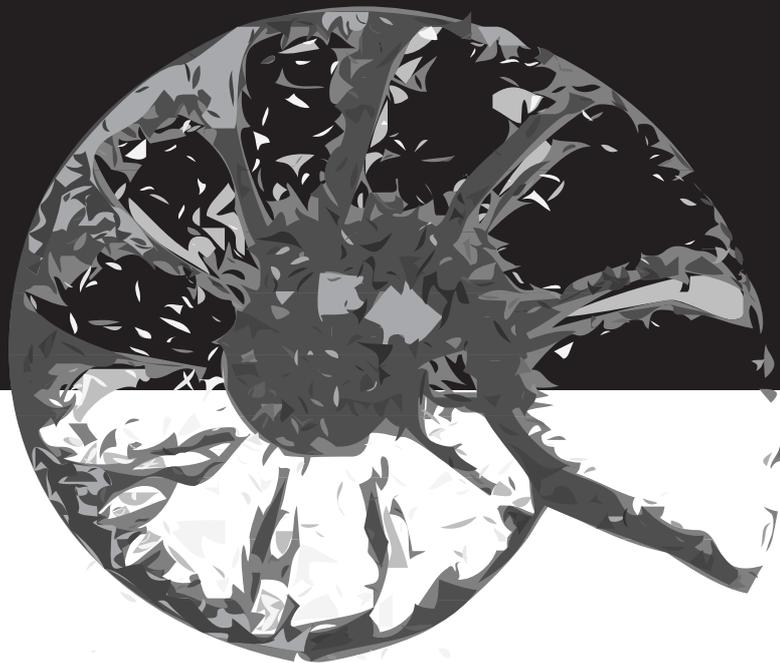


GEOPFAD



TEGERNHEIMER SCHLUCHT

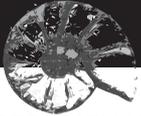
Fenster zur Erdgeschichte

Betreten auf eigene Gefahr!

Vorsicht, herabfallendes Totholz!

Bitte bleiben Sie im Naturschutzgebiet
auf den markierten Wegen und
halten Sie Ihren Hund an der kurzen Leine!

Schonen Sie Natur und Umwelt!



Die geologische Bedeutung der Tegernheimer Schlucht

Das Außergewöhnliche des Raumes Tegernheim ist, dass hier drei geologische Großeinheiten unterschiedlichen Alters aneinander stoßen und sogar sichtbar sind.

Das kristalline Grundgebirge im Osten (Moldanubikum)

Es besteht im Wesentlichen aus Gneisen der **Erdfrühzeit** (vor 550 Mio. Jahren) und des **Erdaltertums**, in die vor rund 330 - 310 Mio. Jahren granitische Schmelzen eindrangen und in einigen Kilometern Tiefe erstarrten.

Das Schichtstufenland im Westen

Es grenzt an einer Nord-Süd-Störung („Keilberg-Störung“) an das kristalline Grundgebirge. Das Schichtstufenland gehört dem **Erdmittelalter** an (vor 250 - 65 Mio. Jahren) und besteht aus Triasgesteinen (griechisch „Dreiheit“) mit den drei Abteilungen Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper sowie aus Jura- und Kreidegesteinen. Zumeist liegen diese Sedimentgesteine (Schichtgesteine) parallel waagrecht übereinander. Im Bereich der Tegernheimer Schlucht ist das Grundgebirge durch gebirgsbildende Vorgänge während langer Zeiträume jedoch gegenüber dem Schichtstufenland um rund 500 Meter emporgehoben worden. Die tektonischen Bewegungen begannen vor 140 Mio. Jahren und waren besonders intensiv im Miozän vor 24 Mio. Jahren. Die Sedimentgesteine sind dadurch aufgebogen („hochgeschleppt“) worden. Sie liegen deshalb heute an der Oberfläche nebeneinander.

Das Molassebecken im Süden

Die Südgrenze der beiden Einheiten wird durch den markanten **Donaurandbruch** gebildet (Näheres dazu bei Station 7). Auf der abgesunkenen Südscholle, dem **Molassebecken** (Senke, aufgefüllt mit Abtragungsschutt der aufsteigenden Alpen, vor 54 - 8 Mio. Jahren), liegen zuoberst Feinsedimente (Tone), Sande und Kiese. Diese **Deckschichten** gehören der **Erdneuzeit** an, die mindestens 2 Mio. Jahre alt sind. Die geologische Besonderheit der Tegernheimer Schlucht war bereits im 19. Jahrhundert bekannt. Sie wurde von zahlreichen Fachleuten besucht, die sich damals nach der Exkursion im Tegernheimer Sommerkeller (siehe Hinweisschild nach 100 Metern links) erholen konnten.



„Der Tegernheimer Keller, dessen Umgebung zu den geologisch interessantesten Lokalitäten Deutschlands gehört, da hier ein Einblick in die Anlagerung der sedimentären Schichten an das Urgebirge gegeben ist, ist in einen alten Steinbruch im Eisensandstein hineingebaut. In der am Ausgang der Tegernheimer Schlucht gelegenen Tongrube sieht man an der westlichen Wand wiederum den Eisensandstein (einzelne Schichten ziemlich reich an Mangan) und unter diesem den Opalinuston aufgeschlossen.“

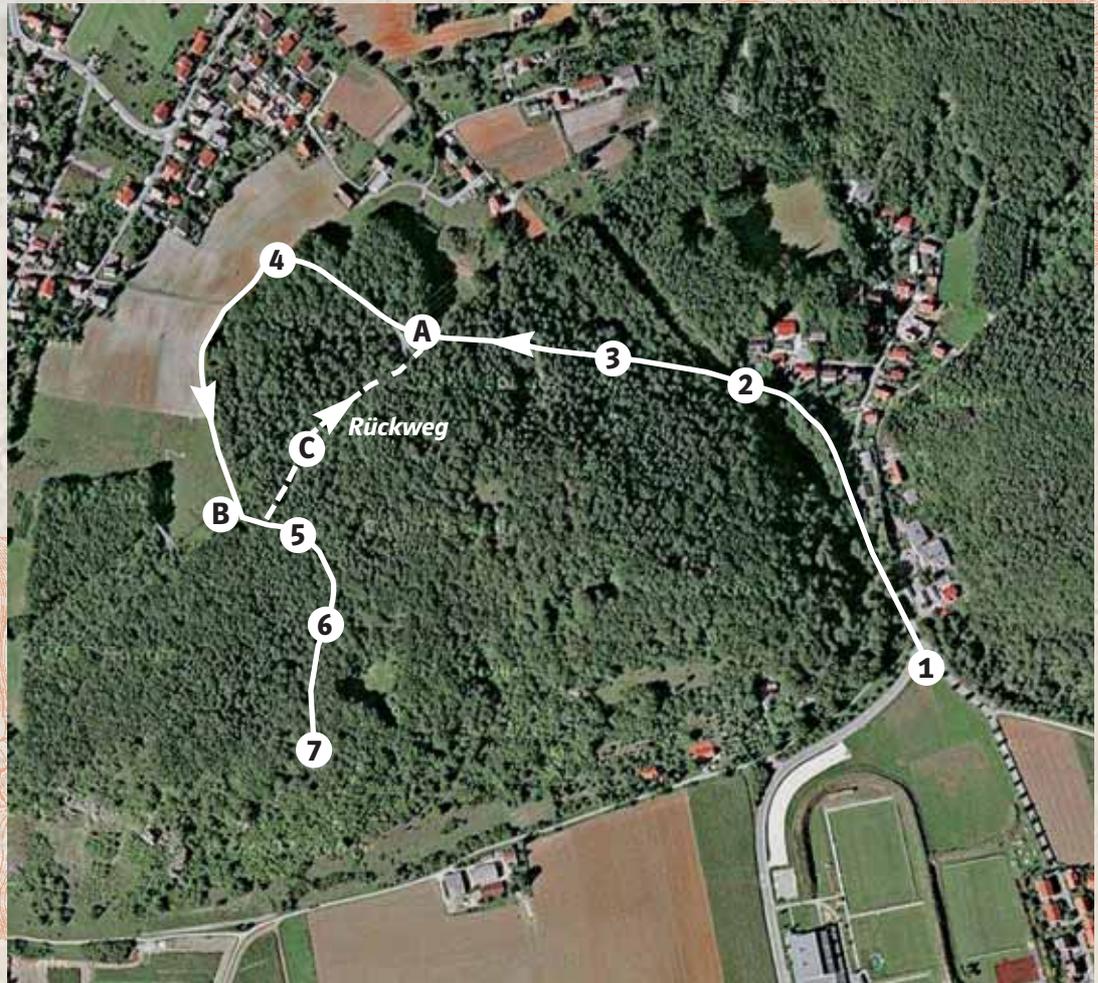
(BRUNHUBER A., 1921, S. 38)

◀ Blick vom Tegernheimer Sommerkeller in die Donauebene, Stich 19. Jh.

Der Dichter Eduard Mörike machte 1850 bei einem Besuch in Regensburg einen Ausflug zu den schön bewachsenen Höhen um Tegernheim, die er „zum Lieblichsten, was dieser Aufenthalt bietet“ zählte.



Übersicht zum Geopfad



Blick auf die Tegernheimer Schlucht und die Stationen des Geopfades (Satellitenaufnahme)

- Station 1** Übersicht – Zur Tegernheimer Schlucht – Große Blöcke von Granit, Sandstein und Kalk – Zum Naturschutzgebiet
- Station 2** Opalinuston und Eisensandstein
- Station 3** Malmkalke, Fossilien, Verkarstung – Altstraßen und Altwege
- Station 4** Eisenerz, Porzellan- und Farberde – Buchenmischwald
- Station 5** Doline oder Trichtergruben, vom ehemaligen Bergbau stammend, oder Bombenkrater
- Station 6** Eichenmischwald, Niederwaldwirtschaft
- Station 7** Donaurandbruch, jungsteinzeitliche Funde – Waldrand, Trockenrasen, Pflanzenwanderung aus dem Osten

Speziell für junge Forscher:

- Station A** Insektenhotel
- Station B** Rastplatz mit Kletterspaß
- Station C** Holzweg für kluge Köpfe

Gesamtwegstrecke:

Von Station 1 bis 7
und zurück = 2,9 km



Allgemeine Informationen

Träger

Gemeinde Tegernheim in Kooperation mit der Stadt Regensburg

Konzept und wissenschaftliche Projektleitung

Dr. Helmut Wolf unter Mitarbeit von Diplomgeologin Franziska Maier

Weitere Texte und Bilder

Dr. Anton Schmidt (Naturschutz, Wald, Trockenrasen)

Professor Dr. Dietrich Manske (Altwege)

Dr. Alwin Hechenrieder (Spuren der Luftangriffe im 2. Weltkrieg)

Manfred Moser (Jungsteinzeit)

Mitarbeit und Beratung

Gerhard Schröder (Walhalla Kalk, Regensburg), Michael Lehmann (Gartenamt der Stadt Regensburg),

Tobias Appl, Meinrad Hirschmann, Manfred Käufel (Heimat- und Geschichtsverein Tegernheim e. V.),

Dr. Wolfgang Roser

Fotos

Bayerisches Landesamt für Umwelt, H. Wolf, F. Maier, A. Schmidt, D. Manske, A. Hechenrieder,

M. Käufel, W. Michtl, F. Rösl, F. Winter

Grafische Gestaltung

Helmut Freilinger, repro&druckservice, Tegernheim

Stationen „Für junge Forscher“

Gerald Höferer, Bavaria Forst, Tegernheim

Informationen

Gemeinde Tegernheim, Telefon (094 03) 95 20-0

E-Mail: gemeinde.tegernheim@realrgb.de

Internet: www.tegernheim.de

Sponsoren:

Walhalla Kalk, Regensburg • Thurn und Taxis Forst, Regensburg •

Verein für Naherholung im Raum Regensburg e.V. • Stadt Regensburg



**Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium
für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
und den Europäischen Landwirtschaftsfonds
für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)**

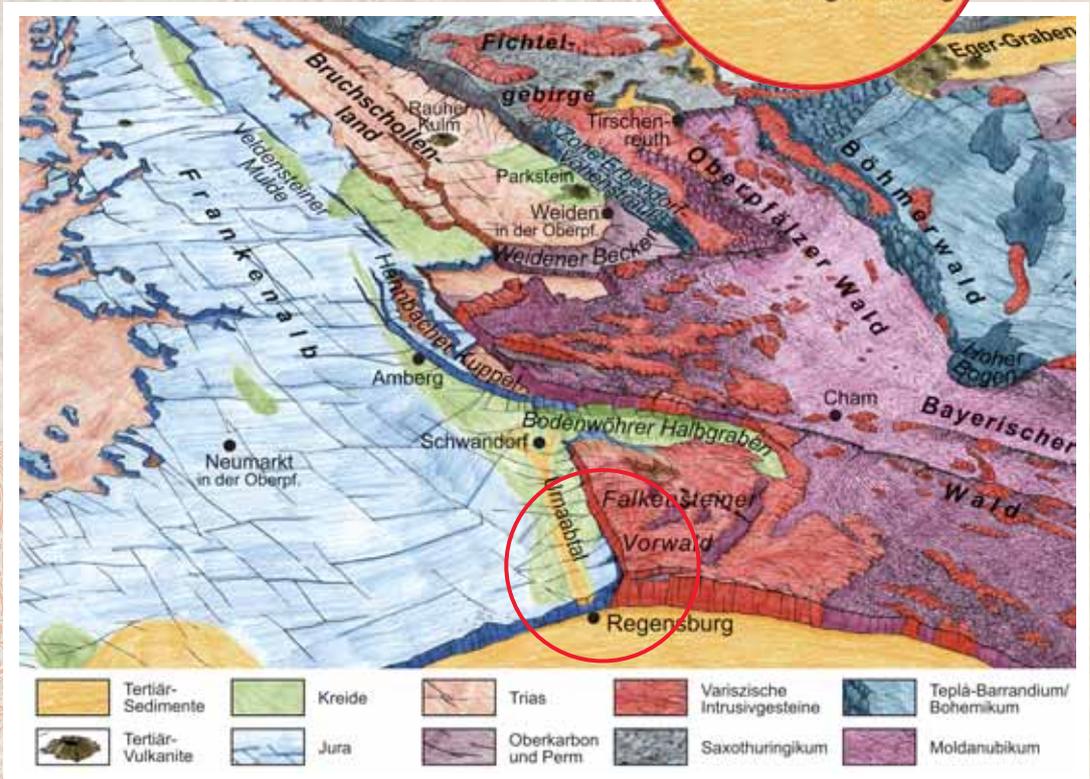
**Mit Unterstützung der
Leader-Aktionsgruppe
im Landkreis Regensburg**



