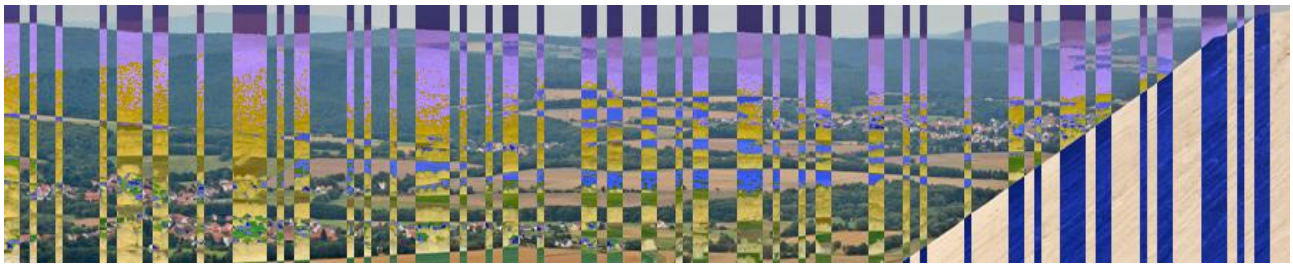


Die weißen Berge an der Werra

Inhalt

Annäherung 1
Entstehung der Salzlagerstätten 3
Förderung und Verarbeitung der Kalisalze 7
Besichtigung in drei Abschnitten 10
Ergänzende Erkundungen zum Kupferschiefer 11
Ergänzende Erkundungen zum nebst Wanderungen im Basalt 14

Annäherung

Eine Fahrt auf der A4 von Bad Hersfeld in Richtung Eisenach eröffnet alsbald den Blick ins Werratal. Dort fällt jedem, der hier vorbeifährt, ein riesiger weißer Berg mit steilen Flanken und ebenem Plateau auf. Der gesamte Koloss besteht aus Salz, das aus Bergwerken im Werratal gefördert und hier abgelagert wurde. Sofort wirft sich eine Frage auf: Warum werden diese Unmengen von Salz einfach nur abgelagert, nachdem sie mit hohem Aufwand aus dem Untergrund geholt wurden? Zur weiteren Verwirrung mag der Name beitragen, den man diesem Salzberg gab: „Monte Kali“. Ist es nicht gerade dieses Kali-Salz, das hier von der K+S GmbH (also „Kali + Salz“) zur Produktion von Düngemitteln gewonnen wird – warum wird es dann auf Halde gekippt?

***Abb. 1**: Blick von der Salzhalde bei Heringen in Richtung A 4 und Hoher Meißner (dieser links am Horizont)*

Das genannte Unternehmen betreibt im Fulda-Werra-Gebiet mehrere Salzbergwerke, die solche Abraumhalden produzieren. Neben der bereits angesprochenen, von der Autobahn A 4 sichtbaren Salzhalde bei **Heringen** (9,987° O / 50,904° N) sieht man eine weitere, wenn man sich von Süden auf der A 66 kommend **Fulda** nähert (9,595° O / 50,468° N). Eine dritte liegt etwas verborgen im Ulstertal bei **Unter-**

breizbach (9,973° O / 50,810° N). Die Ulster entspringt in der hohen Rhön und mündet nach rund 57 km Bachlauf Richtung Norden bei Philippsthal in die Werra.

All diesen Halden ist gemein, dass sie – entgegen der Namensgebung des Heringer Bergs – kein *Kali*-Salz, sondern ganz normales *Kochsalz* (also Natriumchlorid / NaCl) auftürmen, das aus dem Zermahlen von Steinsalz stammt. Mit einer feinen Körnung von ca. 1 mm und mit Verunreinigungen durch Ton- und Basaltstaub ist dies Salz weder als Speise- noch als Streusalz brauchbar, eine Aufbereitung für derartige Zwecke wäre unwirtschaftlich. Die Ton- und Basaltstaub-Beimengungen sind im Übrigen auch der Grund, warum die Salzberge mit der Zeit immer dunkler werden. Regen wäscht oberflächig Salz ab und hinterlässt immer konzentrierter die dunklen Beimengungen an der Oberfläche der Halde. Ansonsten verbäckt das Salz alsbald nach seiner Schüttung so fest, dass sich seine Konsistenz wieder der ursprünglichen Konsistenz des Steinsalzes im Untergrund der Bergwerke annähert.

