Schichtfolge bestehen aus Süßwasserkalk. Dies ist bemerkenswert, da bei den geologischen Kartierungen an der Geländeoberfläche normalerweise ausschließlich die Süßwasserkalke gefunden werden (die restlichen Seeablagerungen verwittern viel schneller). Als Seesedimente wurden daher in geologischen Karten meist nur die Süßwasserkalke dargestellt.

Während der Eiszeiten verstärkte sich die Erosion weiter. An den Hängen bildeten sich Frostschutt und Fließerden. Die vermehrte Anlieferung von Abtragungsmaterial führte entlang einiger Flusstäler zur Bildung von Schotterterrassen. Durch Wind wurden Sand und Löß verfrachtet und in Form von Dünen oder Decken wieder abgelagert. Nacheiszeitlich entstanden örtlich Schwemmkegel, Hangschutt, Kalktuff und Torfablagerungen.

Der Burgsandstein

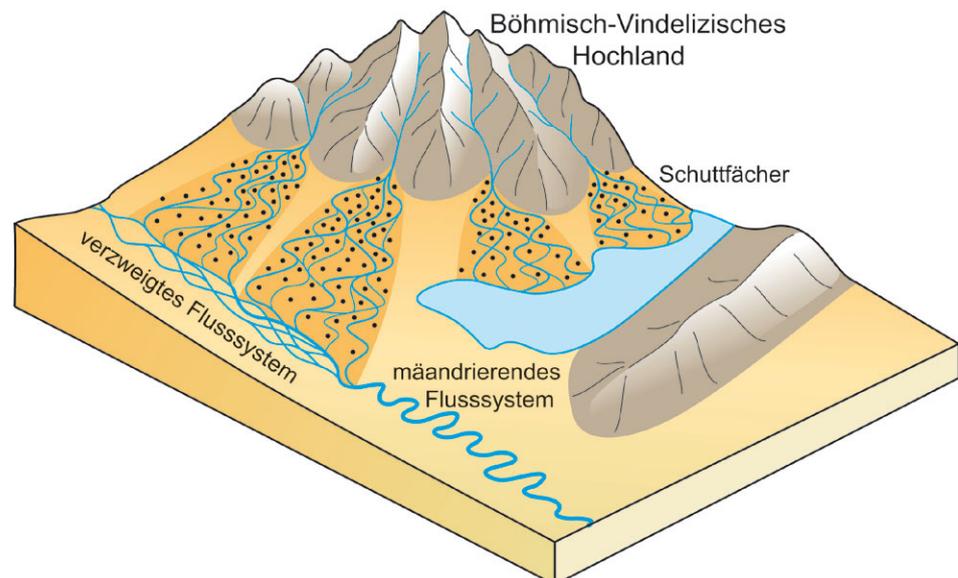
Weite Teile des Hügellandes im Landkreis Roth sind von der Gesteinsabfolge des Burgsandsteins geprägt. Diese besteht in Mittelfranken überwiegend aus Sandsteinen, kann aber mit Hilfe von mächtigen Tonsteinlagen („Basisletten“) in einen Unteren, Mittleren und Oberen Burgsandstein gegliedert werden (HAARLÄNDER 1955). Oft sind zusätzliche Tonsteinlagen und -linsen („Zwischenletten“) und Konglomeratlagen eingeschaltet. Die recht ungleichmäßige und durch grobklastische Sedimente dominierte Gesteinsausbildung weist darauf hin, dass es sich um eine Randfazies handelt, die durch den Abtragungsschutt der damals umgebenden Gebirge stark beeinflusst wurde.



Grobkörnige Lagen des Burgsandsteins sind oftmals nur gering verfestigt.



Die Felskuppe des Schüsselsteins nördlich von Fischbach erinnert an „woll-sackartige“ Felsbildungen in ostbayerischen Granitgebieten.



Entstehung des Burgsandsteins (Löwenstein-Formation) durch Abtragung des Böhmisch-Vindelizischen Hochlandes und Transport des Materials durch Schichtfluten und Flüsse

Schnittlinger Loch

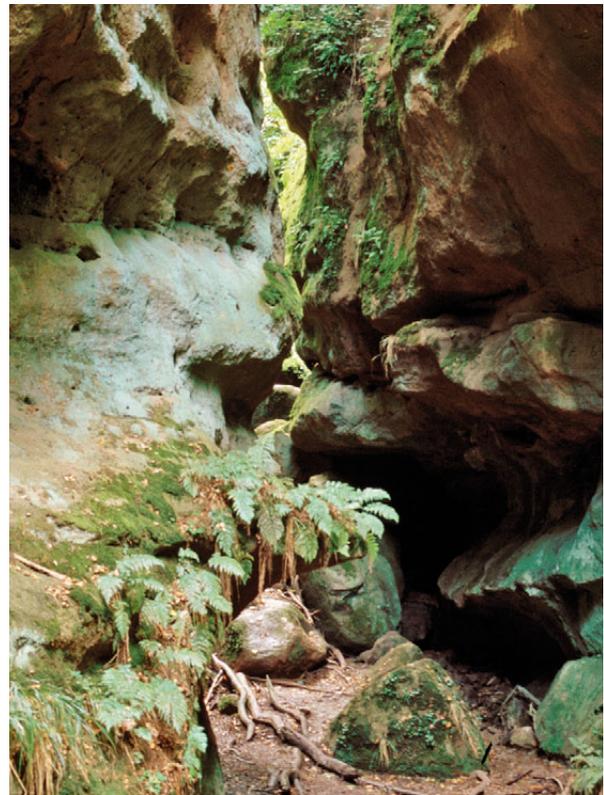
Geotop-Nr.: 576R002
Landkreis: Roth
Gemeinde: Spalt
TK 25: 6831 Spalt
Lage: R: 4418950 H: 5448850
Naturraum: Mittelfränkisches Becken
Gestein: Oberer Burgsandstein
 (Mittlerer Keuper)

Beschreibung:

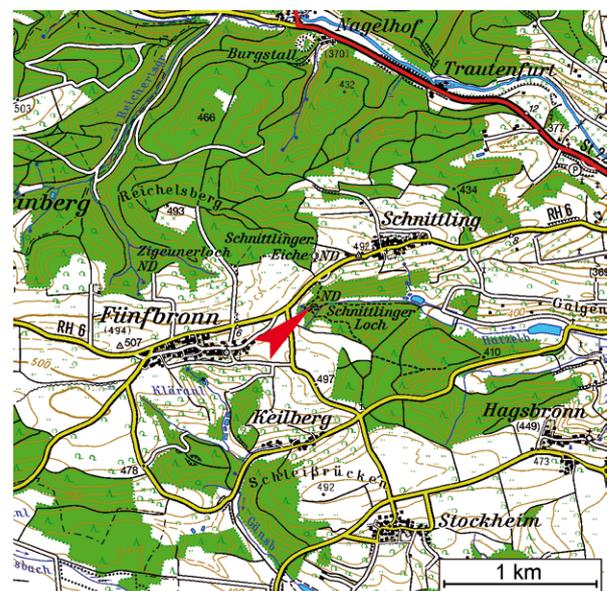
Etwa 600 m südwestlich von Schnittling entspringt ein kleines Bächlein, das sich auf seinem Weg nach Osten tief in den Oberen Burgsandstein eingeschnitten hat. Der oberste Teil der Schlucht ist mit großen Sandsteinblöcken verstürzt. Bachabwärts folgt eine eindrucksvolle Klammstrecke. Auf etwa 15 m Länge bilden hier 10 m hohe senkrechte Felswände einen nur ca. 2 m breiten Durchlass. Dicken Sandsteinbänke bilden einige große Überhänge. Die Verwitterung verursachte teilweise schichtparallele Lochreihen. Die unregelmäßige dicke Bankung und der Aufbau des Oberen Burgsandsteins kann hier gut studiert werden.

Tiefe Schluchten mit einzelnen Felspartien sind in den Sandsteinen des Mittleren Keupers relativ häufig. Enge Klammstrecken wie im Schnittlinger Loch bilden aber die Ausnahme. Offenbar konnte das kleine Gewässer den Sandstein – vermutlich entlang einer Kluft – besonders leicht ausräumen. Die Basis- und Zwischenletten schwächen jedoch langfristig die Stabilität von Felsbildungen im Burgsandstein und bewirken Versturzereignisse, wie sie sich offenbar auch im hinteren Teil des Schnittlinger Lochs bereits ereignet haben.

Schutzstatus: Naturdenkmal
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: BERGER (1971)
 AUER (1998)



Enge Klammstrecken wie die des Schnittlinger Lochs sind im Burgsandstein eine Seltenheit.



Vom Stein zum Sand – Burgsandstein als Baumaterial

Die Gesteine des Burgsandsteins sind in Mittelfranken weit verbreitet. Sie entstanden, als vor über 200 Millionen Jahren große Mengen von Verwitterungs-Material aus dem Böhmischo-Vindelizischen Hochland durch periodisch anschwellende Flüsse als Sand und Geröll ins Tiefland befördert und dort in Schwemmfächern und weiten sandigen Flussebenen abgelagert wurde. Mit zunehmender Überlagerung und Ausfällung von Kieselsäure oder Karbonat wurden die Körner verbacken und es entstand daraus Sandstein. Ein entscheidendes Merkmal des Burgsandsteins ist die unterschiedlich starke Bindung der Körner, die auch seine Verwendbarkeit erheblich beeinflusst.

Sandsteine mit starker Kornbindung kommen nur in kleinen Bereichen, z. B. im Raum Nürnberg und südlich Roth vor. Hier entwickelte sich schon vor Jahrhunderten eine Steinbruch-Industrie. Die charakteristische hell-rötliche Farbe des Burgsandsteins prägt daher das Bild vieler Ortschaften der Region. Die Verwendung massiver Bausteine ging aber aufgrund verschiedener Nachteile immer mehr zurück. Heute ist nur noch ein Steinbruch bei Worzeldorf (Stadt Nürnberg) in Betrieb. Hier werden Sandsteine für Restaurierungszwecke gebrochen. Das besonders harte Material eignet sich aber auch für die heute übliche Verarbeitung zu gesägten Natursteinplatten für Fassaden und Böden.



Moderne (links) und historische (rechts) Abbauspuren sind im Steinbruch bei Wernsbach direkt nebeneinander ersichtlich.



Die Abbauwand zeigt die unterschiedliche Ausbildung des Burgsandsteins.

Häufig sind die Gesteine nur schwach verkittet, daher zerfallen diese „Mürbsandsteine“ leicht. Früher wurde der Sand vielerorts in kleinen Gruben abgebaut und als Fegsand verwendet. Der Sand wurde hierbei in die Stuben gestreut und zusammen mit dem anhaftenden Staub wieder ausgekehrt („Stubensandstein“). Heute werden mürbe Sandsteine mit Baggern abgebaut und durch Mahlen und Waschen zu Sand aufbereitet. Dieser Sand wird z. B. als Zuschlag für den modernen Baustoff Beton verwendet und hat so heute den massiven Sandstein an wirtschaftlicher Bedeutung überholt.



Geröllführender Sand aus mürbem Burgsandstein in einer Sandgrube bei Pleinfeld (Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen)

Historische Steinbrüche Wernsbach

Geotop-Nr.: 576A001
Landkreis: Roth
Gemeinde: Georgensgmünd
TK 25: 6832 Heideck
Lage: R: 4433184 H: 5448981
Naturraum: Mittelfränkisches Becken
Gestein: Burgsandstein
 (Mittlerer Keuper)



Beschreibung:

Eines der bedeutendsten Steinbruchgebiete im Burgsandstein liegt östlich von Georgensgmünd zwischen Wernsbach und Mauk. Schon vor rund 500 Jahren wurde hier Sandstein gebrochen. In den 1930er Jahren kam der Abbau vollständig zum Erliegen, wurde aber nach dem Zweiten Weltkrieg noch einmal für einige Jahre aufgenommen, vor allem für den Wiederaufbau der zerstörten historischen Gebäude, auch im 40 km entfernten Nürnberg.

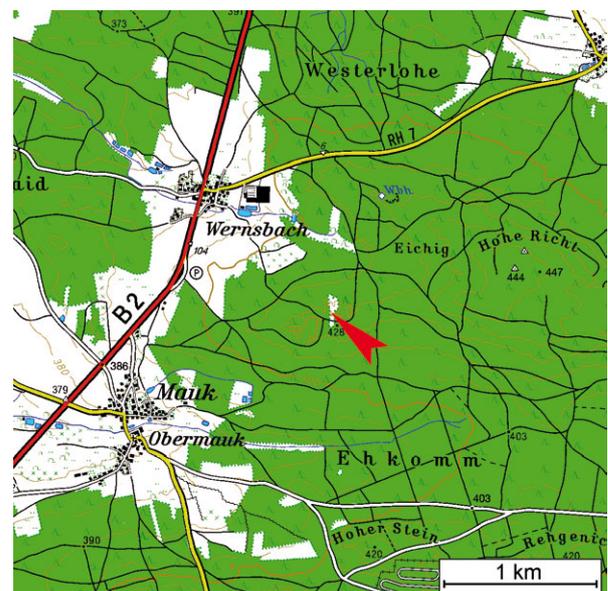
Mit ihren steilen Abbauwänden, lichten Sandflächen, künstlichen Hohlräumen und weitgespannten Steinbögen bilden die historischen Steinbrüche bei Wernsbach heute eine reizvolle Kulisse für Wanderungen und Ausflüge. Das weitläufige, sich über mehrere Quadratkilometer erstreckende Gelände bietet eine Vielzahl von Einblicken in die verschiedenen Gesteinstypen und die unterschiedliche Qualität des Bausteines, aber auch in die beschwerlichen Abbautechniken. So sind heute noch Bearbeitungsspuren zu finden, die zeigen wie mit einfachsten Mitteln Blöcke aus der Wand gelöst und anschließend auf die gewünschten Maße gebrochen wurden. Daneben sind auch Abbauspuren aus moderneren Zeiten zu sehen, als große Blöcke mit Reihenbohrungen aus der Wand gesprengt wurden.