Projektbetreuung durch das
Amt für Landwirtschaft und Forsten
Schwandorf

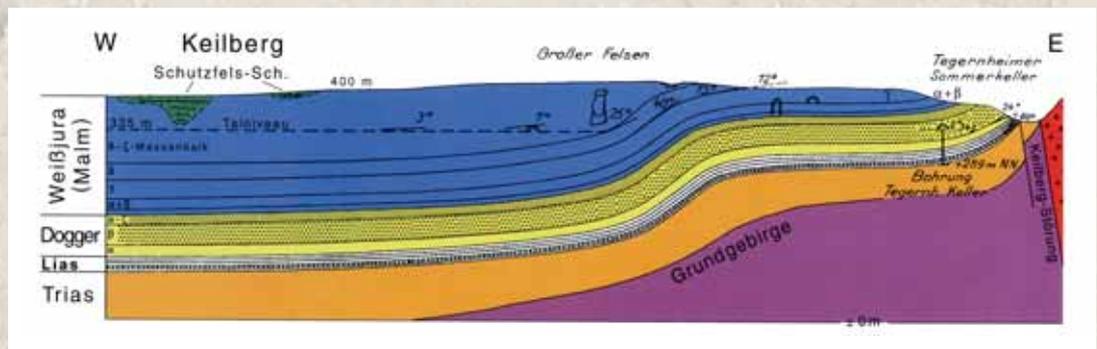


Geologische Reliefkarte der Oberpfalz



Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt

Profil durch die Schichtenfolge



Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt





Geologisch interessante Orte im Nahbereich von Tegernheim



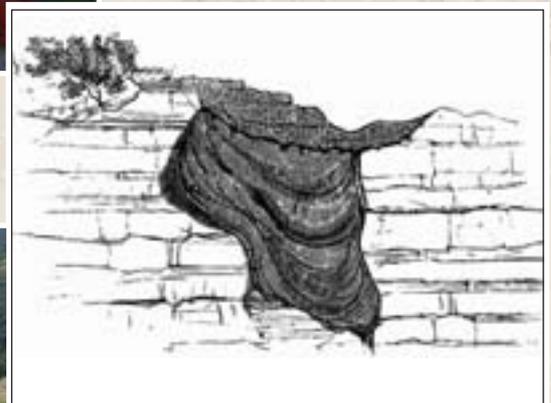
„Silberschacht“, das historische Schmucksteinbergwerk Kittenrain in Bach a. D.



Felsenlabyrinth aus Kristallgranitblöcken, Otterbachtal bei der Gaststätte Bruckhäusl, 3,5 km nördlich Lichtenwald



Lehrpfad für Geologie, Landschaft und Rohstoffabbau in der Friedrich-Zeche in Regensburg-Dechbetten



Schuttfelsen an der Donau nahe Regensburg bei Pentling; zählt zu den 100 schönsten Geotopen in Bayern: Oberkreide-Ablagerungen in verkarsteten Jurakalken (GÜMBEL C. W., 1868)



Weltenburger Enge bei Kelheim, zählt zu den 100 schönsten Geotopen in Bayern (Foto: Fritz Winter, 2006)



Zum Naturschutzgebiet im Bereich des Geopfades

Am südöstlichsten Vorposten der mittleren Frankenalb liegt die bewaldete Hochfläche des Fellinginger Berges mit dem offenen, felsendurchsetzten Steilabfall des Keilstein zum Donautal. Bedingt durch das Gelände, das Ausgangsgestein und die wärmebegünstigte Lage, aber auch durch historische Nutzungsformen, hat sich ein ausgedehnter Komplex unterschiedlicher Biotope gebildet: wärmeliebende Wälder und Gebüsche sowie trockenwarme Magerrasen und Felsbereiche. Hier finden sich Lebensgemeinschaften und Rückzugsbereiche von Pflanzen- und Tierarten, welche sich an diese Standortbedingungen angepasst haben. Allein über 400 Farn- und Blütenpflanzen, davon 33 Arten der Roten Liste, bilden eines der reichhaltigsten Biotope der gesamten Frankenalb, das bayernweit bedeutsam ist.

Der Bedeutung dieses Ökosystems entsprechend wurde der Südhang des Keilstein bereits 1939 unter Naturschutz gestellt. Die Ausweitung des Schutzes auf die Albhochfläche folgte 1976. Das Naturschutzgebiet umfasst jetzt über 45 Hektar.

Bei den Stationen 4, 6 und 7 wird auf das Schutzgebiet im Einzelnen eingegangen.



Quelle: Regierung der Oberpfalz



Mineralische Rohstoffe

1. Kaolin („Porzellanerde“), Trias, Mittlerer Keuper (235 - 200 Mio. Jahre)

Der Abbau erfolgte in der Ortschaft Keilberg (Einzelheiten an Station 4)

2. Eisenerz im Lias, Unterer Jura (200 - 178 Mio. Jahre)

Der Abbau erfolgte in der Ortschaft Keilberg (Einzelheiten an Station 4)



Walhalla Kalk, Regensburg
(Foto: Firmenarchiv 2003)

3. Kalk im Malm, Oberer Jura (155 - 145 Mio. Jahre)

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts wird im westlichen Bereich des Keilbergs Kalkstein abgebaut. Mehrere Unternehmen nutzten die Vorkommen. Heute gewinnt das Werk Walhalla Kalk die Vorkommen und veredelt den Kalkstein. Rund 1 Million Tonnen Kalkstein werden jährlich gewonnen. Das Material dient als Schotter, wird aber vor allem zu Branntkalk veredelt (Erhitzen von Calciumkarbonat auf 1000 °C), der vielseitige Verwendung findet.

4. Braunkohle, Jungtertiär (ca. 20 Mio. Jahre)

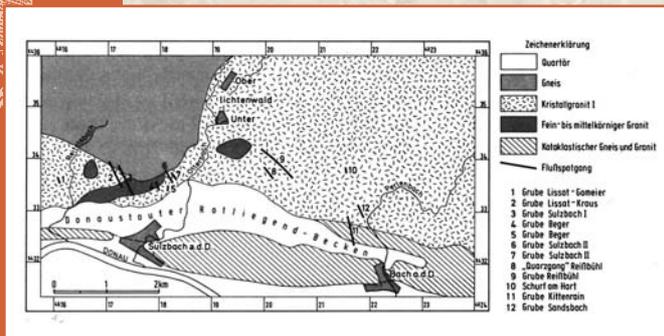
„Schon 1788 veranlasste das Vorkommen von schwarzem Mulm in einem Hohlweg zwischen dem Tegernheimer Keller und Donaustauf die Stadt Regensburg, auf Kohlen daselbst graben zu lassen. Es zeigte sich, dass die kohlige Lage sich plötzlich niederzieht und im Thon verteilt. Auch 1836 und 1844 erfolgten wiederholte Versuche, die 1845 zu einem zeitweisen Abschluss gelangten. ...ein Bohrversuch bis auf 197 1/2 Fuss niedergebracht, durchteufte von Tag nieder unter dem Oberflächenschutt bis gegen 80 Fuss röthlichen Thon, ...bei 111 Fuss Kohlenspuren, ...“

(GÜMBEL C. W., 1868, S. 680.)

5. Flussspat zwischen Donaustauf und Bach a. D., Perm (260 - 251 Mio. Jahre)

Im Naabgebirge, im Raum Nabburg – Wölsendorf befindet sich das größte Flussspatrevier der Oberpfalz. Der Bergbau ging hier im Jahr 1987 zu Ende. Darüber hinaus treten auch im Raum Donaustauf – Bach an der Donau 12 kleinere bauwürdige Flussspatgänge auf. Hier kreuzt sich der Donaurandbruch mit nahezu Nord-Süd verlaufenden Störungen. Vertikale und horizontale Bewegungen haben zum Aufreißen von Spalten geführt, in die Fluor-haltige Lösungen eindringen und bis zu 1 Meter mächtigen Flussspatgängen auskristallieren.

Die letzte Grube, die Grube Kittenrain in Bach a. D., förderte bis 1994. Heute kann man dort das Besucherbergwerk „Schmucksteinbergwerk Kittenrain“ befahren.



Lage der Flussspatgänge im Donaustauer Revier



Granit

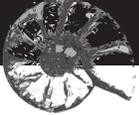
Granit ist ein magmatisches Gestein, nach dem griechischen Wort *magma*=geknetete Masse. Bedingt durch die hohen Temperaturen (ab ca. 700 Grad Celsius) und Drucke schmilzt Gestein in der tieferen Erdkruste und im oberen Mantel der Erde auf und bildet zähflüssige Magmen. Bleibt das Magma in der Erdkruste stecken und kühlt dort langsam aus, entstehen so genannte plutonische Gesteine (nach Pluto, dem römischen Gott der Unterwelt), auch Intrusivgesteine genannt. Auf Grund einer langsamen Kristallisation können in ihnen große Kristalle wachsen. Plutone können bis zu mehreren hundert Kubikkilometern groß werden und befinden sich meist in einer Tiefe zwischen acht und zehn Kilometern. Durch Erosion und Abtragung des überlagernden Gesteins kann das plutonische Gestein an der Erdoberfläche freigelegt werden.

Das wohl bekannteste und häufigste Intrusivgestein ist der Granit. Im Wesentlichen besteht dieser aus den Mineralen Quarz (milchig trüb, grau-blau gefärbt), Kalifeldspat (weiß bis rosafarben), Plagioklas (weiß bis rot gefärbt) und verschiedenen Schichtsilikaten wie Biotit (dunkelbraun bis schwarz gefärbt, stängelig), Chlorit (grünlich-schwarz gefärbt, stängelig) oder Muskovit (hellbraun, plattig), welche allgemein als Glimmer bezeichnet werden. Die einzelnen großen Minerale sind wie Puzzleteile miteinander verzahnt. Die genannten Farben zeigen sich nur auf frischen Bruchflächen. Das verwitterte Gestein im Raum Tegernheim ist unscheinbar braun-grau-orange gefärbt.



Granit aus Tegernheim bei Regensburg; graue Minerale: Quarz, rosafarbene Minerale: Kalifeldspat, rote Minerale: Plagioklas, schwarze Minerale: Biotit, Chlorit





Sandstein

Im Gegensatz zu Granit, welcher in einigen Kilometern Tiefe gebildet wird, beginnt die Entstehung von Sandsteinen an der Erdoberfläche. Sandstein ist ein so genanntes Sedimentgestein. Er entsteht durch die physikalische (z. B. Frostsprengung, Wurzelsprengung) und chemische (z. B. Lösung) Verwitterung festen Gesteins, das an der Erdoberfläche aufgeschlossen ist. Die bei der Verwitterung entstehenden Gesteinsbruchstücke werden als klastische Komponenten bezeichnet, nach dem griechischen Wort klásis=zerbrechen.

Das lockere Material in Form von verschieden großen Gesteinspartikeln wird durch Erosion abgetragen und anschließend durch Wasser (Bäche, Flüsse), Wind und Eis (Gletscher) transportiert und dabei weiter zerkleinert. Leicht abbaubare Gesteinspartikel werden mit der Zeit vollständig zerstört.

Nimmt die Strömungsgeschwindigkeit ab, kommt es zur Ablagerung der Fracht. Bei lockerem Sediment erfolgt sie in Schichten. Kommt weiteres Material hinzu, findet eine Überlagerung statt. Durch die damit einhergehende Auflast werden die Partikel verdichtet. Dabei ändern sich die chemischen und physikalischen Bedingungen; neue Minerale werden in den Räumen zwischen den Körnern ausgefällt und verkitten die Partikel. Dieser Vorgang, die Verfestigung von Lockersediment, wird als Diagenese bezeichnet.

Sedimentgesteine weisen meist eine horizontale Schichtung auf. Doch durch Ablagerungen von Sand an steilen Dünen oder in Wellenrippeln am Meeresboden entstehen Schrägschichtung oder Kreuzschichtung. Die Sedimentstrukturen, die im festen Gestein erkennbar sind, erlauben eine Rekonstruktion des Ablagerungsraumes.

Die häufigsten Minerale, die sich in einem Sandstein finden, sind Quarz, Feldspat und Tonminerale. Das Vorliegen eines reinen Quarzsandsteins, wie wir ihn auch in Tegernheim finden, spricht für eine intensive Verwitterung und einen sehr langen Transportweg des Materials, im Laufe dessen alle weniger stabilen Minerale zerstört wurden.



Kalkstein



Kalkstein ist ein weit verbreitetes Sedimentgestein, das meist im Meer entstanden ist. Eine Vielzahl von Organismen (zum Beispiel Muscheln, Schnecken, Korallen, Kalkalgen, Einzeller) bindet auf biochemischem Weg die im Meerwasser vorhandenen Calcium-Ionen an die ebenfalls vorhandenen Hydrogenkarbonat-Ionen, um aus dem so entstehenden Calciumcarbonat ihre Gehäuse aufzubauen. Sterben diese Organismen ab, sinken ihre Kalkschalen auf den Meeresboden ab und reichern sich dort als Kalkschlamm-Sediment an. Organismen wie Korallen und Kalkschwämme tragen mit ihrem Wachstum zur Bildung von Riffen bei.

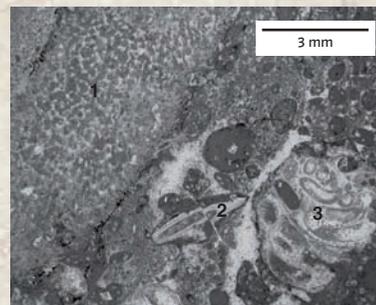
Ablagerungsräume sind beschränkt auf wärmere tropische und subtropische Ozeane, da hier die chemischen Bedingungen für die Kalkfällung günstiger sind.

Der Übergang vom schlammigen Sediment zum Festgestein wird Diagenese genannt. Durch die Überlagerung mit weiterem Sediment kommt es zu einem Druck- und Temperaturanstieg. Die veränderten Bedingungen führen zur Versteinerung.

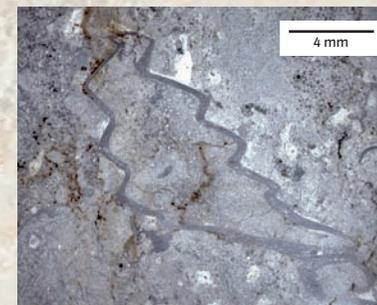
Geologen können am Aufbau des Kalksteines seine Entstehung ableiten. Massiger Kalk, wie er am Fellingner Berg zu sehen ist, kennzeichnet ehemalige Riffe. Ablagerungen am flachen Meeresboden oder in Wannen zwischen den Riffkörpern sind meist in Form von geschichteten oder gebankten Kalken erhalten. Die versteinerten Organismen, die das Gestein aufbauen, geben Rückschlüsse auf die Wassertiefe und die Temperatur zur Zeit der Bildung. Somit können Karten und Bilder erstellt werden, wie die Gegend zur Zeit der Kalkablagerung ausgesehen hat.



