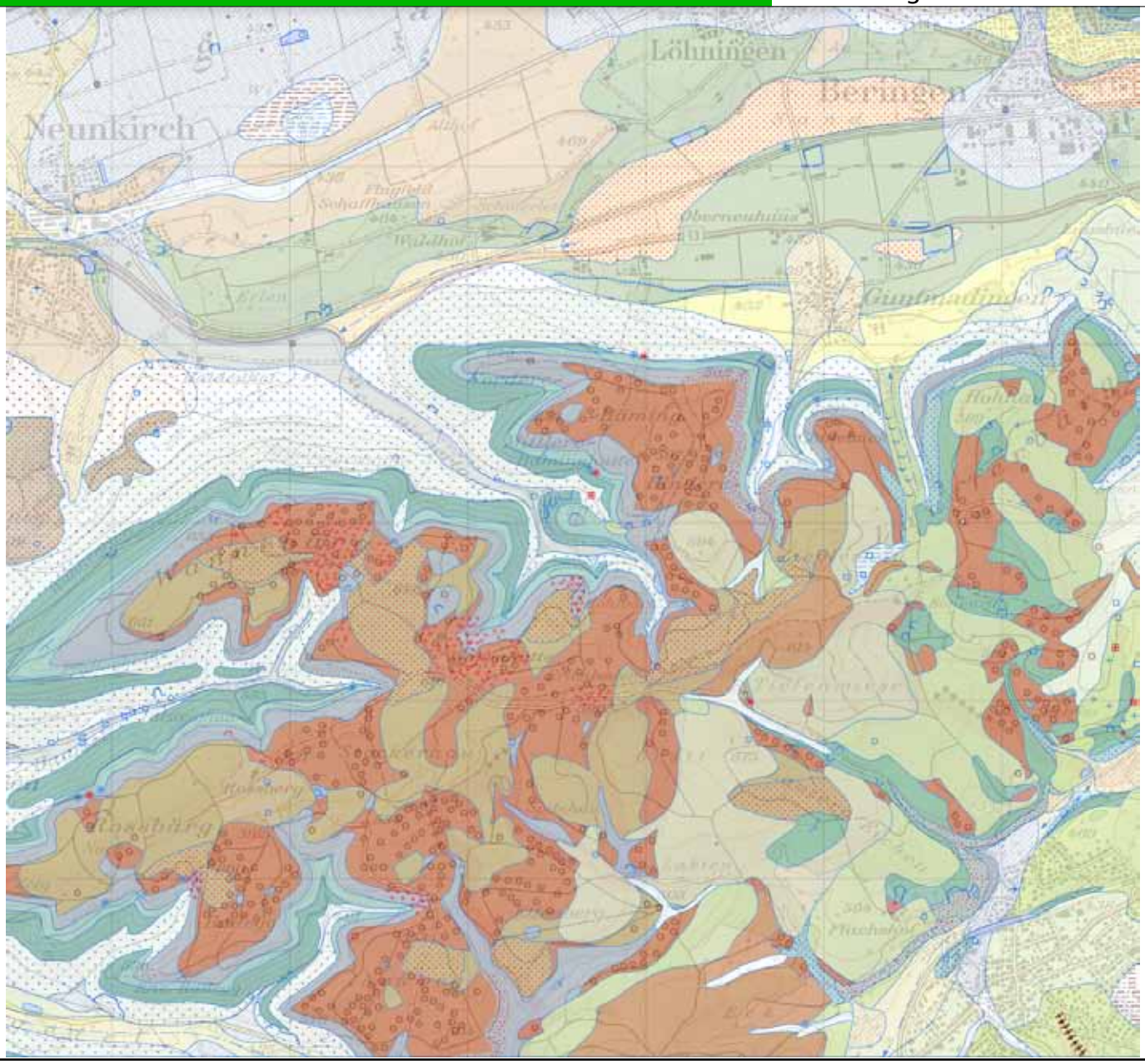


Exkursion 18. April 2015

Roger Widmer

Schweizerische Geotechnische Kommission
ETH Zürich
NO F 35
Sonnegstrasse 5
8092 Zürich

Der Bergbau am Südranden

Oder von Bohnen an denen «Mann» sich die Zähne ausbiss...

Geologische Situation

Der Südranden (SH) gehört Teil einer ausgedehnten Formation aus Malmkalken, die als breites Band von Basel her kommend entlang dem Aargau den Schwarzwald südöstlich umfasst. Diese im Gebiet zwischen Neunkirch und Neuhausen gut aufgeschlossenen Kalke werden tektonisch als Tafeljura bezeichnet (Fig.. 1). Anders als beim Faltenjura wurden die Kalksteine bei der Entstehung des Juragebirges nicht verfaltet, sondern in mächtige Tafeln zerbrochen und emporgehoben.

Am Südranden sind siderolithische Bildungen (Bohnerz-Formation) aus dem Eozän besonders verbreitet und zwar in Form ausgedehnter Lagen eisenhaltiger Bolustone. Diese liegen am Südranden direkt auf den stark verkarsteten Malmkalk (Kimeridgien) auf. Dieser ist karrenartig verwittert und weist Taschen, Rinnen und zuweilen tief in das Gestein hineinreichende Schlote auf. Ein Hinweis auf die starke Verkarstung in der Vergangenheit sind auch zahlreiche Quellen und Höhlen in der Region.

Die Mächtigkeit der Bolustone kann heute nur noch erahnt werden, da mangels geeigneter Aufschlüsse keine genaueren Beobachtungen möglich sind. In der Literatur finden sich zur Mächtigkeit Angaben, die von einigen cm bis zu 10 m schwanken (Baumberger 1923). Aber in den tief eingeschnittenen Karren und Schloten erreichten diese eine Mächtigkeit bis zu 30 m.

Neben den am Südranden abgebauten Bohnerzen, wurden lange Zeit auch die feuerfesten Bolustone zur Herstellung von Tonwaren wie z.B. Backsteinen auf dem Reiat bei Lohn abgebaut.

Von diesen Arbeiten zeugen heute nur noch verlassene Tongruben und Tausende von kleinen, teilweise mit Wasser gefüllten Pingen.

Fig.1 Ausschnitt aus der Landeskarte 1:1 Mio., hellblau hervorgehoben der Tafeljura. Eingezeichnet das Abbaugebiet am Südranden.

Der Zeitpunkt der Entstehung

Wer an der Exkursion im Jahr 2014 nach Chamoson teilgenommen hatte, weiss, dass sich die oolithischen Erze von Chamoson in einem flachen Urmeer (Nordrand der Tethys) ähnlich den Bahamas und abwechselnd tiefen Schelfmeeren gebildet hatten. Aus diesen Ablagerungen des Späten Dogger (und am Übergang zum Malm) entwickelten sich eisenreiche Gesteine (z.B. Schaffhausen, Herznach, Windgällen, Erzegg/Balmeregghorn, Chamoson usw.). Diese Eisenoolithe haben ähnliche Formen und Strukturen wie das Bohnerz des Südranden, sind aber nicht mit ihnen zu verwechseln.

Die Bohnerze des Südranden sind ca. 110 Mio Jahre jünger und entstanden in einer Landschaft mit völlig anderen Bildungsbedingungen als bei der Entstehung der Oolithe. Der Begriff Bohnerz ist bezeichnend für kugelige bis bohnenförmige Aggregate aus Eisenerz und Ton, oft eingebettet in einer Matrix aus Boluston. Durch Datierungen von eingelagerten Fossilien und der Stratigraphie konnte ihr möglicher Bildungszeitraum auf Untere Kreide bis Eozän eingeschränkt werden.

Ging die Kreidezeit verloren....?

Bereits am Ende der Kreidezeit, am Übergang zum Paläogen, wirkte sich die alpine Gebirgsbildung auf den Ablagerungsraum am Nordrand der Tethys aus. Es wird angenommen, dass es dort zu einer Hebung kam. Aus Meeresboden entstand durch diese Prozesse eine weitgehend flache Landschaft. Das damals tropisch-feuchtwarme Klima sorgte für eine intensive und tiefgreifende Erosion des vorwiegend kalkigen Untergrundes.

Dieser Abtragung schreibt man das Fehlen der Gesteinsabfolgen der Kreidezeit zu, den im Jura der Nordschweiz fehlen die Gesteinsabfolgen aus der Kreidezeit. Die Verwitterungsrückstände sind vermutlich im Siderolithikum mit seinen Bolustonen und Bohnerzen erhalten geblieben und sind nun an Stelle der verschwundenen Gesteinsabfolgen vorhanden.

Relikte früherer Ablagerungen

Die Zusammensetzung der Bohnerzbildungen (Bohnerz, Boluston, Quarzsand oder Huppererde) stimmt überein mit den Gesteine welche zuvor hier ihren Platz ein-

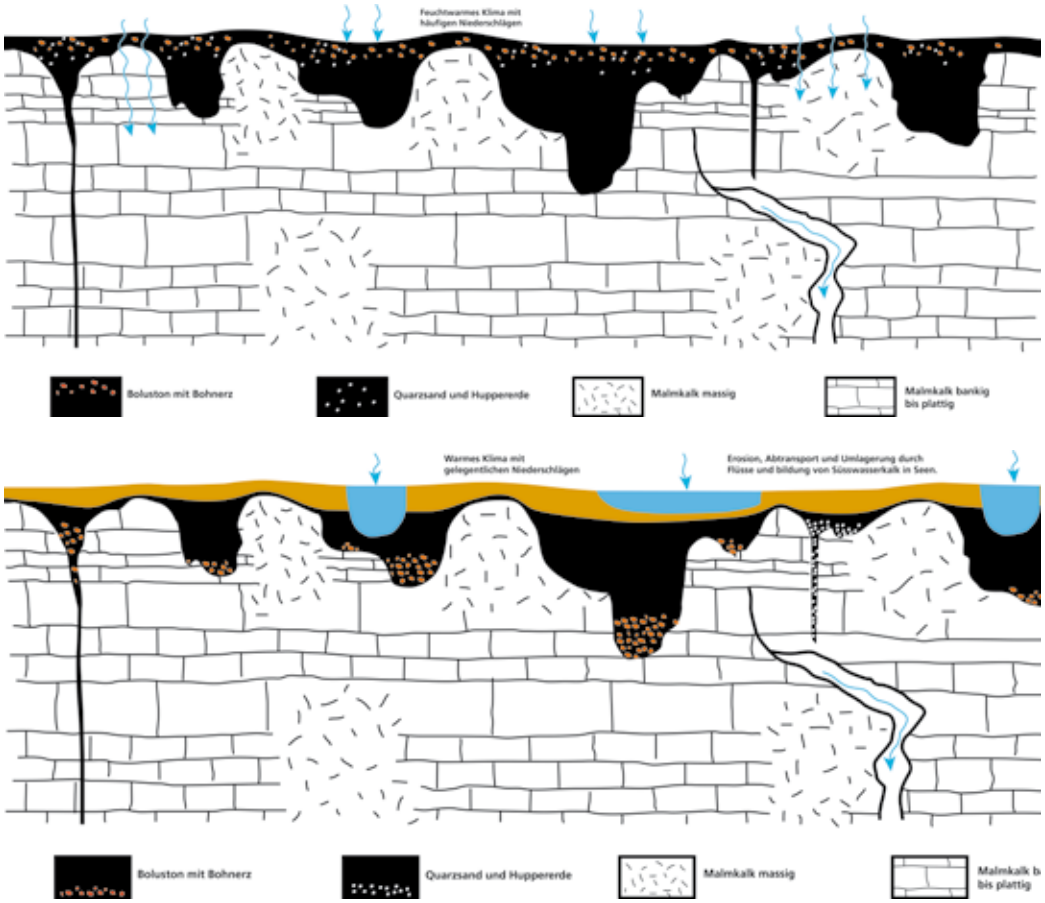


Fig.2 Verkarstung

genommen hatten. Diese nun fehlenden Abfolgen lieferten das Material in Form von schwer löslichen Rückständen.