Der Bergbau der K+S-Gruben richtet sich insbesondere auf die Gewinnung von Kali-Salzen, also Verbindungen des Halogens Kalium (K). Diese Kali-Salze liegen nicht in Reinform vor, sondern sind in mächtige Steinsalz-Vorkommen eingelagert. Bei Ihrer Gewinnung fallen deshalb auch immer Steinsalzbeimengungen an – wobei eigentlich das Verhältnis umgekehrt ist: nur ca. 25 bis 30 % der Fördermengen sind nutzbare Rohstoffe (13-08-21_1692) – neben Kalisalzen sind das auch Magnesium-Mineralien, die allesamt in der Düngemittelherstellung benötigt werden.

Um diese Salze im Untergrund zu erreichen, müssen zunächst um die 280 m Sand-, Ton-, Kalk- und andere Gesteine durchbohrt werden. Darunter folgt eine über 300 m mächtige **Steinsalzlagerstätte**. In dies Gebilde sind mit gut 60 m vertikalem Abstand zwei dünne **Kalilagerstätten** eingeschaltet, deren Mächtigkeit sich um die 2 m bewegt. Diese geringe Mächtigkeit ist auch ein Grund, warum beim maschinellen Abbau immer erhebliche Mengen des angrenzenden Steinsalzes mitgehen – das ergibt sich schon aus der für den Maschineneinsatz notwendigen Sohlenhöhe. In Abb. 2 sind die beiden Kalilager im blauen Steinsalzgebilde rot hervorgehoben. Derartige Ablagerungsschichten heißen bei den Bergleuten „Flöze“. Die beiden Kaliflöze erhielten die Namen „Hessen“ (oberer Flöz) und „Thüringen“ (unterer Flöz)

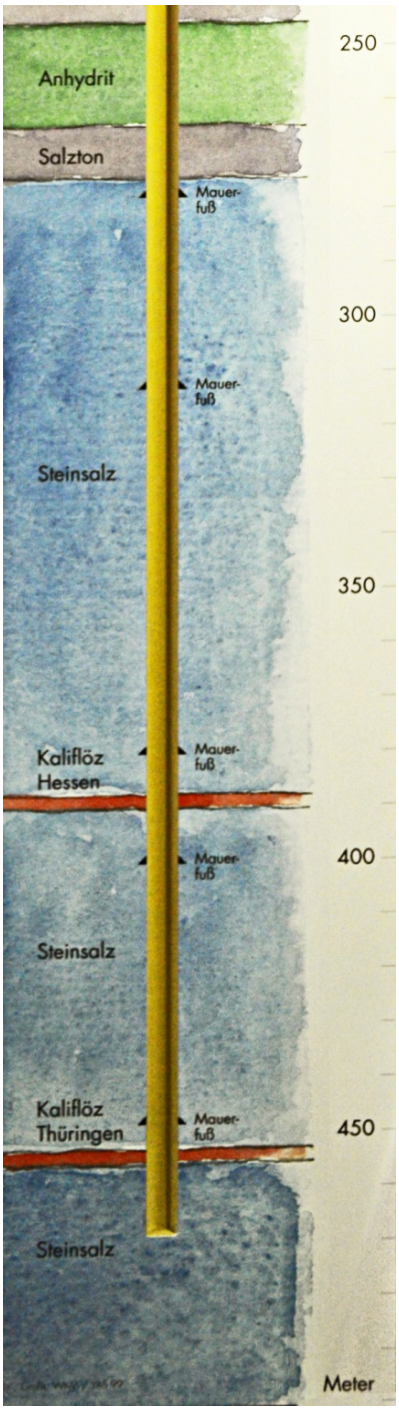


***Abb. 2**: Typische Schichtung der Salzlagerstätten (blau) im Werratal im Bereich eines Förderschachtes (gelb). Darin die beiden Kaliflöze (rot). Ausschnitt aus einem Ausstellungsobjekt mit aquarellierter Schichtung im Kali Museum Heringen (13-08-21_1682). Zur ‚Binnenstruktur‘ des Flözes „Thüringen“ siehe Abb. 3.*

Was in Abb. 2 noch so sauber geschieden aussieht, stellt sich in der Realität differenzierter dar. Die beiden Kaliflöze bestehen keineswegs aus reinen Kalisalzen, sondern sind in sich wiederum fein geschichtet und kombiniert mit Steinsalzeinlagerungen und anderen Mineralien. So ist es auch eine besondere Qualität der Lagerstätten im Werratal, dass man hier das seltene Magnesiummineral **Kieserit** gefunden hat, das sich ebenso wie Kalisalze zur Herstellung von Mineraldünger eignet.