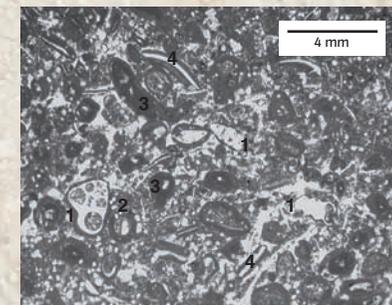
Dünnschliff von Kalkstein vom Fellingner Berg: Foraminifere (Mikrofossil) in Kalkschlamm



Dünnschliff von Kalkstein vom Fellingner Berg:
 1: Schwamm
 2: Seeigelstachel
 3: Serpuliden



Dünnschliff von Kalkstein vom Brandlberg: Querschnitt einer Brachiopodenschale

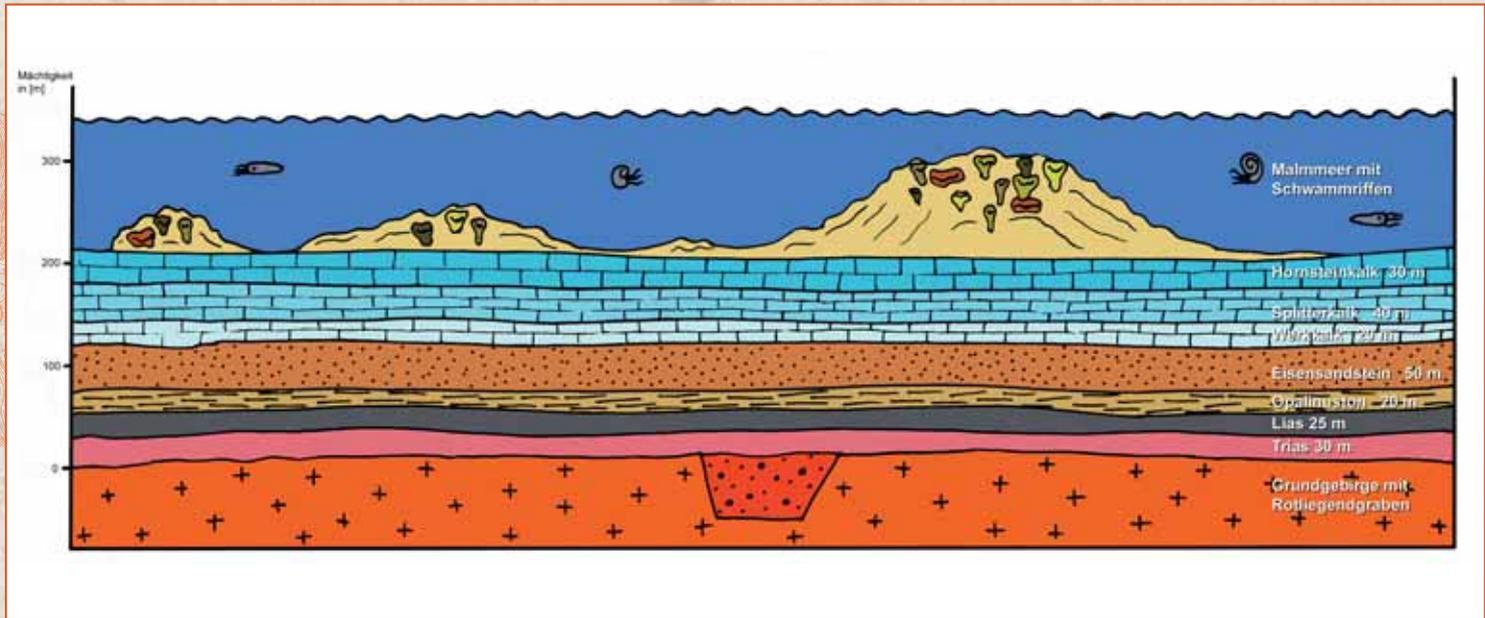


Dünnschliff von Kalkstein vom Fellingner Berg:
 1: Schnecken
 2: Terebella (wurmartiges Mikrofossil)
 3: Tubiphyten (Mikrofossil)
 4: Schalenreste



Tektonik der Tegernheimer Schlucht – 4 Entwicklungsstadien

Stadium 1: vor ca. 150 Millionen Jahren



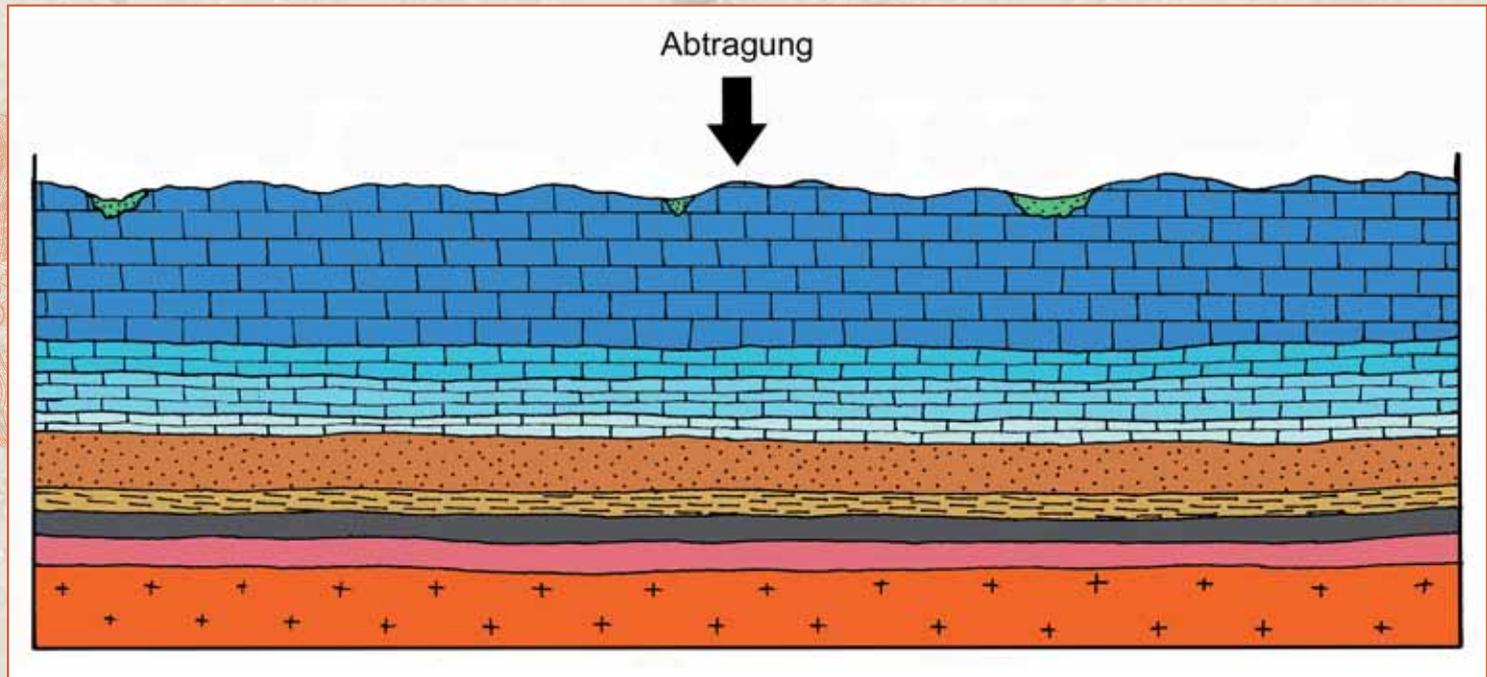
Auf dem alten Grundgebirge, bestehend aus Gneisen der Erdfrühzeit (Präkambrium, älter als 550 Mio. Jahre) und des Erdaltertums (vor 330 Mio. Jahren) sowie Graniten des Erdaltertums (ca. 330 - 310 Mio. Jahre), lagerten sich ab dem Erdmittelalter (Trias, Beginn vor 250 Mio. Jahren) verschiedene Gesteine in unterschiedlicher Mächtigkeit ab.

Im oberen Jura (Malm, Beginn vor 155 Mio. Jahren) befand sich ein Meer im heutigen Raum Tegernheim. Am Meeresboden wuchsen große Kieselschwammriffe und in den Wannen dazwischen bildeten sich Plattenkalke.



Tektonik der Tegernheimer Schlucht – 4 Entwicklungsstadien

Stadium 2: vor ca. 95 Millionen Jahren

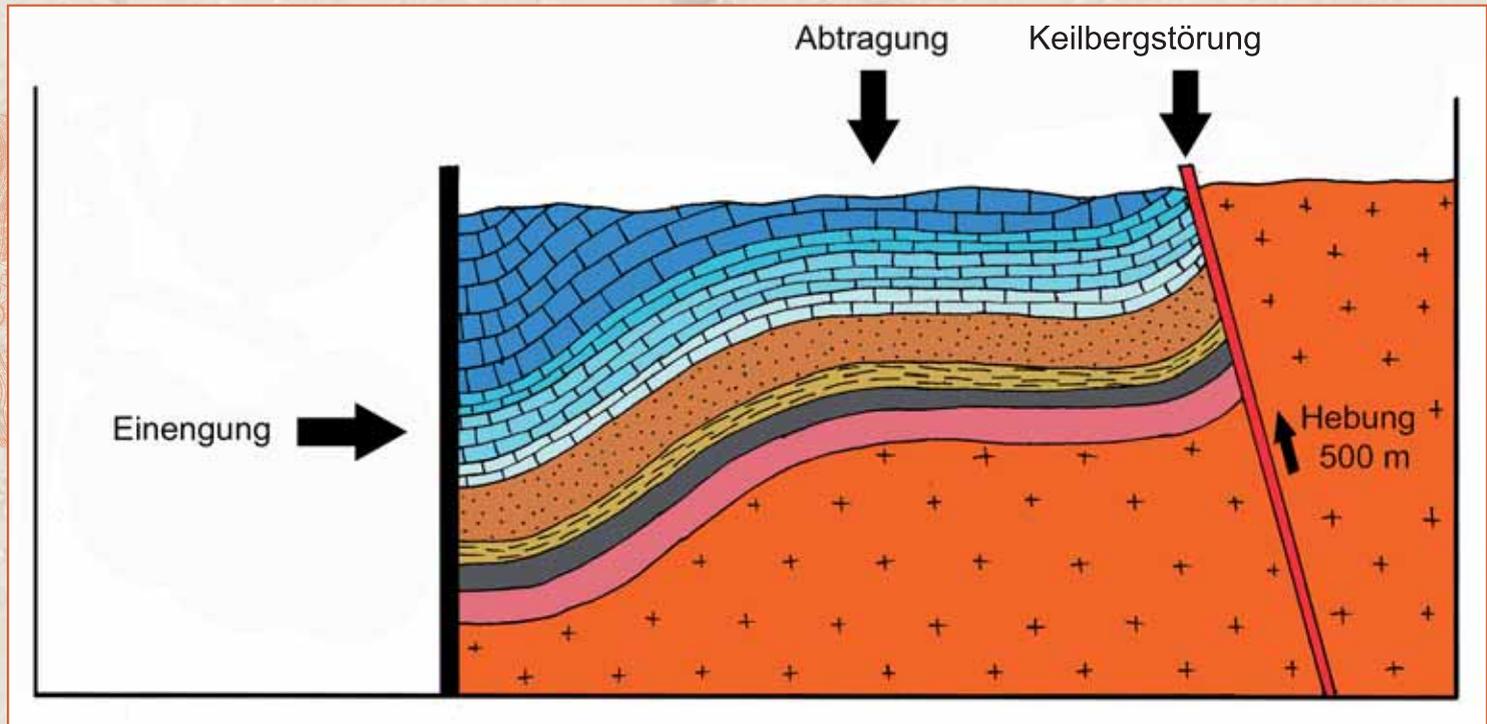


Nach Rückzug des Meeres zu Beginn der Kreidezeit (vor 140 Mio. Jahren) lag das Gebiet von Tegernheim trocken. Es setzte eine starke Verwitterung und Verkarstung der Massenkalke des Malm (dunkelblau) ein. Die entstandenen Karsthohlräume wurden in der oberen Kreide (vor 100 Mio. Jahren) durch die sandigen Schutzfelsschichten (grün) aufgefüllt.



Tektonik der Tegernheimer Schlucht – 4 Entwicklungsstadien

Stadium 3: vor ca. 20 bis 5 Millionen Jahren

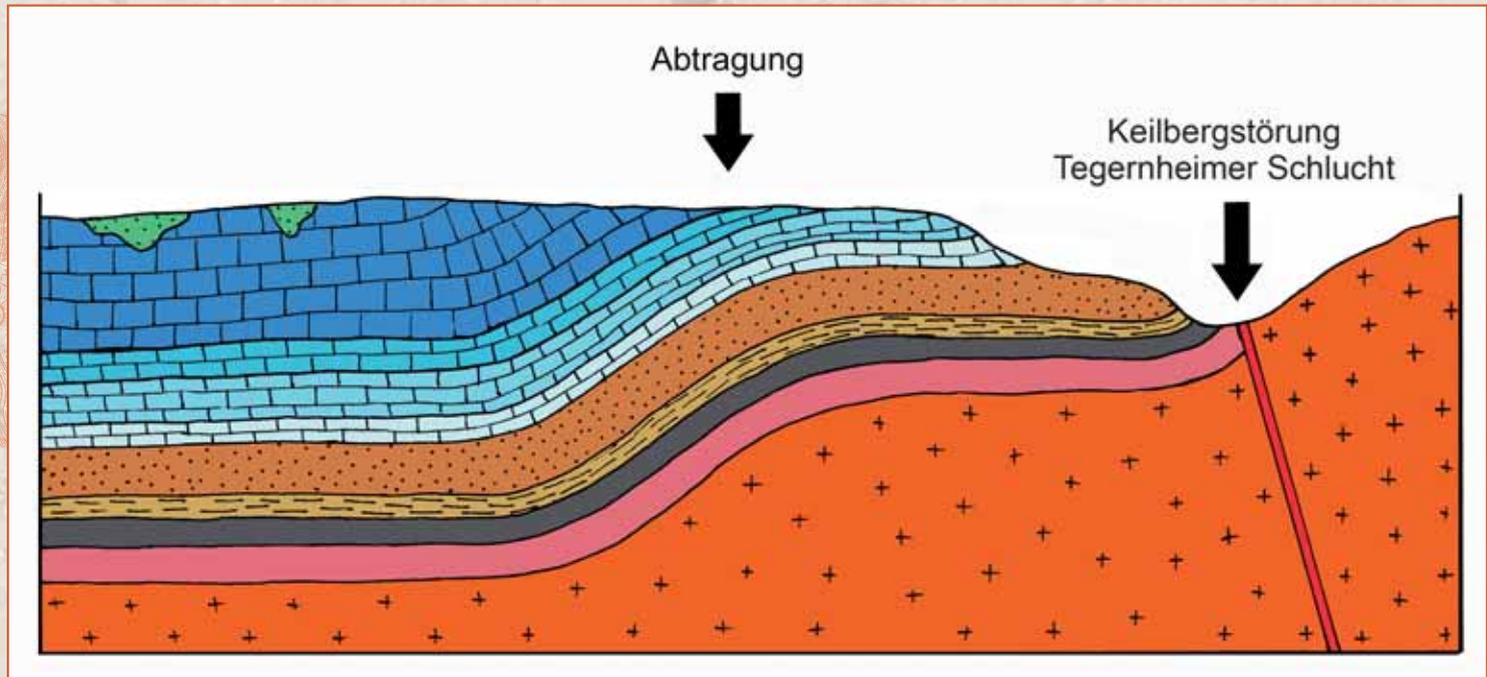


Tektonische Bewegungen begannen bereits vor 140 Mio. Jahren. Vermutlich im Miozän (vor 20 Mio. Jahren) kam es zu großen tektonischen Veränderungen. Eine starke Einengung der Sedimentgesteine führte zu einem flexurartigen Hochbiegen dieser Schichten. Bei Tegernheim bildete sich eine Bruchlinie, die "Keilbergstörung", an welcher das Grundgebirge im Osten gegenüber den Gesteinen des Erdmittelalters im Westen um rund 500 Meter aufgestiegen ist. Fortschreitende Abtragung erodierte (erodieren = auswaschen und zerstören) die Juragesteine östlich der Keilbergstörung völlig.