Der Malmkalk lieferte feinen Kiesel, Ton und Limonit, die pyritreichen Gaultmergel erzeugten eisenschüssige Tone, der Grünsand des Albien lieferte reine Quarzsande und Eisen, das obere Valangien Limonit usw. (Wulschleger 2005). Gault, Albien und Valangien sind Kreideschichten, die im Nordjura fehlen, aber dessen Zusammensetzung das Ausgangsmaterial für das Siderolithikum liefern konnten (Fig. 4).

Die Landschaft im Siderolithikum

Man stellt sich heute eine feucht-warme Tropenlandschaft vor, mit einer dichten Vegetation und selten hohe Erhebungen. Eine flach ausgeprägte Landschaft förderte die Bildung von Verwitterungsdecken (Ferralsole). Dank einem flachen Relief blieben die Verwitterungsrückstände an Ort und fielen nicht der Erosion durch Auswaschung und Abtransport zum Opfer. Der Begriff Ferralsol setzt sich aus den Wörtern Ferrum (Eisen), Alumen (Aluminium) und Sol (Boden) zusammen, ein Hinweis auf die Zusammensetzung dieser Böden durch schwer lösliche Minerale (Sesquioxide). In der Regel ist Hämatit mit seiner roten Farbe in solchen Böden das dominierende Eisenoxid (Fig. 5). Je nach Beschaffenheit des Bodens kann die Farbe stark von Rot bis Gelb variieren. Bei intensiv verwitterten gelben Böden dominiert dann das Mineral Goethit.

Die früher beim Abbau der Bohnerze

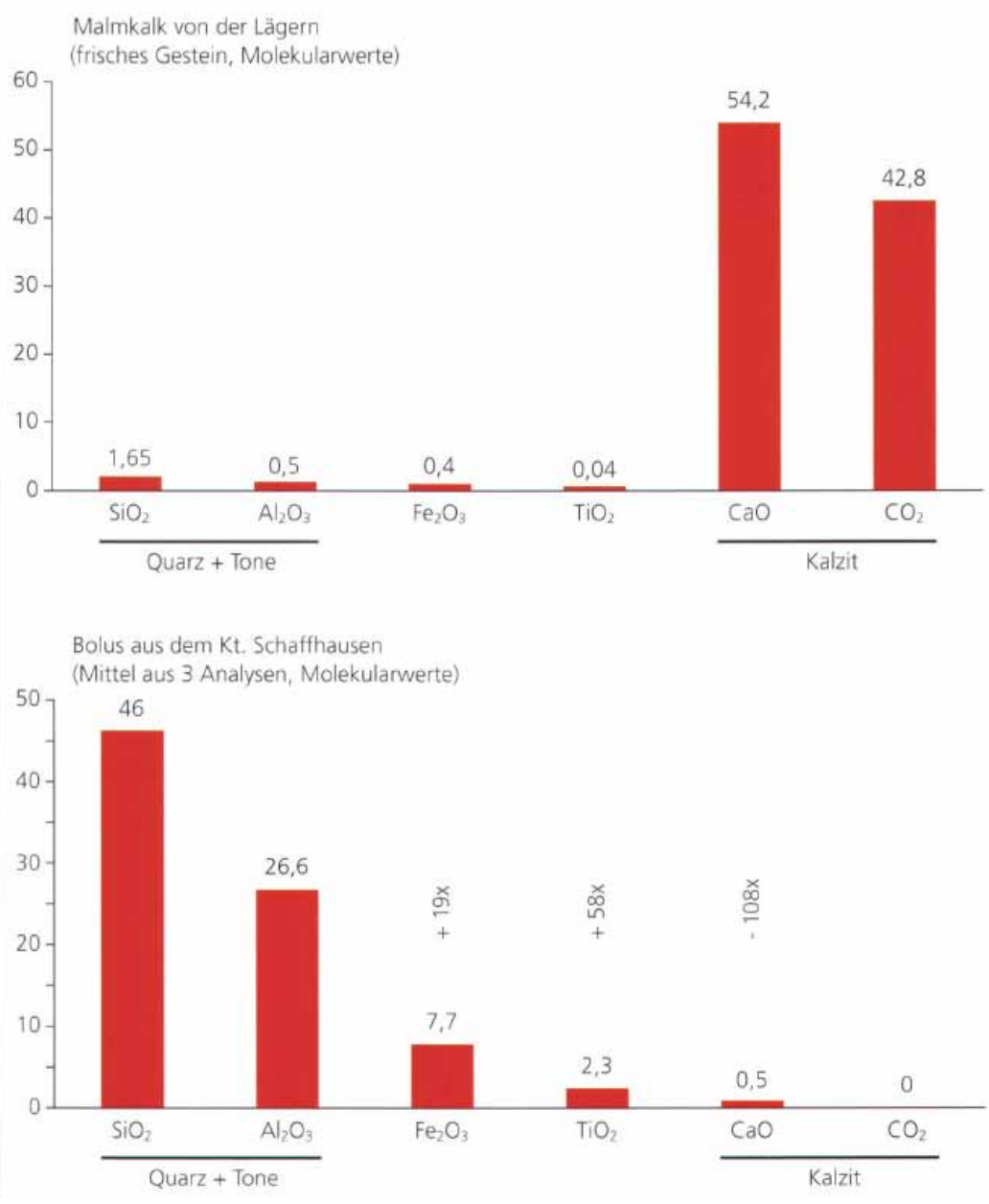


Fig.3 Der Vergleich zwischen einigen ausgewählten Mineralien in Malmkalk (oben) und Bolus (unten) zeigt anschaulich die grossen Umlagerungsprozesse.
© Wulschleger 2005

Fig.4 Der Aufschluss «Gheld» in Biberstein. Zuunterst liegt die stark zerrüttete Zone mit Malmkalk und darüber eine nicht verfestigte Bohnerzlage. Es folgt eine weitere Zone hellen Kalkbrocken mit Erzknollen und einer weiteren Bohnerzlage (Diebold) © Wullschleger 2005

vorgefundenen Strukturen liessen auch auf hydraulische Einflüsse schliessen. So wurde schnell bemerkt, das gewisse Tone und Erze über weite Distanzen an ihren heutigen Ablagerungshorizont transportiert wurden. Baumberger bemerkte 1923, dass beinahe jeder angetroffene Bohnerzhorizont mindstens einmal umgelagert worden war. Es muss also eine spätere Umlagerung und Sortierung durch Flüsse stattgefunden haben. Ein schönes Beispiel dafür liefern die gut klassierten Quarzsande und Huppererden, sowie von weit her eingeschwemmten Fossilien.

Spuren beträchtlicher Krustenbildungen (Fig. ?) lassen auf in die Tiefe sickerndes Wasser und aerobe- bis anerobe Verhältnisse schliessen (Wulschleger 2005). Daneben zeugen Süsswasserkalke ohne Bohnerz von stehenden Gewässern wie Tümpeln und kleineren Seen. Es treten aber auch Süsswasserkalke auf, die Bohnerze enthalten (Fig. ?), diese entstanden in Bereichen mit schwankendem Grundwasserstand.

Das mehrfache Umlagern der Bohnerze, und die Bildung von Süswasserkalk hatte zur Folge, dass dabei auch Neubildungen entstanden, oder bestehende Minerale durch die Veränderungen im Boden weiter reduziert wurden. So muss auch ein Zusammenhang mit den beim Hungerberg auftretenden Süsswasserkalk-Knollen und den magnetitreichen Bohnerzen bestehen.

Die Zeit, ein wichtiger Faktor

Bis heute ist die genaue Entstehung (Genese) der Bohnerze unklar und immer noch viel diskutiert. In jüngerer Literatur wird untersucht, in wiefern die Entstehung von Bohnerzen in Verbindung mit lateritischen Verwitterungsböden steht. Übernützung der Böden wie sie heute in den Tropenwäldern geschehen, Bodenerosion und Veränderung zu trockenerem Klima können bewirken, dass ein Ferralsol zum Plinthosol (Laterit) degradiert. Während dieser Veränderungen sind die Bedingung vermutlich ähnlich wie diejenigen, die zur Bildung von Bohnerz benötigt werden. Ferralsol und Plinthosol können auf der ganzen Welt beobachtet werden und die aluminiumreichen Plinthosol (Bauxit) bilden das Ausgangsmaterial für die Aluminiumherstellung.

Gehen wir ein paar Jahre (Mio.) zurück, in die Zeit der Anhebung der Kreide aus der Tethys. Der jungfräuliche Boden ist erst durch eine dünne Humusschicht bedeckt und somit der Oberflächenverkarstung völlig schutzlos ausgesetzt. In dem vorherrschenden, immer feuchten und tropischen Klima beginnt schnell eine dichte Vegetation zu wachsen, die die mechanische Erosion vermindert, aber die chemische Erosion durch die dichte Vegetation begünstigt.

Somit sind die Rahmenbedingungen zur Bildung des Ausgangsmaterials unserer Bohnen gegeben. Das Land ist flach,

feucht-warm und mit einer dichten Vegetation (tropischer Regenwald) überzogen. Zur starken chemischen Verwitterung unter diesen feucht-warmen Bedingungen gehört als wichtigster Faktor die Zeit dazu. Man findet heute solche Verwitterungsböden nicht in jedem Regenwald. Aufgrund des Faktors «Zeit» treten sie vor allem in Gebieten auf, dessen Oberfläche seit vielen Mio. Jahren nicht durch tektonische Vorgänge gestört wurden, wie z.B. in Südamerika, oder den Kratonen von Afrika. Kratone sind alte Kerngebiete der Kontinente und gelten als tektonisch sehr stabil.

Wenn nun die Oberfläche der angehobenen Kreide über den Zeitraum von mehreren Mio. Jahren in einem solchen Klima ungestört verwittern kann, dann können sich tiefgreifende Verwitterungsprofile von bis zu 60 m Mächtigkeit bilden. Mehrer hundert Meter mächtige Verwitterungsdecken müssen hingegen auf Umlagerungen zurückgeführt werden. Als Verwitterungsprofil bezeichnet man den Bereich des Bodens zwischen der Oberfläche und dem unverwitterten Grundgestein.

Chemie, aber im Labor der Natur

Im Zuge der chemischen Verwitterung werden die leicht löslichen Bestandteile des Grundgesteins zersetzt. Dabei werden verschiedene chemische Elemente und Verbindungen (Primärminerale) im Bodenwasser gelöst und mit diesem abtransportiert. Das nun chemisch veränderte Grundgestein nennt man Saprolith. Der Name kommt aus dem altgriechischen sapros für «faulig» und lithos für «Stein». Solche tiefgründig chemisch verwitterten Gesteine sind oft sehr weich, bröcklig und zeigen noch die Strukturen des Ausgangsgesteins, sofern sie nicht umgelagert wurden (autochthon).

Geht die Verwitterung weiter entsteht Ferralsol. Bei diesem Vorgang werden die Böden immer stärker ausgelaugt, versauern und werden durch die Auswaschung der löslichen Verbindungen (Nährstoffe für Pflanzen) immer armer. Zurück bleiben beinahe nur noch die schwer löslichen Bestandteile wie Quarz, Eisen- und Aluminium(hydr)oxide und in geringen Spuren Mangan- und Titan(hydr)oxide. Die bei der chemischen Verwitterung zersetzten Primärminerale setzen Basen und Kieselsäuren frei. Die Kieselsäuren können wiederum im geeigneten Milieu bei einer Reaktion mit Gibbsit (einem Aluminiumhydroxid) ein stabileres Sekundärmineral bilden. Im Ferralsol ist dies in erster Linie Kaolinit, ein wichtiger Bestandteil des Bolustones und der Bohnerze.