Ansonsten wird Kalisalz gefördert, das chemisch entweder als das Mineral **Sylvin** (KCl) oder als **Carnallit** ($KMgCl_3 \cdot 6H_2O$) vorliegt. Hingegen nennt man das zugehörige Gestein, das Carnallit, Halit (Steinsalz) und andere Mineralien enthält, Carnallitit.

Das 2 bis 3 m starke **Kaliflöz „Hessen“** besteht hauptsächlich aus kieseritischem Hartsalz mit einem dominanten Anteil an Steinsalz von 65 %, in den sich nur 15 % Sylvin und 20 % Kieserit einschalten (Infotafel im Museum, 1633).

Das mit 2,5 bis 4 Metern etwas stärkere **Kaliflöz „Thüringen“** enthält 8 bis 14 % der Kalisalze Sylvin und Carnallit sowie 4 bis 15 % des Magnesium-Minerals Kieserit. Auch hier macht somit das Steinsalz den Hauptgehalt des Flözes aus (Infotafel im Museum, 1634).

***Abb. 3**: Ein typisches Profil im Kaliflöz „Thüringen“, zusammengesetzt aus dort geförderten Mineralienbrocken. Oben (grau) und unten (dunkelrot) sind die begrenzenden Steinsalzlager angeordnet. Aber auch dazwischen steht Steinsalz an, neben dem zu fördernden Kaliumchlorit „Sylvin“ (KCl) und dem Magnesiumsalz „Kieserit“ ($MgSO_4 \cdot H_2O$). Ausschnitt aus einer Vitrine im Kali Museum Heringen (13-08-21_1631-32)*

Entstehung der Salzlagerstätten

Die Salzlagerstätten im Bereich von Fulda und Werra sind schon sehr alt, ihre Entstehung reicht ins **Perm** zurück, das man auf die Zeit vor 296 bis 251 Mio. Jahren datiert. Im vorangegangenen Karbon (354 bis 296 Mio. Jahre) waren alle Kontinentalflächen auf der Erdoberfläche plattentektonisch zu einem Großkontinent zusammengeschoben worden, den die Geologen „Gondwana“ nennen. Den Nordteil dieses Superkontinents, der auch „Laurasia“ genannt wird, bildeten die heutigen Kontinente Nordamerika, Europa und Asien, dazwischen das ebenfalls noch mit allem verbundene Grönland. Mit „Asien“ ist allerdings lediglich dessen nördlicher Teil gemeint, denn Indien und China lösten sich vom *südlichen* Gondwana und vereinigten sich erst später nach einer langen Kontinentaldrift gen Norden mit jenem Asien, das sich im Perm als Teil von Laurasia darstellt.

Das Erdzeitalter des Perm ist aber auch durch ein beginnendes Auseinanderreißen der Großkontinents Gondwana geprägt. Die Ausbildung von Grabenstrukturen (Rifts) führte insbesondere im nördlichen Laurasia dazu, dass von Norden her ein Meer in den Großkontinent eindrang. Dies geschah in der letzten Phase des Perm, die man auch „Thuringium“ (nach wesentlichen Aufschlüssen in Thüringen) bzw. „**Zechstein**“ nennt (258 bis 251 Mio. Jahre). Der Name „Zechstein“ stammt aus der Bergmannssprache und bezeichnet den Stein, auf dem die Zechen standen. Den anderen früheren Teil des Perms, also die Ablagerungen *unter* dem Zechstein, bildet das „Rotliegende“. Zwischen Rotliegendem und Zechstein gibt es mit dem „Kupferschiefer“ eine sehr dünne Ablagerungsschicht, die augenfällig den Beginn des Zechsteins signalisiert und so auch zur Periodenabgrenzung dient. Zur Ausbeutung dieser Lagerstätte mit Kupfer und anderen Edelmetallen wurden die Zechen auf dem „Zechstein“ errichtet (vgl. P. Rothe, Erdgeschichte, S. 101, sowie den Abschnitt zum Kupferschiefer weiter unten).