Tektonik der Tegernheimer Schlucht – 4 Entwicklungsstadien

Stadium 4: Situation heute



Fortschreitende Erosion schnitt die Tegernheimer Schlucht in die Gesteine und führte zum heutigen Landschaftsbild.

Der Mittelberg in Tegernheim - Teil eines Jahrmillionen alten Gebirges

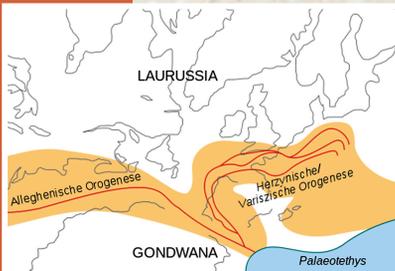
Das Gesicht der Erde wandelt sich ständig

Vor ca. 4,5 Milliarden Jahren entsteht die Erde. Nach Jahrmillionen der Abkühlung des vormals glühend heißen und flüssigen Erdballs bilden sich allmählich erste Kontinentalplatten aus. Diese Kontinentalplatten der Erdkruste schwimmen bis heute auf der glühend-flüssigen Magmamasse des Erdmantels. Diese Bewegungen werden auch Kontinentaldrift genannt.



Darstellung über das Ausmaß des Superkontinents Pangaea

Quelle: Diese Datei wurde abgeleitet von: Pangaea-continent.svg von Kieff Autor Astroskiandhike



Heutige Küstenlinien zum Vergleich eingezeichnet. Rote Linien zeigen die Gebirgsbildung mit den beteiligten Kontinenten an. In Großbuchstaben die Namen der Kontinente.

Autor der Karte: Woudloper, Übersetzung von Jo Quelle: wikipedia - Variszische Orogenese

600 Mio. Jahre - Bildung metamorpher Gesteine (Gneis)

Ausgangspunkt für die Entstehung von Gneis sind Ablagerungen aus Sand und Ton auf dem Meeresboden. Sinkt dieser ab, kommt es durch hohe Drücke und hohe Temperaturen zu Umwandlungen (Metamorphosen), welche den Gneis entstehen lassen.

359-299 Mio. Jahre - Entstehung des Superkontinents Pangaea im Erdaltertum

Nördlich des Äquators befindet sich der Nordkontinent Laurussia und auf der südlichen Halbkugel der Südkontinent Gondwana. Bedingt durch die Kontinentaldrift treiben beide Landmassen aufeinander zu und es kommt zum Zusammenstoß. Dadurch entsteht der Superkontinent Pangaea, der alle damaligen Landmassen der Erde vereinigt.

Variszisches Gebirge

Beim Zusammenstoß quetschen die Kontinente den dazwischenliegenden Meeresboden und kleinere Landmassen (Südwesteuropa) ein. Dabei türmt sich das variszische Gebirge auf. Es entsteht ein 500 bis 1000 km breiter Gebirgsgürtel. Dieses weltumspannende Gebirgssystem reicht von den Appalachen/Allegheny (Nordamerika) bis nach Europa und Russland. Das Gebirge war wahrscheinlich höher als das heutige Himalayagebirge und besteht überwiegend aus Gneisen.

Granit

Im Inneren des Gebirges öffnen sich Spalten und Kanäle (Bruchtektonik) und flüssiges Magma (Gesteinsschmelzen) dringt ein und kristallisiert zu grobkristallinem Tiefengestein (Granite).

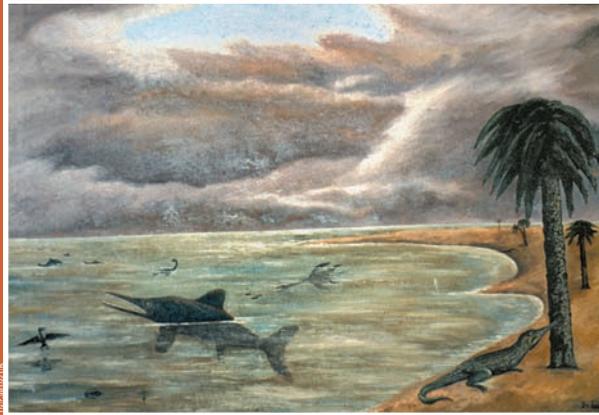
Der Mittelberg

Aus dem Gebirgsbildungsprozess gehen der Mittelberg in Tegernheim, der Donautauer Burgberg und der Scheuchenberg sowie der Regensburger Wald, der Bayerische Wald und der Böhmerwald hervor (Böhmisches Massiv). Sie sind in unserer Heimat der letzte Rumpf des einstmals mächtigen variszischen Gebirges nach Jahrmillionen der Erosion (Abtragung). Der Bayerische Wald und der Böhmerwald sind als kristallines Mittelgebirge landschaftsprägend. Im Bereich des Mittelberges finden sich Körnelgneis und Kristallgranit. Entlang des Hohlweges zum Sender Keilberg ist der Gneis aufgeschlossen.



Das System Jura (200 bis 142 Mio. Jahre)

Das System Jura (vor 200 bis 145 Mio. Jahren) und seine Stufen Lias, Dogger, Malm sind hier durch dunkle Tone (Lias), eisenreiche Sandsteine (Dogger) und helle Kalke (Malm) gegliedert. Gesteine der oberen Trias und der Lias-Stufe sind im Bereich der Störungszone in der Tegernheimer Schlucht zu vermuten, zum Teil im Bereich der Ortschaft Keilberg aufgeschlossen.



Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt

Neben zahlreichen wirbellosen Tieren des Jura gab es Wirbeltiere wie den Ichthyosaurier, ein wasserbewohnendes Reptil. Seine Vorfahren lebten an Land. Diese Saurier wurden selten größer als 3 bis 4 Meter. Ob solche Reptilien auch im Meer im Raum Tegernheim – Keilberg schwammen, ist nicht bekannt. Ichthyosaurier starben bereits vor ca. 95 Mio. Jahren aus, sie erreichten also nicht die Kreide/Tertiär-Grenze vor 65 Mio. Jahren. Sie gelten als Beweis dafür, dass damals ein schrittweises und kein plötzliches Aussterben stattfand.

Die anstehenden Gesteine: Dogger Alpha

Die Basisschichten gehören zum **Dogger Alpha (Opalinuston)**, benannt nach dem Leitfossil für den Dogger Alpha, dem Ammoniten *Leioceras opalinum*.

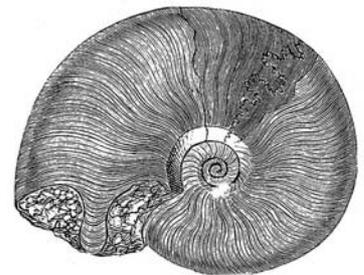
Die Störungszone, die durch die Tegernheimer Schlucht zieht, bildet morphologisch eine Senke. Sie wird noch durch die hier anstehenden weichen, leicht verwitterbaren Schichten des Opalinustons verstärkt. Es sind dunkelgraue Tone, die Stauhazone bilden. In dieser Senke entstanden Weiher. Die Mächtigkeit der Opalinustonschicht beträgt etwa 20 Meter. Der Ton wurde in einer Tegelgrube (mundartlich „Degelgruam“) abgebaut.



Opalinuston in der Tegernheimer Schlucht



Eisenkonkretion aus dem Opalinuston



Leitfossil des Opalinustons: *Leioceras opalinum*, Ammonit (Kopffüßler); benannt nach seiner Ähnlichkeit mit dem Widdergehörn des altägyptischen Gottes Amun

In der darunter liegenden Schichtfolge, der Trias, befindet sich der „Burgsandstein“ (Mittlerer Keuper), der wegen seines Gehaltes an Kaolinit als „Porzellanerde“ gewonnen wurde (weitere Informationen dazu an Station 4).



Dogger Beta (Eisensandstein)

Wenige Meter westlich der Teiche, an der steilen Böschung, steht der Eisensandstein an. Größere Aufschlüsse befinden sich in einem kleinen ehemaligen Steinbruch am Eingang zur Tegernheimer Schlucht, ein weiterer hier bei der Kapelle und ein dritter im Tegernheimer Keller. Um einen Felsenkeller schaffen zu können, wurden dort Ende des 19. Jahrhunderts große Kellergewölbe in den Sandstein getrieben.



Tegernheimer Keller

Bei dem Gestein handelt es sich um gelbbraune, zum Teil auch auf Grund eines höheren Eisen- gehaltes stark rot gefärbte, fein- bis mittelkörnige Quarzsand- steine. Die Quarzkörner sind schlecht gerundet, aber gut sorti- ert. Zwischendurch finden sich auch Einschaltungen von grob- körnigen Sandsteinen mit fein- körnigem Bindemittel. Die dünn- bis mittelbankigen Schichten fallen mit einem Winkel von durchschnittlich 25 Grad nach Westen ein („einfallen“ bedeu- tet der Winkel zwischen der Neigung der Gesteinsfläche und

der Horizontalen). Die Schichtunterseiten weisen eine wellige Struktur auf. Eine Schrägschichtung, die nach Westen einfällt, lässt sich besonders schön im Tegern- heimer Keller beobachten. Deren Ausrichtung zeigt an, dass die Schüttungen des Materials von Osten nach Westen gerichtet waren, also vom damaligen Festland in Richtung Meer. BAUBERGER W. (1969) und BRUNHUBER A. (1921) sehen diese Strukturen als **Dünen** an, was darauf hinweisen würde, dass das Gebiet während der Ablagerung trocken lag. Auch die gute Sortierung spricht für durch den Wind transportierten und hier abgelagerten Quarzsand (äolische Entstehung). Aus dem Einfallswinkel und der Ausstrichbreite des Eisensandsteins errechnet sich eine Mächtigkeit von ungefähr 50 Metern.



1 cm

Eisensandstein aus eisenreicher Lage



1 cm

Eisensandstein aus grobkörniger Bank



1 cm

Eisensandstein mit Manganausfällungen (schwarze Punkte, die dunklen Flecken sind tonige Linsen und Lagen)



Zerfall des variszischen Gebirges und fortschreitende Meeresüberflutungen (Transgressionen)

Ab 299 Mio. Jahren - Zerfall des Gebirges

Bald nach Abschluss der Gebirgsbildung setzt rasch der Zerfall ein. Da die Statik nicht stimmt (instabil), kommt es zu einem Gebirgskollaps. Das Gebirge gleitet auseinander und löst dabei Erdbeben aus. Es bleibt nur mehr ein Rumpfgebirge als variszische Hochfläche übrig (etwa 250 Mio. Jahre).

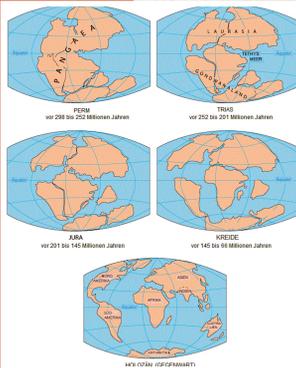


Ausbreitung des Zechsteinmeeres

Autor: San Jose und Droht
Quelle: Wikipedia Zechsteinmeer

258 - 161 Mio. Jahre - Meeresüberflutungen

Vor ca. 258 Mio. Jahren, im oberen Perm, setzt eine Ausweitung der Meeresgebiete ein. Durch Absenkung und Verflachung des Landes wird „Bayern“ von Norden her allmählich fortschreitend durch das entstehende Zechsteinmeer überflutet. Im Dogger (175-161) fällt der Tegernheimer Raum zeitweise trocken und durch Wind kommt es zu Ablagerungen von rötlichem Eisensandstein an steilen Dünen. Der Eisensandstein ist rechts an der Böschung aufgeschlossen und gut in Schichten ausgeprägt.



Zerfall des Superkontinents Pangaea

Autor: USGS <https://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/historical.html>, Quelle: File:Fig2-5globes.gif mit deutscher Beschriftung

230 - 66 Mio. Jahre - Zerfall des Superkontinents Pangaea

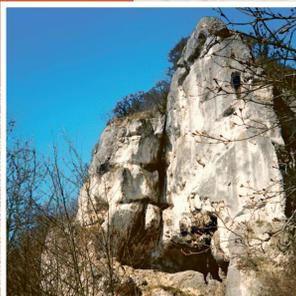
Vor ca. 230 Mio. Jahren leiten erste tiefe Grabenbrüche den späteren Zerfall des Superkontinents ein und vor etwa 66 Mio. Jahren existiert der alle Landmassen umfassende Kontinent nicht mehr. Pangaea ist fast weitgehend in einzelne Kontinente zerbrochen. Die Kontinente driften allmählich auf die heutigen Positionen zu, die sie vor ungefähr 1,7 Mio. Jahren erreichen.

161 - 145 Mio. Jahre - Jura-Malm-Meer

Im Oberjura-Malm werden „Bayern“ und „Deutschland“ weitgehend überflutet. Von Norden kommt das Meer und verbindet sich im Süden mit dem Urmittelmeer. Weite Teile „Süddeutschlands“ liegen im Bereich eines Flachmeeres. Hier bilden sich Riffgesteine mit Klippencharakter. Korallen errichten steilwandige Bauten, die frei über dem Meeresboden aufragen.