Der Georgensgmünder Wanderweg Nr.2 („Steinbruchweg“) führt von Wernsbach aus durch das Steinbruchgebiet.

Schutzstatus: Landschaftsschutzgebiet
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: BERGER (1968)



Bearbeitungsspuren an den Bruchflächen in den historischen Steinbrüchen Wernsbach



Schicht für Schicht Erdgeschichte

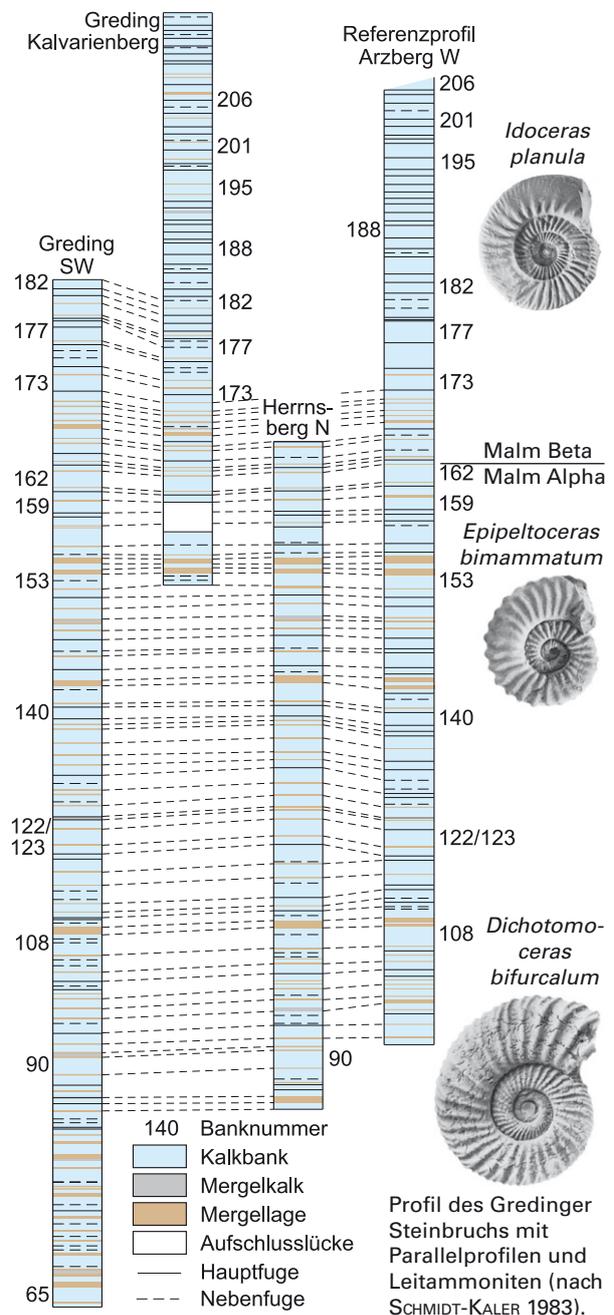
Viele heute selbstverständliche Erkenntnisse waren lange Zeit durchaus umstritten. So wurde z. B. das "stratigrafische Grundgesetz", wonach jede höhere Schicht über einer tieferen Schicht eine jüngere Bildung darstellt, erst im 17. Jahrhundert von NICOLAUS STENO formuliert. Wenn nun in verschiedenen Aufschlüssen immer wieder ähnliche Gesteinsabfolgen gefunden werden, kann man diese miteinander vergleichen und möglicherweise parallelisieren. Auf diese Weise ist es möglich, die Gesteinsabfolgen in einem Gebiet nicht nur als zeitgleich einzustufen, sondern auch über lange geologische Zeiträume aneinander zu fügen („Lithostratigrafie“). Daraus ergibt sich eine relative Zeitskala der Erdgeschichte.

Auch die Fossilien wurden zunächst nicht als versteinerte Überreste von Lebewesen angesehen, sondern als Spiele der Natur. Erst nachdem man sich mit den verschiedenen Gesteinsabfolgen und Fossilien eingehend beschäftigt hatte, wurde erkannt, dass manche Fossilien nur in bestimmten Gesteinshorizonten zu finden sind und damit Leitfossilien für einen begrenzten Zeitraum der Erdgeschichte darstellen („Biostratigrafie“).



Hangabrischkluft im aufgelassenen Steinbruch bei Greding

Die sehr exakte „Bank-für-Bank“ Vermessung, die in der Frankenalb an zahlreichen Aufschlüssen durchgeführt wurde, bildet eine wichtige Arbeitsgrundlage nicht nur für wissenschaftliche Zwecke (wie z. B. die Rekonstruktion des Ablagerungsraumes). Mit ihrer Hilfe lassen sich auch Gesteinsarten und Schichtmächtigkeiten in geplanten Trinkwasserbrunnen, Steinbrüchen oder Großbaustellen vorhersagen.



Kalksteinbruch Greding

Geotop-Nr.: 576A003
Landkreis: Roth
Gemeinde: Greding
TK 25: 6934 Beilngries
Lage: R: 4452050 H: 5433800
Naturraum: Südliche Frankenalb
Gestein: Untere Mergelkalke (Malm Alpha), Werkkalk (Malm Beta)

Beschreibung:

Im Steilhang südlich von Greding liegt ein aufgelassener Steinbruch, in dem auf 250 m Breite und ca. 20 m Höhe gebankte Kalke aufgeschlossen sind. Die Sohle des Bruchs ist stark verwachsen, die Wände sind aber gut erhalten und geben einen Einblick in die Gesteinsfolge des Unteren Malm (Oxford). Mit Hilfe der Bank-für-Bank Vermessung konnte die Schichtfolge mit anderen Profilen verglichen und parallelisiert werden. Die stratigrafische Einstufung der einzelnen Schichten ist dadurch sehr genau bekannt.

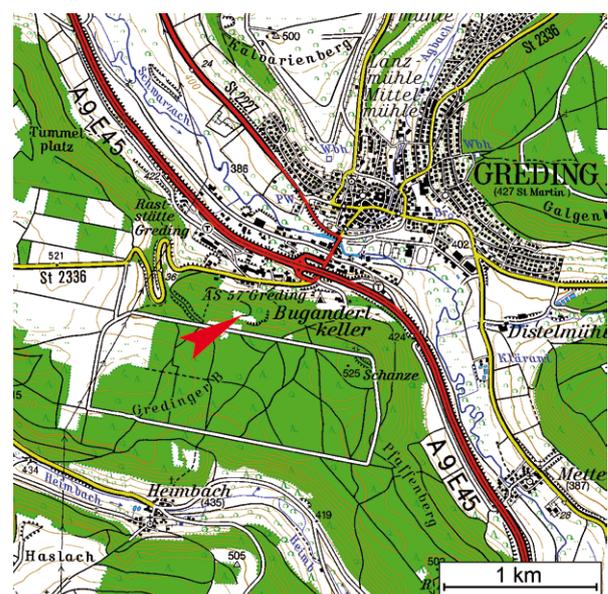
Der unterste – noch sehr mergelreiche – Teil des Malm Alpha eignete sich nicht zum Abbau und ist daher nicht aufgeschlossen. Das Profil beginnt mit Bank 64 in den bereits überwiegend kalkigen Schichten des Malm Alpha. Mit Bank 165 erfolgt der Übergang zum Malm Beta, der bis zur Bank 182 aufgeschlossen ist.

An der westlichen und östlichen Bruchwand sind jeweils hangparallele Klüfte angeschnitten, deren Öffnungsweite bis zu 1,5 m beträgt und die zum größten Teil mit Lehm und Gesteinsschutt verfüllt sind. Derartige Klüfte entstehen aufgrund der einseitigen Entlastung des anstehenden Gesteins nach der Eintiefung von Tälern. Die Öffnung der Klüfte geht üblicherweise sehr langsam vor sich, so dass die Hänge über lange Zeiträume hinweg stabil bleiben. Langfristig sind die Klüfte aber Schwachstellen und begünstigen unter anderem größere Hangbewegungen.

Schutzstatus: Naturpark
Geowiss. Bewertung: bedeutend
Literatur: STREIM (1960)
 SCHMIDT-KALER (1962)
 SCHMIDT-KALER (1983)



Die gebankten Kalke des Unteren Malms sind hier gut aufgeschlossen.



Karsthohlräume und Karstfüllungen

Die Karbonatgesteine, aus denen die Frankenalb aufgebaut ist, waren seit ihrer Entstehung mehrfach einer intensiven Verkarstung ausgesetzt. Auf diese Zeiten der Erosion folgten aber oft wieder Sedimentationsphasen. Am Beginn jeder neuen Ablagerungsperiode wurden die oberflächennahen Karsthohlformen mit jüngeren Sedimenten verfüllt. Im heutigen Landschaftsbild liegt daher die Mehrzahl der Karstformen unter dicken Deckschichten verborgen.

Die Karstfüllungen sind von Ort zu Ort sehr unterschiedlich ausgebildet. Meist handelt es sich um Residuallehme; es kommen aber auch Sande, Schotter und Süßwasserkalke vor. Häufig ist in den lehmigen Karstfüllungen Bohnerz angereichert. Dies sind kleine knollige Eisenkonkretionen, die während des Tertiärs unter tropischen Bedingungen im Verwitterungsboden entstanden sind und später in die Karsthohlräume umgelagert wurden. Der Abbau der leicht zu gewinnenden Bohnerze begann bereits in prähistorischer Zeit. Bis ins 19. Jahrhundert bildeten sie die Grundlage für eine bescheidene Eisenindustrie in der Südlichen Frankenalb (SCHMIDTILL 1939).

Durch die Abgrabung der Lehmfüllungen wurde stellenweise das ursprüngliche Karstrelief wieder freigelegt. Es wundert daher nicht, dass die Schürfrubenfelder in verblüffender



Geschichtete lehmige Karstfüllung mit unterschiedlichen Anteilen an Bohnerz (dunkle Komponenten)

Weise Dolinenfeldern gleichen. Ein besonders eindrucksvolles Beispiel bieten die Höllentrichter nordwestlich von Osterdorf (Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen). Hier wurden neben zahlreichen schüsselförmigen Hohlformen auch mehrere senkrechte Karstschächte freigelegt. Vermutlich wurde hier auch Ton für die Steinguterzeugung (Treuchtlinger Irdenware) abgebaut.



Durch Randwälle aus Abraum unterscheiden sich die Höllentrichter bei Osterdorf deutlich von Dolinen.

Paläokarstsystem am Euerwanger Bühl

Geotop-Nr.: 576H001
Landkreis: Roth
Gemeinde: Greiding
TK 25: 6933 Thalmässing
Lage: R: 4451020 H: 5431000
Naturraum: Südliche Frankenalb
Gestein: Tafelbankiger Dolomit bzw. zuckerkörniger Kalk (Malm Delta und Epsilon)

Beschreibung:

Der Euerwanger Bühl überragt mit seinen 595 m die umgebende Hochebene. Sein Kuppenbereich besteht aus gebankten Dolomiten des Malm Epsilon, die hangabwärts von geringmächtigen Hangschutt überlagert sind.

Am Südhang der Kuppe wurde bei der Gewinnung von Straßenschotter eine Höhlenruine angefahren, deren Inhalt von verschiedenen Wissenschaftlern bearbeitet wurde. Über eine Höhendifferenz von 30 m wurden insgesamt 15 Fundhorizonte mit Überresten von Tieren des Pleistozän und des Holozän identifiziert. In den älteren Ablagerungen wurden Reste von Großsäugern (Mammut, Pferd, Bison, Ren) gefunden, die möglicherweise von rißeiszeitlichen Jägern hinterlassen wurden. Die jüngeren Horizonte enthielten zahlreiche Kleinsäuger und Schneckenfaunen, die in das Würmglazial und in das Altholozän datiert werden konnten. Neben den Tierresten fanden sich auch Spuren von Lagerfeuern und Steinwerkzeuge aus dem frühen Mesolithikum (ca. 9000 bis 10.000 Jahre vor heute). Auffallend waren weiterhin große Vorkommen von Höhlensinter, die an verschiedenen Stellen in der Höhlenruine gefunden wurden. Radiometrische Datierungen ergaben für verschiedene Sinterplatten unterschiedliche Alter von 32.000, 174.000 und 180.000 Jahren.

Schutzstatus: nicht geschützt
Geowiss. Bewertung: bedeutend
Literatur: KOENIGSWALD & RÄHLE (1975)
 FORSTMAYER & SCHNITZER (1976, 1982)
 FORSTMAYER (1984)
 SCHMIDT-KALER (1987)



Durch die vielphasig eingebrachten Sedimente wurde das Paläokarstsystem am Euerwanger Bühl zu einem wichtigen Archiv der jüngsten Erd- und Menschheitsgeschichte.



