

Führer zum Geologischen Lehrpfad im Herzogspark in Regensburg

von

Gernot Endlicher*

Das Gesicht der Erde ist nicht starr und unveränderlich, sondern stellt nur die Momentaufnahme in einer sehr langen Entwicklung dar. Auch gegenwärtig finden bedeutsame Veränderungen um uns herum statt. Wir können diese aber nur verstehen, wenn wir die Vorgänge in der Vergangenheit kennen.

Die geologischen Verhältnisse waren und sind zusammen mit klimatischen und biologischen Faktoren von prägender Kraft auf die Gestaltung der Landschaft. Zugleich bedeuten Bodenschätze wie Gold, Flußspat, Feldspat, Quarz und Tone, die in komplizierten geologischen Prozessen entstanden sind, Grundvoraussetzungen für kulturelle und industrielle Entwicklungen.

Mit dem Lehrpfad soll ein Einblick in die dynamische Geschichte der Erde vermittelt werden, die in die Gesteine geschrieben ist. Mit einem größeren Verständnis der erdgeschichtlichen Entwicklung und für die Landschaft, in der wir leben und die wir in zunehmendem Maß verändern, können wir unsere natürliche Umwelt besser achten und erhalten.

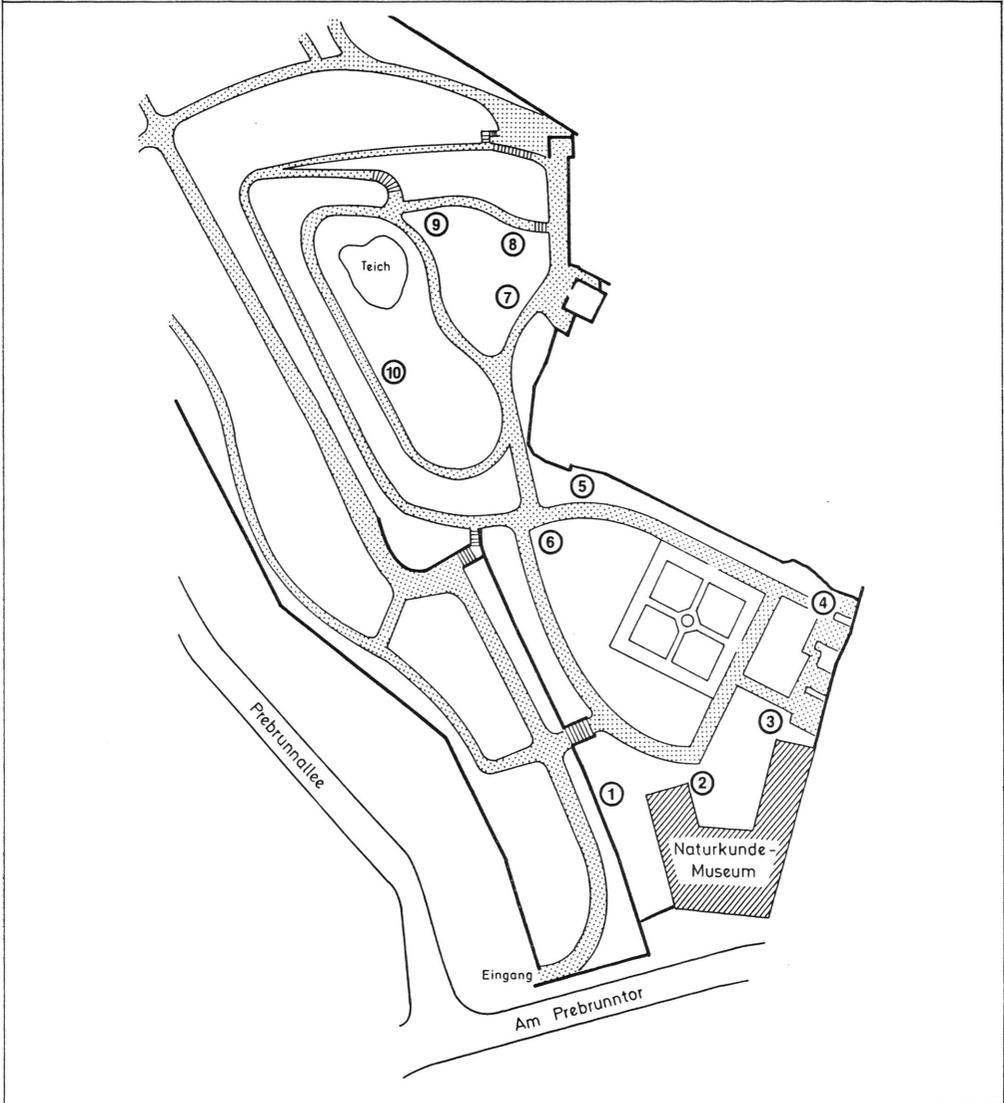
Regensburg liegt geologisch betrachtet unmittelbar am Berührungspunkt dreier großer erdgeschichtlicher Einheiten, auf welchen die heutige naturräumliche Landschaftsgliederung beruht:

- dem rumpfförmig eingeebneten Grundgebirge des Bayerischen und Oberpfälzer Waldes aus magmatischen und metamorphen Gesteinen des Präkambriums (Archaikum, Algonkium) und des Erdalters (= Paläozoikum: Kambrium, Ordovizium, Silur, Devon, Karbon, Perm)
- dem Bruchschollenland der Fränkischen Alb aus Sedimentgesteinen des Erdmittelalters (= Mesozoikum: Trias, Jura, Kreide)

* Dr. Gernot Endlicher, Staatliches Forschungsinstitut für Angewandte Mineralogie an der Universität Regensburg, Kumpfmühlerstr. 2, 8400 Regensburg

- und dem Molassebecken südlich der Donau mit Sedimenten der Erdneuzeit (= Neozoikum: Tertiär, Quartär).

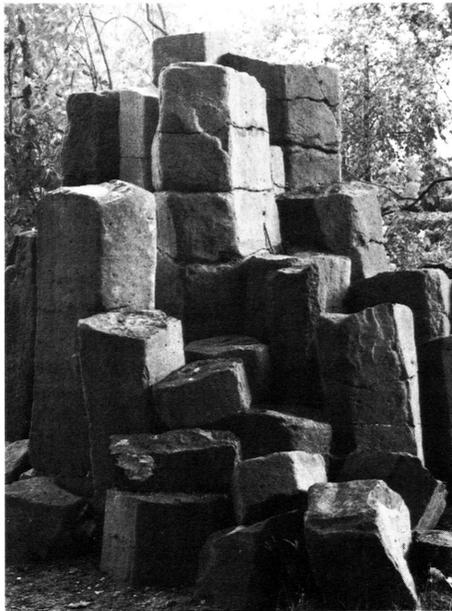
Auf dem geologischen Rundgang sind weitverbreitete oder typische Gesteine und besondere Bildungen zu sehen. Der Gliederung und Gruppierung ist im wesentlichen die Art der Entstehung zugrunde gelegt. Die Exponate 1 - 3 sind magmatischen-, 4 metamorphen-, 5 und 6 sedimentären Gesteinen und 7 - 10 mineralischen Rohstoffen zugeordnet.