Heute prägen die Riffgesteine als weißgraue Felsen im Donau- und Laabertal die Landschaft und sind stumme Zeugen des ehemaligen Jura-Malm-Meeres.

In der Zeit des Malm, der Höhepunkt der Saurier, lebt auf den Koralleninseln der taubengroße Archaeopteryx, ein Urvogel, der anatomische Elemente von Sauriern und modernen Vögeln aufweist.



Riffgestein des Malm an der Straße nach Matting

Foto: Hans-Joachim Graf

145 - 16 Mio. Jahre - Ende der Meeresüberflutungen

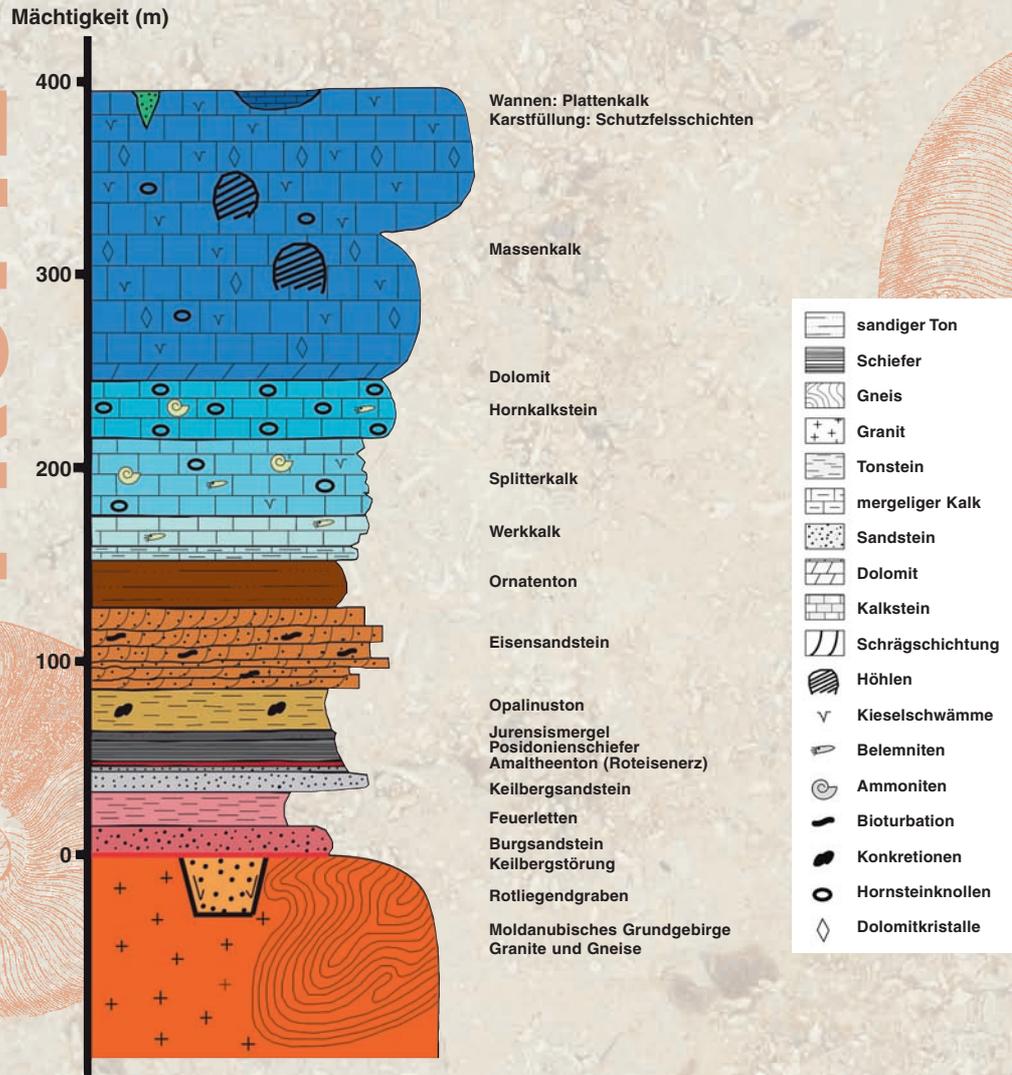
„Süddeutschland“ wird immer wieder vom Urmittelmeer (Tethys) überflutet. Durch die Norddrift des afrikanischen Kontinents gegen die europäische Platte kommt es vor etwa 55 Mio. Jahren zur Hebung der Alpen (alpidische Orogenese). Im Zuge der stetigen Hebung der Alpen bleibt seit ca. 16 Millionen Jahren dem Mittelmeer der Weg nach Süddeutschland versperrt. Die fortlaufende Norddrift der afrikanischen Platte löst bis heute immer wieder Erdbeben in Italien, Griechenland und Türkei aus.



Profil durch die Schichtenfolge bei Tegernheim

(Maier F., 2007)

PROFIL

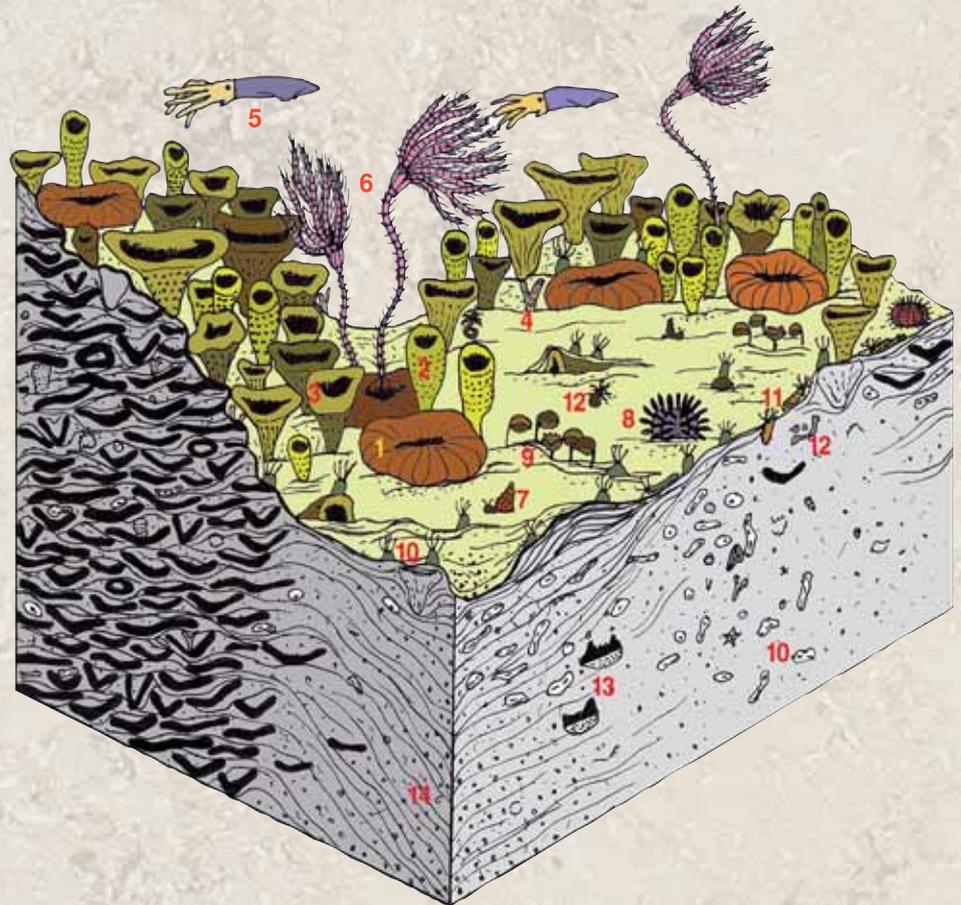
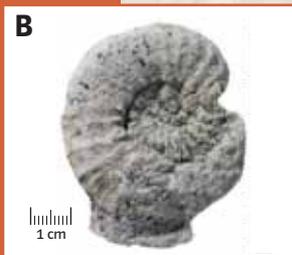


Während im Dogger (vor 178 - 156 Mio. Jahren) unser Gebiet Festland war – Dünen weisen daraufhin – begann mit dem Malm (Oberjura – vor 156 - 142 Mio. Jahren) die Ausbreitung eines Flachmeeres. Die Voraussetzung bildete die Absenkung der **Vindelizischen Schwelle**, die zwischen dem Germanischen Becken im Norden und dem alpinen Triasbecken im Süden bestand. Dieser Rücken liegt heute unter der Alb und der Donauebene. Im Dogger Epsilon durchbrach schließlich die **Regensburger Straße** die Verbindung zwischen Vindelizischer Schwelle und Böhmischer Masse. Damit gelangte Nordbayern in den Bereich des erdumspannenden Mittelmeeres, der **Tethys**, wodurch zahlreiche neue Arten einwandern konnten. Für Sammler gelten deshalb die Juraschichten als Hauptfundstelle für Fossilien.

Bei tropischem Klima entstanden im Malm Kalkablagerungen sowie Kalk-Ton-Ablagerungen (Mergel) und es bildeten sich Dolomite (Calcium-Magnesium-Karbonate). Diese Gesteine sind dominierend in der Fränkischen Alb: Es sind Massenkalke, Riffkalke und Dolomite. Aus den zwischen den Riffzügen in Lagunen sich absetzenden Plattenkalcken des oberen Malm konnte neben zahlreichen Fossilien auch der Urvogel Archaeopteryx in Solnhofen geborgen werden.



Lebensbild vom Fellingner Berg im Oberen Jura – Schwammriff



A Malm Alpha-Beta:
verfestigter Kalkschlamm mit
Belemniten (dunkelbraun;
griechisch belemnion = „Blitz“,
die Bezeichnung rührt daher,
dass man diese Bildung
auf Blitzschlag zurückführte;
Gruppe der Kopffüßler)

B Malm Alpha-Beta:
Ammonit (Gruppe der Kopffüßler;
Euaspidoceras)

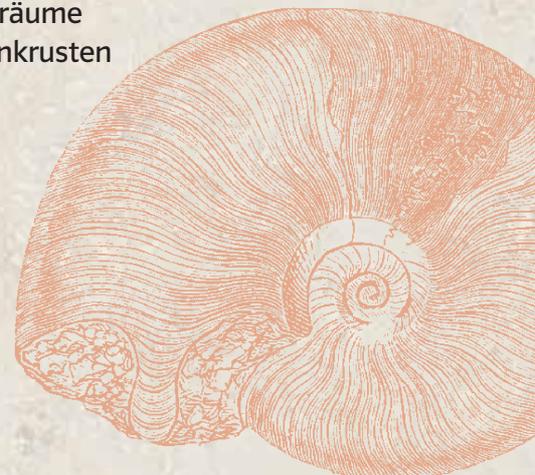
C Malm Delta:
Malmkalk mit Hornsteinknollen
(Quarzknollen, entstanden aus
Kieselorganismen), Fellingner Berg

D Malm Epsilon-Zeta (Massenkalk):
Becherförmiger Schwamm

E Malmkalk Epsilon-Zeta:
Röhrenförmiger Schwamm,
Querschnitt mit „fossiler
Wasserwaage“

F Malmkalk Epsilon-Zeta:
Brachiopode (Armfüßler)

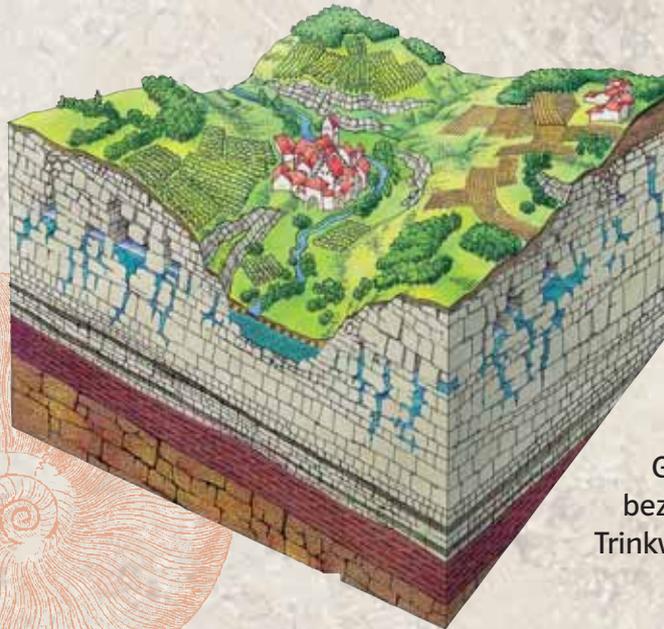
- 1 tellerförmiger Kieselschwamm
 - 2 röhrenförmiger Kieselschwamm
 - 3 becherförmiger Kieselschwamm
 - 4 Neuropora (Kalkschwamm)
 - 5 Belemniten
 - 6 Seelilien
 - 7 Schnecken
 - 8 Seeigel
 - 9 Brachiopoden
 - 10 Tubiphyten
 - 11 Terebella
 - 12 Serpuliden
 - 13 Hohlräume
 - 14 Algenkrusten
- } Mikroorganismen





Verkarstungsprozesse

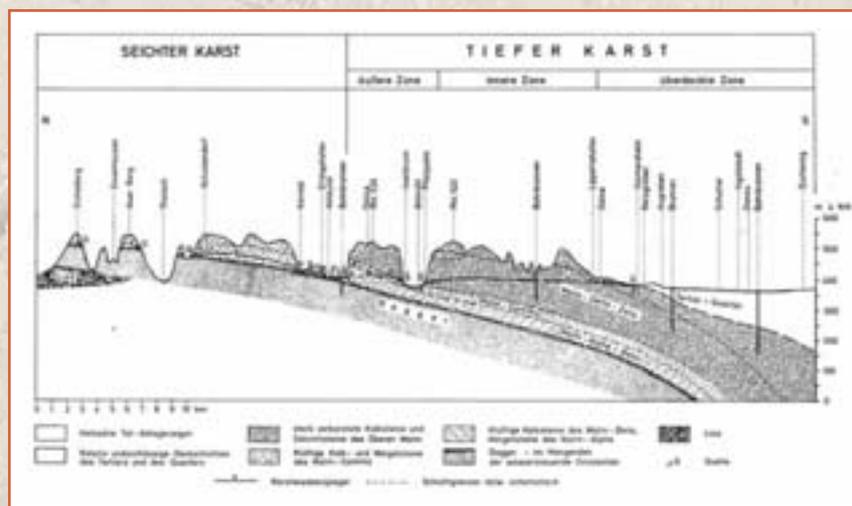
Tektonische Vorgänge wie Klüftbildungen und Anlage von Störungen waren die Voraussetzungen für die Verkarstung der Malmkalke. Kohlendioxidreiche Wässer wirken durch Korrosion (Zersetzung von Gestein durch chemische Wirkung) auf die Kalksteine ein. Damit werden Klüfte zu wirksamen Gerinnen erweitert. Die Verkarstung führt in einem reiferen Stadium zur Höhlenbildung. Stürzt die Decke der Höhlen ein, so entstehen schüsselförmige Eintiefungen in der Erdoberfläche, welche man als Dolinen bezeichnet.



