

Als Amberg noch am Rio Negro lag – Geologie und Bodenschätze prägen eine Region

Das geologisch-geomorphologische Umfeld der Stadt Amberg

Lithologisch gesehen liegt Amberg im nordostbayerischen Deckgebirge, einer mächtigen Serie aus sandigen, tonigen und kalkigen Schichtgesteinen [Tabelle 1]. Vereinzelt lassen sich auch Gesteine, die auf vulkanische Eruptionen zurückgehen, nachweisen. Nur 10 bis 20 km östlich von Amberg treten, auch für das Auge des Nichtgeologen erkennbar, ganz andersgeartete kristalline Gesteine auf, deren Mineralbestand aus Quarz, Feldspat, Amphibol, Pyroxen und Glimmer, um nur einige Minerale zu nennen, besteht. Das „Alte Gebirge“, hier Moldanubikum (Moldau und Donau standen Paten für den Namen) genannt, wurde durch junge tektonische Bewegungen entlang der NW-SE-gerichteten Pfahlstörung und einer nach NNW ablaufenden Verwerfung herausgehoben und bildet heute geomorphologisch den Vorderen Oberpfälzer Wald oder das Naabgebirge [Tabelle 1].

Die geographische Lage des Raums um Amberg wird durch die unterlagernden Gesteine geprägt und auch hier macht sich die Grenzsituation bemerkbar. Im SW liegt die vor allem durch Karbonate gekennzeichnete mittlere Frankenalb, im NE erstreckt sich das Oberpfälzer Hügelland mit einer vorwiegend durch Sande, Kiese und Tone geprägten Landschaft.

320 Millionen Jahre haben nicht nur der Oberpfälzer Landschaft ihren Stempel aufgedrückt und eine bunte Palette von Gesteinen hervorgebracht, sondern

auch eine Vielfalt und einen Reichtum an Bodenschätzen hinterlassen, wie sie für Bayern selten sind. Man hat diesen Raum auch als das „Ruhrgebiet des Mittelalters“ bezeichnet. Das gilt heute sicherlich nicht mehr, da die Erze, Gesteine aus denen man Eisen, Blei und Kupfer gewinnen kann, heute im Weltmaßstab nicht mehr konkurrenzfähig sind bzw. die Lagerstätten ausgeerzt sind. Die Produkte des Steine-und-Erden-Sektors und der Industrieminerale spielen aber nach wie vor eine wichtige Rolle in der Rohstoffversorgung unseres Landes. Diese Gruppe von Rohstoffen ist wegen ihrer physikalischen Eigenschaften gesucht und findet ihre Abnehmer in der keramischen, chemischen und Baustoffindustrie.

Es gibt wenige Regionen, wo die geologische Entwicklung so augenfällig Hand in Hand geht mit der lagerstättenkundlichen/rohstoffgeologischen Entwicklung wie in der Gegend um Amberg. Sichtbares Zeichen für die enge Verknüpfung von Bergbau und Region war das Bergamt in Amberg. Dabei mag man vielleicht übersehen, dass dieser Reichtum an Bodenschätzen, ganz besonders das Eisen, schon sehr frühzeitig Siedler und Bergleute angelockt hat, lange bevor Amberg die Zollfreiheit durch Friedrich Barbarossa im Jahre 1163 verliehen wurde. Radio-Carbonatierungen an schlackenführenden Ablagerungen aus dem „Alten Gebirge“ zeigen, dass sich schon vor 600 v. Chr. in dieser Region einiges tat.

Kreidezeit ist Eisenzeit in der Oberpfalz

Die älteren Bewohner Ambergs mögen sich noch an die rostbraunen Stahlkonstruktionen der Hochöfen erinnern, manch einer war vielleicht noch auf einer der Schachtanlagen tätig. Die letzten Gruben im Raum Amberg wurden von der Luitpoldhütte AG am 19. Juni 1964 wegen Erschöpfung der Erzlagerstätten stillgelegt. Im benachbarten Revier von Sulzbach-Rosenberg, das von der Eisenwerks-Gesellschaft Maximilianshütte m.b.H. ausgebeutet wurde, war der Autor noch selbst als Praktikant auf den Gruben Maffei im Welluck-Bernreuther Erztrog und auf der Schachanlage Leonie im gleichnamigen Erztrog tätig. Mit Schließung der letztgenannten Zeche im Jahre 1988 ging die Eisenzeit in der Oberpfalz zu Ende.