Die Basen werden mit dem Grundwasser ausgewaschen und abtransportiert. Mit der Zeit gehen auch die Kieselsäuren in Lösung und werden ausgewaschen. Zurück bleiben nur noch der Kaolinit, Quarz sowie die schwer löslichen Eisen- und Aluminium(hydr)oxide (Sesquioxide).

Die Zeit der Bohnen ist gekommen

Trotzt des hohen Tongehaltes haben Ferralsols eine gute Wasserdurchlässigkeit wegen ihrer Pseudosandstruktur.

Unter normalen Verhältnissen, sofern der Boden gut durchlüftet wird, ist Eisen bei einem pH Wert von 3 bis 7 im Boden als Fe^{3+} immobilisiert (Fig. ?). Bei häufigen Niederschlägen wie in einem tropischen Klima und einer guten Wasserdurchlässigkeit des Bodens, kommt es zu Oxidations- und Reduktionsprozessen. Das Eisen wird schon nach Stunden oder Tagen als Fe^{2+} gelöst und kann durch die Grundwasserströmungen verlagert werden (Gley-Dynamik). Tiefere Bodenlagen sind in solchen Klimaverhältnissen oft langfristig mit Wasser gesättigt was eine Oxydierung des freigesetzten Eisen verhindert. Das Eisen wird horizontal (lateral) verlagert und kann in Senken (Karsttaschen) und an Hangkanten angereichert werden. Im Bereich der Hangkan-

Pseudosand

Die positive Ladung der Oxide und die (geringe) negative Ladung der Tonminerale bewirken eine starke Mikroaggregierung ferralitischer Böden. Obwohl Oxide und Kaolinit sehr kleine Partikel bilden, die der Tonfraktion (<2 µm) zuzuordnen sind, verhalten sich diese Böden in ihren physikalischen Eigenschaften vielfach wie Sandböden, da die Mikroaggregate die Grösse von Sandpartikeln (63 - 2000 µm) haben. So sind das Porenvolumen und die Wasser- und Luftleitfähigkeit viel grösser als bei ähnlich tonreichen Böden der Mittelbreiten, das Wasserspeichervermögen jedoch um einiges kleiner. Dieses Phänomen wird als Pseudosandstruktur bezeichnet (Schmidt & Heim 2007).

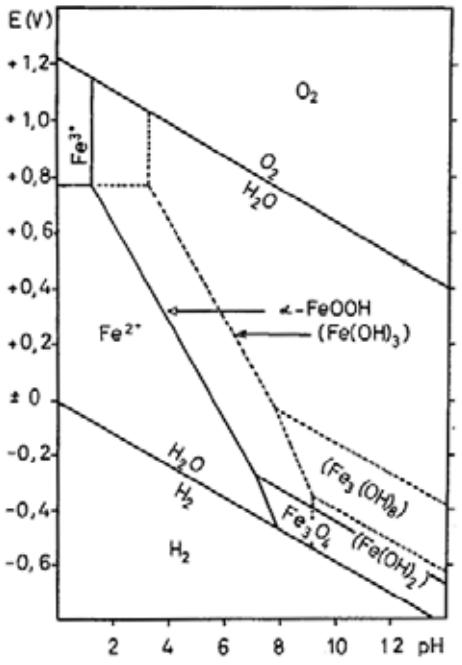


Fig.5 *links:* Verhalten des Eisen im Boden, in Abhängigkeit von pH und Redoxpotential (Leitfähigkeit).Eine mögliche Erklärung für die Bildung von magnetitreichen Bohnerzen im Süsswasserkalk? (Kalk erhöt den pH Wert)
© Schmidt & Heim 2007

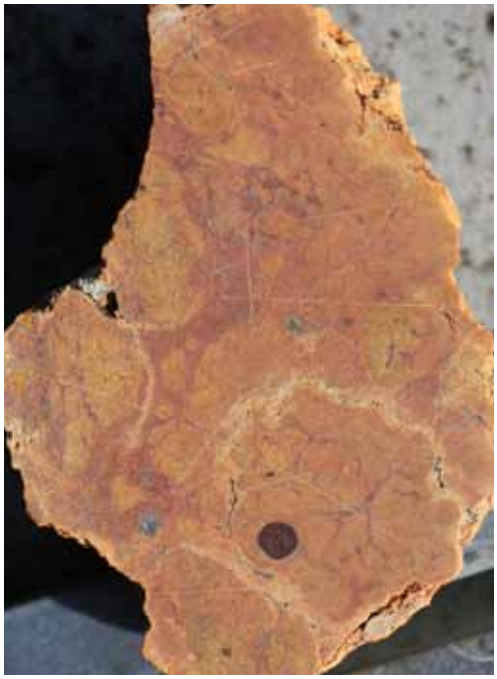


Fig.6 *rechts:* Marmorisierung wie sie bei einer ungleichmässigen Anreicherung vorkommt.

te diffundiert Sauerstoff durch den Boden was zu einer Oxidation des angereicherten Eisens im Hangbereich führt.

Böden mit starken Änderungen im Wassergehalt zeigen typische Verlagerungsmerkmale von Eisen durch marmorisierte Stellen, Konkretionen, bleiche Verarmungs- und rostige Anreicherungsstellen (Fig. x - x). Unter wechselfeuchten Bedingungen steigt das Wasser kapillar vom Grundwasserspiegel auf und kann im Fleckenhorizont angereichert werden. Während in der Trockenzeit der Wasserspiegel fällt, diffundiert Sauerstoff im Boden nach unten, was zu einer Oxidation des angereicherten Eisens im Fleckenhorizont führt.

Übernutzung, eine erhöhte Erosion oder Klimaveränderungen können bewirken, dass ein Ferrasol zu einem Plinthosol (Laterit) degradiert werden. Dann bilden sich grossflächige irreversibel verhärtete Krusten im Fleckenhorizont. Diese Eisenkrusten (Fer-

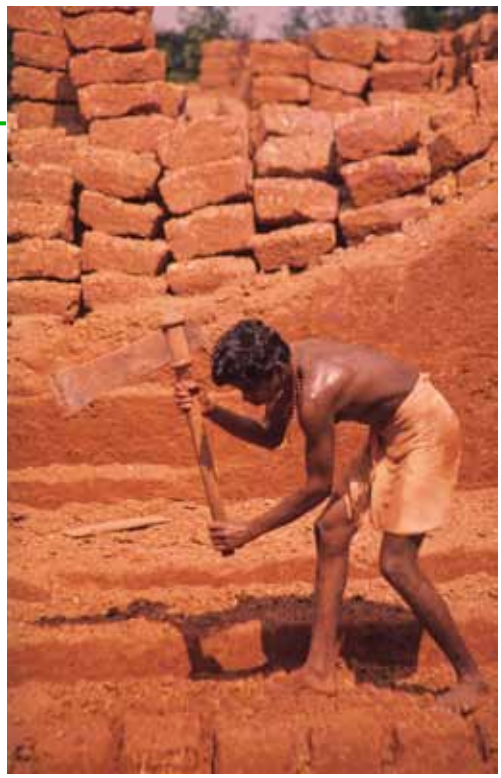
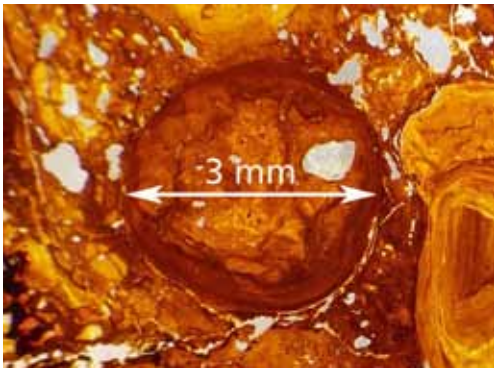
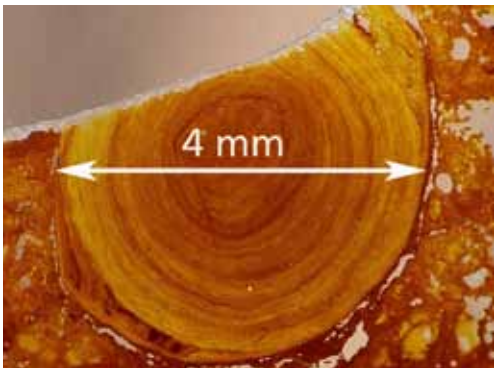


Fig.7 Abbau von Plinthosol (Laterit) in Indien zu Bauzwecken.
© Schellmann 1982

	Pisoide	Nodules
Elementgehalte (g kg^{-1})		
Fe	400.5	300.4
Al	65.8	83.0
Si	46.6	93.9
Cr	0.727	0.413
Nb	0.016	0.020
Rb	0.003	0.010
Sr	0.030	0.101
V	1.040	0.774
Mineralanteile (%)		
Goethit	55 – 93	41 – 82
Kaolinit	7 – 22	13 – 32
Quarz	5 – 21	15 – 33
Hämatit	11	5 – 11
Gibbsit	2 – 6	-

Tab.1 Gesamtelementgehalte und Mineralogie von Pisoiden und Nodules (Berger, Breuer, Stahr & Fiedler 2009).





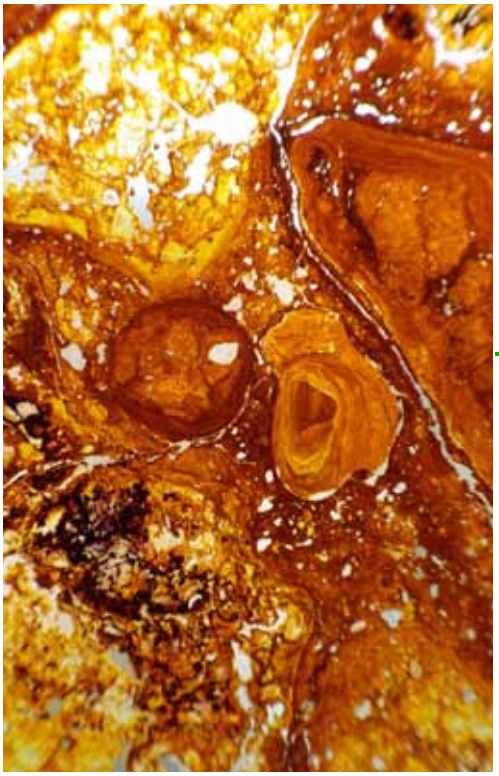


Fig.8 *o.links:* Dünschliff eines Nodules. Eine Bohnerzform mit homogenem Inneren
u. links: Dünnschliff eines Pisoids. Sehr schön zu erkennen die Kugel mit ihrem konzentrisch-schaligem Aufbau.
rechts: Dünnschliff eines verkitteteten Bohnerzkomplexes, Bildbreite ca. 7 mm.

ricrete) werden auch «ironstone» genannt.

Solche Böden bilden durch ihr Verhärten an der Luft ein geeignetes und billiges Baumaterial. Zu Ziegeln geformter Laterit wird an der Luft getrocknet und dient in so manchen Gegenden als Baumaterial für Häuser (Fig.).