Abb. 4. zeigt die ungefähre Ausdehnung, die das **Zechstein-Meer** seinerzeit genommen haben könnte. Es bildet einen relativ schmalen Schlauch von Norden her, breitet sich im heutigen Europa von Irland im Westen bis Polen im Osten aus und überdeckte dabei große Teile des heutigen Deutschlands.

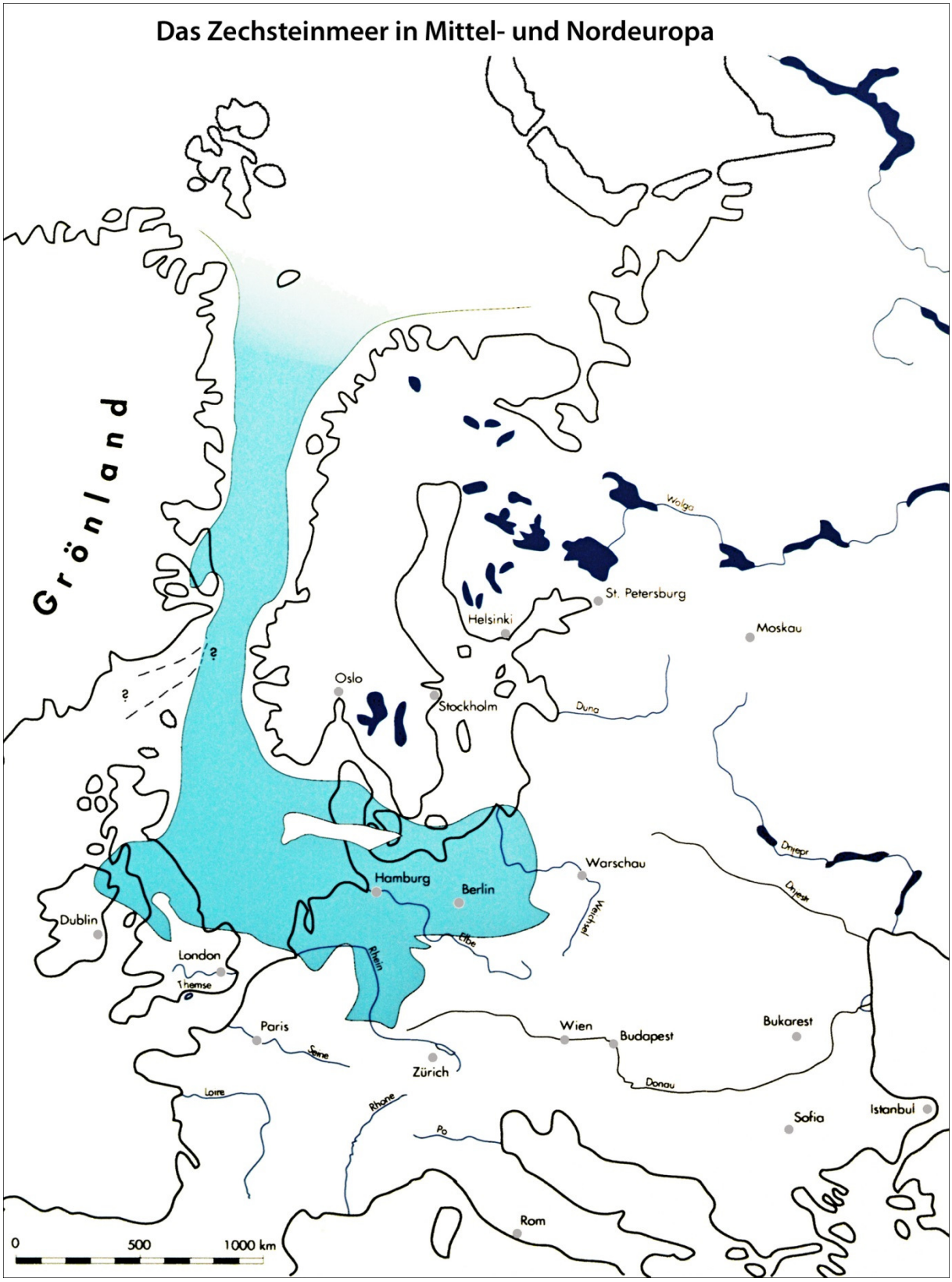


***Abb. 4**: Ungefähre Erstreckung des Zechsteinmeers (blau), das von Norden in den Großkontinent „Gondwana“ bzw. seinen nördlichen Teil „Laurasia“ eindrang. Ansonsten sind die heutigen Küstenlinien dargestellt, heutige Flussläufe und einige Städte sollen zusätzliche Orientierung geben. Das heutige*