Der Altmeister der bayerischen Geologie von Gumbel (1894) hat die erzführenden Schichten um Amberg, oder um präzise zu sein „am(erb)Berg“, als „Amberger Eisenerzformation“ benannt (Abb. 1). Er hat eine stratigraphische Bezeichnung für eine bis maximal 60 m mächtige Schicht im 19. Jahrhundert eingeführt, die auch heute noch in der geologischen Literatur über Nordbayern hinaus Bestand hat. Die Erforschungsgeschichte dieser Amberger Erzformation geht aber nach Gudden (1975a) noch weiter zurück. In seiner monographischen Zusammenstellung verweist er auf die frühen Bearbeiter Baier (1708), Cordus (1561) und Agricola (1546). Die Anfänge des Eisenabbaus Nordostbayerns liegen in der La-Tène-Zeit, darauf weisen Funde bei Michelsfeld bei Kelheim hin (Schwarz et al. 1967, Zahn 1981) und Radio-Carbon-Datierungen von Brauneisenerzen bei Hollfeld in der Nähe von Bamberg, die ein Alter 0 bis 200 v. Chr. ergaben (Dill 2008). Diesen beiden Funden kommt im wahrsten Sinne des Wortes die Bedeutung von Eckdaten zu, wenn man sich die frühe Erschließung der Eisenlagerstätten in NO-Bay-

ern und die geologische Entwicklung der Amberger Erzformation betrachtet – auf die dazwischenliegenden Phasen der Hütten- und Bergwerksgeschichte um Amberg kann hier verzichtet werden, weil diesem Thema ein gesonderter Beitrag in dieser Festschrift gewidmet ist. Die ersten Siedler und Berg- und Hüttenleute folgten wahrscheinlich dem Erz. Ohne über die geologischen Zusammenhänge Bescheid zu wissen, folgten die Hallstätter einer geologischen Einheit im Deckgebirge, der „Regensburger Kreidebucht“. Wie die nachfolgenden Ausführungen zeigen, ist diese paläogeographische Vorzeichnung ein wichtiges Element gewesen in der Entwicklung der Amberger Eisenerze während des Cenomans (99,6 bis 93,5 Mio.).

Die geologische und mineralogische Entwicklung am Oberpfälzer Amazonas

Die Eisenerze um Amberg entstanden aus Verwitterungslösung zusammen mit dem umgebenden Gestein in einem Karstrelief der Unterkreide. Wer sich in der Nähe von Amberg ein Karstrelief ansehen will, braucht nur in die „Fränkische Schweiz“ zu fahren. Warum gibt es aber dort keine Eisenlagerstätten dieser Größe? Eisen ist zwar ein sehr weit verbreitetes Element (Durchschnittsgehalt in der Erdkruste: 5,67 Gew. % Fe), aber auch ein sehr schwerlösliches Element, besonders dann wenn es mit Sauerstoff in Berührung kommt und vom zweiwertigen in den dreiwertigen Zustand überführt wird. Nur unter ganz bestimmten Bedingungen kann man Eisen transportieren, z.B. wenn humusreiche Lösungen das Element während seines Transportes stabilisieren bzw. in Lösung halten. Humus ist dunkelgrau bis schwarz, und die großen Ströme, die reich an Humusstoffen sind, haben eine charakteristische schwarze Färbung wie der Rio Negro Amazoniens in Südamerika. Nur unter den besonderen klimatischen Bedingungen nahe am Äquator können Eisen-