Geologischer Rundgang im Herzogspark

Magmatische Gesteine (= Erstarrungsgesteine)

Magmatische Gesteine sind durch Erstarrung (Kristallisation) einer glutflüssigen Schmelze (Magma) entstanden. Nach dem Ort der Bildung unterscheidet man **Tiefengesteine (Plutonite)**, die in großer Tiefe langsam auskristallisiert sind, **Ganggesteine**, die in nicht so großer Tiefe schneller erstarrt sind und **Ergußgesteine (Vulkanite)**, bei welchen das Magma in Spalten bis an die Erdoberfläche emporgedrungen und dort sehr schnell erkaltet ist. Nach der Zusammensetzung unterteilt man in **basische, saure** und zwischen beiden einzuordnende sogenannte **intermediäre Schmelzen**. Basische Magmen sind arm an Kieselsäure (SiO₂) und reich an den Elementen Magnesium, Eisen und Calcium. Aus ihnen bilden sich **dunkle** (basische) Gesteine wie **Gabbros** und **Basalte**. Saure Magmen sind dagegen reich an Kieselsäure und an den Elementen Kalium und Natrium. Bei ihrer Kristallisation entstehen **helle** (saure) Gesteine, vor allem **Granite**. Die Gesteine aus intermediären Schmelzen bezeichnet man als **Diorite**.



Basaltgruppe

1. Die Säulengruppe demonstriert die typische Erscheinungsform des **Basaltes**, einem dunklen feinkörnigen vulkanischen Gestein. In der Umgebung der Oberpfalz ist diese Gesteinsart in einer schmalen Zone vom Fichtelgebirge über die nördliche Oberpfalz nach Nordböhmen hinein verbreitet und markiert eine Schwächezone in der Erdkruste mit sehr tief reichenden Brüchen. Diese Bruchzone ist geologisch ziemlich jung. Vor

ca. 20 Millionen Jahren, in der Tertiärzeit, sind hier aus den untersten Bereichen der Erdkruste, d.h. aus etwa 25 bis 35 km Tiefe, basische Magmen an die damalige Erdoberfläche in Spalten und Schloten emporgedrungen, nahe der Erdoberfläche erstarrt oder als Lava ausgeflossen. Bei der Abkühlung in den Schloten bildete sich die charakteristische Säulenform heraus. Im Laufe der Erstarrung kristallisierten vorwiegend die dunklen Minerale Olivin, Pyroxen, Magnetit und untergeordnet die hellen Minerale Nephelin und Plagioklas.

Zeugnisse der starken vulkanischen Tätigkeit sind neben vielen kleinen Vorkommen der Große Teichelberg, der Parkstein und der Rauhe Kulm, die als Folge der Erosion der umgebenden verwitterungsanfälligeren Gesteine in Form von Kuppen und Kegel aus der Landschaft herausragen. Noch als nachvulkanische Erscheinung dieses Basaltvulkanismus sind die heutigen Kohlesäurewässer in diesem Gebiet (z.B. bei Kondrau) anzusehen.

2. **Quarzglimmerdiorite** haben ihre Verbreitung im Regensburger Wald, besonders im Gebiet von Roßbach-Treidling. Es sind intermediäre Plutonite, die sich aus den dunklen Mineralen Biotit und Hornblende und den hellen Mineralen Feldspat und Quarz zusammensetzen und dadurch grau gesprenkelt aussehen.

Die heiße Schmelze, aus der das Gestein auskristallisierte, stammt aus einem Erdkrustenbereich, der über dem der Basaltschmelzen liegt, aus einer Tiefe zwischen 10 und 25 Kilometer. Diese Schmelze wurde gegen Ende der Gebirgsbildung im Erdaltertum (variszische Gebirgsbildung) vor etwa 325 Millionen Jahren in verfaltete Gneise und bereits erstarrte Granite - wie der Kristallgranit in Punkt 3 - emporgepreßt. Dort, noch in größerer Tiefe, ist die Schmelze in Form von breiten Gängen auskristallisiert. Die weitere dynamische Geschichte läßt sich mit Hilfe des hellen Ganges ablesen. Er macht sichtbar, daß nach der Abkühlung und Verfestigung des Diorits erneut Dehnungsfugen aufrissen, in die jetzt granitische Schmelzen eindringen und kristallisierten. Die grobkörnige helle Randzone aus Feldspat, Quarz und Glimmern ist aus einer an Gas angereicherten Schmelze ausgeschieden und wird als **Pegmatit** bezeichnet.