Formen des Kalksinters

Jeder kennt den Kesselstein, der sich in Wasserkesseln und Kaffeemaschinen bildet. Die weißen Krusten entstehen aus im Wasser gelöstem Kalk, der sich bei der Erwärmung des Wassers ablagert. Auch in der Natur kommt es unter bestimmten Bedingungen vor, dass der zunächst im Wasser gelöste Kalk wieder ausfällt. Besonders vielfältig sind die Formen der Sinterbildungen in Karsthöhlen: Stalaktiten und Stalagmiten, Sinterröhrchen, Sinterfahnen und Sinterbecken sind nur einige Beispiele.

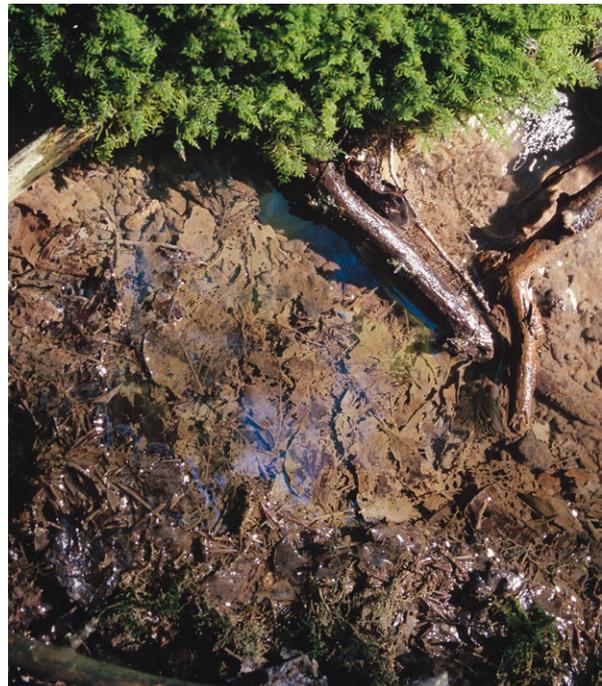
Unterhalb von Thermalquellen haben sich vielerorts mächtige Travertinlager entwickelt, die wegen ihrer einfachen Bearbeitung als Naturwerkstein geschätzt werden. In Bayern bildet sich an vielen kalkreichen, aber kalten Quellen der wesentlich porösere Kalktuff. Je nach Hangneigung sowie Kalkgehalt und Schüttung der Quellen entstehen Kalktuffablagerungen in unterschiedlichster Form.

Über flache Hänge können sich breite Quellbuckel legen; an senkrechten Gefällstufen wachsen dagegen weit überkragende Kalktuff-



Sinterbecken finden sich oft auch in Höhlen wie z. B. im Geisloch bei Münzinghof.

wasserfälle. Sehr kleine, aber konstant fließende Quellen lassen unter günstigen Umständen Steinernen Rinnen entstehen. Kaskadenartige Sinterterrassen finden sich dagegen auch in stärkeren Bächen.



Moose, Blätter, Äste und Schneckenhäuser – alles wird mit einer Kalkschicht überzogen. So entstehen quasi vor unseren Augen Versteinerungen.

Heinrichsgraben bei Untermässing

Geotop-Nr.: 576R003
Landkreis: Roth
Gemeinde: Greding
TK 25: 6933 Thalmässing
Lage: R: 4450000 H: 5438900
Naturraum: Südliche Frankenalb
Gestein: Kalktuff (Holozän), Untere Mergelkalke (Malm Alpha)

Beschreibung:

Der Talgrund der Schwarzach liegt bei Untermässing unterhalb von 400 m im untersten Dogger. Die umgebenden Hochflächen der Südlichen Frankenalb, auf denen hier vor allem gebankte Kalke und Mergel des Mittleren Malms anstehen, reichen bis über 550 m. Aufgrund der starken Zerklüftung und Verkarstung der Malmkalke versickert auf der Hochfläche das meiste Niederschlagswasser. Nur bei starkem Regen oder Schneeschmelze bilden sich am Rand der Hochfläche kurzzeitig Sturzbäche, deren Erosionskraft im Laufe der Erdgeschichte zahllose steile Kerbtälchen eintiefte.

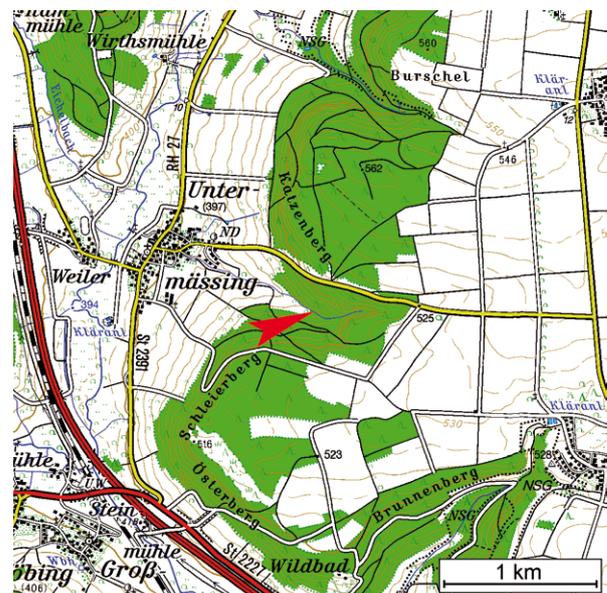
Der Heinrichsgraben ist eines dieser Tälchen, die den Rand der Malmhochfläche zergliedern. Der obere im Malmkalk verlaufende Teil des Grabens liegt normalerweise trocken. Erst dort, wo der Graben die grundwasserstauenden Mergel des untersten Malms anschneidet, tritt das Quellwasser des Schmiedackerbaches aus.

Aus dem kalkreichen Quellwasser wird laufend Kalktuff ausgeschieden, der Moose, Äste und Blätter umkrustet. Im mittleren Teil des Grabens hat der Kalktuff die Sohle des Tälchens auf einer Breite von ca. 10 m und in vermutlich mehreren Metern Mächtigkeit aufgefüllt. An kleinen Hindernissen bilden sich treppenförmig angeordnete Dämme aus Kalktuff, die äußerst leicht beschädigt werden können. Daher dürfen die zerbrechlichen und porösen Kalktuffablagerungen **keinesfalls betreten** werden! Denn für jeden Besucher sollte selbstverständlich sein, dass er auch dieses Naturdenkmal in dem Zustand verlässt, wie er es vorgefunden hat.

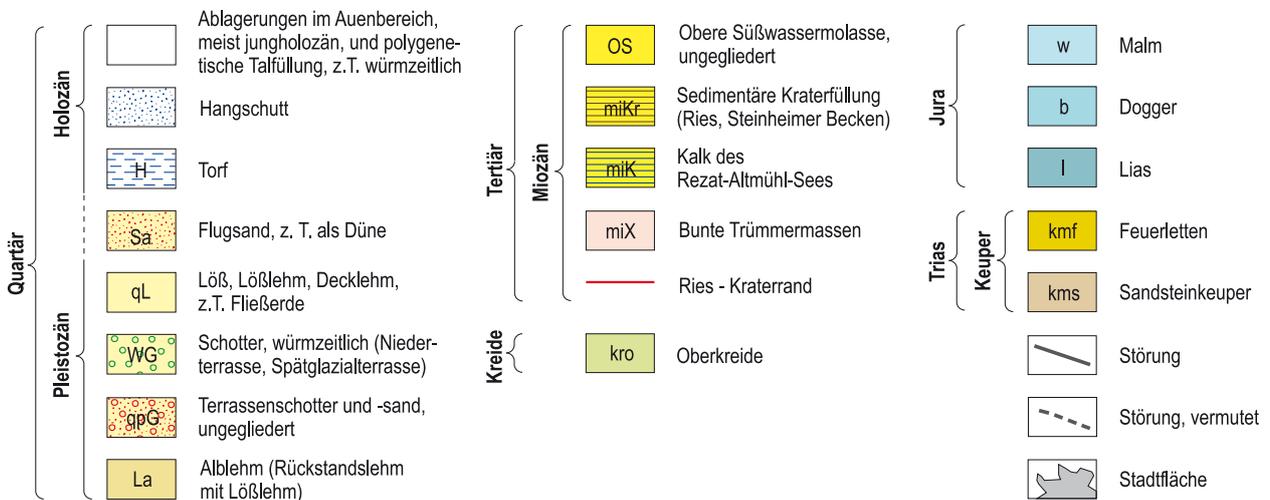
Schutzstatus: Naturdenkmal
Geowiss. Bewertung: bedeutend
Literatur: SCHMIDT-KALER (1987)



Im schattigen Heinrichsgraben reiht sich Sinterbecken an Sinterbecken.



Geotope in Mittelfranken



3.8 Weißenburg-Gunzenhausen

Der Nordteil des Landkreises gehört zu der Hügellandschaft des Mittelfränkischen Beckens und wird von den Gesteinen des Sandsteinkeupers geprägt. Südlich von Gunzenhausen liegt das Vorland der Südlichen Frankenalb, in dem Gesteine des Oberen Keupers und des Lias anstehen. Dieser Naturraum schließt die breiten Täler von Altmühl und Rezat ein. Mit den markanten Schichtstufen des Doggers und des Malms steigt im Süden schließlich die Südliche Frankenalb an. Der südwestlichste Teil des Landkreises zwischen Westheim und Polsingen hat Anteil am Meteoriteneinschlagskrater des Nördlinger Rieses.

Den höchsten Punkt des Landkreises bildet mit 656 m der Dürrenberg am Hahnenkamm östlich von Heidenheim. Die Hochfläche der Südlichen Frankenalb nimmt durchschnittlich eine Höhenlage um 550 m ein. Ihr nördliches Vorland und die Sandsteinkeuperregion liegen durchschnittlich um etwa 100 m tiefer. Die Altmühl durchquert den Landkreis mit relativ geringem Gefälle von Nordwest nach Südost und verlässt das Gebiet bei Solnhofen noch auf ca. 400 m in Richtung Donau. Die Rezat hat ihre Entwässerungsrichtung erst im Pleistozän umgekehrt (SCHMIDT-KALER 1976) und strömt nun mit stärkerem Gefälle nach Norden in Richtung Main und Rhein. Nördlich von Pleinfeld liegt ihr Bett schon unterhalb von 360 m.

Durch das Landkreisgebiet verläuft die Europäische Wasserscheide zwischen Donau und Rhein. Bereits KARL DER GROSSE erkannte, dass sich nördlich von Treuchtlingen die Flussgebiete von Donau und Rhein bis auf knapp zwei Kilometer einander annähern. Er ließ Arbeiten zum Bau eines Kanals beginnen, dessen Reste als einzigartiges geohistorisches Objekt noch heute bei dem Ort Graben zu besichtigen sind.

Das älteste Gestein im Landkreis ist der Coburger Sandstein aus dem Mittleren Keuper, der bei Altenmuhr zutage ansteht (BERGER 1970). Darüber folgen der Untere, Mittlere und Obere Burgsandstein mit den jeweiligen „Basisletten“ und „Zwischenletten“. Die insgesamt ca. 75 m mächtige Abfolge des Burgsandsteins bildet in weiten Teilen des nördlichen Land-

kreises den Untergrund; Aufschlüsse sind jedoch selten. Über dem Burgsandstein folgt der etwa 30 m mächtige Feuerletten, der als Ton-Mergelstein oder auch als Sandstein ausgebildet sein kann. Die Unterscheidung von den über- und unterlagernden Gesteinen ist daher schwierig, zumal Aufschlüsse auch hier nicht häufig sind. Der Sandstein der Rhät-Lias-Übergangsschichten, der im nördlichen Mittelfranken oft markante Schichtstufen und Felsen bildet, fehlt im Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen. Offenbar lag das Gebiet während des obersten Keupers und des untersten Lias außerhalb des Sedimentationsbeckens. VIOHL (1969) postulierte für diesen Zeitraum die Existenz der so genannten „Weissenburger Schwelle“, eines Hochgebietes, das der Abtragung unterlag.

Ab dem Lias Alpha 2 setzte die Sedimentation mit geringmächtigen marinen Sand- und Tonsteinen wieder ein. Die fossilreichen, insgesamt bis ca. 40 m mächtigen Ton- und Mergelsteine des Lias Delta bis Zeta nehmen weite Teile des flachhügeligen Albvorlandes ein. Darüber folgt der fossilarme dunkle Opalinuston des Dogger Alpha mit ca. 75 m Mächtigkeit. Der ca. 40 m mächtige Eisen-sandstein (Dogger Beta) leitet den Anstieg zur Südlichen Frankenalb ein. An mehreren Orten wie z. B. bei Heidenheim und Spielberg



Felsenkeller im Doggersandstein in Thalmannsfeld

wurden in historischer Zeit dünne Eisenerzflöze im Eisensandstein abgebaut. Die wechselhaften und geringmächtigen Gesteine des Mittleren und Oberen Doggers bilden oft eine Verebnungsfläche zwischen den Steilanstiegen des unterlagernden Eisensandsteins und des überlagernden Malms.

Im untersten Malm wechseln Kalkbänke mit mächtigen Mergellagen ab. Die gut gebankten Werkkalke des Malm Beta weisen dagegen nur wenige dünne Mergellagen auf. An einzelnen Orten wie z. B. östlich von Heidenheim entwickelten sich bereits ab dem Unteren Malm massige Schwammriffe (SCHMIDT-KALER 1970). Im Malm Gamma wechseln sich wieder mächtige Mergellagen mit Kalkbänken ab. Darüber folgt der Treuchtlinger Marmor mit seinen typischen, durchschnittlich etwa 1 m mächtigen Kalkbänken. Dieser wird häufig von massigen Kalken und Dolomiten überlagert, die an den Hängen des Altmühltals und seiner Nebentäler oft als Einzelfelsen hervortreten. Große Riffzüge erstreckten sich zwischen Mörsnheim und Bieswang sowie nördlich und südwestlich von Pappenheim (MEYER 1977). Im restlichen Gebiet bildeten sich dickbankige Schwammkalke, die ebenfalls teilweise dolomitisiert wurden. Im Oberen Malm ging die Ausdehnung der Massenfaziesgebiete wieder zurück. Zwischen den Riffgebieten entstanden lagunenartige Wannen, in denen dünnbankige Kalke abgelagert

wurden. Hier entstanden auch die Solnhofener Plattenkalke, die aufgrund ihrer hervorragenden Fossilhaltung weltweit bekannt sind.