Humat-Komplexe sich bilden und das Eisen transportiert werden. Zwischen 100 und 142 Millionen Jahren lag Amberg an einem „Rio Negro“, dessen Nebenflüsse das Eisen aus den umliegenden Juragesteinen auslaugten und rund um Amberg in weiten Hohlformen, wie man sie heute noch entlang der Adriaküste als Poljen finden kann, ablagerten (das bekannteste Polje ist das Amselfeld - Kosovo). Am Boden dieser Talungen unmittelbar über dem Jurakalk bildete sich das sideritreiche „Weißeisenerz“ darüber folgte das „Brauneisenerz“ mit Goethit [Tabelle 1]. Nebengestein und Sauerstoff hatten einen starken Einfluss auf die Bildung der verschiedenen Eisenerzminerale. Die Eisenerze haben bis zu 1 % hohe Phosphatgehalte, vorwiegend als Apatit, seltener als Fe-Phosphate wie Vivianit, Strengit und Rockbridgeit (Abb. 1). Die Ca-Phosphate (Apatit) waren bauwürdig, die Fe-Phosphate nicht. Sie lassen bestenfalls die Sammlerherzen höher schlagen, besonders der Seltene Erden (Yttrium) enthaltende Churchit.

Die „kleinen Brüder“ der Eisenerzlagerstätten im Raum Amberg, Sulzbach-Rosenberg, Auerbach, Ranna, Bernreuth, Nitzlbuch und Welluck sind die eisenreichen Farberden [Tabelle 1]. Auch sie entstanden in der Kreidezeit unter einem tropisch-feuchten Klima nicht in riesigen Erz-Poljen, sondern in Karstschloten und Dolinen. Da das Klima während des Tertiärs dem der Kreide noch sehr ähnelte, ist es nicht verwunderlich, dass man auch in dieser Periode der Erdgeschichte noch solche Eisen-Erze oder Farberden („Bohnerze“) auf der Alb antreffen kann.

Wer an das Ruhrgebiet denkt, denkt an Kohle. Das gilt auch für die Umgebung von Amberg. Die feuchten tropischen Klimate waren nicht nur günstig für den Transport von Eisen, sondern es bildeten sich auch kleine Glanzbraunkohleflöze, wie z.B. bei Döltzsch (Dill 1990). Sie stehen hinsichtlich ihres

Inkohlungsgrades zwischen der Steinkohle des Ruhrgebietes und der Braunkohle, wie sie bei Schirnding und bei Schwandorf-Wackersdorf abgebaut wurde.

Der Jura bei Amberg – Eisen und Sand

Man könnte etwas salopp formuliert sagen, die Amberger haben das Eisenerz im Hinterhof der Pegnitzer abgebaut. Wir wollen aber keine Städtefeindschaft zwischen Oberfranken und der Oberpfalz aufkommen lassen und uns wieder der Geologie zuwenden. Im Jura gab es eine weitere bedeutende Eisenzeit. Vor allem im Dogger beta bildeten sich in der Frankenalb Brauneisenlagerstätten am Zogenreuther Berg, bei Ranzenthal und bei Pegnitz (von Freyberg 1962). Es waren geringmächtige Fe-Lagerstätten, die aus zusammengeschwemmten Brauneisenbruchstücken und Eisenoiden (konzentrische Fe-Kügelchen) bestanden. In einem küstennahen Meeresabschnitt bildeten sich diese armen Fe-Erze, die mit einem französischen Wort auch als „Minette-Eisenerze“ bezeichnet werden. Diesen quarzreichen Fe-Erze mit Gehalten um 30 % Fe widmete man sich immer dann, wenn es um die rohstoffwirtschaftliche Situation Deutschlands schlecht bestellt war, wenn Kriegsgefahren drohten, dann rauchte der Kessel auf dem „Kleinen Johannes“ wieder. Diese geringhaltigen und geringmächtigen Minette-Eisenerze des Jura wurden in der Kreidezeit an Störungszonen herausgehoben, verwittert und sie erhielten, wie manche Bergleute zu sagen pflegen, einen höheren Erzadel mit Gehalten von 45 bis 50 % Fe. Heute ist zwar die Rohstoffsituation für Deutschland nicht besser geworden – wir haben nur noch eine Eisenerzlagerstätte bei Nammen in Nordrhein-Westfalen, aber die Gruben der Doggereisenerze, werden sicherlich nicht mehr aufgewältigt werden, sieht man von den Farberde- oder Rötelvorkommen (z.B. Trotschenreuth) ab,