Infolge starker Hebungen des Grundgebirges und der Erosion vieler Kilometer darüberlagernder Gneis- und Granitmassen sind die Plutonite heute an der Erdoberfläche freigelegt. Der etwa drei Tonnen schwere Block zeigt die Wirkung der Verwitterung, bei der für magmatische Gesteine typisch kugelige Formen entstehen (=Wollsackverwitterung).

3. **Granite** verschiedenster Ausbildung nehmen große Gebiete des Regensburger und Oberpfälzer Waldes ein. Sie sind wie die Diorite Tiefengesteine, die im Laufe der variszischen Gebirgsbildung kristallisierten. Ihre Erstarrungsalter liegen zwischen 360

und 290 Millionen Jahren (Oberes Devon und Karbon). Sie sind also zum großen Teil älter als die Quarzglimmerdiorite. Aufgrund der sauren Schmelzen sind die Granite hauptsächlich aus den hellen Mineralen Feldspat, Quarz und Glimmern aufgebaut.

Als **Kristallgranite** bezeichnet man Granite, die Zentimeter große Feldspatkristalle (helle Körner) in einer feinkörnigen Grundmasse enthalten. Sie sind durch eine sehr langsame Abkühlung der Gesteinsschmelze entstanden. Die zuerst ausgeschiedenen Feldspäte konnten deshalb über lange Zeiträume zu großen Kristallen heranwachsen. Dabei haben sich die langgestreckten Körner in die Fließrichtung der allmählich erstarrenden Restschmelze eingeregelt.

Für **Zweiglimmergranite** ist dagegen typisch, daß sie neben dunklem Glimmer (Biotit) größere Mengen an hellem Glimmer (Muscovit) führen.

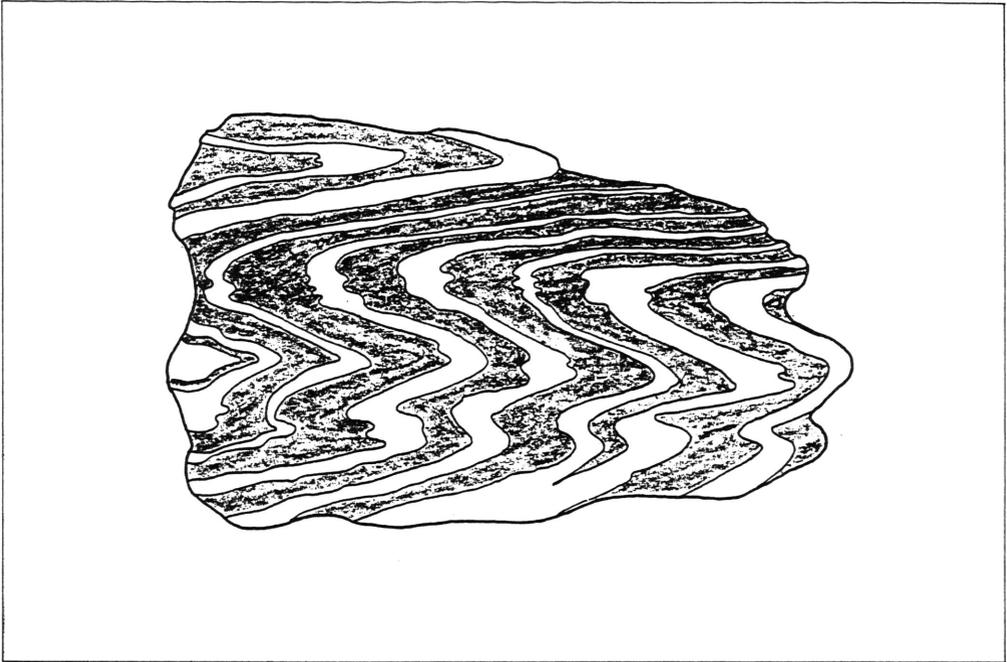
Beim Aufstieg der glutflüssigen Schmelzen werden auch Teile von umgebenden älteren Gesteinen, zum Beispiel Gneise, mitgerissen. Nach der Erstarrung "schwimmen" diese dann als **Schollen im Granit**. Solche Zonen deuten auf die Nähe des Granitkontaktes hin.