Im obersten Malm wurde das Gebiet zum Festland und war während der Kreidezeit der Abtragung ausgesetzt. In den Karbonatgesteinen des Malms entstanden Karsthohlformen. Die Abtragung wurde zeitweise unterbrochen durch die Ablagerung der fluviatilen Schutzfelschichten, die in kleinen Resten erhalten geblieben sind, wie z. B. am Hummelberg südlich von Solnhofen sowie im Raum Osterdorf-Haardt. Der cenomane Meeresvorstoß ist nur durch wenige fossilführende Sandsteinblöcke auf der Hochfläche südlich von Solnhofen belegt (SCHNEID 1914).

Nach wie vor ungeklärt ist die Zugehörigkeit der fossilfreien Sandsteinblöcke, die nach ihrem Hauptvorkommen als „Döckinger Quarzite“ bezeichnet werden. Ihre bevorzugte Lage in Karsthohlformen und ihre Gesteinsausbildung erinnert an oberkretazische Sandsteine (SCHNEID 1914, SCHMIDT-KALER et al. 1970). Andere Autoren halten die Döckinger Quarzite für Keupersandsteine, die durch den Ries-Impakt ausgeworfen und auf die Albhochfläche verfrachtet wurden (z. B. WEBER 1941).

Gesteine des Tertiärs sind im Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen in einer außer-



Das Alter und die Entstehungsgeschichte der „Döckinger Quarzite“ ist noch umstritten.



Bei Weißenburg bildet der Albtrauf eine markante Schichtstufe.

gewöhnlichen Vielfalt vorhanden. Alttertiäre Verwitterungslehme bedecken die Hochflächen der Frankenalb und bilden zahlreiche Karstfällungen, die oft reiche Fundstellen von Wirbeltierfossilien darstellen (z. B. DEHM 1961, HEISSIG 1983). Die Bohnerze haben sich in den Karstfällungen teilweise angereichert und wurden bis ins 19. Jahrhundert als Rohstoff für die Eisenerzeugung genutzt. Im unteren Mittelmiozän überlagerten Tone, Sande und Süßwasserkalke der Oberen Süßwassermolasse die Albhochfläche. Reste dieser Gesteine sind bei Bieswang erhalten geblieben.

Nach dieser Sedimentationsphase schnitt sich ein Vorläufer des Urmains, der durch das heutige Rednitztal nach Süden floß, in die Alb ein und schuf zwischen Treuchtlingen und Donauwörth ein tiefes Tal (BADER & SCHMIDT-KALER 1977). Diese Erosionsphase wurde durch den Einschlag des Ries-Meteoriten vor ca. 15 Millionen Jahren schlagartig beendet. Die ausgeworfenen Trümmernmassen verfüllten die Täler und Karsthohlformen in weitem Umkreis. Reste der Trümmernmassen sind im südwestlichen Teil des Landkreises relativ häufig zu finden. Vor allem dort, wo durch die Verwitterung harte Malmkalkschollen aus dem sonst meist sandig-tonigen Gesteinsgemisch herauspräpariert wurden, entstanden markante Kuppen.

Über die Trümmernmassen legte sich der Suevit – eine glashaltige, meist graue Brekzie. Bei Polsingen tritt eine Besonderheit auf: der „Rote Suevit“ – ein Impaktschmelzgestein mit Bruchstücken des kristallinen Grundgebirges in einer feinkörnigen und blasenreichen Grundmasse.

Die Plombierung des Talsystems durch die Auswurfmassen führte dazu, dass sich rund um Treuchtlingen ein riesiger natürlicher Stausee, der „Rezat-Altmühl-See“, bildete (BIRZER 1969). Kleine Reste seiner Sedimentfüllung finden sich an vielen Orten im Landkreis. Als der See schließlich weitgehend mit Sedimenten verfüllt war, lagerten die von Norden kommenden Flüsse teilweise bis in Höhenlagen über 500 m auf der Albhochfläche die „Monheimer Höhengsande“ sowie „Hochschotter“ ab.

Erst im Altpleistozän erfolgte wieder eine verstärkte Taleintiefung und Abtragung der älteren Sedimente. Im Mittelpleistozän kehrte die Rezat ihre Laufrichtung um und fließt seitdem nach Norden. Das Tal zwischen Treuchtlingen und Ellingen füllte sich mit mächtigen Lehm-, Sand- und Schotterablagerungen. In jüngerer geologischer Vergangenheit wurden örtlich begrenzt Hangschutt, Löß und Lößlehm, Schuttkegel und Kalktuff gebildet.

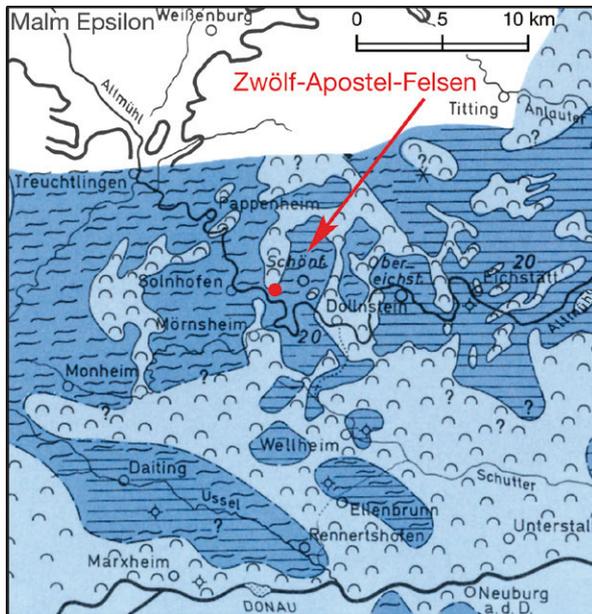
Die Zwölf-Apostel-Felsen – vom Riff zum Felsen



Markante Dolomittfelsen der Massenfazies im Malm Delta prägen das Landschaftsbild im Altmühltal. Felsbildungen finden sich überall dort, wo das Tal die ehemaligen Riffgebiete durchquert. Die „Zwölf Apostel“ östlich von Solnhofen sind ein Teil des Mörnsheim–Bieswanger Riffzuges. Dort, wo die Hänge des Altmühltals nicht von Felsen gesäumt werden, stehen meist geschichtete Gesteine an, die vom Fluss sehr viel leichter ausgeräumt werden konnten. Bei den heute isoliert stehen-

den Felstürmen handelte es sich ursprünglich aber nicht um getrennte Einzelriffe, sondern um einen zusammenhängenden, weitgespannten und flachwelligen Riffhügel, der sich etwa 20 Meter über den Kalkschlamm am damaligen Meeresboden erhob. Er trennte den Ablagerungsraum der Bank- und Plattenkalke von Solnhofen von den Plattenkalkgebieten von Schönfeld und Haunsfeld.

Die einzelnen Felstürme der Zwölf-Apostel-Felsen entstanden erst im Quartär, als sich das Tal stark eintiefte und der ehemals zusammenhängende Riffkomplex entlang senkrechter Klüfte, an denen die Verwitterung besonders gut angreifen konnte, in Einzelfelsen zerlegt wurde.



Verteilung von Riffen und Lagunen im Meer des Malm Epsilon (nach MEYER & SCHMIDT-KALER 1989)



Geologischen Situation an den Zwölf-Apostel-Felsen (nach MEYER & SCHMIDT-KALER 1983). Die girlandenartige Hohlkehle der Oberen Mergelplatte (OMP), die sich von Felsen zu Felsen verfolgen lässt, zeichnet den flachwelligen Bau des Riffkomplexes nach. Sie markiert ein Ereignis, bei dem es im Riff zu veränderten Wachstumsbedingungen kam. Flach verlaufende Bankungsfugen am Kopf der Felsen zeigen, dass das untermeerische Relief aber schon bald darauf wieder ausgeglichen war.



Die Zwölf-Apostel-Felsen im Altmühltal markieren den Verlauf eines Riffzuges im Malm.

Dolomitbruch Bieswang

Geotop-Nr.: 577A001
Landkreis: Weißenburg-Gunzenhausen
Gemeinde: Pappenheim
TK 25: 7032 Bieswang
Lage: R: 4428850 H: 5421000
Naturraum: Südliche Frankenalb
Gestein: Riffdolomit, Plattendolomit
 (Malm Delta – Zeta)

Beschreibung:

Der aufgelassene Dolomitbruch weist eine Länge von etwa 250 m, eine Breite von 100 m und eine Höhe von ca. 30 m auf. Das umzäunte Gelände (**Absturzgefahr!**) ist von der Westseite her zugänglich. Trotz zunehmenden Bewuchses bieten die Wände immer noch einen besonders guten Einblick in die Entwicklung der Schwammriff-Fazies des Mörsnheim-Bieswanger Riffzuges.

Im tiefsten Teil des Bruches ist massiger Dolomit aus dem Malm Delta aufgeschlossen. Darüber entwickelten sich im Malm Epsilon dickbankige Dolomite neben kleinen eigenständigen Riffkuppeln. Die Grenze zwischen Malm Epsilon und Malm Zeta bildet die mergelige „Rote Lage“. Anhand dieser ist zu erkennen, dass die Böschungen der Riffkuppen bis 25° steil einfallen und auf engem Raum zwischen Riff und Becken ein Reliefunterschied von bis zu 13 m besteht. Im Verlauf des Malm Zeta starben die Riffe ab und wurden von Plattendolomiten überlagert.

Nur an wenigen Aufschlüssen kann die Entwicklung der Massenzonierung im Oberen Malm ähnlich gut studiert werden wie in diesem aufgelassenen Steinbruch. Dolomitfelsen des Malm-Delta finden sich zwar häufig, aber die darüber folgenden, weniger verwitterungsresistenten Gesteine sind nur selten aufgeschlossen.

Schutzstatus: Naturpark
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: MEYER (1977)
 SCHMIDT-KALER (1990)



Trotz des zunehmenden Bewuchses ist das Gestein noch gut aufgeschlossen.



Treuchtlinger Marmor

Während des Malm war Süddeutschland von einem tropischen warmen Flachmeer bedeckt. Zwischen Riffzügen entstanden geschichtete Kalkgesteine, die heute als Rohstoffe begehrt sind. Aus dem Malm Delta (vor etwa 150 Millionen Jahren) stammt ein dickbankiger, fossilreicher Jura-Kalkstein, der unter dem Namen „Treuchtlinger Marmor“ bekannt ist. Hierbei handelt es sich nicht um echten Marmor im petrografischen Sinn, also kein metamorphes Karbonatgestein, das unter hohen Druck- und Temperaturbedingungen umkristallisiert wurde. „Treuchtlinger Marmor“ ist ein besonders dichter, dickbankiger Kalkstein, der sich zum Polieren eignet.

Tonlagen zwischen den Kalkbänken gliedern das Gestein in 50 cm bis maximal 150 cm dicke Bänke und erleichtern den Abbau; dadurch wurde er schon in früheren Zeiten als massiver Baustein und Werkstein verwendet. Auch heute noch werden entlang der natürlichen Klüftung möglichst schonend Quader von einigen Kubikmetern Größe aus dem Verband gelöst, die dann zu Fensterbänken, Treppenstufen, Bodenplatten usw. gesägt und poliert werden.

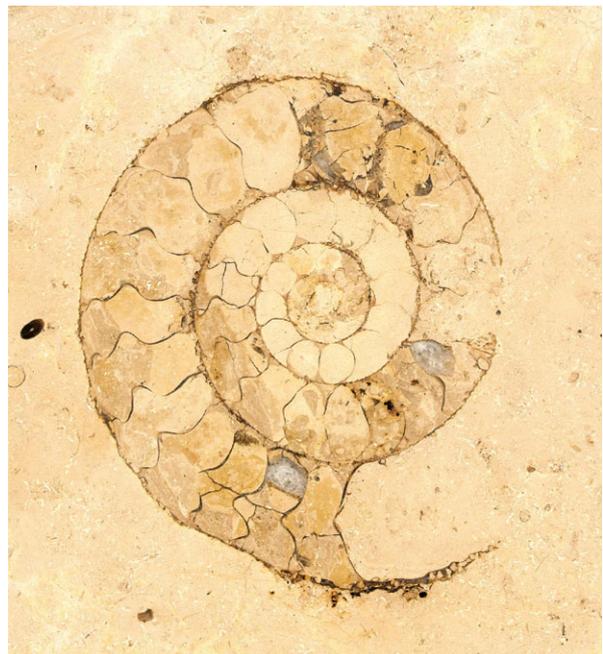


Zwischen Riffgesteinen wurde über dünnplattigen Mergelkalken des Malm Gamma der dickbankige „Treuchtlinger Marmor“ abgelagert.



Aufgelassener Steinbruch im dickbankigen „Treuchtlinger Marmor“ nördlich von Osterdorf

Die Natursteine werden häufig auch als „Jura-marmor“ gehandelt. Aufgrund der äußerst weiten Verbreitung hat vermutlich jeder schon einmal – vielleicht auch unbewusst – eine Fensterbank oder eine Treppenstufe aus „Treuchtlinger Marmor“ gesehen.