Abb. 1: Die Amberger Erz-Formation aus unterschiedlichen Blickwinkeln

a) Die Amberger Erz-Formation und ihre unter- und überlagernden geologischen Schichten (bezüglich Korrelation mit der Gesamtstratigraphie siehe Tabelle 1 – schwarzer vertikaler Balken)

Die Gesamtschichtenfolge im Bereich der nordostbayerischen Kreide-Erzlagerstätten wurde vereinfacht nach Gudden (1975a) dargestellt.

Die reduzierende/sauerstoffarme Erzfazies im Liegenden der Amberger Erzformation

b) Weißeisenerz aus Eisenkarbonat (Siderit) bestehend - reduzierende/ sauerstoffarme Erzfazies im Liegenden des Erzkörpers

c) Eisenkarbonat (Siderit) mit sternförmig aufgewachsenem zweiwertigem Eisen-Phosphat (Vivianit) (Raster-elektronenmikroskopaufnahme) (Maßstab: 400 µm)

Die oxidierende/sauerstoffreiche Erzfazies im Hangenden der Amberger Erzformation

d) Brauneisenerz aus Eisenoxidhydrat (Goethit) bestehend - oxidierende/sauerstoffreiche Erzfazies im Hangenden des Erzkörpers

e) Kruste aus dreiwertigem Eisen-Phosphat (Strengit) auf Eisenoxidhydrat (Goethit) (Rasterelektronenmikroskop-aufnahme) (Maßstab: 500 µm)

Die Trias – ein mineralogisch-lagerstätten-kundlicher Dreiklang

Die Trias drückt bereits in ihrem Namen eine Dreigliederung der Lithologie aus. Die ältesten Schichtglieder gehören zum sandigen Buntsandstein, es folgt der mergelig-kalkige Muschelkalk und den Abschluss bilden die überwiegend tonig-sandigen Sedimente des Keupers. Diese Dreigliederung ist jedoch nur im Nordwesten z.B. bei Bayreuth oder um Würzburg realisiert. Nähert man sich dem Beckenrand in der Oberpfalz, dann wird aus der facettenreichen Lithologie der Trias ein nahezu homogenes sandiges Schichtpaket, sodass eine stratigraphische Untergliederung für Geologen häufig zur Glaubensfrage von Stratigraphiekommissionen wird. Ganz anders verhält es sich mit den Lagerstätten, die ihren Mineralreichtum der Beckenrandlage der Oberpfalz verdanken und bei denen sich ein Dreiklang von Erz, Industriemineralien und (Halb)Edelsteinen feststellen lässt.

Der wichtigste Rohstoff, der heute aus diesen Trias-sedimenten gewonnen wird und weit über die Region hinaus bekannt ist, ist der Kaolin (Kuzvart 1968, Köster 1980). Das im Kaolin dominierende Mineral ist das Schichtsilikat Kaolinit, dessen Anwendungsspektrum von der keramischen bis hin zur Papierindustrie reicht. Feldspäte in den Sanden, aus den nahen Kristallingesteinen angeliefert, wurden unter dem Einfluss eines subtropisch-tropischen Klimas in den weißen Rohstoff Kaolin umgewandelt. Weiträumig werden diese Kaoline auch heute noch bei Hirschau-Schnaittenbach im Tagebau gewonnen. Der Name Amberger Kaolinwerke (AKW) ist mit der Erschließung und dem Abbau des Kaolins in der Oberpfalz verknüpft.