Grönland (links oben) ist im Osten noch mit dem heutigen Europa und im Westen mit dem heutigen Nordamerika (hier nicht dargestellt) verbunden.

Nach einer Infotafel im Kali Museum Heringen, diese nach: Herrmann, Grundkenntnisse über die Entstehung mariner Salzlagerstätten.

Eine Besonderheit dieses Meeres bestand darin, dass der Wasserzufluss über Schwellen erfolgte, die einen Meerwasseraustausch in beide Richtungen (also einen Wasserrückfluss) behinderten. In einzelnen Becken des flachen Zechsteinmeers verdunstete ständig Meerwasser. Zugleich gab es wenig oder keine Süßwasserzuflüsse in dies Meer, die den Verdunstungsverlust hätten ausgleichen können. Deshalb wurden die Verdunstungsverluste durch nachströmendes Salzwasser aus den nördlich von Laurasia angrenzenden Ozeanen bewirkt, so dass sich die Versalzung dieses Meeres immer weiter anreicherte. Die beständige Verdunstung bewirkte die Ablagerung der angereicherten Salze am Meeresboden und baute so die Steinsalzlagerstätten auf, die – wie schon mit Abb. 2 angezeigt – im Werra-Gebiet über 300 m mächtig sind.

Salzmineralien können sich nur ausscheiden, wenn ihre Konzentration im Meerwasser durch Verdunstung stark erhöht wird. Derartige Meeresablagerungen – auch **Evaporite** genannt – durchlaufen eine bestimmte Abfolge entlang der zunehmenden Mineralienkonzentration im Wasser:

- Zuerst werden gelöste Karbonate ausgeschieden ($CaMg[CO_3]_2$).
- Es folgt die Auskristallisation von Gips ($Ca[SO_4] \cdot 2H_2O$), wenn ca. 70 % des Meerwassers bereits verdunstet sind.
- Danach folgen Halit (Steinsalz) und erst ganz am Ende die Kalisalze, insbesondere sozusagen in den letzten Tropfen der verbliebenen Brühe, das Kieserit und Carnallit.

Die beiden Flöze im Werraland verweisen also darauf, dass das Zechsteinmeer hier mindestens zweimal (fast) vollständig eingedampft ist, so dass sich Kalisalze in abbauwürdigen Konzentrationen abscheiden konnten (vgl. M. Okrusch / S. Mathes, Mineralogie, S. 375 ff).

Auf ein sehr stark eingedampftes Meer verweist auch die Erstreckung der beiden Kaliflöze „Hessen“ und „Thüringen“ im Vergleich zur Erstreckung der Steinsalzablagerungen im Fulda-Werra-Bereich, die in Abb. 5 zusammengestellt sind. Allerdings offenbart diese Zusammenstellung auch auf eine Inkonsistenz in den Kartierungen im Bereich südlich von Fulda (siehe Erläuterung zur Abb. 5).