In den polierten Platten des „Treuchtlinger Marmors“ zeigen sich oft auch Ammoniten (vielleicht werden Sie ja in Ihrem Treppenhaus fündig).

Steinbruch südlich von Rothenstein

Geotop-Nr.: 577A005
Landkreis: Weißenburg-Gunzenhausen
Gemeinde: Weißenburg i. Bay.
TK 25: 7032 Bieswang
Lage: R: 4431100 H: 5425450
Naturraum: Südliche Frankenalb
Gestein: Treuchtlinger Marmor
 (Malm, Delta)

Beschreibung:

In dem aufgelassenen Steinbruch ist der dickbankige Treuchtlinger Marmor in seiner typischen Ausbildung aufgeschlossen. Die Schichtung ist sehr konstant und kann mit Hilfe von einzelnen Leithorizonten über weite Strecken mit anderen Profilen korreliert werden. Im unteren Teil des Bruches findet sich die so genannte „Gebülmte Bank“, in der auf charakteristische Weise dunkle Algenkrusten mit hellem feinkörnigen Kalk wechsellagern. Im mittleren und oberen Teil der Bruchwände sind mit der Unteren und Oberen Mergelplatte zwei weitere Leithorizonte aufgeschlossen.

In diesem Aufschluss kann auch die starke Verkarstung des Gesteins gut studiert werden. Entlang der Kluftsysteme entstand unter tropischen Bedingungen im Alttertiär ein netzartiges Labyrinth von Höhlengängen. Dieses wurde später mit rötlichbraunem Verwitterungslehm weitestgehend wieder verfüllt. Die Karstfüllungen enthalten oft Überreste von Tieren, die in den ehemaligen Höhlen lebten (z. B. kleine Nagetiere) oder in die Höhlen abstürzten. Insbesondere die Steinbrüche im Treuchtlinger Marmor haben zahlreiche Karstfüllungen mit Überresten von tertiären und eiszeitlichen Tieren aufgeschlossen. In Rothenstein wurden beispielsweise Überreste von Elefanten- und Nashorn-artigen Tieren aus dem Oberen Miozän gefunden. Interessant ist hierbei, dass dieses Karstsystem offenbar erst deutlich nach dem Ries-Impakt verfüllt wurde.

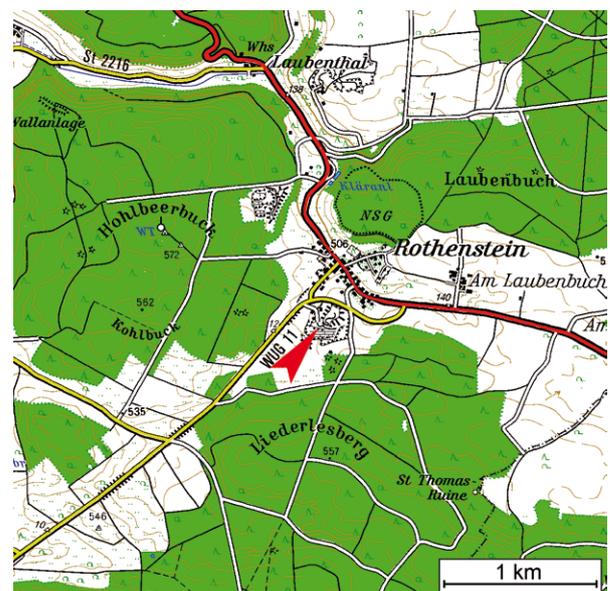
Schutzstatus: nicht geschützt
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: HEISSIG (1978)
 BERGER (1986)
 SCHMIDT-KALER (1990)



Der dickbankige Treuchtlinger Marmor ist ein begehrter Naturwerkstein.



Auf den Steinbruchsohlen ist das Gangmuster der lehmverfüllten Karstsysteme zu erkennen.



Plattenkalke – begehrter Rohstoff und Archiv der Evolution

Im Oberen Malm änderten sich die Umweltbedingungen. Zwischen den Riffgebieten bildeten sich nun einzelne Lagunen mit teilweise sehr lebensfeindlichen Bedingungen. Hier entstanden die weltbekannten Solnhofener Plattenkalke. Durch ihre besonderen Eigenschaften eignen sie sich für die Herstellung von Lithografieplatten ebenso wie für dekorative Boden- und Wandverkleidungen. Die Lithografie, ein von Alois Senefelder 1798 eingeführtes Steindruckverfahren, revolutionierte die Drucktechnik.

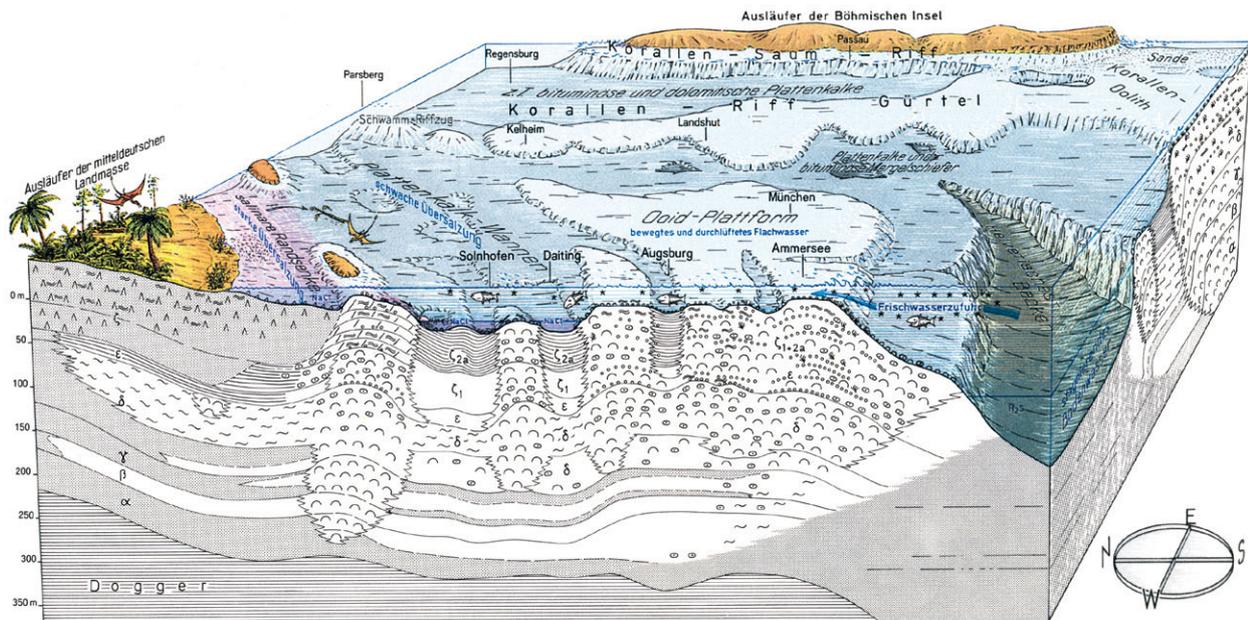


Lithografieplatte aus Solnhofener Plattenkalk

Der Abbau der zerbrechlichen Platten erfolgt seit alters her von Hand, wodurch letztlich die meisten Fossilienfunde erst möglich wurden. Fossilien sind in den Plattenkalken zwar ausgesprochen selten, weisen aber oft einen hervorragenden Erhaltungszustand auf. Sie ermöglichen es, ein detailliertes Bild des Lebens im Oberen Malm zu rekonstruieren (BARTHEL 1978). Es ist wichtig, aufgelassene Steinbrüche in den Solnhofener Plattenkalken offen zu halten, da nur auf diese Weise auch in Zukunft neue wissenschaftliche Erkenntnisse über die Gesteine, ihre Entstehungsbedingungen und das damalige Leben gewonnen werden können.



Quastenflosser *Holophagus* (Foto: G. LOTH)



Blockbild des Jura-Meeres (Malm Zeta) mit Schnitt durch Riffplattformen, die hauptsächlich aus Schwämmen und Onkoiden aufgebaut sind, und die dazwischen liegenden Wannen, in denen sich feingeschichteter Plattenkalk oder dicke Bankkalke absetzten.

Plattenkalke Langenaltheim

Geotop-Nr.: 577A008
Landkreis: Weißenburg-Gunzenhausen
Gemeinde: Langenaltheim
TK 25: 7131 Monheim
Lage: R: 4424430 H: 5417480
Naturraum: Südliche Frankenalb
Gestein: Solnhofener Schichten (Malm Zeta)



Beschreibung:

In der Altmühlalb liegt eine Fossilfundstelle von Weltgeltung: Die Solnhofener Plattenkalke vermitteln uns Kenntnisse über mehr als 700 Arten, die zur Zeit des oberen Jura lebten. Das berühmteste Fossil der Plattenkalke ist der „Urvogel“ *Archaeopteryx*. Alle zehn bisher bekannten Exemplare sowie ein einzelner Federabdruck stammen aus der Altmühlalb (drei davon von der Langenaltheimer Haardt). *Archaeopteryx* wird als Bindeglied der Evolutionskette zwischen Reptilien und Vögeln und damit als ein Beleg für die Evolutionstheorie von Charles Darwin angesehen.

Im Gebiet zwischen Solnhofen, Langenaltheim und Mörnsheim liegt eines der bedeutendsten Abbaureviere von Plattenkalken. Am Rand des großen Steinbruchrevieres auf der Langenaltheimer Haardt befindet sich ein Aussichtspunkt, der Einblicke in den Steinbruchbetrieb ermöglicht. Eine Schautafel informiert über die Bildung der Plattenkalke und der Fossilien. Zahlreiche weitere Steinbrüche befinden sich in der näheren Umgebung. Da fast alle Steinbrüche in Betrieb sind und die Fossilien Eigentum der Grundbesitzer sind, dürfen diese Steinbrüche nicht ohne das Einverständnis der Betreiber betreten werden!

In der Umgebung befinden sich aber auch mehrere Steinbrüche, die für Sammler frei gegeben sind. Informationen hierzu sind bei den Touristeninformationen der Gemeinden und des Naturparks Altmühltal erhältlich.

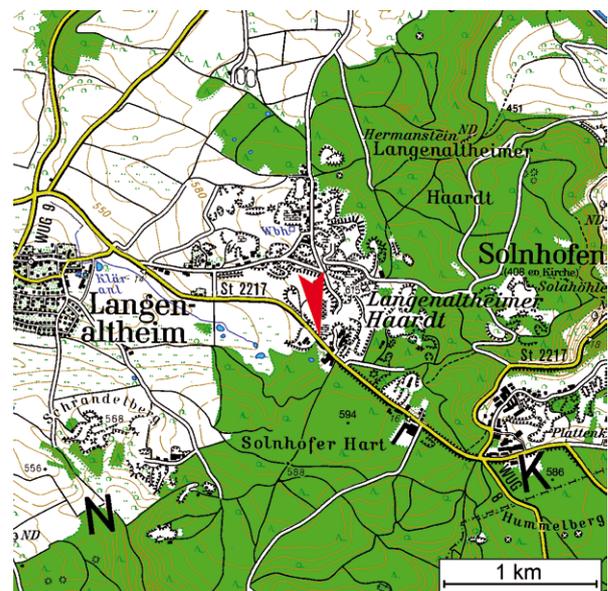
Schutzstatus: Naturpark
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: SCHMIDT-KALER (1997)



Dünnbankige Plattenkalke wurden und werden auf der Langenaltheimer Haardt abgebaut. (Foto: G. LOTH)



Das Skelett mit Federabdrücken des *Archaeopteryx bavarica* wurde 1992 auf der Langenaltheimer Haardt gefunden (Foto: Paläontologisches Museum München).



Zeugnisse einer Naturkatastrophe

Das Nördlinger Ries ist einer der besterhaltenen großen Impaktkrater auf der Erde. Mit dem Einschlag eines Stein-Meteoriten im Mittleren Miozän wurde eine Naturkatastrophe von unvorstellbarem Ausmaß ausgelöst, die bis heute die Landschaft prägt. Die Vorgänge, die sich kurz nach dem Einschlag ereigneten, werden hier seit Jahrzehnten intensiv erforscht.

Viel diskutiert wurde die Mechanik des Auswurfs der „Bunten Trümmersmassen“. Bei diesen handelt es sich um wild durchgemengte Bruchstücke der verschiedenen Gesteine, die vor dem Impakt im Kraterbereich anstanden. Sie wurden in einer gleitenden Bewegung (CHAO 1976) mit hoher Geschwindigkeit auf das Umland überschoben, wobei Täler aufgefüllt wurden. In hochgelegenen Gebieten entstand durch die Bewegung der Trümmersmassen auf den anstehenden Gesteinen eine „Schlifffläche“, deren Striemen vom Krater weg weisen.

Bis etwa 50 Kilometer im Umkreis des Ries bildeten die Bunten Trümmersmassen eine zusammenhängende Decke. Von den kompakteren Malm-Gesteinen wurden sogar



Die Striemung der glattpolierten Schlifffläche zeigt die Transportrichtung der Trümmersmassen an.

große Schollen bis über zehn Kilometer weit ins Vorland transportiert. Aufgrund ihrer Verwitterungsbeständigkeit ragen diese Malm-schollen heute oft als Kuppen aus den umgebenden Trümmersmassen. Die starke Beanspruchung des Gesteins beim Transport macht sich in einer intensiven Brekzierung, der so genannten Vergriesung, bemerkbar.