Metamorphe Gesteine (= Umwandlungsgesteine)

- Hierunter versteht man Gesteine, die sich unter hohen Drucken und Temperaturen in größerer Erdtiefe aus magmatischen oder sedimentären Gesteinen gebildet haben. Die Minerale der Ausgangsgesteine werden dabei instabil und unter den hohen gerichteten Drucken regeln sich die neu kristallisierenden Minerale ein und bilden die sogenannte Schieferung als typisches Merkmal. Mit steigenden Drucken und Temperaturen bilden sich aus Sedimentgesteinen der Reihe nach Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise und schließlich Migmatite.

Der Oberpfälzer und der Bayerische Wald werden von verschiedenen Gneisarten aufgebaut. Mit wenigstens 280 Millionen Jahren gehören sie zu den ältesten Gesteinen des nordostbayerischen Grundgebirges. Sie haben verschieden alte Gebirgsbildungen mit Faltungen und Metamorphosen "erlebt". Die ursprünglichen Ausgangsgesteine waren zum größten Teil tonig-sandige Sedimente, die vor mehr als 570 Millionen Jahren im Präkambrium abgelagert wurden.

Bändergneise bestehen aus einem Wechsel von dunklen (Biotit-reichen) und hellen (Quarz-Feldspat-reichen) dünnen Lagen. Der Block aus dem Oberpfälzer Wald wird von einem jüngeren Pegmatit gangförmig durchsetzt.



Gefalteter Lagengneis

Serpentinite sind grünliche Gesteine, die aus basaltischen vulkanischen Gesteinen entstanden sind und hauptsächlich aus dem Mineral Serpentin aufgebaut werden. Serpentinite kommen im Oberpfälzer Wald in Form von großen linsenförmigen Körpern z.B. im Gebiet von Winklarn und Oberviechtach und im Gebiet des Hohen Bogen im Hintere Bayerischen Wald vor.

Sedimentgesteine (= Ablagerungsgesteine)

5. Durch die Verwitterung von Gesteinen, den Transport der Mineral- und Gesteinsteilchen in Flüssen oder durch den Wind, und die Ablagerung (Sedimentation) in Flüssen, Seen und Meeren entstehen zunächst lockere Sedimente. Durch Absenkung der Ablagerungsräume und zunehmende Überdeckung verfestigen sie sich und werden zu Gesteinen. Dabei verzahnen sich die einzelnen Körner oder werden mit einem sich neu bildenden Bindemittel verkittet. Sehr häufig bilden sich Sandsteine, die aus viel Quarz mit Gesteinsbruchstücken, Feldspäten und Glimmern bestehen und teilweise seltene Minerale aus den verschiedenartigsten Herkunftsgesteinen enthalten.

Der **Regensburger Grünsandstein** ist ein Sandstein mit einem kalkigen Bindemittel. Er enthält neben den erwähnten Mineralen viele Kalkgesteinskörner und Fossilien sowie das grüne Mineral Glaukonit. Dieses Mineral und Fossilien, z.B. Meeresmuscheln sind Zeugen dafür, daß der Ablagerungsraum ein Meer gewesen ist. Es war das Kreidemeer, das vor etwa 95 Millionen Jahren von Süden her in den Regensburger Raum vordrang und bis vor 65 Millionen Jahren auch weite Teile des Grundgebirges überdeckte.