Bohne ist nicht gleich Bohne

Eine Studie des Institut für Bodenkunde & Standortslehre der Universität Hoheim in Stuttgart hat ergeben, dass die Morphologie und der elementare Aufbau der Bohnerze auf eine Ähnlichkeit mit lateritischen Konkretionen hindeutet. Es wurden Boh-

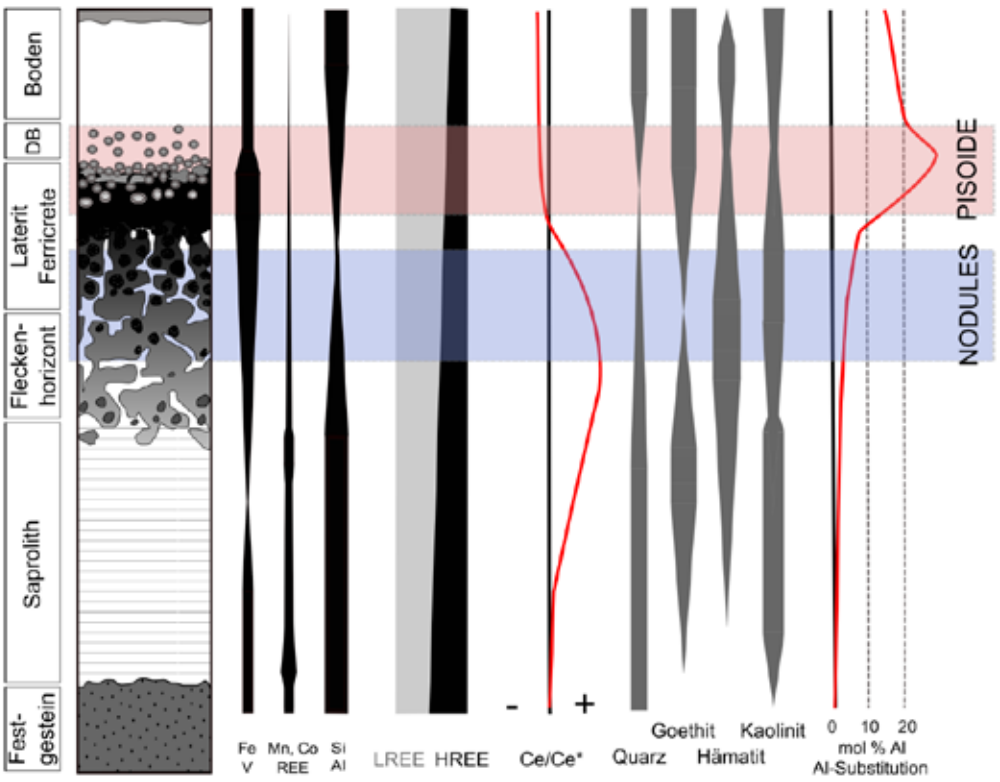


Fig.9 Hypotetische Entstehungsbereiche von pisoidischen und noduläre Bohnerzen innerhalb eines lateritischen Verwitterungsprofils (Ferralsol) und schematische Darstellung der charakteristischen Element- und Mineralverteilung. (DB = Degradationsbereich / Auslaugungshorizont)
© Berger, Breuer, Stahr & Fiedler

nerze aus Süddeutschland und der Schweiz untersucht. Anhand des inneren Aufbaus konnten zwei unterschiedliche Bohnerztypen unterschieden werden:

- Die Nodules, Bohnen aus massigem Erz mit homogenen Inneren, die nach ihrer Zusammensetzung im Bereich des Fleckenhorizontes entstanden sind. Sie bestehen aus goethitimprägnierten Bohnerztonaggregaten, sowie aus Bruchstücken einer massiven Eisenkruste (Fig.).
- Die Pisoide, eine Kugel aus konzentrisch-schalig aufgebautem Goethit aus dem Degradationsbereich zwischen dem Fleckenhorizont und dem Bereich der Oberflächenverwitterung (Fig.).
- Die am häufigsten vorgefundene Form von Bohnerz sind verkittete Komplexe aus Pisoiden und Nodules (Fig.).

Die morphologisch unterschiedlich aufgebauten Bohnerze unterscheiden sich laut dieser Studie chemisch und mineralogisch leicht voneinander (Tab. 1), so dass ihre Genese den einzelnen Bereichen eines Plinthosol (Laterit) zugeordnet werden können. Aber in allen Formen dominiert glei-

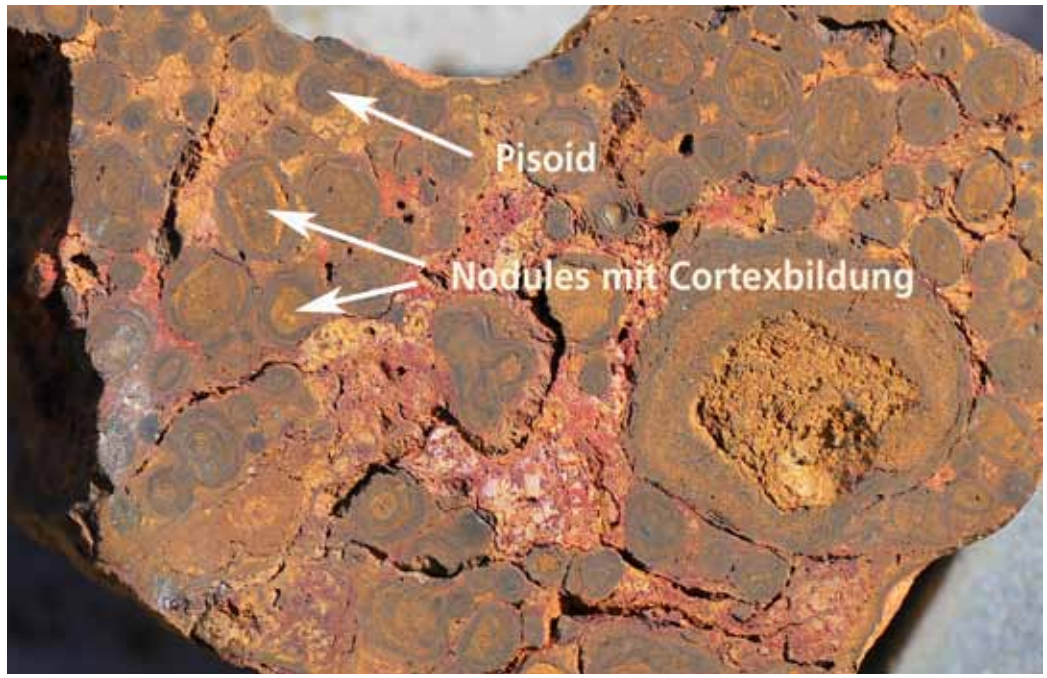


Fig.10 Verkitteter Komplex aus Pisoiden und Nodules. Bei den Nodules ist häufig eine beginnende Cortex-Bildung zu beobachten.

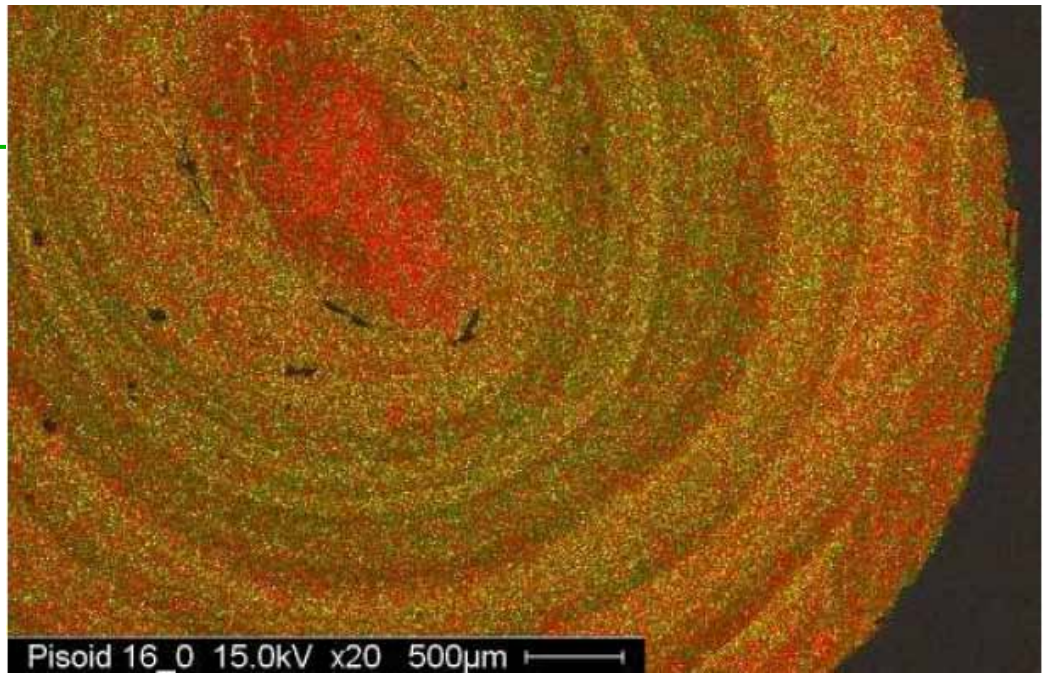


Fig.11 Kombination von Elementbildern eines Pisoids. Gelb: Eisen; rot: Aluminium; grün: Slizium.
© Berger, Breuer, Stahr & Fiedler

chermassen Goethit, Kaolinit sowie Quarz bilden die weiteren Hauptbestandteile. In ein paar wenigen Nodules wurde Hämatit gefunden und in drei Pisoiden wurde zusätzlich Gibbsit, ein Aluminiumhydroxid als Produkt einer sehr starken Verwitterung gefunden.

Bei den Nodules ist eine mehrheitlich homogene Verteilung der Elemente Fe, Al und Si zu beobachten. Ausser an den Rändern wurde bei etlichen Nodules eine beinnende Cortex-Bildung festgestellt (Fig.). Die Verteilung der Elemente gleicht in etwa der Verteilung bei den Pisoiden.

Interessant ist die Beobachtung eines abrupten Wechsel bei den Elementanteilen (Al/Si) innerhalb der Cortex von einigen Pisoiden. Dieser Wechsel zeugt von unterschiedlichen Bedingungen im Boden während der Bildung der Erzbohne. Ansonsten ist bei den Pisoiden eine sehr gleichmässige Verteilung des Eisens zu erkennen (Fig.).

Erosion, Umlagerung, Neubildung

Mit der Bildung von Pisoiden und Nodules in Plintholsol (lateritischen Böden), ist die Genese unserer Bohnerze noch lange nicht beendet. Welche Geheimnisse verraten uns die Bohnen noch weiter? Nehmen wir z.B. eine etwas grössere Erzbohne, bei der schon allein die Form erahnen lässt, dass sie nicht nur aus einem Pisolide besteht (Fig.).

Bereits auf den ersten Blick fällt einem die unterschiedliche Zusammensetzung der Bohne auf. Die rote Farbe deutet auf eine hämatitisch-tonige Grundmasse, in die eine aus Pisoiden und Nodules entstandene Konkretion aus mehrheitlich goethitischer-toniger Grundmasse eingebettet wurde (Fig.).

Erwin Wullschleger hat bei Untersuchungen zur Entstehung der Bohnerze von Küttigen in den Bohnen eingeschlossene, fossile Holzstücke (Fig.), in Kalkknollen Muscheln und Algenreste und in Erzstbrocken Fragmente von Insekten gefunden. Sehr interessant sind auch die magnetitreichen Bohnerze, die erstaunlicherweise recht zahlreich in Süsswasserkalk-Knollen gefunden werden können.

Viele solcher Indizien sind Hinweise auf eine Umlagerung der Verwitterungsrückstände während- und bestimmt auch nach der Entstehung im Siderolithikum. Wie gross der Einfluss solcher Umlagerungen auf die Bildung der Bohnerzvorkommen war ist bis heute noch nicht restlos geklärt.

Fig.12 Ein Bohnerz wie es am Südranden häufig gefunden werden kann.

Fig.13 Dasselbe Bohnerz, diesmal aufgeschnitten und leicht poliert präsentiert es seine Zusammensetzung im Innern.