Das Blockbild zeigt die Grundwasserlandschaft in der verkarsteten Frankenalb

Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt (ProNatur GmbH, Frankfurt)

Die verkarsteten Malmgesteine sind bedeutende Grundwasserleiter. Regensburg bezieht einen Großteil seines Trinkwassers aus diesem Karst.



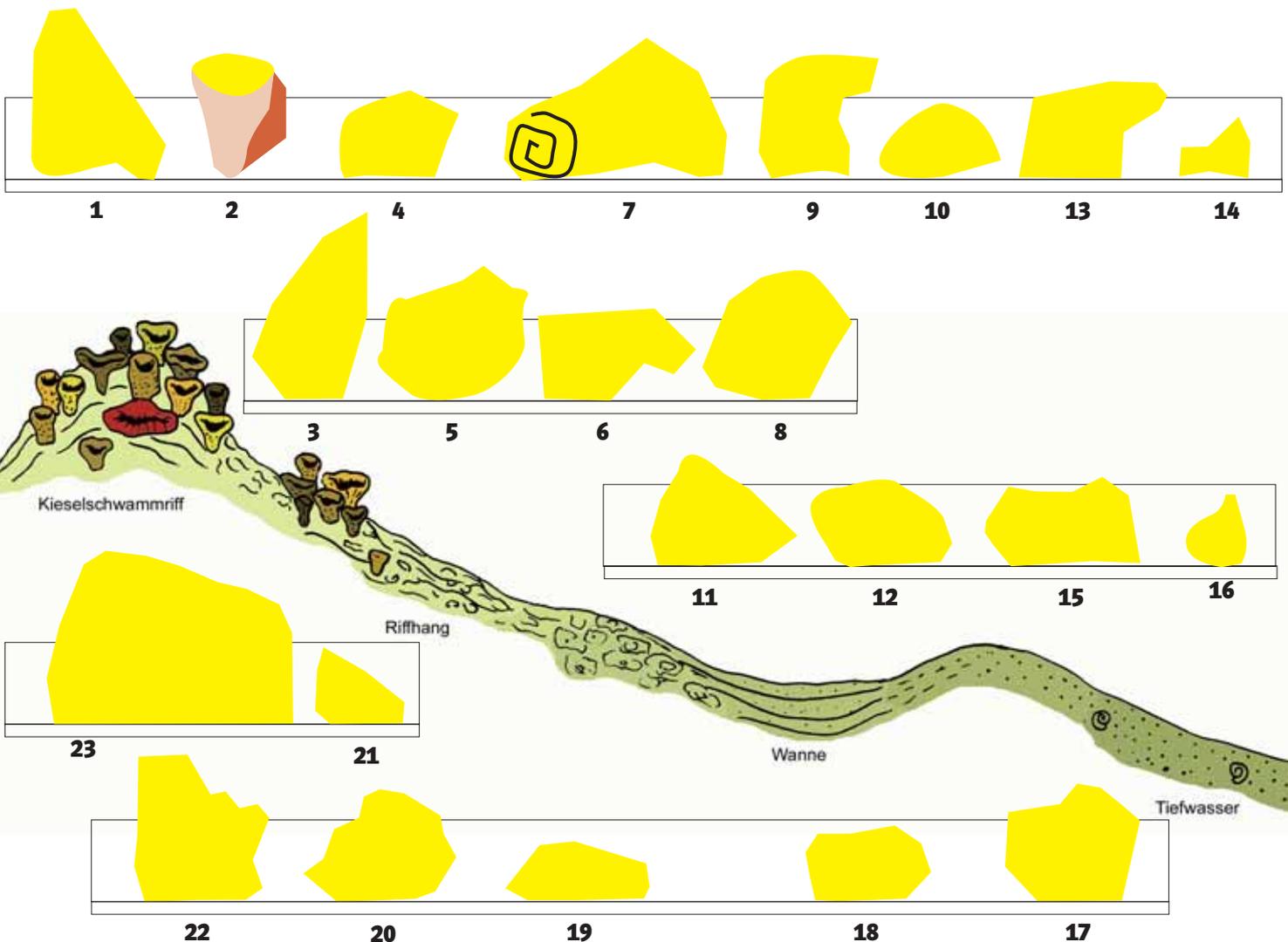
Profil durch den Karst der südlichen Frankenalb (APEL R., Dissertation, 1971)

Man unterscheidet zwischen seichtem und tiefem Karst. Während im seichten Karst das Wasser oft nur eine geringe Verweildauer hat (unter 100 Jahre, manchmal auch nur wenige Tage), kann das aus dem tiefen Karst geförderte Wasser einige tausend Jahre alt sein. Bei dem aus dem seichten Karst geförderten Grundwasser müssen besondere Schutzbestimmungen gegen Verunreinigung beachtet werden. Dolinen wurden in der Vergangenheit aus Unkenntnis als Müllkippen genutzt.



Fossilien in Malmgesteinen

- 1 Kalkstein, gebildet in einem aus verschiedenen Schwämmen und Kalkschlamm bestehenden Kieselschwammriff
- 2 Becherförmiger Kieselschwamm
- 3 Kalkstein, bestehend aus Riffschutt, welcher sich am Riffhang sammelte und durch Mikroorganismen verfestigt wurde. Er enthält verschiedene Schwammbruchstücke (länglich) und Kleinorganismen.
- 4 Riffschuttalk vom Riffhang; er enthält Schwammbruchstücke, Schalenreste und Kleinorganismen; vorhandene Hohlräume sind mit Calcit gefüllt.
- 5 Kalkstein aus Kieselschwammriff; er enthält Kieselschwämme (weiß), Seeigelstachel und Kleinorganismen.
- 6 Kalkstein vom Riffhang mit deutlichen Algenkrusten (Bänderung); er enthält Kleinorganismen.
- 7 Ammonitenabdruck in Kalkstein
- 8 Aufgearbeitetes Riffmaterial, verfestigt zu Kalkstein; es enthält Kieselschwammreste, Schalen von Brachiopoden (Armfüßler) und Kleinorganismen (kleine weiße Flecken); die Hohlräume sind ungefüllt.
- 9 Ammonitenbruchstücke mit Manganausfällungen (dunkel)
- 10 Ammonitenbruchstück
- 11 Kalk, welcher sich an Organismenreste anlagerte und im Bereich von Schwammriffen bildete; er enthält Schwammreste, Brachiopodenschalen und Kleinorganismen.
- 12 Kalkstein, gebildet aus Kalkschlamm, der sich in Wannen sammelte; er enthält Schwammreste, Schalen und Kleinorganismen; dunkle Manganausfällungen
- 13 Ammonitenabdruck in Kalkstein; dunkle Manganausfällungen
- 14 Ammonitenbruchstück mit dunklen Manganausfällungen
- 15 Kalkstein, bestehend aus Kalkschlamm und feinen Schwammnadeln (Spiculit); er enthält neben einer Vielzahl von Schwammnadeln auch Schwammreste, eine Muschel und Kleinorganismen: Die Bildung erfolgte im Tiefwasser, entfernt vom Riff.
- 16 Hornsteinknolle, entstanden durch Ausfällungen von Kieselsäure, welche von aufgelösten Schalen mariner Organismen stammt
- 17 Kalkstein, gebildet im Tiefwasser; er enthält Ammonitenbruchstücke (rechts), einen Belemniten (Kopffüßler, oben rechts), Kieselschwammreste und Kieselschwammnadeln.
- 18 Kalkstein, gebildet aus Kalkschlamm, der sich in Wannen abgesetzt hat; sekundär dolomitiert (Calcium wird bei der Verfestigung des Kalkschlammes durch Magnesium ersetzt); er enthält Belemniten, Seeigelstacheln, Schalenreste und Kleinorganismen, dunkle Manganausfällungen
- 19 Kalkstein aus aufgearbeitetem Riffmaterial; er enthält Kieselschwammreste (dunkel, halbrund) mit Kleinorganismen.
- 20 Kalkstein, gebildet aus Riffschutt; er enthält Schwammreste und Kleinorganismen; sekundär dolomitiert; Manganausfällungen
- 21 Kalkstein, bestehend aus Riffschutt, welcher durch Mikrobenkrusten stabilisiert ist; er enthält verschiedene Kleinorganismen und Kalkschlammkügelchen
- 22 Kalkstein aus Riffschutt; er enthält Brachiopodenschalen (Mitte), Schwammreste und Schwammnadeln, Seeigelstacheln und Kleinorganismen
- 23 Kalkstein vom Kieselschwammriff; er enthält Kieselschwämme, Schalen von Brachiopoden; Seelilienstiel, Mikroorganismen; sekundär dolomitiert (gelbe Bereiche)





Der Altweg von Tegernheim über den Keilberg nach Grünthal

Der Altweg, mit deutlichen Spuren von Fuhrwerksverkehr, überwand den Steilanstieg aus der Tegernheimer Schlucht auf die Hochfläche von Keilberg in drei stark eingetieften Trassen mit jeweils bis zu drei Fahrinnen (s. Kartenabbildung). Vor allem beim Talverkehr wurden die Fahrinnen durch den „Bremsschuh“ aufgerissen. Beim nächsten Regenguss wurde das gelockerte Material abgeschwemmt. Auf diese Weise gruben sich die Fahrspuren, reine „Naturpisten“, immer tiefer ein und bildeten „Hohlwege“.

Der Altweg von Tegernheim über den Keilberg nach Grünthal



Begriffserläuterungen:

„Altwege/Altstraßen“: Nicht mehr oder nur noch sporadisch genutzte Straßen- und Wegtrassen, im Erscheinungsbild heutigen unbefestigten Flur- und Feldwegen vergleichbar. Dabei kann es sich um aufgelassene Orts- wie auch um aus irgendwelchen Gründen aufgegebene Fernwegverbindungen handeln. Es können Pfade/Pisten über Land, in oder entlang von Wasserläufen oder eine Kombination aus beidem gewesen sein.

„Naturwege/Pisten/Pfade“: unbefestigte Fahrinnen/Fahrspuren, unseren einfachen Feld- und Waldwegen vergleichbar.

„Bremsschuh“: ein mit kräftigen, kurzen „Spikes“ bewehrter Eisenschuh zum Blockieren der hinteren Räder eines eisenbereiften Wagens. Die Bremsschuhe wurden bei der Talfahrt unter den hinteren Rädern und mit Ketten am Wagenbaum hinter der Vorderachse befestigt.

„Hohlwegbildung“: Vor allem durch den Bremsschuh, aber auch durch die Hufe der Zugtiere und die eisenbereiften Wagenräder wurde der Pistenuntergrund der Naturwege an steilen Hangpartien aufgelockert. Beim nächsten Regenguss wurde das gelockerte Material abgeschwemmt. Dies führte bei häufiger und langandauernder Nutzung der Altwege zur Hohlwegbildung. Besonders tiefe und steilwandige Hohlwege entstanden in Sandsteinen (Bunt-, Eisen-, Rhätsandstein), aber auch in mächtigen Lößablagerungen.





Eisenerz, Porzellan- und Farberde in Keilberg

Blick auf die Ortschaft Keilberg

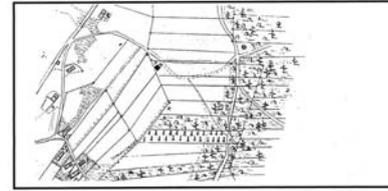


Abb. 24: Lage der Schächte der St. Theresienzeche 1870
Überlieferung: StAA, Bezirksamt Stadthof Bauplan 1870/6

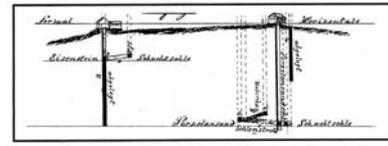


Abb. 25: Aufriß der Zeche Gut Glück
Überlieferung: StAA, Bergamt Amberg Nr. 713

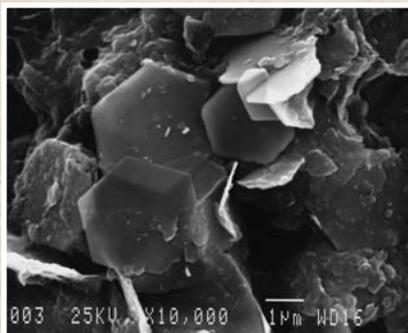
Abbildungen oben aus GUGAU A.: Die Entwicklung der Ortschaft Keilberg von ihrer Gründung bis zu ihrer Eingemeindung nach Regensburg, in: Verhandlungen des Vereins für Oberpfalz und Regensburg, 39. Band, Regensburg, 1999, S. 99-163.

Ortschaft Keilberg. Im südlichen Bereich an der Erzwegstraße sieht man in der Satellitenaufnahme auf den Ackerflächen eine deutlich rote Färbung des Bodens. Sie stammt vermutlich von hier anstehenden Lias Delta-Gesteinen mit Eisenoolithen.

Kaolin ("Porzellanerde")

GÜMBEL C. W., 1868, S. 897 schreibt dazu:

„Auf dem Keilberge unfern Regensburg, dicht an der Urgebirgsgrenze, ist neuerlichst der frühere Versuch, den hier in etwa 120 bis 130 Fuss Tiefe unter dem Lias gelagerten Arkosensandstein, der reichlich Porzellanerde enthält, zu Tag zu fördern und daraus durch Schlämmen den reinen Thon zu gewinnen, wieder aufgenommen worden.“

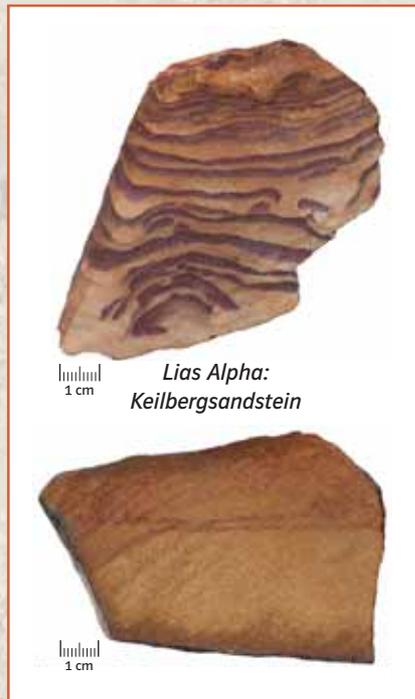
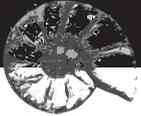


Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme von sechseckigen Kaolinit-Plättchen (ca. 1/1000 mm Größe) als Beispiel für die hier gewonnenen Rohstoffe

Es dürfte sich um den weißen kaolinhaltigen Sandstein handeln, welcher dem Burgsandstein zugerechnet wird (Mittlerer Keuper), der etwa 14 Meter mächtig ist.