Im Steinbruch Gundelsheim sind die Schlifffläche im Malmkalk und die darüber gegliederten Trümmersmassen deutlich sichtbar.

Suevitbruch Polsingen

Geotop-Nr.: 577A009
Landkreis: Weißenburg-Gunzenhausen
Gemeinde: Polsingen
TK 25: 7030 Wolferstadt
Lage: R: 4405250 H: 5420800
Naturraum: Südliche Frankenalb
Gestein: Roter Suevit (Miozän)

Beschreibung:

Vor etwa 15 Millionen Jahren durchschlug der Ries-Meteorit die mehrere hundert Meter dicken Sedimentschichten an der Nahtstelle der Fränkischen und Schwäbischen Alb bis zum Grundgebirge. Durch die dabei kurzzeitig aufgetretenen extrem hohen Drücke und Temperaturen wurde das Gestein bis in das Grundgebirge teilweise aufgeschmolzen bzw. brekziiert. Neben dem bekannten Suevit, einer grauen Brekzie mit wechselnd hohem, aber immer vorhandenen Glasanteil, entstand dabei der „Rote Suevit“, ein Impaktschmelzgestein mit typischer roter Färbung.

Am südwestlichen Ortsrand von Polsingen liegt ein kleiner aufgelassener Steinbruch mit dieser besonderen Impaktit-Varietät. Dort findet sich eine etwa vier Meter mächtige, massige Lage aus Impaktschmelzgestein. Sie besteht vorwiegend aus einer rötlichen, glasreichen, feinkörnigen und blasenreichen Grundmasse mit zahlreichen Kristallinfragmenten, vorwiegend Granit. Damit unterscheidet sich der „Rote Suevit“, der sonst nur noch in Amerbach zu finden ist, von den üblichen Suevit-Vorkommen im Nördlinger Ries. Im Gegensatz zu den Suevititen enthalten diese Gesteine keine Glasbomben („Flädle“) und keine sedimentären Komponenten. Daher wird angenommen, dass der „Rote Suevit“ ausschließlich aus Kristallingesteinen des Moldanubischen Grundgebirges gebildet wurde. Die rote Färbung der Gesteine ist auf akzessorischen Hämatit zurückzuführen.

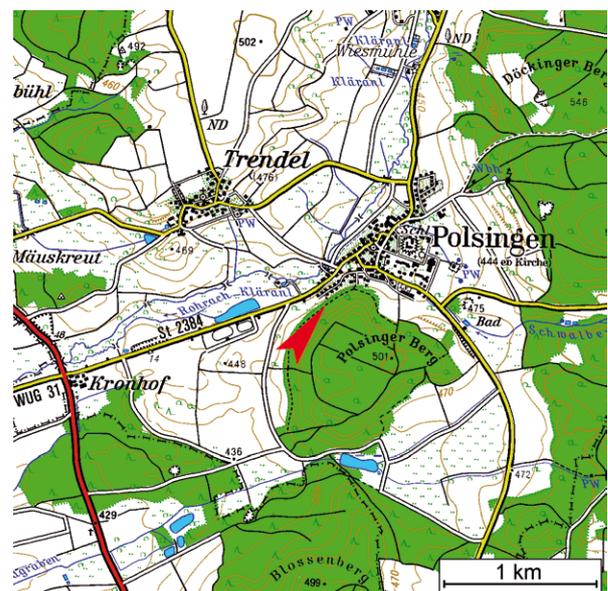
Schutzstatus: Naturdenkmal
Geowiss. Bewertung: besonders wertvoll
Literatur: ENGELHARDT et al. (1969)
 SCHMIDT-KALER et al. (1970)
 CHAO et al. (1992)
 HÜTTNER & SCHMIDT-K. (1999)
 SCHMIEDER & BUCHNER (2008)



Im häufig besuchten, aufgelassenen Steinbruch erklärt eine Erläuterungstafel die geologische Besonderheit.



Der „Rote Suevit“ im Steinbruch Polsingen ist besonders reich an Glas mit Gasblasen.



Empfindliche Touristenattraktionen: Steinerne Rinnen

Am Nordrand der Südlichen Frankenalb herrschen optimale Bedingungen für die Entstehung von Kalktuff: Aus zwei Haupt-Quellhorizonten treten zahlreiche kleine kalkreiche Quellen aus; das starke Gefälle an der Schichtstufe begünstigt die Kalkfällung. Insbesondere rund um den Hahnenkamm, aber auch an anderen Orten, sind als besondere Form der Kalktuffabscheidung so genannte Steinerne Rinnen entstanden.

Diese Kuriosität, bei der sich das Wasser nicht wie sonst üblich erosiv in den Untergrund einschneidet, sondern sein Bett durch die Kalkabscheidung über die Umgebung hinauswachsen lässt, lockt an einigen Orten viele Naturfreunde und Touristen an. Dieses berechtigte Interesse bringt allerdings auch manche Probleme mit sich.

Der Boden in der Umgebung der Steinernen Rinnen ist meist weich und sumpfig. Besucher hinterlassen hier zwangsläufig tiefe Trittschneisen oder – was noch schlimmer ist – benutzen den Kalktuffdamm selbst als einzig festen Weg. Der poröse Kalktuff wird auf diese Weise rasch zerstört, die feine Rinne zerstört. Dadurch wird das natürliche „Wachstum“ dieser Bildung empfindlich gestört.

Zum Schutz der vielbesuchten Rinnen muss daher unbedingt ein fester Weg angelegt werden, wobei sich Holzstege als schonendste Lösung bewährt haben. Trotzdem werden manche Rinnen von rücksichtslosen Besuchern beschädigt. Hat das Wasser jedoch einmal die Rinne verlassen, so fällt sie trocken und es wird Jahrhunderte dauern, bis eine neue entstanden ist. Es ist wichtig,



Südöstlich von Oberweiler beginnt eine kleine Steinerne Rinne zu wachsen.

entstandene Schäden zu reparieren, sofern die Eingriffe gering gehalten werden. Den Zielen des Geotopschutzes völlig entgegengesetzt sind jedoch Bemühungen, die Rinnen auf weite Strecken mit Holz, Bruchsteinen und Beton künstlich zu erhöhen, um damit ihre Anziehungskraft auf Touristen zu steigern. Auf diese Weise wurde leider in der Vergangenheit die natürliche Entwicklung einiger Steinerner Rinnen massiv gestört.



Künstliche Aufmauerungen an der Steinernen Rinne bei Wolfsbronn – Negativbeispiel einer Pflegemaßnahme

Steinerne Rinne bei Rohrbach

Geotop-Nr.: 577R004
Landkreis: Weißenburg-Gunzenhausen
Gemeinde: Ettenstatt
TK 25: 6932 Nennslingen
Lage: R: 4430620 H: 5435380
Naturraum: Südliche Frankenalb
Gestein: Kalktuff (Holozän)

Beschreibung:

Der Nordrand der Südlichen Frankenalb ist allgemein als eine markante Schichtstufe ausgebildet. Auch südlich von Rohrbach wird auf engem Raum innerhalb von 130 Höhenmetern die gesamte Schichtfolge vom Unteren Dogger (Unter-Aalen) bis in den Mittleren Malm (Unter-Kimmeridge) durchquert. Den Talboden und den unteren Teil des Hanges bildet der grundwasserstauende Opalinuston. Darüber entspringt aus dem klüftigen und porösen Dogger-Eisensandstein die kalkreiche Quelle der Steinernen Rinne. Über dem Eisensandstein folgt mit den Gesteinen des Mittleren und Oberen Dogger wieder eine überwiegend wasserstauende Schichtfolge. Diese wird überlagert von den klüftigen und teilweise verkarsteten Kalksteinen des Malms, die einen weiteren bedeutenden Quellhorizont bilden. Auch südlich von Rohrbach entspringen aus diesen Gesteinen mehrere kleine Quellen.

Der Kalktuff-Damm, den sich das Rinnsal an der Steinernen Rinne bei Rohrbach geschaffen hat, ist etwa 60 m lang und stellenweise bis 1,5 m hoch. Die Kalkausfällung ist bei relativ steilem Gefälle besonders stark, da hier durch das turbulente Fließen viel CO₂ abgegeben wird. Auch die Moose, die auf dem feuchten Kalktuff einen idealen Standort gefunden haben, tragen zur Kalkfällung bei.

Ein Holzsteg ermöglicht den Besuch der Rinne, ohne im weichen Boden Tritts Spuren zu hinterlassen.

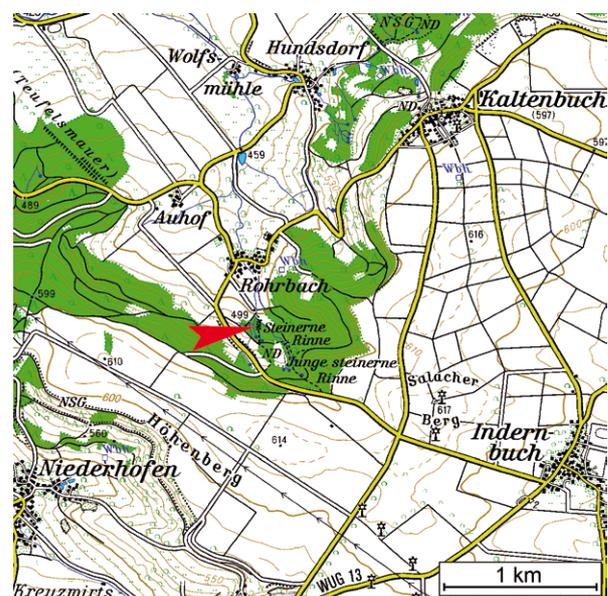
Schutzstatus: Landschaftsbestandteil
Geowiss. Bewertung: wertvoll
Literatur: DORN (1928)
 SCHMIDT-KALER (1971)



Laufende Überkrustung von Moosen ist ein wesentlicher Wachstumsfaktor für die Steinernen Rinnen.



Ein fester Steg ermöglicht den problemlosen Besuch der Steinernen Rinne von Rohrbach.



Ringens um den Kanal

Bei Treuchtlingen nähern sich die Flusssysteme von Donau und Main bis auf wenige Kilometer. Dort begann man bereits vor über 1200 Jahren mit dem Bau eines Kanals, um eine schiffbare Verbindung zwischen Nordsee und Schwarzem Meer über die Europäische Wasserscheide hinweg herzustellen.

Der Untergrund dieses Gebietes um die Wasserscheide ist jedoch aufgrund gleitfähiger Schichten bautechnisch problematisch. Die Ursache hierfür liegt in der Tertiärzeit, als ein Fluss von Norden her das Gebiet um das heutige Treuchtlingen durchquerte und sich in die Landoberfläche eintiefte. Dann, vor etwa 14,5 Millionen Jahren, schlug weiter südlich im Übergangsbereich der schwäbischen zur fränkischen Alb der Ries-Meteorit ein. Die Auswurfmassen aus seinem Krater plombierten den Flusslauf. Es entstand ein großer Stausee, der Rezat-Alt Mühl-See, in dem sich tonige und kalkige Seesedimente absetzten.

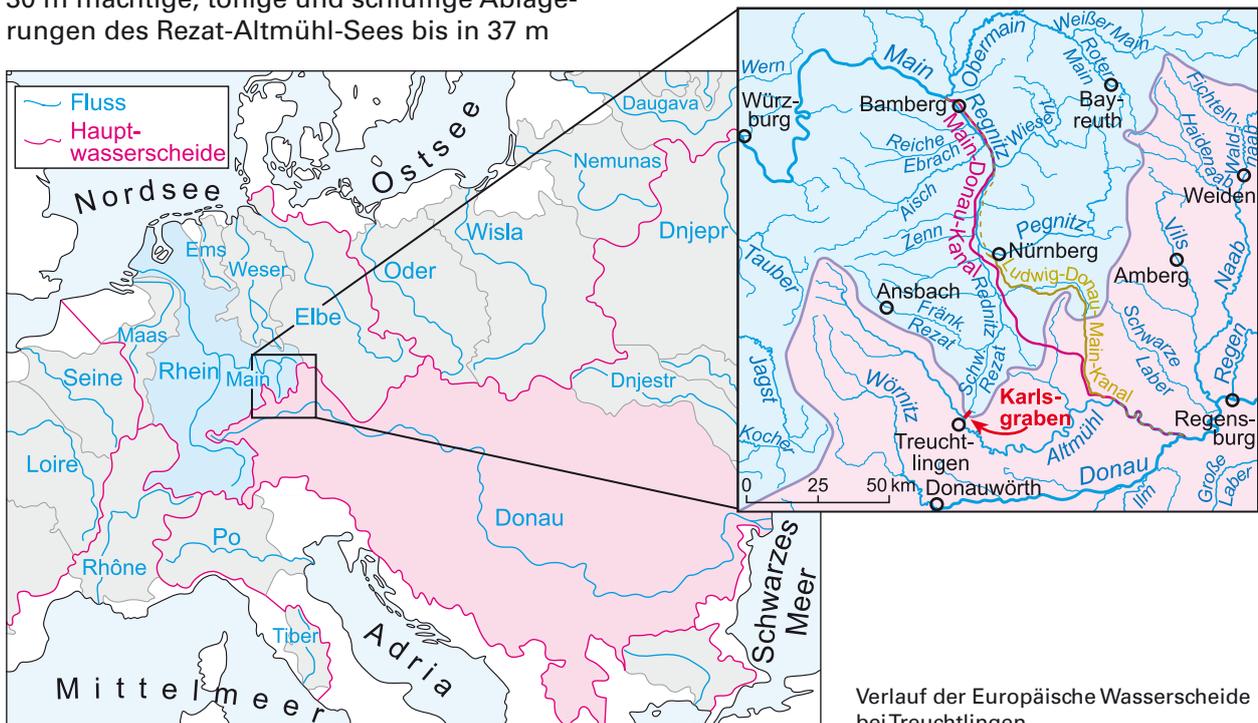
Eine geologische Bohrung am Karlsgraben bei Treuchtlingen zeigte, dass die oberen fünf Meter aus quartärer Talfüllung – überwiegend Lehmen – bestehen. Darunter folgen etwa 30 m mächtige, tonige und schluffige Ablagerungen des Rezat-Alt Mühl-Sees bis in 37 m

Tiefe endlich ältere Gesteine, der Opalinuston aus der Jurazeit, erreicht wurden.