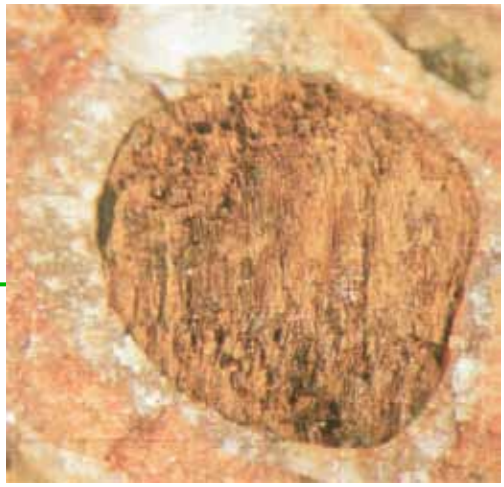


Fig.14 *links:* Ein schönes durch Göethit vererztes Stück Nadelholz. Foto (16x) © Wullschleger 2005
rechts: In einer Erzbohne kam dieses hämatitvererzte Nadelholz zum Vorschein. Foto (34x) © Wullschleger 2005

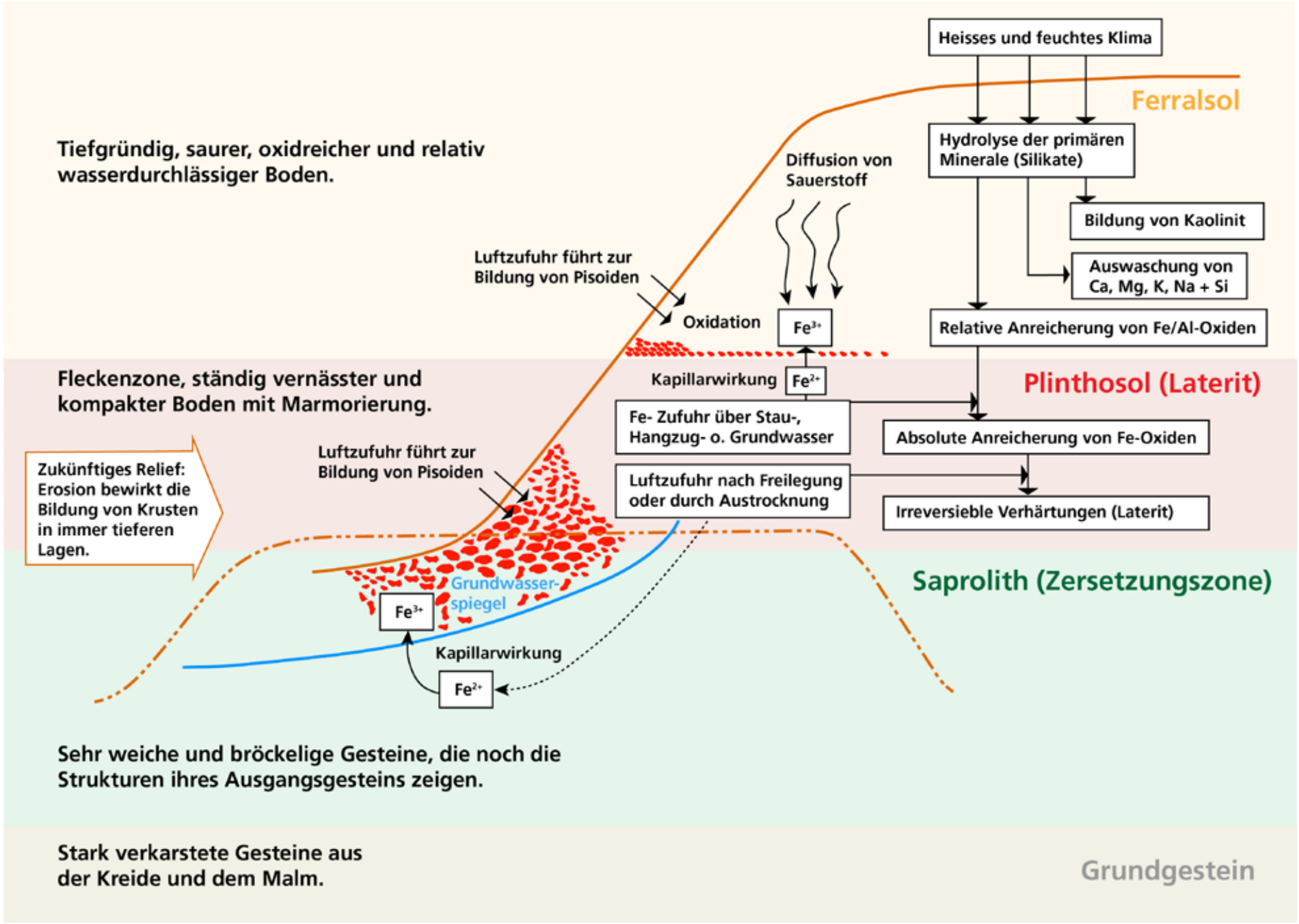
Fig.15 Erzbrocken aus hämatitreichem Ton und Quarstaub (weiss).Die gelbe Färbung stammt von Goethitspuren.

Fig.16 Eine schöne Knolle aus Süsswasserkalk mit eingeschlossenen Bohnerzen. Solche Knollen findet man häufig im Bohnerzgebiet von Küttigen (AG). Schön sichtbar die marmorisierung durch den Einfluss von Eisen.

Fig.17 Süsswasserkalk-Knolle mit eingeschlossenen Bohnerzen. Nicht selten finden sich darunter magnetitreiche Bohnen.

Fig.18 Durch Hämatit rot gefärbter Boluston mit einer kleinen Bohne. Gut zu sehen wie spröd der Ton im trockenen Zustand wird.

Fig.19 Erzbrocken aus hämatitisch-goethitischem Ton mit darin eingeschlossenen Pisoiden und Nodules.


Heisses und feuchtes Klima
Ferralsol
Hydrolyse der primären Minerale (Silikate)
Bildung von Kaolinit
Auswaschung von Ca, Mg, K, Na + Si
Relative Anreicherung von Fe/Al-Oxiden
Tiefgründig, saurer, oxidreicher und relativ wasserdurchlässiger Boden.
Diffusion von Sauerstoff
Luftzufuhr führt zur Bildung von Pisoiden
Oxidation
Fe3+
Kapillarwirkung
Fe2+
Plinthosol (Laterit)
Fleckenzone, ständig vernässter und kompakter Boden mit Marmorierung.
Fe- Zufuhr über Stau-, Hangzug- o. Grundwasser
Absolute Anreicherung von Fe-Oxiden
Luftzufuhr nach Freilegung oder durch Austrocknung
Irreversible Verhärtungen (Laterit)
Zukünftiges Relief: Erosion bewirkt die Bildung von Krusten in immer tieferen Lagen.
Luftzufuhr führt zur Bildung von Pisoiden
Grundwasser-spiegel
Fe3+
Kapillarwirkung
Fe2+
Saprolith (Zersetzungszone)
Sehr weiche und bröckelige Gesteine, die noch die Strukturen ihres Ausgangsgesteins zeigen.
Stark verkarstete Gesteine aus der Kreide und dem Malm.
Grundgestein

Die alten Erzgruben sind meist runde Vertiefungen von 5 bis 10 m Durchmesser, oft begleitet von Aushubdeponien in Form kleiner Hügel, auf denen man am ehesten Bohnerzkörner findet. Nicht selten sind die Erzgruben auch 20 bis 30 m gross, vereinzelt erreichen sie 50 oder gar gegen 100 m Ausdehnung. Die Erzlöcher treten meist in Form von Grubenfeldern beträchtlichen Umfangs auf, die aber, weil oft im Walde versteckt, leicht übersehen werden. Die Kartenskizzen zeigen, wo sie liegen. Sie sind unter sich gleichartig und können nach Belieben aufgesucht werden. Die Pfeile auf den Wegskizzen und Orientierungstafeln an Waldhütten und andern Stellen zeigen empfehlenswerte Routen als Lehrpfade, von denen aus Abstecher in die Grubenfelder gemacht werden können. Die Findigkeit der Besucher ist dabei angesprochen. Das Aufsuchen der alten Abbaugebiete ist an sich ein reizvolles Unterfangen, und man wird dabei auch mit einem überaus schönen und vielseitigen Waldgebiet bekannt. Eine Bussole kann nützlich sein. Auf Markierungen im Gelände wurde bewusst verzichtet, um den Wald nicht zusätzlich zu beschildern. Im übrigen sei auf die gelben Wegweiser der «Schweizer Wanderwege» hingewiesen. – Sie besuchen die Grubengebiete auf eigene Gefahr. Betreten Sie keine sumpfigen Erzlöcher.

Karten:
- Landeskarte der Schweiz 1:25000, Blatt 1031 Neunkirch.
- Geologischer Atlas der Schweiz 1:25000, Blatt 1031 Neunkirch.

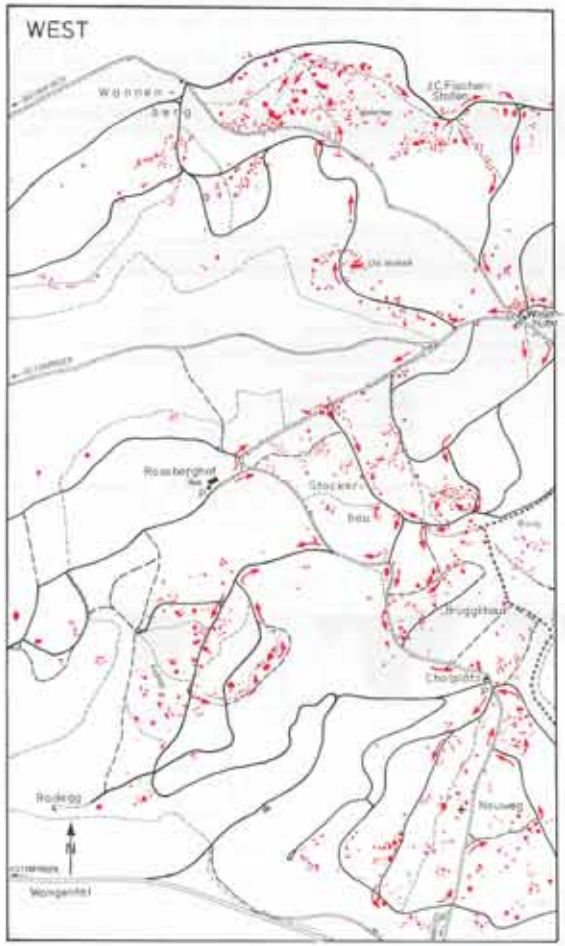
Literatur:
- Birchmeier, Chr.: Bohnerzbergbau im Südranden. Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen, 38, 1986.