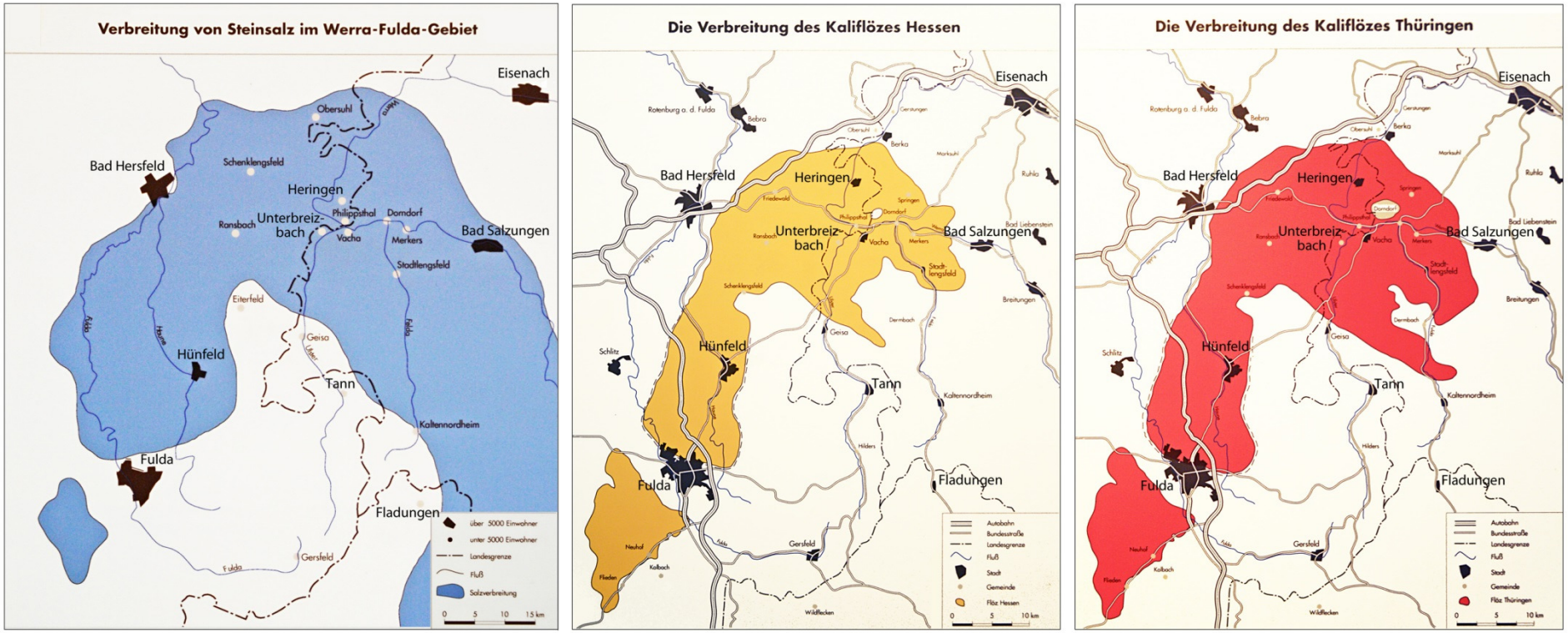


Abb. 5 *(siehe Erläuterung auf der vorangegangenen Seite): Die Verbreitung des Zechstein-Steinsalzes im Werra-Fulda-Gebiet (blau) im Vergleich zur Erstreckung der beiden Kali-Flöze „Hessen“ (oberer Flöz, gelb) und „Thüringen“ (unterer Flöz, rot), nach Schautafeln im Kali Museum Heringen, diese auf gleichen Maßstab und gleichen Ausschnitt montiert.*

Es fällt auf, dass die Steinsalzfläche im Bereich südlich von Fulda kleiner ausfällt als die Erstreckung der beiden Kaliflöze die in das Steinsalz eingelagert sind, im gleichen Bereich. Das kann eigentlich nicht sein!

Ansonsten nehmen die Kaliflöze nur Teilflächen der Steinsalzlager ein, was plausibel ist, weil Kalisalze nur unter extremen Eindampfungsbedingungen, somit auch reduzierten Küstenlinien ausfallen.

Förderung und Verarbeitung der Kalisalze

Der etwas weiträumigere (untere) Flöz „Thüringen“ erstreckt sich zwischen Bad Hersfeld und Bad Salzungen über eine Breite von um die 30 km. In diesem Großraum, der etwa den Stadtgrenzen (nicht nur Baugrenzen!) von München entspricht, wurden seit 1893 in vier Gruben Kali- und andere Salze gewonnen: Wintershall (Heringen) im Norden, Hattorf im Westen, Unterbreizbach im Süden und Merkers im Osten. Das Werk **Merkers** ist inzwischen stillgelegt und als Besucherbergwerk ausgebaut. Die anderen drei Werke produzieren noch.