Während der Abbau dieses Rohstoffes nach wie vor einen wichtigen Beitrag zur Industriemineralversorgung

Struktur-Einheiten	Periode Epoche	Alter	Gesteinsaufbau (allgemein)
Deckgebirge	Quartär	2,6 Mio.	Schotter, Kiese, Sande und Torf
	Tertiär <ul style="list-style-type: none"> • Neogen • Paläogen 	65 Mio.	Neogen: Sande, Tone, Fe-Erze, Kohle, SiO ₂ -arme Vulkanite Paläogen: Erosion anstatt Sedimentation
	Oberkreide	100 Mio.	Mergel, Kiese, Sande, Tone, Erze, Kohle „AMBERGER ERZFORMATION“
	Unterkreide (Schichtlücke)	142 Mio.	Verwitterungsbildungen Erosion anstatt Sedimentation
	Jura <ul style="list-style-type: none"> • Malm • Dogger • Lias 	205 Mio.	Malm: Kalke und Dolomite Dogger: Tone und Fe-führende Sande Lias: Sande und dunkle Tone
	Trias <ul style="list-style-type: none"> • Keuper • Muschelkalk • Buntsandstein 	250 Mio.	Feldspatreiche Kiese, Sande, Verkieselungen, mergelige und kalkige Einschaltungen
	Permo-Oberkarbon	320 Mio.	Unreine Kiese, feldspatreiche Sande, Tone, Kohlen, SiO ₂ -reiche Tuffe und Vulkanite
Grundgebirge (Altes Gebirge)	Unterkarbon bis Präkambrium	350 Mio. und ältere Gesteine	Granite, Gneise, Kalksilikate, Marmor, Amphibolite, Serpentine

Tabelle 1: Der geologische/erdgeschichtliche Rahmen der Stadt Amberg mit den für die Region typischen Bodenschätzen (Lagerstätten). Der schwarze vertikale Balken verweist auf das geologische Schemaprofil in Abb. 1a. Die stratigraphische Position der „Amberger Erzformation“ ist hervorgehoben.

Bodenschätze (Lagerstätten)	Wichtige Fundorte nahe Amberg
Sand und Kies	Verschiedene Vorkommen
Tone (kaolinitisch und bentonitisch) Braunkohle Festgesteine (Vulkanite) Farberden mit Goethit [FeOOH]	Schwandorf, Wackersdorf Klardorf Parkstein
Eisenerz [Siderit (FeCO ₃) Goethit (FeOOH)] Phosphorit [Carbonat-Fluor-Apatit (Ca ₅ (PO ₄) _{2.5} (CO ₃) _{0.5} F)], Eisen- und Seltenerdphosphate im Eisenerz z.B. Vivianit [Fe ₃ (PO ₄) ₂ ·8(H ₂ O)], Strengit [Fe(PO ₄)·2(H ₂ O)], Churchit-(Y) [Y(PO ₄)·2(H ₂ O)] Glanzbraunkohle	Amberg, Auerbach, Ranna Sulzbach-Rosenberg, Nitzlbuch Döltzsch
Farberden mit Goethit [FeOOH] („Amberger Goldocker“)	Neukirchen, Königstein Pegnitz
Festgesteine (Kalkstein) mit Kalzit [CaCO ₃] und Dolomit [CaMg(CO ₃) ₂] Spezialsande Eisenerz mit Fe-Chlorit (Fe-Hydrosilikate) und Farberden mit Goethit [FeOOH]	Atzmansricht Troschenreuth Pappenberg Pegnitz, Zogenreuth
Karneol [SiO ₂ mit Fe ₂ O ₃] Kaolin (Beginn der Kaolinisierung) Kaolinit [Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄] Weißbleierze/ Cerussit [Pb(CO ₃), Grünbleierz/ Pyromorphit [Pb ₅ (PO ₄) ₃ Cl], Bleiglanz [PbS]	Grafenwöhr Hirschau-Schnaittenbach Freihung, Tanzfleck, Wollau Eichelberg
Flussspat-Mineralisationen [CaF ₂] Steinkohle Blei-Zink-Schwerspat-Gangerze (PbS-ZnS-BaSO ₄) (jünger als 320 Mio. Jahre)	Pingarten Erbendorf
Flussspat-Gänge [CaF ₂] Uranerze Uranpechblende [U ₃ O ₈] Coffinit [USiO ₄] Festgesteine (Kristallingesteine)	Nabburg-Wölsendorf