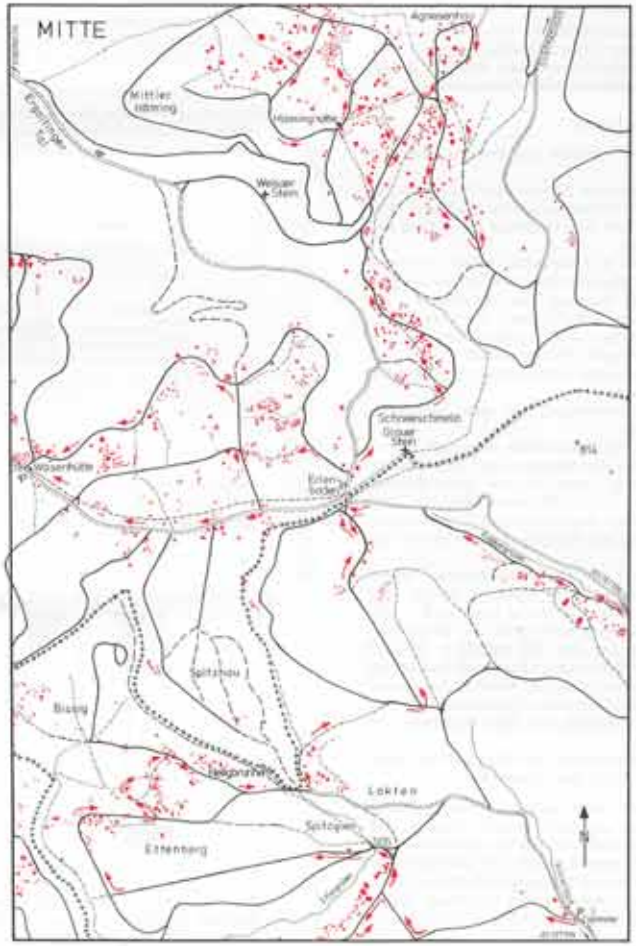
Ausstellungen:
- Museum zu Allerheiligen, Schaffhausen, industriegeschichtliche Abteilung und Naturmuseum
- Ortsmuseum Neunkirch
- Naturhistorisches Museum Bern, permanente Ausstellung «Eisen im Jura»

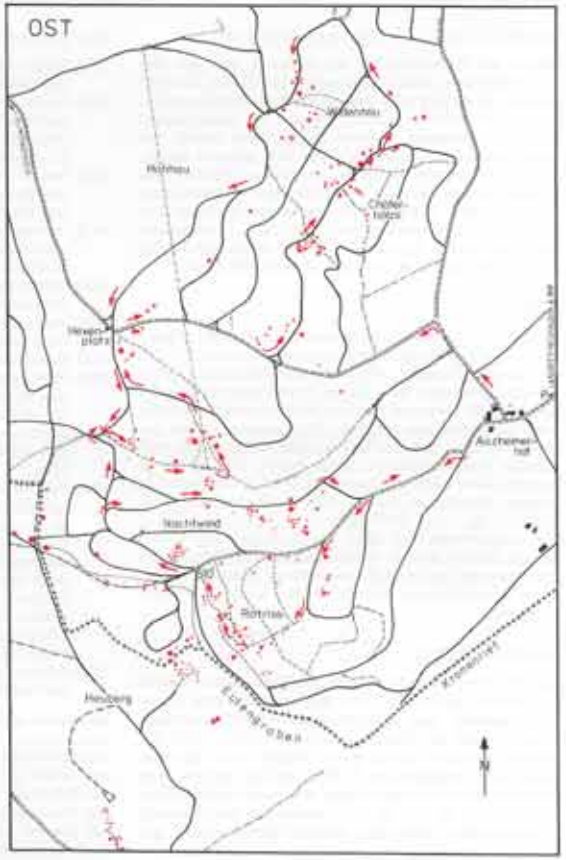
Grubenfelder und Wegnetze der Haupt-Bohnerzgebiete auf dem Südranden mit empfohlenen Routen bergbauhistorischer Lehrpfade

Legende:
- Bohnerzgruben
- verfallene Stolleneingänge
- Höhle
- Versickerungsloch
- Karstquelle
- Findling der Risseiszeit
- empfohlene Lehrpfade
- alte Wege, teilweise stark verwachsen
- pfadlose Routen

0 500 1000 m







Reger Bergbau am Südranden...

...und von einem Schacht voll Wasser sowie einem Stollen am falschen Ort.

Bis Ende des Mittelalters

Die ältesten Spuren von Eisenschmieden im Kanton Schaffhausen kamen durch Ausgrabungen im römischen Juliomagus (Schleitheim) zutage. Funde einer Grabung bei Bargen wiesen aufgrund der Radiokarbonanalyse ein Alter von rund 1100 bis 1300 Jahren auf und sind wohl Spuren des ältesten alemannischen Verhüttungsplatzes im Kanton Schaffhausen.

Die Eisengewinnung im Schaffhauser Gebiet wird in der Merishauser Urkunde vom Jahre 1323 mit der Nennung von Schmelzöfen - «bleie» ist mittelhochdeutsch und heisst Schmelzofen - erstmals belegt. Bemerkenswert ist die Konzentration der mittelalterlichen Verhüttungsstellen auf die in den Kessel von Schaffhausen mündenden Randentäler (Durachtal, Hemmental, Lieblosen- tal) sowie auf das Ergoltingertal in der Nähe des Untersuchungsgebietes. Als Zentren galten insbesondere Oberbargen und Merishausen (Fig. 2).

Die ungleichmässige Verteilung der Verhüttungsorte dürfte auf die Notwendigkeit grosser Holzvorkommen und Wasser in deren unmittelbaren Umgebung zurückzuführen sein. Die damaligen Schmelzöfen (in der Rennfeuertechnik betrieben) benötigten grosse Mengen Holzkohle. Sobald die Holzvorräte in der Umgebung eines Ofens erschöpft waren, musste dieser verlegt werden. Da die Eisenwerkstätten deshalb mobil sein mussten, nimmt man an, dass die Ausmasse der Anlagen bescheiden waren.

Als weiterer Standortfaktor ist das Wasser zu nennen. Die Lage der Öfen in mehr oder weniger wasserreichen Tälern bestätigt dies. Das Wasser wurde nicht nur zum Waschen des Erzes, sondern auch beim Schmieden zum Abschrecken der glühenden Eisenmassen benötigt.

Mit der Weiterentwicklung des Rennofens zum sogenannten Stückofen setzte ab dem 13. Jahrhundert auch die Verlagerung der Eisenwerkstätten an grössere Flüsse und Bäche ein. Die Schmelzen in Eberfingen, an der Wutach und im Laufen am Rheinfall sind entsprechende Beispiele dafür. Einerseits lockten die Wasserkräfte als konstante Energieträger und andererseits als günstige Transportwege. Es verkehrten beispielsweise Erzschiffe von Rheinau nach Albbruck (westlich von Waldshut), und auf der Wutach wurde Holz geflösst.

So verschwanden allmählich die Eisenschmelzen aus den Randentälern. Nach der Chronik von Rüeger wurde im Gebiet von Merishausen am Ende des 16. Jahrhunderts kein Erz mehr verhüttet.

Die Zeit der Hochofenanlagen in Jestetten, Laufen am Rheinfall und Eberfingen an der Wutach

Bereits vor 1400 standen am Rheinfall nebst Mühlen auch Eisenschmieden in Betrieb. Bohnerze (erste urkundliche Erwähnung von Funden: 1586) wurden jedoch im Hochofen von Jestetten verhüttet. Das Ausbeutungsrecht stand dem Grafen von Sulz zu. Er liess im Frühjahr 1588 einen Hochofen erbauen, und im Spätherbst konnte mit der Verhüttung von Bohnerz begonnen werden. Kurze Zeit später entschloss sich der Graf, mit dem schaffhauserischen Eisenschmied Hurter, der im Besitze der Schmieden am Rheinfall war, geschäftliche Verbindungen einzugehen und ein gemeinsames Unternehmen zu gründen. So war Sulz für den Abbau und die Verhüttung des Erzes, Hurter für die Weiterverarbeitung zuständig. Der erhoffte Erfolg des Unternehmens blieb aber aus. Als Hurter versuchte einen Teil der Geschäfte auf eigene Rechnung zu tätigen, kam es 1614 zum Streit und schliesslich zum Bruch der beiden Vertragspartner. Der Sulzsche Hochofen in Jestetten ging wenige Jahre später infolge Holzmangels und Verschuldung des Grafen ein.

Das neue Werk, das man als Nachfolgewerk von Jestetten bezeichnen kann, wurde 1622, offenbar der Wasserverhältnisse wegen, in Eberfingen gebaut. Als Teilhaber zeichneten die Abtei St. Blasien, welche Holz und Holzkohle aus dem Schwarzwald lieferte, die Grafen von Sulz und Leiningen, die das Erz lieferten, und der Landgraf von Stühlingen. Die Zusammenarbeit war jedoch schlecht, da jede Partei auf den eigenen Vorteil schaute. Schon ab 1623 hatte

die Schmelze Verluste zu verzeichnen. Als 1649 der Fürst von Fürstenberg zusammen mit Sulz das Werk aufkaufte, war dessen Weiterexistenz jedoch gesichert.

Da sich die Sulzschen Gruben langsam erschöpften (z. B. auf dem Nappberg bei Albfiihren, BRD) und der Bedarf an Erz nicht mehr gedeckt werden konnte, kam die Anregung zur Ausbeutung der Vorkommen im Schaff hauser Gebiet. Die Besitzer der Eberfinger Schmelze traten in Verhandlungen mit der Obrigkeit in Schaffhausen, denn seit 1650 hatte der Rat zu Schaffhausen die Hoheitsrechte über den Klettgau inne. Schaffhausen räumte den Unterhändlern Fürstenbergs eine Erlaubnis ein, für 15 Jahre auf dem Rossberg nach Bohnerz graben zu dürfen. Eberfingen hatte aber auf gewisse Forderungen Schaffhausens einzutreten.

Erste Abbauperiode 1678-1771

1678 schloss Schaffhausen mit dem Werk Eberfingen einen Erzliefervertrag ab. Dabei verpflichtete sich Eberfingen u. a., das Erz auf eigene Kosten graben, waschen und transportieren zu lassen, dem Säckelamt Schaffhausen vierteljährlich für jeden Kübel Erz einen bestimmten Betrag zu entrichten sowie die an Wald und auf den Feldern angerichteten Schäden zu vergüten. 1693 wurde der auslaufende Vertrag mit Eberfingen um weitere 15 Jahre verlängert. Wie bedeutungsvoll das Werk Eberfingen für die damalige Zeit war, geht daraus hervor, dass Schaffhausen angesichts der Wirren des Spanischen Erbfolgekrieges 1713 an der Badener Tagsatzung einen Schutzbrief für Eberfingen (Fig. 3) erwirkte.

Der Bau einer Eisengiesserei am Rheinfall wurde 1630 beschlossen. Bis zu diesem Zeitpunkt waren dort nur Schmieden in Betrieb. Fwrlr des 17. Jahrhunderts schlossen sich der Schaff hauser Heinrich Horn und der Basler H.J. Schmied zwecks Pacht und Erweiterung des Eisenwerkes am Rheinfall zusammen. Sie richteten 1693 ein Gesuch für eine Grabungskonzession an den Schafthauser Rat. Dem Gesuch wurde entsprochen und dem Unternehmen der Lauferbeig als Grubenbezirk zugewiesen.

Ab 1694 wurden somit zwei bedeutende Werke (Eberdngen und Laufen am Rheinfall) mit Bohnerzen aus dem Klettgau beliefert. Die beiden Unternehmen traten dabei immer stärker in Konkurrenz, was ab 1730 zu verschiedenen Streitigkeiten führte. Dazu vermehrten sich die wirtschaftlichen Schwierigkeiten. Infolge der kostspieligen Holzbeschaffung aus dem Schwarzwald, der wachsenden Konkurrenz durch (billigeres) Importeisen und der steigenden Arbeitslöhne wegen erfolgte 1762 die Stillegung des Betriebes Eberfingen, 1771 diejenige des Werkes am Rheinfall.

So wurde auch der Bohnerzbergbau im Südranden eingestellt, und damit versiegte eine nicht unbedeutende Einnahmequelle der beteiligten Bevölkerung und für die Stadt Schaffhausen.

Die Schmieden am Rheinfall bestanden aber weiterhin. Sie bezogen die jährlichen 400-500 Masseln Eisen (Massel = Handelsform von Roheisen,fortan vom Eisenwerk Albbrugg/Albbruck am Rhein. Das Werk Albbrugg, 1681 von Basler Unternehmern gegründet und bis 1680 bestehend, bezog seine Erze vor allem aus dem Fricktal und aus der Gegend von Tegerfelden.