Erst 1846 verband der nach zehnjähriger Bauzeit fertiggestellte Ludwig-Donau-Main-Kanal erstmals Main und Donau. Er verlief über Neumarkt i. d. Oberpfalz und wurde 1950 aufgelassen. Heute ist nur noch der Teilbereich zwischen Beilngries und Nürnberg erhalten.

Im Jahr 1992 wurde eine neue Verbindung, der Main-Donau-Kanal, fertiggestellt. Er schneidet bis zu 30 m tief in den Untergrund ein. Im Sulztal und im Ottmaringer Tal durchfährt er mächtige fossile – vor der heutigen Zeit entstandene – Rutschmassen aus Gesteinen des Malm und des Dogger sowie jüngere Talfüllungen.

Bei seinem Bau traten ähnliche Probleme auf wie wohl bereits vor 1200 Jahren. Berechnungen zeigten, dass in diesen lockeren Gesteinen Rutschungen möglich sind. Deshalb mussten einige Böschungsabschnitte verflacht und durch Stützscheiben oder Bohrpfahldübel stabilisiert werden. Auf derartige moderne Konstruktionen konnte in früheren Zeiten nicht zurückgegriffen werden.



Karlsgraben

Geotop-Nr.: 577G003
Landkreis: Weißenburg-Gunzenhausen
Gemeinde: Treuchtlingen
TK 25: 7131 Monheim
Lage: R: 4421361 H: 5428223
Naturraum: Vorland der Südl. Frankenalb
Gestein: Hochterrassenschotter (Mittelpleistozän)
 Seesedimente (Miozän)



Die „fossa carolina“ bei Graben ist ein Relikt des mehr als 1200 Jahre zurückliegenden Großprojekts Karls des Großen.

Beschreibung:

Altmühl und Rezat nähern sich bei Graben auf knapp 3 Kilometer mit einem Höhenunterschied von weniger als zehn Metern. Um eine schiffbare Verbindung zwischen Donau und Rhein herzustellen, befahl Karl der Große den Bau eines Kanals an dieser Stelle. Mit großem Aufwand begann man im Jahre 793 mit den Arbeiten an der „Fossa Carolina“. Ob der Kanal je fertig gestellt oder genutzt wurde, ist ebenso umstritten wie seine Bauart.



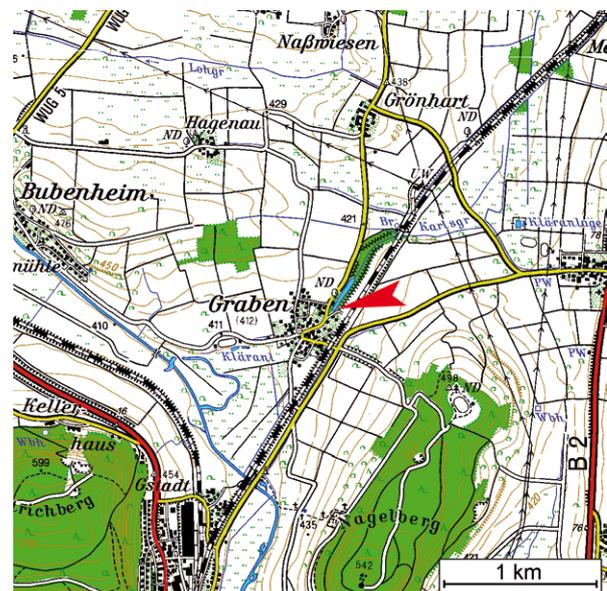
Bauarbeiten am Karlsgraben (aus „Chronik der Bischöfe von Würzburg“ (1546))

Die älteste Quelle über den Bau der Fossa Carolina, die amtlichen Reichsannalen aus der kaiserlichen Kanzlei zu Lorsch, schildert, mit welchen Schwierigkeiten die zahlreichen Arbeiter beim Kanalbau konfrontiert waren: „Was die Werkleute tagsüber an Erde aushuben, das fiel des Nachts [...] wieder in sich zusammen.“

Geotechnische Baugrundprobleme führten wahrscheinlich dazu, dass das Werk nicht vollendet wurde.

Heute sind bei der Ortschaft Graben von dem auf 3000 Meter geplanten Kanal eine etwa 350 Meter lange Wasserfläche und einige angrenzende Erdwälle erhalten. Der Karlsgraben ist Zeugnis eines der größten ingenieurgeologischen Bauprojekte des Mittelalters und das wohl bedeutendste Boden-Denkmal aus karolingischer Zeit in Franken.

Schutzstatus: Naturpark
Geowiss. Bewertung: besonders wertvoll
Literatur: AGRICOLA (1546)
 GÜMBEL (1891)
 BIRZER (1958)



4 Literatur

- AD-HOC-AG GEOTOPSCHUTZ (1996): Arbeitsanleitung Geotopschutz in Deutschland – Leitfaden der Geologischen Dienste der Länder der Bundesrepublik Deutschland.- Angewandte Landschaftsökologie, **9**: 105 S.; Bonn-Bad Godesberg.
- AIGNER, T. & BACHMANN, G.H. (1993): Sequence Stratigraphy of the German Muschelkalk.- In: HAGDORN, H. & SEILACHER, A. [Hrsg.]: Muschelkalk. Schöntaler Symposium 1991.- Sonderbde. Ges. Naturk. Württ., **2**: 15–18; Stuttgart.
- AUER, H.M. (1998): Fundort Natur – Naturdenkmäler zwischen Fränkischer Schweiz und Altmühltal.- 120 S.; Nürnberg.
- BACHMANN, G.H. (1979): Bioherme der Muschel *Placunopsis ostracina* v. SCHLOTHEIM und ihre Diagenese.- N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **158**: 381–407; Stuttgart.
- BADER, K. & SCHMIDT-KALER, H. (1977): Der Verlauf einer präriesischen Erosionsrinne im östlichen Riesvorland zwischen Treuchtlingen und Donauwörth.- Geol. Bav., **75**: 401–410; München.
- BARTHEL, K.W. (1978): Solnhofen – ein Blick in die Erdgeschichte.- 393 S.; Thun.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.] (1996): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500 000.- 4.Aufl.: 329 S.; München.
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.] (1999): Geologische Karte 1:50 000 des Rieses mit Kurzerläuterungen auf der Rückseite.- München.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ [Hrsg.] (2002): Nationalparke, Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete und Naturparke Bayerns mit naturräumlicher Gliederung.- Karte 1:500 000 mit Erläuterungen; München.
- BERGER, G. (1986): Neu entdeckte tertiäre fossilführende Karstfüllungen auf der Alb.- Mittlg. Bayer. Staatsslg. Paläont. Hist. Geol., **26**: 163–188; München.
- BERGER, K. (1962): Die Uranvorkommen im Burgsandstein Mittelfrankens. A. Zur Geologie und Radioaktivität des Uranhaltigen Burgsandsteins in Mittelfranken.- Geol. Bav., **49**: 3–58; München.
- BERGER, K. (1965): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6731 Abenberg.- 79 S.; München.
- BERGER, K. (1966): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6530 Langenzenn.- 87 S.; München.
- BERGER, K. (1968): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6832 Heideck.- 115 S.; München.
- BERGER, K. (1970): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6830 Gunzenhausen.- 179 S.; München
- BERGER, K. (1971): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6831 Spalt.- 212 S.; München.
- BERGER, K. (1973): Obermiozäne Sedimente mit Süßwasserkalcken im Rezat-Rednitz-Gebiet von Pleinfeld-Spalt und Georgensgmünd/Mfr.- Geol. Bav., **67**: 238–248; München.
- BERGER, K. (1978): Erläuterungen zur Geologischen Karte Nürnberg-Fürth-Erlangen und Umgebung 1:50 000.- 219 S.; München.
- BERGER, K. (1979): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6633 Feucht.- 115 S.; München.
- BIRZER, F. (1951): Der Ludwig-Donau-Main-Kanal, baueologisch betrachtet.- Geol. Bl. NO-Bayern, **1**: 29–37; Erlangen.
- BIRZER, F. (1935): Zur jungdiluvialen Aufschüttung im Rednitzgebiet.- Sitzungsbericht der physikalisch-medizinischen Sozietät zu Erlangen, **67**: Heft 1835/36; Erlangen.
- BIRZER, F. (1958): Der Kanalbauversuch Karls des Großen.- Geol. Bl. NO-Bayern **8**: 171–178; Erlangen.
- BIRZER, F. (1969): Molasse und Riesschutt im westlichen Teil der Südlichen Frankenalb.- Geol. Bl. NO-Bayern, **19**: 1–28; Erlangen.
- CHAO, E.C.T. (1976): Mineral-produced high pressure striae and clay-polish: key evidence for non-ballistic transport of ejecta from the Ries crater.- Science, **194**: 615–618; Washington.
- CHAO, E.C.T., HÜTTNER, R. & SCHMIDT-KALER, H. (1992): Aufschlüsse im Ries-Meteoriten-Krater.- 4. Auflage, 84 S.; München.
- CRAMER, H., & HELLER, F. (1933-35): Das Karstphänomen im Grundgips des Fränkischen Keupers.- Mittlg. üb. Höhlen- u. Karstforschung, Jg. **1933**: 21–28 und Fortsetzungen: Jg. **1934**: 1–7, 65–73, 97–107 und Jg. **1935**: 92–99; Berlin.
- DEHM, R. (1961): Über neue tertiäre Spaltenfüllungen des süddeutschen Jura- und Muschelkalk-Gebietes.- Mittlg. Bayer. Staatsslg. Paläont. Hist. Geol., **1**: 27–56; München.
- DORN, P. (1926): Geologie des Wendelsteiner Höhenzuges bei Nürnberg.- Z. Dt. Geol. Ges., **78**: 522–564; Berlin.
- DORN, P. (1928): Die Steinerne Rinne von Rohrbach bei Weißenburg in Bayern.- Cbl. Mineral. Geol. u. Paläont., **1928**: 630–633; Stuttgart.
- DREXLER, P. (1964): Der Quaderkalk im Hauptmuschelkalk Frankens (eine geowirtschaftliche Studie).- Diss. Univ. Würzburg, 140 S.; Würzburg.
- EICHHORN, R., GLASER, S., LAGALLY, U. & ROHRMÜLLER, J. (1999): Geotope in Oberfranken. – Erdwissenschaftliche Beiträge zum Naturschutz, **2**: 176 S.; München.
- EMMERT, U. (1969): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6428 Bad Windsheim.- 172 S.; München.
- ENGELHARDT, W.V., STÖFFLER, D. & SCHNEIDER, W. (1969): Petrologische Untersuchungen im Ries.- Geol. Bav., **61**: 229–295; München.
- FORSTMAYER, A. & SCHNITZER, W.A. (1976): Die Kalksintervorkommen am Euerwanger Bühl bei Greding (Südliche Frankenalb).- Natur und Mensch, **1976**: 103–108; Nürnberg.
- FORSTMAYER, A. & SCHNITZER, W.A. (1982): Genese und Alter von Höhlensintern zwischen Greding und Neumarkt (Südliche und Mittlere Frankenalb).- Natur und Mensch, **1982**: 53–59; Nürnberg.
- FORSTMAYER, A. (1984): Das Paläohöhlensystem Euerwanger Bühl bei Greding.- Bayer. Vorgeschichtsbl., **49**: 9–23; München.
- FREYBERG, B.V. (1936): Die Randfazies des Mittleren Keupers in Mittelfranken.- S.-Ber. Phys.-med. Soz. Erlangen, **67**: 167–246; Erlangen.
- FREYBERG, B.V. (1974): Die Bohrung Rathsberg 1 (Rhät und Lias) bei Erlangen.- Erlanger geol. Abh., **97**: 5–23; Erlangen.