Deutschlands liefert, ist es im Oberpfälzer Bleirevier schon lange still geworden. Im Raum Pressath, Wollau, Eichelberg und bei Freihung hat man immer wieder versucht, die im Muschelkalk und dem Keuper liegenden vererzten Sandsteine abzubauen (Gud-den 1975b, 1981). Nur im Revier „Vesuv“ bei Freihung kam es zu länger anhaltenden bergbaulichen Arbeiten, die letzten während des Zweiten Weltkrieges. Im Weltmaßstab sind diese schichtgebundenen karbonatischen und sulfidischen Bleierze nicht mehr konkurrenzfähig. Auch hier spielten die Feldspäte eine wichtige Rolle, denn in ihnen liegt die Quelle für das Blei. Die geringen Gehalte wurden durch Umlagerungen im Gestein freigesetzt und schließlich als Weißbleierz/Cerussit, Grünbleierz/Pyromorphit und Bleiglanz in Abhängigkeit von den begleitenden chemischen Komplexen konzentriert. Die randnahe Lage und das Klima waren entscheidend für die Bleianreicherung.

Der dritte im Bunde ist der rote Halbedelstein Karneol. Es ist eine feinkörnige Kieselsäureausscheidung, die ihre Färbung durch eingelagertes Eisen enthält. Die Karneole repräsentieren im weitesten Sinne alte Böden, wie man sie heute in Australien findet. Besonders gut ausgebildet sind diese alten Böden im Bereich Grafenwöhr.

Der Oberpfälzer „Ruhrpott“ im Permokarbon und seine Mineralisationen

Im Permokarbon vor ca. 300 Millionen Jahren entwickelten sich nicht nur im Ruhrgebiet und im Saarland in sumpfigen Niederungen Kohlelagerstätten, sondern auch bei Erbdorf wurde Steinkohle abgebaut. Geringe Mächtigkeit, ein hoher Anteil nicht-brennbaren Materials und geringe Erstreckung haben dem Bergbau in der Oberpfalz sehr enge Grenzen gesetzt.

In diesen Zeitabschnitt der Erdgeschichte fällt jedoch nicht nur die Bildung von Steinkohleflözen, sondern auch ein anderer Energieträger wurde vor etwa 300 Jahren angereichert: Uran. Die Region um Nabburg-Wölsendorf hat nicht nur Bergbaugeschichte geschrieben, was den Rohstoff Flussspat angeht, sondern auch immer wieder durch Uranfunde von sich reden gemacht (Weiss et al. 1977). Anders als die eingangs erwähnten Rohstoffe Eisen, Blei, Kaolin und Phosphat, die in schichtigen mehr oder minder horizontalen Lagern auftreten, finden sich Flussspat und Uranerze in steilen Gängen. Es handelt sich um Spalten, die sowohl im Grundgebirge als auch im Deckgebirge aufrissen. Sie dienten hydrothermalen Lösungen, d.h. heißen wässrigen metallhaltigen Lösungen als Aufstiegswege. Die Temperaturen dieser Lösungen kann der erfahrene Mikroskopiker heute mittels Flüssigkeitseinschlussuntersuchung bestimmen, auch das Alter lässt sich mit Hilfe des radioaktiven Zerfalls des Urans oder der Seltenen Erden Samarium und Neodym eingrenzen, die Herkunft dieser metallhaltigen heißen Lösungen und die Wärmequelle gibt jedoch auch heute noch manches Rätsel auf (Carl et al. 1983, Carl und Dill 1985, Leipziger 1986). Es sind vor allem die Uranschwarzerze aus Uranpechblende und Coffinit bestehend, die auf den Gruben „Marienschacht“ und „Johannes-schacht“ näher untersucht wurden (Teuscher und Weinelt 1972). Zu einem regelrechten Uranabbau wie in der ehem. DDR oder in der benachbarten Tschechischen Republik kam es jedoch nicht. Manche dieser Gänge führten auch silberhaltigen Bleiglanz und Fahlerze, so bei Erbdorf und im SE-Teil des Nabburg-Wölsendorfer Reviers (Dill 1985). Auch dieser Bergbau, dessen Spuren sich bis ins 15. Jahrhundert zurückverfolgen lassen, erreichte nicht die Dimensionen des Erzbergbaus im Harz oder im Erzgebirge. Es lohnt sich deshalb nicht weiter, in die geologische Vergangenheit dieser Region vorzustoßen, sondern es ist ratsamer, sich den jüngeren geologischen