Zweite Abbauperiode 1798-1804

Die Wiederbelebung verdankte der Klettgauer Bergbau der Helvetik. Der neue helvetische Einheitsstaat verstaatlichte alle Bergbaubetriebe, und die neueingesetzte «Bergwerksadministration» überprüfte die Abbaumöglichkeiten in Schaffhausen. Sie beschloss 1803 die Wiederaufnahme des Bohnerzbergbaus im Südranden, vor allem im Gebiet der Gemeinde Osterfingen. Die Gemeinde Wilchingen legte Einspruch

Fig.20 ESchmelzhütten am Laufen, ca. Ende des 18. Jh. © Birchmeier 1986

ein, da sie ebenfalls berücksichtigt werden wollte. Die wirtschaftliche Situation der Gemeinden war äusserst prekär. Der Bergbau war deshalb eine willkommene Verdienstmöglichkeit. Im gleichen Jahr fielen sämtliche Regalien aufgrund der von Napoleon angefertigten und aufgezwungenen eidgenössischen und 19 kantonalen Verfassungen an die Kantone zurück. Das Verfassungswerk erhielt den Namen «Vermittlungsakte» oder «Mediationsverfassung». Sie stellte den Staatenbund wieder her. Die Mediationsakte war Grundlage für die erste Kantonsverfassung Schaffhausens. Damit unterstand eine Weiterführung des Bohnerzabbaus den Beschlüssen des neu konstituierten Grossen Rates. Auf die Einnahmen aus dem Bergbau wollte man nicht verzichten. Auf eine Wiederinbetriebnahme des Eisenwerkes Laufen, d. h. des Hochofens, musste wegen akuten Holzmangels vorerst verzichtet werden. Das Erz wurde deshalb von Fuhrleuten zu einem speziell eingerichteten Erzlagerplatz nach Rheinau transportiert, von wo es mit Weidlingen zur Eisenhütte Albbruck geschifft wurde.

Dritte Abbauperiode 1804-1850

Die Geschichte des Schaffhauser Bergbaus während des Zeitraumes von 1804-1850 ist aufs engste mit dem Namen Johann Conrad Fischer, dem Gründer der Mühlentalwerke +GF+, verknüpft. Fischer bekleidete nach der Wahl durch den Grossen Rat das Amt des Bergwerksadministrators und wachte somit auch über die Bohnerzgruben. Die Erzförderung, die bis zu jenem Zeitpunkt den Charakter eines ungeordneten Abbaus aufwies, entwickelte sich zu einem fachmännisch geführten Betrieb. Fischer zog ausländische Fachleute zur Beratung beim Grubenbau und vor allem für den hier erstmals angewendeten Stollenbau bei. Er bemühte sich um Koordination von Bergbau und Forstwesen, veranlasste eine geometrische Aufnahme der Gruben und Holzfuhrwege (Fig. 5/6) und eröffnete neue Gruben. Das Schwergewicht des Grubenbaus lag weiterhin auf dem Südranden; nach 1810 aber wurden auch auf dem Reiat bei Lohn und Herblingen Gruben eröffnet.

Nun erfuhr die Bohnerzgewinnung eine so grosse Steigerung, dass die Menge der Erzlieferungen die Kapazität des Werkes Albbrugg zu übersteigen begann. Fischer fand zusätzliche Abnehmer im Eisenwerk bei Bregenz am Bodensee und im Eisenwerk Wehr, östlich von Basel.

Ab 1807 reduzierte Albbrugg auf Veranlassung der badischen Regierung nach und nach seine Erzbezüge aus Schaffhausen und fiel 1815 nach der Verstaatlichung als Erzabnehmer ganz aus.

1810 wurde der Schmelzofen am Rheinfall wieder in Betrieb genommen. Der Wiederaufbau und die Wiedereröffnung des in der Zwischenzeit verfallenen Hochofens war dem Württemberger Johann Georg Neher zu verdanken. Nach anfänglichen Schwierigkeiten begann das Werk zu florieren. Solange Neher nur Schaffhauser Erz beziehen konnte, führte dies zwangsläufig zu Auseinandersetzungen mit der Bergwerksadministration über die Erzpreise. Mit Neher, als dem Vertreter der Privatindustrie, und Fischer, als Anwalt der staatlichen Interessen, standen sich zwei dominierende Persönlichkeiten gegenüber. Der Kanton war vorerst die preisbestimmende Partei. Doch als Neher 1823 das Gonzener Eisenbergwerk bei Sargans kaufte, wurde er weitgehend unabhängig vom Schaffhauser Bohnerz. Er bezog immer weniger Erz aus dem Südranden. Der finanzielle Ertrag für Schaffhausen schrumpfte zusehends, und da die Gemeinden, in deren Gebiet die Gruben lagen, immer höhere Entschädigungen für Waldschaden forderten, wurde der Bergbau laufend unrentabler.

Der Import billigeren ausländischen Eisens, das nun auf dem Schienenweg trans-

Fig.21 Bohnerzabbau von Hand im Stollen. © Birchmeier 1986

portiert werden konnte, und der Mangel an Holzkohle führten 1850 zur Stillegung des Hochofens. Allein ein 1835 gebauter Kupolofen zur Schmelzung des Gonzener Roheisens blieb in Betrieb. Mit der Stillegung des Hochofens fiel auch die Arbeit in den Bohnerzgruben für die Klettgauer dahin.

1853 wurde in unmittelbarer Nähe von Nehers Eisenwerk die Waggonfabrik gegründet, aus der später die SIG hervorging. Einer der drei Söhne Nehers, die er übrigens alle zu Bergwerksleuten ausbilden liess, war daran beteiligt. Das bot der Giesserei Nehers neue Möglichkeiten. Er begann Eisenbahnbestandteile zu produzieren. 1858 verstarb Neher, und sein Unternehmen wurde unter der Bezeichnung «Joh. G. Nehers Söhne, Eisenwerk Laufen» weitergeführt. Im gleichen Jahr erreichte die Eisenbahn von Basel aus Schaffhausen. Der Bahnbau selbst brachte den Eisenwerken am Rheinfall einen letzten konjunkturellen Höhepunkt. Die Bahn ermöglichte jedoch dann die Lieferungen billigeren Eisens aus dem Ausland, was sich fiir die› Werke am Rheinfall negativ auswirkte. Unter diesen Umständen ist es erstaunlich, dass Pions (Gonzen) sein Roheisen noch bis 1872 (Stillegung 1878) an das Eisenwerk Laufen liefern konnte und damit den Gesamtbedarf des Werkes deckte.

Die Erben Nehers schlossen 1887 mit der neugegründeten «Schweizerischen Metallurgischen Gesellschaft», die sich mit dem Problem der Aluminiumherstellung befasste, einen Vertrag über die Verpachtung der Wasserkräfte und der Werkanlagen des Eisenhüttenwerkes. Das Unternehmen begann 1888 auf den Grundstücken der Neherwerke am Rheinfall mit der Gewinnung von Aluminium auf dem Wege der Elektrolyse. Ein Jahr später konstituierte sich die heutige «Aluminium-Industrie AG». 1896 wurde die sich immer mehr entwickelnde Eisengiesserei von Fischer in eine Aktiengesellschaft umgewandelt.

Damit war das Schicksal des einst so angesehenen Eisenwerkes Laufen am Rheinfall besiegelt. Für die Ostschweiz war es über 70 Jahre der wichtigste Lieferant für alle Eisenprodukte gewesen.

Die Schürfung Scherrer 1918/1919

Im Dezember 1917 reichte Brunneningenieur Adolf Scherrer (Inhaber eines Berg- und Wasserbaubüros) dem Regierungsrat ein Konzessionsgesuch für die Ausbeutung der Klettgauer Bohnerze ein. Scherrer ging bei seinem Projekt von einer völlig falschen Voraussetzung über die Entstehung und Lagerung von Bohnerzen aus. Um alle bis dahin gesammelten Erfahrungen geologischer Art schien er sich nicht zu kümmern, vor allem nicht um die Tatsache, dass das Bohnerz nicht in durchgehenden Schichten, sondern in «Taschen» vorkommt. In seinem Gesuch vom 20.12.1917 schreibt er:

«Man sucht das Bohnerz als Nester auf dem weissen Jura, während unsere Bohnerze im weissen Jura und über dem braunen Jura liegen.»

Er begründet seine Ansicht wie folgt:

«Sofern wir auf dem hinteren Hemming bei Guntmadingen von dem Grenzstein zwischen Guntmadinger, Löhninger und Neunkirchergemarkung ... nach der Fundstelle «gekauftes Hölzli», Lauferberg ... eine Linie ziehen, so fällt diese aus Nordwest nach Südost laufende Linie bei einem Kilometer Länge 58 Meter gleich 2° ein. 1916 habe ich in einem alten Bohrloch auf Salz in Eglisau bei einer Spülung dieses Bohrloches die

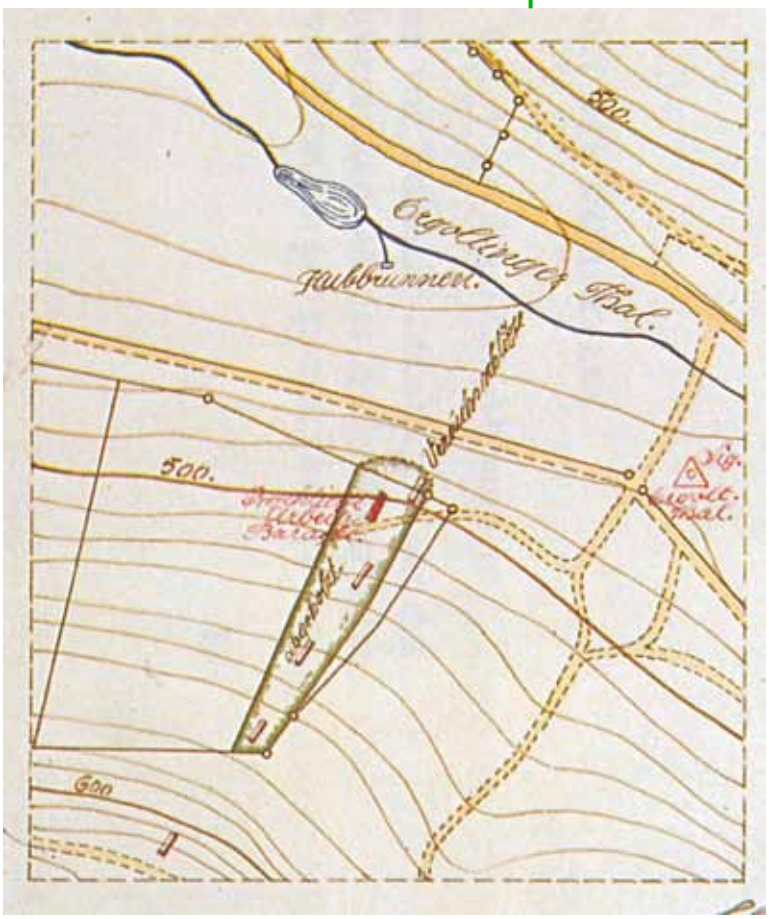


Fig.22 Lageplan des Versuchsstollen von Scherrer im Winteririesen. © Bichrmeier 1986

Bohnerztonoberfläche in 135 Meter Teufe ...ganz genau festgestellt. Zieht man von diesem Bohrloch in nordwestlicher Richtung eine Linie über Hüntwangen, Weisswyl (badisch),Trasadingen (Schweiz), westlich am Nappberg vorbei..., so ergibt sich auf 9 km Länge ein Gefälle nach Südost von 645-210 = 435 Meter oder 49 Meter Gefälle per Kilometer. Daraus folgt, dass das Erzloch im gekauften Hölzli 10 Meter in die Bohnerztonschicht hinabgetrieben wurde....

Wir haben demnach im Kanton Schaffhausen ein Erzfeld von 20 km Länge und einer Breite bis zum Rhein, unter dem das Erzvorkommen in die Kantone Zürich und Thurgau etwa 20 km tief hineinreicht.»