Nun könnte man sich fragen, wie denn die beiden relativ dünnen, zusammen aber immerhin doch 4,5 bis 7 m mächtigen Schichten (zuzüglich mehr oder weniger starker zusätzlicher Lagen hangender oder liegender Steinsalzanteile) aus dem Berg herausgeholt werden können, ohne dass das Deckgebirge nachstürzt, das über dem oberen Flöz „Hessen“ immerhin noch knapp 400 m mächtig ansteht.

Die Antwort läuft darauf hinaus, dass die Lagerstätten tatsächlich *nicht* vollflächig abgebaut werden. In den Flözen bleibt so viel stehen, dass das Deckgebirge nicht einstürzen kann. Dabei wurden zwei Strategien verfolgt: Zum einen der **Streckenabbau** bei dem die Kalisalze streifenweise gewonnen wurden (sog. „Örterbau“) und sodann der **Pfeilerabbau**, bei dem ein System von z.B. 16 x 16 großen Pfeilern stehenblieb, das die Decke zu halten hatte. Letzteres ist ökonomischer, da rund ¾ Abbauvolumen nur ¼ Pfeilervolumen gegenüberstehen (Abb. 6).

Auf diese Weise entstanden unterirdische Pfeiler- und Gangsysteme, die im Aufriss dem Siedlungsmuster einer Großstadt ähneln. Abb. 7 zeigt einen kleinen Ausschnitt, der diesen Eindruck bekräftigt. Der Abbau wurde präzise vermessen (Abb. 8). Die Dimensionierung der Pfeiler hat man nach Maßgabe der erforderlichen Standfestigkeit berechnet und bedarfsweise variiert. Diese Vermessung wurde zudem auf das übertägige Vermessungsnetz projiziert, damit in der Grube die Grenzen der Bergbaufelder, die sogenannten „Markscheiden“, eingehalten werden konnten (13-08-21_1691). All dies waren Aufgaben der „Markscheider“, jener für den Bergbau konzessionierten Vermessungsingenieure.