6. Im Verwitterungskreislauf findet der Transport von Stoffen auch in gelöster Form statt und die Ablagerung ist eine Ausfällung aus dem Fluß- oder Meerwasser. Auf diese Weise haben sich die **Karbonatgesteine** der Fränkischen Alb gebildet. Die Kalkausfällung erfolgte aus einem flachen Meer in der Jurazeit vor 160 bis 140 Millionen Jahren im sogenannten Malm. Ruhige Sedimentationen führten zur Bildung der feinschichtigen Plattenkalke. Das warme Milieu begünstigte das Leben zahlreicher Tiere und Pflanzen (Algen), die ein Kalkskelett besitzen, so daß es in Küstennähe zum Aufbau von Riffen mit massigen Kalken kam.

Karbonatgesteine sind überwiegend bis ganz aus den Mineralen Calcit (Calciumcarbonat) und Dolomit (Calcium-Magnesiumcarbonat) aufgebaut.

Die hier präsentierten Kalksteine sind Riffkalke, die lange nach ihrer Entstehung unterschiedlichen Kräften und Vorgängen ausgesetzt waren.

Die Blöcke mit den zahlreichen Hohlformen aus der Umgebung von Bad Abbach führen die intensive kalklösende Wirkung des Wassers bei der Verwitterung (= Verkarstung) eindrucksvoll vor Augen.

Die Geschichte des gerundeten Blockes ist die einer langen Wanderung mit den Gletschern und Flüssen der letzten Eiszeit vor 25000 bis 10000 Jahren aus dem Alpenraum bis in das heutige Donautal.

Mineralische Rohstoffe

Unter diesem Begriff faßt man Festgesteine, Lockergesteine und Minerale zusammen, die entweder wegen ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften in Industrie und Technik Verwendung finden (Eigenschaftsrohstoffe) oder aus welchen bestimmte Elemente für einen technischen Einsatz gewonnen werden (Elementrohstoffe).

7. **Quarz** und **Feldspat** kommen in wirtschaftlich bedeutenden Anreicherungen in **Granitpegmatiten** vor. In diesen gang- oder stockförmigen Gesteinskörpern, die durch Kristallisation aus sehr gasreichen granitischen Schmelzen entstanden sind, herrschten günstige Bedingungen für das Wachstum großer, zum Teil mehrere Meter großer Kristalle.

Der **Feldspat** enthält gesetzmäßige Verwachsungen mit grauem Quarz und mit silbrig glänzendem hellen Glimmer (Muscovit).

Am **Quarzblock** sind noch Reste der dunklen Gneise zu sehen, in welche die gasreichen Schmelzen eingedrungen sind. Die bräunlichen Verfärbungen sind geologisch sehr junge Erscheinungen, die durch die Ausscheidung von Eisenhydroxid aus Verwitterungslösungen auf der Oberfläche und in feinen Rissen des Quarzes entstanden sind.

Größere Pegmatitkörper liegen in der nördlichen Oberpfalz im Gebiet von Hagedorf/Pleystein. Die wirtschaftlich bedeutendsten Gruben bei Hagedorf, aus welchen hauptsächlich der Feldspat (Kalifeldspat) für die keramische Industrie, speziell die Porzellanherstellung, gewonnen wurde, sind seit März 1984 ausgebeutet. Ein Teil des Quarzes wurde wegen seiner hohen Reinheit zur Produktion von Ferrosilicium und von elementarem Silicium verwendet.

8. Die **Eisenerze** der Oberpfalz sind in verschiedenen Formationen des Erdmittelalters zu finden. Die größten Lagerstätten traten im Gebiet von Amberg/Sulzbach-Rosenberg/Auerbach in der sogenannten Amberger Erzformation auf.