Epochen zuzuwenden, die auf die „Amberger Erzformation“ folgten [Tabelle 1].

Das Tertiär – Rauchende Schlote umgeben von Kohle und Ton

Wie geht das zusammen, fragt man sich. Nachdem die kreidezeitlichen Eisenerze durch von tektonischen Bewegungen bedingte Massenverlagerungen versiegelt worden waren, kehrte für einige Millionen Jahre Ruhe in der Oberpfalz ein. Vor ca. 25 Millionen rauchte es aber gewaltig in diesem Gebiet. Laven und Aschen wurden entlang von Spalten gefördert. Auch dem wenig geübten Auge bleiben die „Kuppen“ (Zinster Kuppe) und „Kulme“ (Rauher Kulm) in der ansonsten wenig reliefierten Landschaft nicht verborgen. Der südlichste dieser Vulkane ist der Parkstein, fast wäre auch er dem Hartsteinabbau zum Opfer gefallen. An zahlreichen Orten werden die Alkalibasalte, Nephelinbasalte und Olivinenehelinite, wie der Petrograph diese Gesteine zu nennen pflegt, als Hartsteine abgebaut. Zwischen den Vulkanen konnten sich kleine Seen entwickeln. Das in ihnen abgelagerte pflanzliche Material bildet die Grundlage für die Braunkohleflöze, die heute noch bei Schirnding abgebaut werden. Dem organischen Material fehlte jedoch die mächtige Überdeckung, Druck und Temperatur waren nur mäßig hoch in diesen geologisch jungen Ablagerungen des Tertiärs, so dass letztendlich nur eine sehr unreine aschereiche Braunkohle entstehen konnte. Der Energieträger Braunkohle spielt heute keine Rolle mehr im Raum Wackersdorf-Schwandorf. Sie bildeten sich in sumpfigen Niederungen eines neuen „Oberpfälzer Amazonas“, der Urnaab. Feinkörniges Abtragungsmaterial des Grundgebirges, das sich in diesen Stillwässern der Urnaab absetzte, führte zu den Spezialtonen, die immer noch von wirtschaftlichem Interesse sind (z.B. Klardorf).

Geogene und anthropogene Formung im Quartär

Die quartären Sedimente in den Flussauen und Tälern gehören zu den jüngsten geologischen Erscheinungen. Sie haben sich im Anschluss an die letzte Kaltzeit gebildet. Im Quartär erfolgt ein gravierender prozessualer Einschnitt in die Geomorphologie und Geologie. Es sind nicht mehr allein die exogenen Kräfte (Wasser, Wind und episodische oder periodische Temperaturschwankungen) und endogenen Kräfte (Tektonik, Magmenaufstieg), sondern der Mensch beginnt durch Rodung und Rohstoffabbau die Landschaft zu gestalten. Die größte Anziehungskraft auf die Menschen haben in dieser Region die Eisenanreicherungen ausgeübt. Die „Amberger Erzformation“ am Kreide-Amazonas der Oberpfalz hat bereits in der La-Tène-Zeit den Bergleuten den Weg in die nördliche Oberpfalz gewiesen und somit einen wichtigen Beitrag zur Besiedlung dieser Region geliefert. Die Bodenschätze dieses Flusssystemes wurden vom Menschen weitgehend ausgebeutet, der Urnaab-Amazonas hat jedoch dem Lagerstättengeologen immer noch etwas zu bieten und der Mensch wird sicherlich noch länger diese Industriemineralien in Tagebauen ausbeuten.