Ob die 1803 am Singrün in Regensburg gegründete Porzellanmanufaktur Abnehmer der Rohstoffe war, ist nicht bekannt.

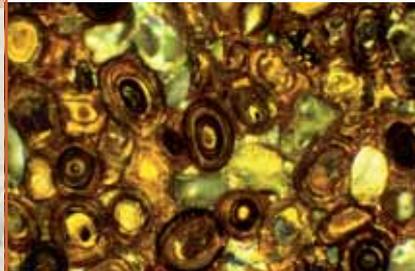




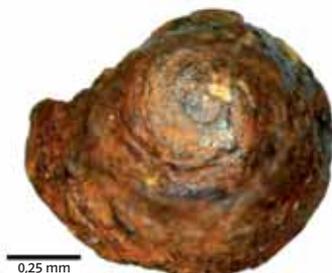
Lias Alpha:
Keilbergsandstein



Lias Delta:
Roteisenerz aus Keilberg



*Eisenoolith der Liaserze von Pegnitz.
Der Abbau dieses Erzes erfolgte in
seiner Hauptphase von 1908 bis 1967.
Das Eisenerz von Keilberg besteht
vermutlich ebenfalls aus konzentrisch-
schaligen Kugelchen (Ooiden), die sich
um einen im Inneren winzigen
Kristallisationskern gebildet haben.*



Lias Delta: Gastropode („Schnecke“)

Farberde

„Auf der Keilberger Höhe, westlich vom Punkt 472 am Wege vom Dorf Keilberg nach der Hohen Linie ist der Angulatusandstein (Keilberger Sandstein) am besten aufgeschlossen; zum Teil sehr schön rotgebändert, zum Teil auch als sehr harter Quarzit ausgebildet. Nahe dem Steinbruch befand sich hier früher ein Schacht, aus welchem Roteisenoolith zu Farbzwecken und kaolinhaltiger Keupersandstein zur Porzellanfabrikation gefördert wurde. Der vom Hauptschacht in südlicher Richtung getriebene Stollen mündete beim sogenannten Knappenhaus am oberen Ende der Tegernheimer Schlucht im Keupersandstein und darüberliegenden roten und grünlichen Lettenschichten. Auch an anderen Stellen waren zu diesem Zweck Schächte angelegt...“

(BRUNHUBER A., 1921, S. 39-40.)

Eisenerz

Übersicht über die letzten Untersuchungen am Keilberg auf Roteisenerze des Lias Delta:

1938 am Ausbiss untersucht
1940 - 1956 durch 12 Bohrungen bis 290 m
unter Gelände untersucht

Durchschnittliche Mächtigkeit: 1 Meter

Eisengehalt des Hauptflözes:

zwischen 43,6 und 34,3 %

Das Erzrevier erstreckt sich auf 4 km in nordsüdlicher Richtung und 2 km in ostwestlicher Richtung. Bei einer Mächtigkeit von 1 Meter errechnet sich ein Lagerstätteninhalt zwischen 8 und 22 Mio. Tonnen Erz.





Buchenmischwald

Der Wald, der sich uns heute auf dem Nordhang des Fellinger Berges als Mischwald aus Laub- und Nadelbäumen zeigt, war ursprünglich fast reiner Buchenwald. Von Natur aus wäre Bayern ein Buchenland. Buchenmischwälder würden 85 Prozent der Landesfläche bedecken.



Leberblümchen

Frühlings-
Platterbse

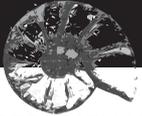
Doch der Mensch hat seit 1000 Jahren große Teile dieser Wälder gerodet für die Landwirtschaft, für Siedlungen und Straßen. Nur mehr ein Drittel der ursprünglichen Fläche ist übrig geblieben. Aus diesen restlichen Waldflächen holten sich die Menschen für ihre Bedürfnisse Brenn-, Werk- und Bauholz. Später brachten sie in großem Umfang Nadelbaumarten (Fichte, Kiefer, Lärche) künstlich ein, da diese vielseitiger zu verwenden waren als das ursprüngliche Laubholz.

Der Wald, wie wir ihn heute erleben, ist das Ergebnis vom Zusammenwirken der natürlichen Standortbedingungen und der Tätigkeit des Menschen im historischen Zeitablauf. Der Standort (Biotop) ist geprägt durch das geologische Ausgangsgestein, die Bodenbildung und Geländeform, aber auch durch die klimatischen Einwirkungen von Temperatur und Niederschlag. Daher konnten sich in unserer Heimat vielerlei Waldtypen entwickeln, z. B. feuchtigkeitsliebende Auwälder und Schluchtwälder, aber auch an Wärme und Trockenheit angepasste Wälder, wie wir sie im Regensburger Raum häufig antreffen.

Mit den nach der Eiszeit eingewanderten Baumarten hat sich auch eine dem Standort entsprechende Pflanzen-, Pilz- und Tierwelt eingestellt. Gemeinsam entwickelten sie eine langlebige natürliche Lebensgemeinschaft, die wir als „**Ökosystem Wald**“ bezeichnen.

Der Buchenwald mit beigemischter Traubeneiche entlang des ersten Teiles des Geopfades wird wegen seines kalkreichen Standortes auch **Kalkbuchenwald** bezeichnet. Die Kalkbuchenwälder sind bekannt durch zahlreiche Frühjahrsblumen (Leberblümchen, Frühlings-Platterbse).

In den unteren Hanglagen hat die Buche infolge des tiefgründigen und gut mit Wasser versorgten Bodens optimale Wachstumsbedingungen und entwickelt lange und gerade Stämme. Zum Oberhang hin, wo das Wasser knapper und die Bodentiefe geringer werden, nimmt auch die Wüchsigkeit der Buche ab. Oben auf dem Plateau werden schließlich die Bedingungen für die Buche immer schlechter, dafür wird die dem dortigen Standort besser angepasste Stieleiche die vorherrschende Baumart.



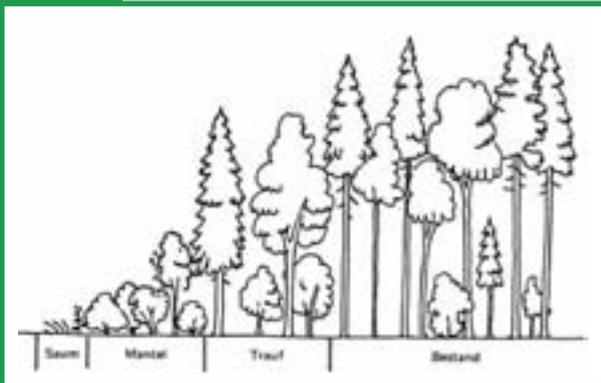
Totholz

In Schutzgebieten und bei einer naturnahen Waldbewirtschaftung bleiben zunehmend mehr alte und abgestorbene Bäume stehen. In ihrem toten Holz finden zahlreiche Pilz- und Käferarten einen einzigartigen Lebensraum. Aber auch viele Baumhöhlen bewohnende Vögel und Fledermäuse sind auf solche Habitate (Behausungen) angewiesen.

Waldrand

Diese Tafel steht am Waldrand, der Übergangszone von geschlossenem Wald zur offenen Fläche.

Naturnahe Waldränder sind im Idealfall aufgebaut aus einem Saum von Gräsern und Stauden, einem Mantel aus Sträuchern und einem Trauf von großkronigen Bäumen. Meist bestehen sie aus lichtliebenden Sträuchern und Baumarten der natürlich vorkommenden Waldgesellschaft.



Quelle: Bayerische Staatsforstverwaltung

Am hiesigen Waldrand finden sich als Bäume vor allem Eichen, daneben auch Vogelkirschen, Buchen und Spitzahorne. Der Strauch-Mantel besteht aus Weißdorn, Schlehe, Heckenrose, Hartriegel, Liguster, Heckenkirsche und Hollunder.



Waldränder sind wichtige Landschaftselemente:

- Sie erhöhen die Stabilität der Wälder gegen Sturm
- Sie sind als Randbereiche wichtige Lebensräume für heimische Pflanzen- und Tierarten und somit naturnahe Vernetzungslinien in unserer Kulturlandschaft
- Sie sind Zufluchtsort seltener und gefährdeter Arten und damit für den Naturschutz von besonderer Bedeutung
- Sie bestimmen optisch und ästhetisch ein ansprechendes Landschaftsbild.





"Trichtergruben"



Trichtergruben im
Paintener Forst

An der Trasse des Geopfads befinden sich Bodenvertiefungen, die unterschiedliche Ursachen haben können.



Schacht im Frauenforst bei
Kelheim

Möglichkeit 1: Dolinen

Der hier anstehende Kalkstein ist vielfach verkarstet. Hohlräume in den Gesteinen können zu Einsturztrichtern führen. Da aber die hier vorkommenden Gruben von einem Wall umsäumt sind, handelt es sich wahrscheinlich nicht um Dolinen.

Möglichkeit 2: Trichtergruben

Es sind Trichtergruben, die von ehemaligen Schürfen stammen können. Solche Trichtergruben finden sich z. B. in großer Zahl im Raum Kelheim – Parsberg. Sie entstanden, als hier in der Zeit der Kelten und im Mittelalter Bergbau betrieben wurde: Man suchte und gewann die in der Oberkreide gebildeten Brauneisenerze, die in Vertiefungen an den verkarsteten Malmkalken gebildet wurden.



Bombenkrater am Keilstein

Möglichkeit 3: Bombenkrater

Die Gruben sind Bombenkrater, die am Ende des Zweiten Weltkrieges entstanden sind, als Bomben der Alliierten Luftstreitkräfte abgeworfen wurden. Nach der Veröffentlichung von Alwin Hechenrieder dürfte es sich bei diesen Trichtergruben eindeutig um Bombentrichter handeln.

(HECHENRIEDER A. – *Die Flak in Tegernheim: Der Weg der Flakbatterie 3/484 im Zweiten Weltkrieg, in: Tegernheimer Heimat- und Geschichtsblätter, Band 4/5, 2006 /2007*)





Tegernheim, Aufnahmedatum: 9. April 1945. Links oben ist der Keilsteiner Hang zu erkennen.

Auszug aus: HECHENRIEDER A., 2007:

„Am 4.11.1944 [kam die US-Flotte] schon wieder. 715 Bomber flogen aus dem Süden ein und bombardierten in fünf Wellen, aus 6.000-8.000 m Höhe, in sehr kurzer Zeit von 11.38-12.05 Uhr mit insgesamt 436,50 t. Das Ziel Ölhafen wurde wieder nicht getroffen, dafür im Osten der Stadt schwere Schäden angerichtet. Der Bombenteppich zog sich von Keilberg, Hafen, Kasernen bis zum Ostbahnhof. Letzterer zeigte schwerste Schäden. Auch die Holzverzuckerung [zur Gewinnung von Treibstoffen aus Holz] in Schwabelweis-Tegernheim war getroffen und für 14 Tage nicht einsetzbar. In der dazu gehörigen Werksiedlung nördlich der Donaustauffer Straße mussten 30 Menschen, die sich in einen Luftschutzbunker geflüchtet hatten, durch einen Bombenvolltreffer sterben. Bürger aus Tegernheim waren nicht betroffen. Auch auf umliegende Landkreise fielen Bomben, z. B. Straubing, Rottenburg, Landshut. Meistens waren es irgendwelche Irrläufer. Dazu gehörte auch Tegernheim mit 200 Sprengbomben in ihren Fluren, ohne Häuser oder Personenschäden.“

Drei schwere Flakbatterien schossen direkt auf die Bomber, dazu Sperrfeuer, und trafen zwei Maschinen, die ihren Heimatort wahrscheinlich nicht mehr erreichten.

Der 9. Dezember 1944 war für Tegernheim ein Schicksalstag. Die 15. US-Luftflotte flog mit 170 Bombern, B 17 und B 24, von Italien nach Norden. Ihr Ziel war u. a. der Regensburger Ölhafen, neben Objekten in Österreich und Skoda bei Pilsen. In drei Wellen wurden von insgesamt 79 Bombern 196,30 Tonnen abgeworfen. Die Flughöhe betrug 6.000-9.000 m. Wegen einer geschlossenen Wolkendecke trafen sie Regensburg nicht, vielmehr gingen die meisten Bomben im Landkreis Regensburg runter. Die Zeitzeugin Berta Pletz stellte dagegen fest, dass „warmes, unbewölktes Wetter“ herrschte und das Ziel die Holzverzuckerung war. Hier wurden entsprechende Markierungsbomben abgeworfen für die Flieger, die sich vom Kalkwerk Funk und dem Riegerfelsen am Keilsteiner Hang her näherten. Mehrere Orte erlitten Schäden ohne Todesopfer. In Oppersdorf fielen 6 Männer und 7 Frauen... Tegernheim trafen 420 Sprengbomben (in der Regel je 225 kg schwer) auch in den Fluren. Darunter 40 Zeitzünder und 8 Blindgänger.“



Eichenmischwald

Auf der leicht nach Süden geneigten Hochfläche des Fellingner Berges wird der Buchenwald fast vollständig von einem wärmeliebenden Eichenmischwald abgelöst. Der Grund dafür ist der flachgründige strenge Lehmboden und die Trockenheit dieses Biotops. Ein solcher Standort sagt der Buche nicht sehr zu, doch die wurzelkräftige Stieleiche kommt damit gut zurecht. Noch extremer hinsichtlich der Flachgründigkeit und Trockenheit wird es dann am Rand zum felsigen Abbruch ins Donautal. Dieser auf dem Jurarand wachsende Stieleichenwald ist eine Besonderheit des Regensburger Raumes. Wo der Wald entlang der Hangkante noch geringer wüchsig und lichter wird, spricht man sogar von einem „Steppenheidewald“.



Die Stieleiche ist ein ausgesprochen lichtliebender Baum, der im Vergleich zur Buche auch weniger Schatten spendet und verhältnismäßig viel Licht durch seine lockeren Kronen durchlässt. Da Wärme und Trockenheit vorherrschen, wachsen hier auch andere lichtliebende Bäume, Sträucher, Waldkräuter und Gräser. So kommen als weitere Baumarten die Hainbuche sowie der Spitz- und Feldahorn dazu; die Strauchschicht bilden Haselnuss und Weißdorn.