- FUCHS, B. (1955): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6531 Fürth.- 36 S.; München.
- FUCHS, B. (1956): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6532 Nürnberg.- 24 S.; München.
- FUCHS, B. (1959): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6631 Roßtal.- 32 S.; München.
- GEHLEN, K.V. (1956): Sekundär-hydrothermale Mineralisation des Wendelsteiner Höhenzuges bei Nürnberg.- Geol. Bl. NO-Bayern, **6**: 12–21; Erlangen.
- GLASER, S., KEIM, G., LOTH, G., VEIT, A., BASSLER-VEIT, B. & LAGALLY, U. (2007): Geotope in der Oberpfalz.- Erdwiss. Beiträge z. Natursch., **5**: 136 S.; Augsburg.
- GLASER, S., LAGALLY, U., LOTH, G., SCHMID, H. & SCHWERD, K. (2008): Geotope in Oberbayern.- Erdwiss. Beitr. z. Natursch., **6**: 192 S.; Augsburg
- GROISS, J.TH., HAUNSCHILD, H. & ZEISS, A. (2000): Das Ries und sein Vorland.- Sammlg. Geol. Führer, **92**: 271 S.; Berlin, Stuttgart.
- GUDDEN, H. & HAUNSCHILD, H. (1993): Die Trias in der Forschungsbohrung Abenberg 1001.- Geol. Bav., **97**: 47–66; München.
- GÜMBEL, C.W. (1866): Die geognostischen Verhältnisse des fränkischen Triasgebietes.- Bavaria, **IV** (1): 3–77; München.
- GÜMBEL, C.W. v. (1891): Geognostische Beschreibung von Bayern, **4**. Abt.: Die Fränkische Alb (Frankenjura).- 763 S.; Kassel
- HAARLÄNDER, W. (1955): Geologie des Blattes Röttenbach.- Erlanger geol. Abh., **13**: 16 S.; Erlangen.
- HABBE, K.A. (1997): Die aeolischen Sandablagerungen vor dem Stufenhang der Nördlichen Frankenalb.- Mitt. Fränk. Geogr. Ges., **44**: 1–73; Erlangen.
- HAGDORN, H. & SIMON, T. (1985): Geologie und Landschaft des Hohenloher Landes.- 186 S.; Sigmaringen.
- HÄNEL, R. (1974): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6433 Lauf a. d. Pegnitz.- 109 S.; München.
- HAUNSCHILD, H. & WEISER, T. (1977): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6929 Wassertrüdingen.- 99 S.; München.
- HAUNSCHILD, H. (1955): Eine geologische Karte von Ansbach nebst einigen wichtigen Tiefbohrprofilen.- Geol. Bl. NO-Bayern, **5**: 1–18; Erlangen.
- HAUNSCHILD, H. (1964): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6627 Rothenburg ob der Tauber.- 112 S.; München.
- HAUNSCHILD, H. (1965): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6728 Herrieden.- 70 S.; München.
- HAUNSCHILD, H. (1966): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläut. zum Blatt Nr. 6727 Schillingsfürst.- 88 S.; München.
- HAUNSCHILD, H. (1971): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6537 Burg Bernheim.- 143 S.; München.
- HAUNSCHILD, H. (1983): Der Gipskeuper im Bereich der nördl. Frankenhöhe.- Geol. Bl. NO-Bayern, **32**: 146–165; Erlangen.
- HAUNSCHILD, H. (1986): Faziesentwicklung und Mächtigkeit des Unteren Gipskeupers im mittelfränkischen Keuperbecken.- Geol. Bl. NO-Bayern, **36**: 39–56, Erlangen
- HAUNSCHILD, H. (1997): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6426 Aub.- 137 S.; München.
- HEISSIG, K. (1978): Fossilführende Spaltenfüllungen Süddeutschlands und die Ökologie ihrer oligozänen Huftiere.- Mittlg. Bayer. Staatsslg. Paläont. Hist. Geol., **18**: 237–288; München.
- HEISSIG, K. (1983): Karstspaltenfüllungen, ein ungewöhnlicher Typ von Fossilfundstellen.- Archaeopteryx, **1**: 25–32; Eichstätt.
- HELLER, F. (1930): Geologische Untersuchungen im Bereiche des Fränkischen Grundgipses.- Abh. Naturhist. Ges. Nürnberg, **23**: 47–114; Nürnberg.
- HERRMANN, A. (1976): Gips und Anhydrit.- In: HAUNSCHILD, H.: Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6327 Markt Einersheim und zum Blatt Nr. 6427 Uffenheim.- 104–117; München.
- HORNDA SCH, M., WEINFURTNER, G. & GALSTERER, E. (1994): Der Kornberg – Geschichte, Geologie und heutiges Biotop.- 68 S.; Wendelstein
- HÜTTNER, R. & SCHMIDT-KALER, H. (1999): Die Geologische Karte des Rieses 1:50 000 (2. überarb. Aufl.)- Geol. Bav., **104**: 7–76; München.
- KEIM, G., GLASER, S. & LAGALLY, U. (2004): Geotope in Niederbayern.- Erdwiss. Beiträge z. Natursch., **4**: 172 S.; München.
- KOENIGSWALD, W. v. & RÄHLE, W. (1975): Jungpleistozäne und altholozäne Faunen (Gastropoda und Mammalia) vom Euerwanger Bühl bei Greding (Fränkischer Jura).- Eiszeitalter und Gegenwart, **26**: 155–180; Öhringen.
- KRUMBECK, L. (1936): Die Rathsbergsschichten, das jüngste Glied des Keupers in Franken.- Sitz. Ber. Phys.-Med. Soz. Erlangen, **67/68**: 15–62; Erlangen.
- KRUMBECK, L. (1943): Zur Stratigraphie und Faunenkunde des Lias Zeta in Nordbayern.- Z. dt. geol. Ges., **95**: 279–340; Berlin.
- LAGALLY, U., KUBE, W. & FRANK, H. (1993): Geowissenschaftlich schutzwürdige Objekte in Oberbayern. Ergebnisse einer Erstaufnahme.- Erdwiss. Beitr. z. Natursch., **1**: 168 S.; München.
- LAGALLY, U., GLASER, S., JOBE, E., LOTH, G., MURR, A., SCHMID, H., SCHMID, W., SCHWERD, K., SIEBLITZ, S. & TEIPEL, U. (2009): Geotope in Schwaben.- Erdwiss. Beiträge z. Natursch., **7**: 160 S.; München.
- LEINFELDER, R. (1998): Riffe aus allen Zeiten: das Beispiel der Jurariffe.- Profil, **13**: 37–48; Stuttgart.
- MELOSH, H.J. (1989): Impact Cratering. A Geological Process.- VII + 245 S.; New York.
- MENNING, M. & HENDRICH, A. (Hrsg.)(2005): Erläuterungen zur Stratigraphischen Tabelle von Deutschland 2005 (ESTD 2005).- Newsl. Stratigr., **41**, (1/3):1–405; Berlin, Stuttgart.
- MEYER, R.K.F. (1977): Stratigraphie und Fazies des Frankendolomits und der Massenkalk (Malm), 3. Teil: Südliche Frankenalb.- Erlanger geol. Abh., **104**: 40 S.; Erlangen.
- MEYER, R.K.F. (1983): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6535 Alfeld.- 119 S.; München.
- MEYER, R.K.F. & SCHMIDT-KALER, H. (1983): Erdgeschichte sichtbar gemacht - Ein geologischer Führer durch die Altmühlalb.- 260 S.; München.
- MEYER, R.K.F. & SCHMIDT-KALER, H. (1989): Paläogeographischer Atlas des Süddeutschen Oberjura (Malm).- Geol. Jb., **115**: 1–77; München.

- MEYER, R.K.F. & SCHMIDT-KALER, H. (1996): Jura.- In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT [Hrsg.]: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500 000.- 4. Aufl.: 90–111; München.
- MEYNEN, E. & SCHMITHÜSEN, J. [Hrsg.] (1953-1959): Handbuch der Naturräumlichen Gliederung Deutschlands.- 6 Lieferungen; Remagen.
- NADLER, M. (1999): Landschaft als Artefakt.- Beitr. Archäolog. Mittelfranken, **5/1999**: 13–60; Büchenbach.
- QUENTIN, K.-E. (1970): Die Heil- und Mineralquellen Nordbayerns.- Geol. Bav., **62**: 312 S.; München.
- REIMANN, M. & SCHMIDT-KALER, H. (2002): Der Steigerwald und sein Vorland.- Wanderungen in die Erdgeschichte, **13**: 160 S.; München.
- ROSSNER, R. (2003): Grafik in SCHMIDT-KALER, H. (2003): Von der Frankenhöhe zum Fränkischen Seenland.- Wanderungen in die Erdgeschichte **14**: 128 S.; München.
- SCHERZER, H. (1920): Erd- und pflanzengeschichtliche Wanderungen durch das Frankenland. Teil I, Keuper- und Muschelkalklandschaft.- 184 S.; Wunsiedel.
- SCHLOSSER, M. (1926): Über neuere Untersuchungen von Höhlen in Bayern.- Cbl. Mineral. Geol. u. Paläont., **1926**, Abt. B: 361–365; Stuttgart.
- SCHMIEDER, M. & BUCHNER, E. (2008): Gefügeerhaltende Schockaufschmelzung von porphyrtartig-grobkörnigem Biotitgranit (Polsingen, Nördlinger Ries). - *Geologica Bavarica*, **110**: 378–391; Augsburg.
- SCHMIDT-KALER, H. (1962): Stratigraphische und tektonische Untersuchungen im Malm des nordöstlichen Ries-Rahmens. Nebst Parallelisierung des Malm Alpha bis Delta der Südlichen Frankenalb über das Riesgebiet mit der Schwäbischen Ostalb.- Erlanger geol. Abh., **44**: 51 S.; Erlangen.
- SCHMIDT-KALER, H. (1970): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6930 Heidenheim.- 120 S.; München.
- SCHMIDT-KALER, H. (1971): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6932 Nennslingen.- 104 S.; München.
- SCHMIDT-KALER, H. (1974): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6634 Altdorf b. Nürnberg.- 152 S.; München.
- SCHMIDT-KALER, H. (1976): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7031 Treuchtlingen.- 145 S.; München.
- SCHMIDT-KALER, H. (1983): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6934 Beilngries.- 74 S.; München.
- SCHMIDT-KALER, H. (1987): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6933 Thalmässing.- 75 S.; München.
- SCHMIDT-KALER, H. (1990): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7032 Bieswang.- 82 S.; München.
- SCHMIDT-KALER, H. (1991): Vom neuen Fränkischen Seenland zum Hahnenkamm und Hesselberg.- Wanderungen in die Erdgeschichte, **III**: 80 S.; München.
- SCHMIDT-KALER, H. (1997): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7131 Monheim.- 159 S.; München.
- SCHMIDT-KALER, H., TREIBS, W. & HÜTTNER, R. (1970): Exkursionsführer zur Geologischen Übersichtskarte des Rieses 1:100 000.- 68 S.; München.
- SCHMIDTILL, E. (1939): Die in Obereichstätt verhütteten Eisenerze des Eichstätter Landes.- Sammelbl. Hist. Ver. Eichstätt, **54**. Jg.: 1–57; Eichstätt.
- SCHNEID, T. (1914): Die Geologie der Fränkischen Alb zwischen Eichstätt und Neuburg a. D.- Geogn. Jh., **28**: 1–226; München.
- SCHRÖDER, B. (1968): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6332 Erlangen Nord.- 159 S.; München.
- SCHRÖDER, B. (1978): Fränkische Schweiz und Vorland.- Sammlung geologischer Führer, **50**: 86 S.; Berlin, Stuttgart.
- SIMON, T. (1982): Ursachen für die Erdfallbildung im Muschelkalk-Karst.- Laichinger Höhlenfreund, **17**: 47–60; Laichingen.
- SPÖCKER, R.G. (1935): Der Karst des oberen Pegnitzgebietes und die hydrographischen Voraussetzungen für die Wasserschließung bei Ranna.- Abh. Naturhist. Ges. Nürnberg, **25**: 83 S.; Nürnberg.
- STREIM, W. (1960): Geologie der Umgebung von Beilngries (Südliche Frankenalb).- Erlanger geol. Abh., **36**: 15 S.; Erlangen.
- THÜRACH, H. (1889): Übersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Vergleiche zu den benachbarten Gegenden. Zweiter Theil.- Geogn. Jh., **2**: 1–90; Cassel.
- TILLMANN, H. & TREIBS, W. (1967): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6335 Auerbach.- 219 S.; München.
- TRAUB, F. (1964): Gips und Anhydrit im Gipskeuper von Bad Windsheim/Mfr.- Geol. Bav., **53**: 29–35; München.
- TREIBS, W., GOETZE, F. & MEYER, R.K.F. (1977): Geologische Karte von Bayern 1:25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6435 Pommelsbrunn.- 127 S.; München.
- URLICHS, M. (1966): Zur Fossilführung und Genese des Feuerletten, der Rät-Lias-Grenzschichten und des unteren Lias bei Nürnberg.- Erlanger geol. Abh., **64**: 42 S.; Erlangen.
- URLICHS, M. (1971): Alter und Genese des Belemniten-schlachtfeldes im Toarcien von Franken.- Geol. Bl. NO-Bayern, **21**: 65–83; Erlangen.
- VIOHL, G. (1969): Die Keuper-Lias-Grenze in Südfranken.- Erlanger geol. Abh., **76**: 81 S.; Erlangen.
- WAGNER, G. (1913): Beiträge zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des oberen Hauptmuschelkalks und der unteren Lettenkohle in Franken.- Geol. Paläont. Abh., N.F., **12**: 180 S.; Jena.
- WAGNER, G. (1960): Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte.- 694 S.; Öhringen.
- WEBER, E. (1941): Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Wemding.- Abh. Naturk. Tiergartenver. Schwaben e.V., geol.-paläont. Reihe, **3**: 248 S.; Augsburg.
- ZANDER, J. (1973): Hydrogeologische Untersuchungen im Muschelkalk-Karst von Nord-Württemberg (östliche Hohenloher Ebene).- Arb. Inst. Geol. Paläont. Univ. Stuttgart, N. F., **70**: 87–182; Stuttgart.



Erdwissenschaftliche Beiträge zum Naturschutz Band 3

Der Band „Geotope in Mittelfranken“ gibt einen Überblick über den geologischen Bau sowie die wichtigsten und schönsten Geotope dieses mittelbayerischen Raumes. Damit soll er dazu beitragen, das Bewusstsein für die Bedeutung des Geotopschutzes zu schärfen und so die dauerhafte Bewahrung dieser Dokumente der Erdgeschichte zu fördern.