Literatur

- Carl, C., Dill, H. G., Kreuzer, H. und Wendt, I. (1983) U-Pb dating of ores in NE Bavaria. *Terra Cognita*, 3, 195–196.
- Carl, C. und Dill, H. G. (1985) Dating of secondary uranium minerals from the NE Bavarian Basement. *Chemical Geology*, 52, 295–316.
- Dill, H. G. (1985) Die Vererzung am Westrand der Böhmisches Masse. Metallogenese in einer ensialischen Orogenzone. *Geologisches Jahrbuch*, D 73, 3–461.
- Dill, H. G. (1990) Die Beckenentwicklung im Permokarbon und der Oberkreide zwischen Parkstein und Erbdorf (Oberpfalz / NE Bayern): Im Vergleich. *Erlanger Geologische Abhandlungen*, 118, 1–42.
- Dill, H. G. (2009) Pyrometallurgical relics of Pb-Cu-Fe deposits in south-eastern Germany: An exploration tool and a record of mining history. *Journal of Geochemical Exploration*, 100, 37–50.
- Gudden, H. (1975a) Die Kreide-Eisenerzlagertstätten in Nordost-Bayern. *Geologisches Jahrbuch*, D 10, 201–238.
- Gudden, H. (1975b) Zur Bleiführung in Trias-Sedimenten der nördlichen Oberpfalz. *Geologica Bavarica*, 74, 33–55.
- Gümbel von, C. W. (1894) Die Amberger Eisenerzformation. Sitzungsbericht der math.-phys. Klasse der königl.-bayer. Akademie der Wissenschaften München, 23, 293–320.
- Freyberg von, B. (1962) Eisenerzlagertstätten im Dogger Frankens. *Geologisches Jahrbuch*, 79, 207–254.
- Köster, H. M. (1980) Kaolin deposits of eastern Bavaria and the Rheinische Schiefergebirge (Rhenish Slate Mountains). *Geologisches Jahrbuch*, D 39, 7–23.
- Kuzvart, M. (1968) Kaolin deposits of Czechoslovakia. *Inter. Geol. Congr.*, 23 th Prague, 1968, *Proceed.*, 15, 47–73.
- Leipziger, K. (1986) Untersuchungen zur Raumschaffung der Fluoritmineralisation im Wölsendorfer Flußspatrevier. *Diss. Univ. Mainz*, 185 S.
- Schmid, H. (1981) Zur Bleiführung in der mittleren Trias der Oberpfalz – Ergebnisse neuer Bohrungen. *Erzmetall*, 34, 652–658.
- Schwarz, K., Tillmann, H. und Treibs, W. (1967) Zur spätlatènezeitlichen und mittelalterlichen Eisenerzgewinnung auf der südlichen Frankenalb bei Kehlheim. *Jahresbericht der bayerischen Bodendenkmalpflege*, 6/7, 35–66.
- Teuscher, E.O. und Weinelt, W. (1972) Die Metallogenese im Raum Spessart – Fichtelgebirge-Oberpfälzer Wald-Bayerischer Wald. *Geologica Bavarica*, 65, 5–73.
- Weiss, K., Adler, A. und Koch, M. (1977) 25-jähriges Jubiläum der Knappenvereine Stulln Marienschacht-Wölsendorf Cäcilia-Schwarzenfeld, Amberg, 96 S.
- Zahn, U. (1981). Die vor- und frühgeschichtliche Erzgewinnung in Ostbayern. *Leobener Grüne Hefte*, NF 2, 47–63.