Die Entstehung dieser Erze fällt in die Kreidezeit vor ca. 95 Millionen Jahren, als in einer stark verkarsteten Landschaft aus Jura-(Malm-)Kalken eisenreiche Wässer in Tümpel und Seen einfließen, die teilweise mit dem Meer in Verbindung standen. Das Eisen, das durch Verwitterung aus den Gesteinen des Hinterlandes herausgelöst war, wurde dabei in Form von Hydroxiden (Goethit) oder Carbonat (Siderit) ausgeschieden (sedimentäre Entstehung). Die aus Goethit bestehenden Braunerze enthalten durchschnittlich etwa 50 % Eisen, die sideritreichen Weißerze 40 % und dienten der Eisen- und Stahlerzeugung.

Die Erze wurden schon von den Kelten, später besonders intensiv im Mittelalter und den vergangenen Jahrzehnten abgebaut und weitgehend an Ort und Stelle verhüttet. Heute sind die Vorräte zum größten Teil erschöpft und die Gruben aus wirtschaftlichen und technischen Gründen seit Mai 1987 stillgelegt.

9. **Marmore** bilden sich durch Metamorphose von Karbonatgesteinen. Sie bestehen deshalb fast ausschließlich aus den Mineralen Calcit und/oder Dolomit. Die an dem Block

zu erkennende horizontale Streifung ist die bei der Gesteinsumwandlung entstandene Schieferung, die hier der ursprünglichen Schichtung folgt.

Marmore kommen im Fichtelgebirge, Passauer Wald und im Gebiet des Hohen Bogen vor. Sie zählen zu den ältesten Gesteinen des Grundgebirges überhaupt. Die Ablagerung des ursprünglichen Kalkschlammes fand im Fichtelgebirge vor 590 Millionen Jahren (präkambrisch) statt, im Passauer Wald sicher vor 590 Millionen Jahren eventuell sogar noch vor 2500 Millionen Jahren (präalgonkisch).

Im Fichtelgebirge treten die Marmore als mächtige Züge bei Wunsiedel und Marktredwitz auf, wo sich seit Jahrhunderten eine lebhafteste Steinindustrie entwickelt hat. Die Verwendungen heute sind die Gewinnung von Bruchsteinen, die Herstellung von Kunststeinen (Terrazzo), von Kalkmehl und Branntkalk, und die Verarbeitung zu Kalkstickstoff.

10. **Pfahlquarz.** Der "Bayerische Pfahl" ist eine einzigartige, weltweit bekannte Naturerscheinung im ostbayerischen Grundgebirge. Er ist ein Quarzgangzug, der sich über die beachtliche Länge von 140 km von Schwarzenfeld bis Freyung bei Passau erstreckt und dessen Quarzfelsen immer wieder markant aus der Landschaft herausragen (z.B. Teufelsmauer bei Regen, Burgruine Weißenstein, bei Oberviechtach und Thierlstein bei Cham).

Seine Bildung erfolgt in einer Zeit des erdgeschichtlichen Umbruches vor ca. 250 Millionen Jahren, als das konsolidierte Grundgebirge an tiefreichenden Brüchen zerbrach und Teile gegeneinander verschoben wurden. Etwa 250 Grad heiße kieselsäurereiche Lösungen drangen an dieser Bruchzone empor und kristallisierten in großen fiederförmigen Spalten aus, die sich heute nach der Abtragung mächtiger Gesteinskomplexe zu dem Gangzug formieren.

Besonders dem kleineren Block ist anzusehen, daß der Quarz nach der Kristallisation durch Kräfte in der Erdkruste mehrmals zerbrochen wurde, wobei sich in den Klüften und Spalten immer wieder Quarz aus kieselsäurereichen Lösungen ausschied und die Bruchstücke miteinander verkittete.

Obwohl Quarz ein wertvoller Rohstoff ist, steht der größte Teil des "Pfahl" heute unter Naturschutz. In vereinzelt kleinen Betrieben wird besonders reine Qualität für die Produktion von Ferrosilicium, Siliciumlegierungen und elementarem Silicium abgebaut.