Er schätzte das gesamte Abbaugebiet auf 220 km^2 und erhoffte sich ein Erzquantum von 5,5 Millionen Tonnen = 1,76 Mio. Tonnen Eisen. Für seine Berechnungen stützte er sich auf die Ergebnisse des Erzbaus im Delsberger Becken und die Verhüttung in Choindez.

Seinem Gesuch lag Kartenmaterial bei, auf dem er das Erzgebiet abzugrenzen versucht hatte.

In einem Schreiben an den Regierungsrat vom 9.1.1918 unterbreitete Scherrer den Vorschlag, ebenfalls eine Konzession vom Grossherzogtum Baden einzuholen und stellte gleichzeitig die Bitte, «*die Konzessionsfrage solange vertraulich behandeln zu wollen, bis ich die Badische Konzession habe, damit uns die Spekulanten nicht zuvorkommen können*». Er glaubte, dass die Rentabilität eines Erzbaus im Kanton Schaffhausen für eine Zeitdauer von mehreren hundert Jahren nachgewiesen sei. Er wollte die nach seiner Meinung riesigen Vorkommen durch Stollenbau er- schliessen, um den Wald nicht zu schädigen. So plante er zwei Versuchsstollen, einen an der Winteririsen (Abb. 10), der später den Hauptstollen hätte bilden sollen, und einen an der Südseite des Hämings. Ein dritter sollte bei der Osterfinger Stutzmühle angelegt werden.

Er hoffte, etwa in einem Monat nach Erteilung der Konzession im ersten Stollen an der Winteririesen fündig zu werden. Der Regierungsrat erteilte ihm am 6. März 1918 jedoch nur eine Bewilligung (Vorkonzession) zur Aufnahme von Vorarbeiten. Mit diesen wurde sogleich begonnen. In der Hoffnung, in der Tiefe die reichhaltigen Bohnerzvorkommen zu erschliessen, wurde bei Koordinate 681 600/281 360/510 ein Stollen in die wohlgeschichteten Kalke des Malms vorgetrieben. Die Lage des Stolleneingangs ist heute noch gut zu erkennen.

Im Winterihau wurde gleichzeitig ein Schacht auf mehr als 10 m Tiefe ausgehoben. Er hätte später den Stollen erreichen sollen. Das Aufbereitungswasser für das Erzwaschen gedachte Scherrer aus dem von seinem Vater gefassten «Kalten Brunnen» im Ergoltingertal zu beziehen.

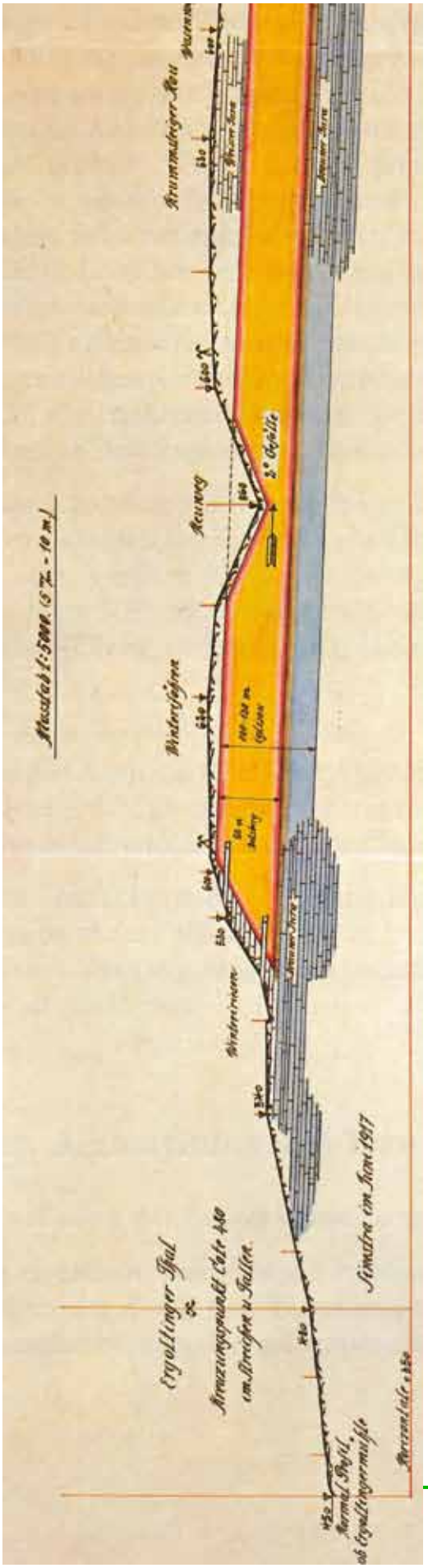
Infolge schlechter Witterung und des damit verbundenen Wasseranfalls wurde der Fortgang der Arbeiten verzögert. Der Schacht, der in der Zwischenzeit 12 m tief war, wurde mit Wasser angefüllt, und seine Seitenwände drohten einzustürzen. Das Ausschöpfen erfolgte nur mit Kübeln. Die Beschaffung von Pumpen war geplant. Wegen Einsturzgefahr wurde aus Sicherheitsgründen der Schacht im oberen Teil ausgezimmert, dann das Wasser durch Abtragen des nördlichen Schachtrandes abgeleitet, womit das Wasserproblem gelöst war.

Scherrer bemühte sich weiter um eine definitive Konzession. Zuvor aber unternahm der Regierungsrat im Oktober 1918 eine Besichtigung der Anlage. Auf eine Erteilung einer Konzession wurde vorerst verzichtet, da die erhofften Funde (aus begreiflichen Gründen) ausgeblieben waren. Zudem äusserte sich ein Dr. Wegelin, ein erfahrener Hochofenspezialist aus Choindez, in einem privaten Schreiben an den Regierungsratspräsidenten negativ:

«Eine Konzessionserteilung auf unbeschränkte Dauer wird für die Bohnerzvorkommen im Kanton Schaffhausen weder aussichtsreich noch rentabel sein, sondern höchstens unangenehm werden können. Mir scheint, dass Herr Scherrer mit seinem Stoss Akten seinen persönlichen fachmännischen Drang verfolgen will, ohne sich über die weiteren Folgen klar zu sein.»

«Ist der Konzessionär ausser Stande, während ... 4-5 Jahren... an höchstens zwei gleichzeitig arbeitenden Abbaustellen ein tägliches Quantum von mindestens je 20 t gewaschenen Erzes mit minimal 40% Eisengehalt zur nächstliegenden Eisenbahnstation zu fördern, so fallt die Konzession dahin.»

Aufgrund dieser Prognose und mangels genügender Erzfunde wurde Scherrer die Konzession in der Folge nicht erteilt. Es blieb bei der Anlage dieses einen «Scherrerstollens». Das aus geologischen Gründen von vornherein aussichtslose Projekt war damit gescheitert.



Bibliographie

Berger J, Breuer J, Stahr K] Fiedel S., 2009: Geochemie und mikroskalige Elementverteilung in lateritischen Verwitterungsresiuden - Bohnerze, Institut für Bodenkunde & Standortslehre, Universität Hohenheim, Stuttgart

Birchmeier Chr., 1985: Bohnerzbergbau am Südranden, Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen Nr. 38/1986, Druckerei Karl Augustin AG, Thayngen-Schaffhausen

Schmidt M., Heim A., 2007: GEO 211.2 Bodengeographie, basierend auf dem Skript von Peter Fitze (1998), Geographisches Institut Universität Zürich

Weissert H., Stössel I.,2009: Der Ozean im Gebirge. Eine geologische Zeitreise durch die Schweiz. Hochschulverlag AG, Zürich.

Wullschleger E. 2005: Das Bohnerz von Küttigen-Entstehung, Fossilien- und Mineraliengehalt, Aarg. Naturf. Ges. Mitt. 2005, Bd. 36: 27-60

Fig.22 Geologisches Profil nach A. Scherrer, 1918. © Birchmeier 1986

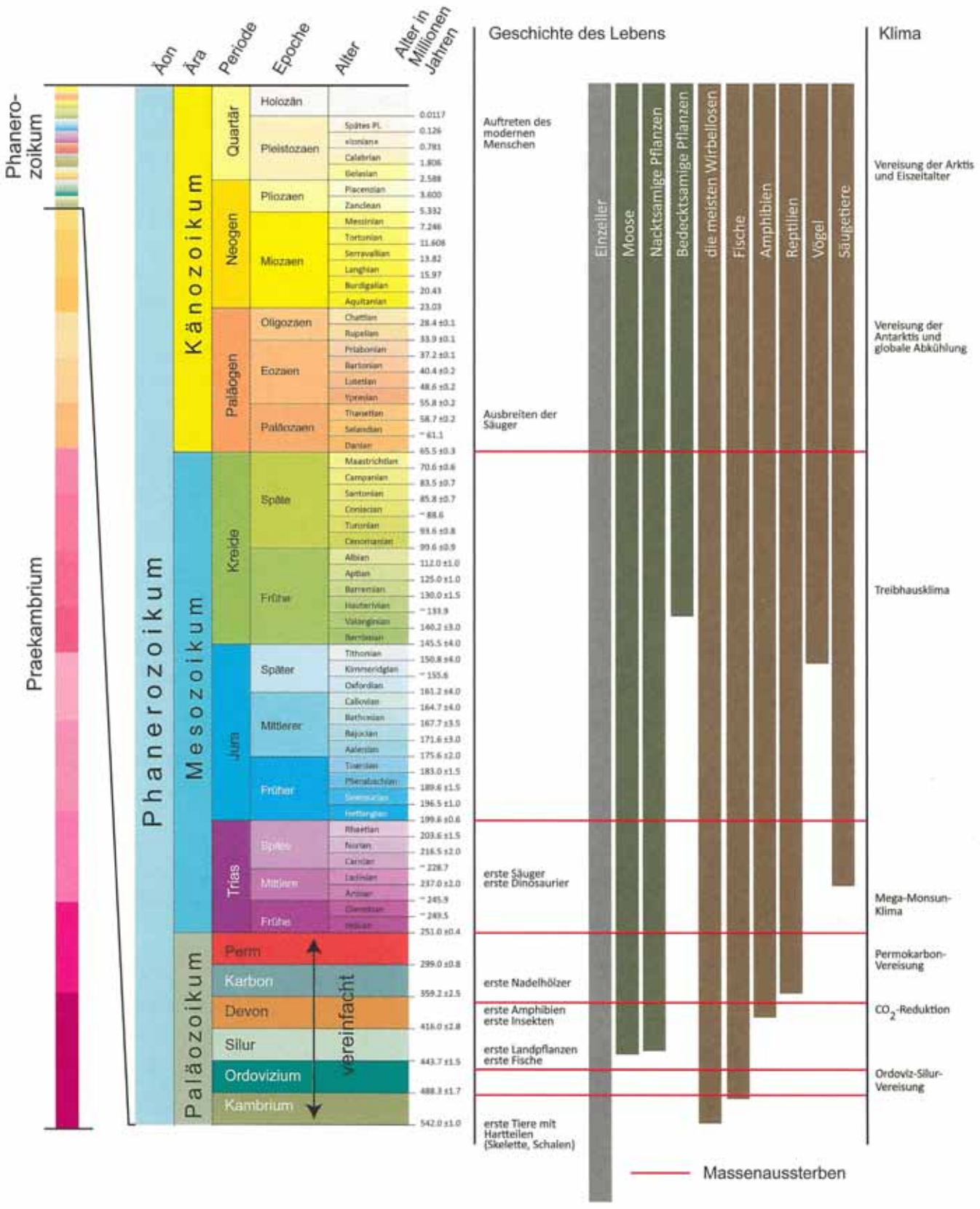


Fig. 17 Stratigraphe Tabelle nach (WEISSERT, 2009).