Auffallend ist an dieser Stelle das häufige Vorkommen von Efeu, der sich an den Stämmen bis in die Baumkronen hinaufwindet.



Auch die Tätigkeit des wirtschaftenden Menschen hat zu diesem besonderen Waldbild des Naturschutzgebietes beigetragen. Die nicht allzu sehr in die Höhe wachsenden Eichenwälder dieses Standorts lieferten wenig langes und geradschaftiges Nutzholz. Die früheren Waldbauern haben sie daher für eine nachhaltige Brennholzgewinnung genutzt. Dies ging am besten mit einer besonderen Form des Kahlschlages eines jungen Waldes, bei dem die „schlafenden Augen“ (Knospen) aus der Rinde des abgeschlagenen Stockes wieder austreiben und durch das kräftige Wurzelwerk des gefälltten Baumes mit Wasser und Nährstoffen versorgt werden. Diese forstliche Betriebsart kann aber nur mit Baumarten betrieben werden, die in der Lage sind, aus dem Stock auszuschlagen. Das vermögen nur wenige Laubhölzer wie z.B. die Eiche, die Hainbuche oder auch der Haselnussstrauch, kaum aber die Buche. Die jungen Triebe – meist mehrere pro Stock – wachsen schnell in die Höhe. Sie wurden in Zeitabständen von 20 bis 30 Jahren, wenn sie gut armdick sind, wieder eingeschlagen und als leicht transportierbares Brennholz genutzt. So blieben die Wälder in ihrer Höhe niedrig, daher kommt der Name „Niederwald“.

Niederwaldwirtschaft

werden, die in der Lage sind, aus dem Stock auszuschlagen. Das vermögen nur wenige Laubhölzer wie z.B. die Eiche, die Hainbuche oder auch der Haselnussstrauch, kaum aber die Buche. Die jungen Triebe – meist mehrere pro Stock – wachsen schnell in die Höhe. Sie wurden in Zeitabständen von 20 bis 30 Jahren, wenn sie gut armdick sind, wieder eingeschlagen und als leicht transportierbares Brennholz genutzt. So blieben die Wälder in ihrer Höhe niedrig, daher kommt der Name „Niederwald“.



Erkennbar sind solche ehemaligen Niederwälder daran, dass oft mehrere Stämme aus einem Stock aufwachsen.

Diese Waldbewirtschaftung ist ein Dokument vergangener Landnutzung. Hier am Fellingner Berg hat man diese historische Nutzungsform schon vor vielen Jahrzehnten beendet und lässt die Bäume zu einem Hochwald durchwachsen.

Wälder im Klimawandel

Seit etwa 20 Jahren nimmt der Efeu, der hier oft bodendeckend auftritt und auch die Stämme der Eichen hinaufklettert, in starkem Maße zu. Der Grund für diese rasche Ausbreitung ist in der bereits begonnenen Klimaänderung zu sehen, die Wälder besonders treffen wird. Die Vorhersage zunehmend milder und feuchter Winter sowie heißer Sommer ist für unser Gebiet sehr wahrscheinlich und kommt den Wuchsbedingungen des Efeus entgegen, der im milden atlantischen Klima Westeuropas sein Optimum hat.



Können unsere wichtigsten Laubbäume mit diesem Wechsel noch eher zurecht kommen, so leidet unter der zunehmenden Erwärmung in erster Linie der bisherige „Brotbaum“, die Fichte, die seit dem Mittelalter bei uns künstlich eingebracht worden ist. Warme Witterung macht die Fichte anfällig für den Befall durch Borkenkäfer und den Hallimaschpilz. Besonders in trocken-warmen Gebieten wird sie künftig keine wirtschaftliche Bedeutung mehr haben. Die mit dem Klimawandel verbundenen häufigeren und stärkeren Stürme verursachen obendrein bei den

Nadelbäumen fast jedes Jahr mehr Windwurfschäden als in früheren Jahrzehnten. Die einzige Möglichkeit für unsere Waldwirtschaft wird ein naturnaher Waldbau mit den heimischen Laubbaumarten und ein Waldumbau mit klimatoleranten Baumarten sein.

Im Naturschutzgebiet Keilstein unterbleiben wirtschaftliche Eingriffe. So können wir in der Zukunft an solchen unbehandelten Flächen zuerst erkennen, wie sich der Klimawandel im Regensburger Raum auf diese Wälder auswirken wird.



Keilberg-Höhenrücken

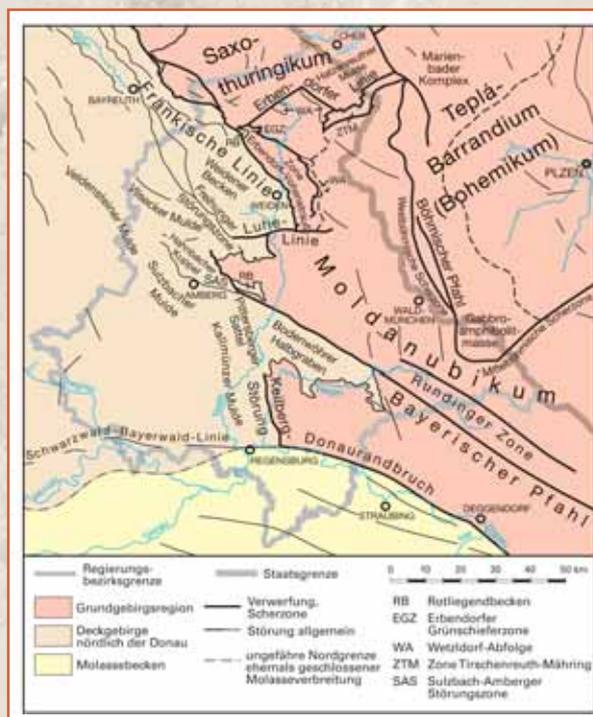
Der Donaurandbruch

Der Donaurandbruch - ein Störungssystem - beginnt westlich von Regensburg und verläuft Donau-parallel bis in den Raum Passau. Die tiefergelegene Südscholle des Randbruchs – **das Molassebecken** (Senke, aufgefüllt mit Abtragungsschutt der aufsteigenden Alpen vor 54 – 8 Mio. Jahren) wird von jungen Ablagerungen des Quartär verhüllt. Wenn man als Bezugsgrenze Oberer Jura (Malm) zur Oberkreide nimmt, so liegt diese Grenze in der Stadtmitte von Regensburg 60 Meter unter Gelände, nach Osten zu bei Donaustauf bereits 200 Meter unter Gelände und bei Straubing bereits bei ca. 800 Meter unter der Donauebene.



Aus: GÜMBEL C. W.: Gebirgsansichten, Beilage, 1868

Im Raum Tegernheim kann zwischen dem Standort an der Station 7 und der tieferliegenden Scholle eine Sprunghöhe von 200 Metern angenommen werden.



Tektonische Übersichtskarte der Oberpfalz -
aus: Geologische Blätter von Nord-Ostbayern, Band 18, 1968

Der Donaurandbruch wurde im Karbon vor über 300 Mio. Jahren angelegt. Dieses Störungssystem blieb mehrfach aktiv, insbesondere im Miozän vor 24 Mio. Jahren.



Hornsteine als Werkzeuge der Steinzeit?

In den Malmkalken treten im Bereich des Keilbergs in einem unteren Horizont Hornsteine auf. Hornsteine bestehen hier aus hellgrauem bis dunkelgrauem Quarz, der sich in Knollen und dünnen Lagen im Kalkstein befindet. Der Quarz stammt vermutlich von aufgelösten Schalen und Skeletten mariner Organismen, wie z. B. Kieselschwämmen. Bei der Kalkbildung im Stadium der Verfestigung (Diagenese) kam es zur Konzentration der Kieselsäure unter Bildung von Hornsteinen.



Beispiele von
Artefakten vom
Keilsteiner Hang

Einige dieser bearbeiteten Hornsteine (Steinzeitwerkzeuge) wurden von F. Herrmann in den 1950er Jahren gesammelt und sind im Museum der Stadt Regensburg archiviert.

Bei den am Keilsteinhang gemachten Funden handelt es sich um Artefakte (von Menschen hergestellte Gegenstände), allerdings weitgehend um Rohlinge, die möglicherweise wegen ihrer minderen Qualität nicht weiter bearbeitet wurden. Hergestellt wurden z. B. bei dieser Steinbearbeitung Feuersteindolche und Pfeilspitzen. Nach M.

Moser sind die meisten Stücke der Jungsteinzeit (Neolithikum, ca. 5000 - 2000 v. Chr.) zuzuordnen, wenngleich darunter auch ältere Artefakte zu vermuten sind. Die Fundstelle selbst befindet sich am Ausbiss der Hornstein führenden Kalksteine („Steilhang-Mine“), das heißt, die Werkzeuge wurden gleich vor Ort bearbeitet.



Hornsteinknolle
(im Volksmund
„Tegernheimer Ei“)

Steinwerkzeugrohling

Steinwerkzeugrohling mit deutlich
sichtbaren Mikrofossilien





Waldrand – Trockenrasen – Felsen

Das Biotop des Stieleichenwaldes der Hochfläche wechselt an der Hangkante über eine Abfolge von charakteristischen Pflanzengesellschaften innerhalb weniger Meter zu einer extrem trocken-warmen Kalkfelsvegetation



Wolliger
Schneeball



Schlehe



Ehrenpreis



Diptam



Küchenschelle



Regensburger Geißklee

Waldrand

Unmittelbar an den Eichenwald schließt sich ein schmaler Gebüschstreifen aus vielerlei Sträuchern an, die diesem besonderen Standort angepasst sind: Hartriegel, Liguster, Berberitze, Wolliger Schneeball, Schlehe, Kreuzdorn und andere mehr. Dieser Waldmantel ist die Heimat zahlreicher Vogelarten.

Im Halbschatten des Saumes gedeihen schöne krautige Pflanzen wie der Blutstorchschnabel, der breitblättrige Ehrenpreis oder – als besondere Seltenheit – der Diptam.

Trockenrasen

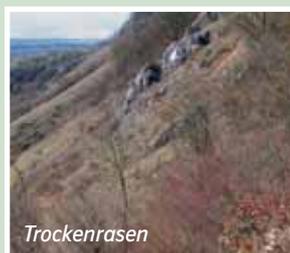
Am Übergang vom Gebüschsaum zu den Felsköpfen haben sich ursprüngliche, sehr artenreiche Trockenrasen auf kleinen Flächen entwickelt. Sie bilden ein Rückzugsgebiet für konkurrenzschwache und trockenheitsertragende Pflanzen. Eine unzählige Schar von Ameisen, Bienen, Raupen, Schmetterlingen, Käfern, Spinnen und Schnecken lebt in der Pflanzengemeinschaft des Magerrasens. Typisch für dieses Biotop ist das Vorkommen der Küchenschelle, des Regensburger Geißklee und spezialisierter Seggen und Gräser. Der Regensburger Geißklee ist die einzige Pflanze, die nach Regensburg benannt ist.

Eine Besonderheit der Trockenrasen am Keilstein ist das Vorkommen des Federgrases, das in Südosteuropa zu Hause ist. Seine langen fedrigen Ähren, die an Adlerflaum erinnern, werden im Volksmund auch Steinfeder genannt. Sie wurden früher als Hutschmuck getragen und gaben dem Schwabelweiser Schützenverein „Steinfeder“ den Namen.

Die ausgedehnten Trockenrasen und Halbtrockenrasen im unteren Teil des Keilsteiner Hanges sind eine Folge der Tätigkeit des Menschen. Diese Lagen wurden früher für Weinberge genutzt und sind seit dem 12. Jahrhundert urkundlich vom Kloster St. Emmeram bezeugt. In der Landkarte von Apian (1568) sind sie deutlich erkennbar. Nach über 800-jähriger Nutzung wurden die Weinberge erst anfangs des 20. Jahrhunderts aufgegeben.



Federgras

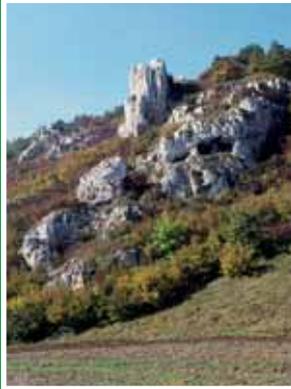


Trockenrasen





Aus dem ehemaligen Kulturland haben sich Magerrasen-Flächen entwickelt. Sie werden nun von der Natur zurückerobert und drohen zu verbuschen. Sie müssen daher aus Gründen des Arten- und Biotopschutzes durch aktive Pflegemaßnahmen und Schafweide offengehalten werden, um diese seltenen Lebensräume für Pflanzen und Tiere zu erhalten.



Felsen

Die Kalkfelsköpfe und Felswände sind schließlich die extremsten Biotope, die im Sommer bis auf 60° C aufgeheizt werden können. Trotzdem sind sie ein Zufluchtsort für seltene Pflanzen, die lichtbedürftig sind und gleichzeitig Trockenheit ertragen.

Solche Überlebenskünstler sind in diesem schwierigen Lebensraum durch intensive Behaarung sowie sehr schmale oder wachsüberzogene und dickfleischige Blätter vor Verdunstung geschützt. Vielfach wachsen sie polsterförmig und entwickeln ein dichtes, ausgedehntes Wurzelwerk, um an das wenige Wasser im Boden zu gelangen. Zu solchen Spezialisten im Fels gehören das Berg-Steinkraut und der weiße Mauerpfeffer.



Berg-Steinkraut



Weißer Mauerpfeffer

Pflanzenwanderung aus dem Osten

Die Einzigartigkeit der Pflanzenwelt am Keilstein ist nicht allein durch den kalkreichen Standort und das trockenwarme Klima zu erklären. Man muss dazu noch um die ursprüngliche Heimat dieser Pflanzen wissen und zu verstehen suchen, wie diese in den Regensburger Raum gekommen sind. Viele der seltenen Arten stammen aus den Steppen Osteuropas oder aus dem Mittelmeerraum. Sie haben nach einer Wanderung von Hunderten von Kilometern diesen Vorposten ihres Vorkommens erreicht. In den Wärmephasen nach der letzten Eiszeit sind manche Pflanzen aus den Trockenstandorten und Steppenheiden um das Schwarze Meer über Ungarn und Niederösterreich entlang der Donau nach Westen gewandert. Andere erreichten uns aus dem Mittelmeerraum auf dem Südostweg um die Alpen. Es dauerte mehrere tausend Jahre, in denen sich die Pflanzen auf diesen langen Strecken über ihre Samen durch den Wind oder mit Hilfe von Tieren ausbreiten konnten.

Von diesem Aussichtspunkt aus kann man erahnen, dass die steilen und warmen Südhänge entlang des Donau-Randbruches geeignete Trittsteine auf diesem Wanderweg waren.