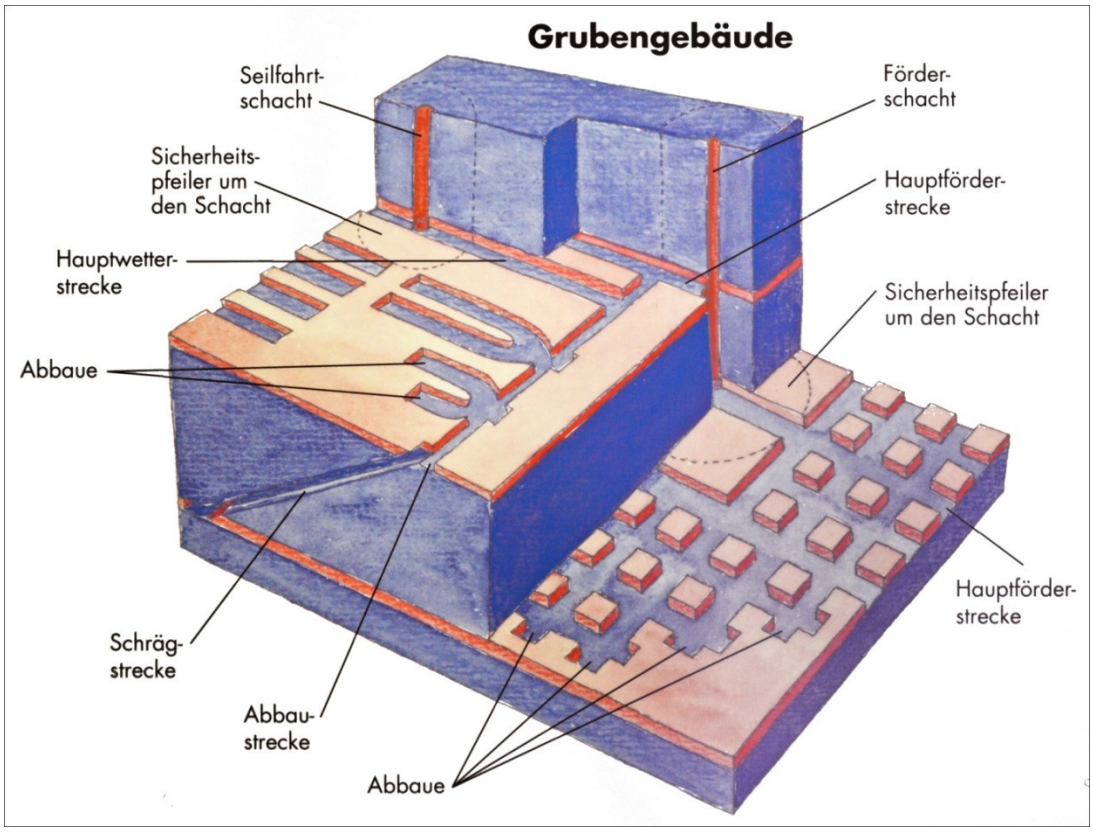


***Abb. 6**: Prinzipdarstellung einer Kaligrube auf zwei Abbausohlen, im Fulda-Werra-Gebiet sind dies die Flöze „Hessen“ und „Thüringen“ (nach einer Infotafel im Kali Museum Heringen)*

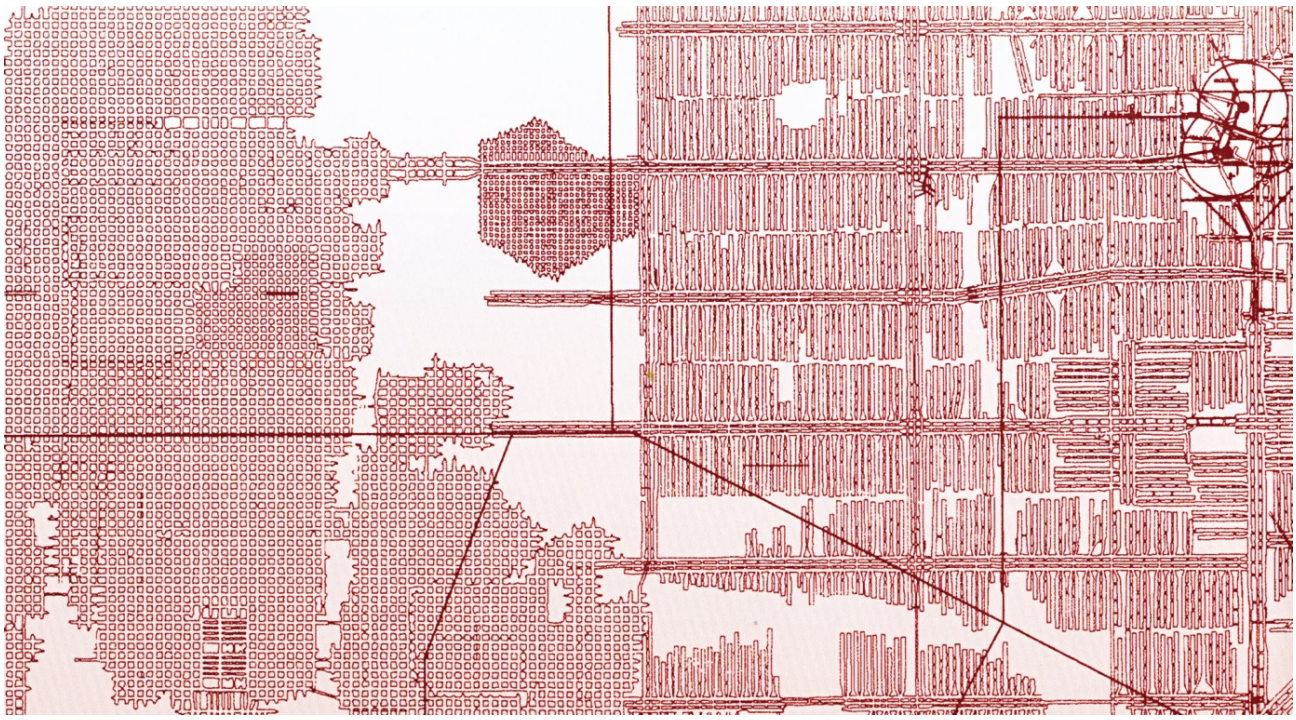


***Abb. 7**: Ausschnitt aus den komplexen Strukturen in den Kaligruben – rechts oben abbaufreie Kreise um Förderschächte herum (vgl. Abb. 6), rechter Teil: Abbaustrecken (in Abb. 6 im oberen Flöz), linker Teil: Pfeilerabbau (in Abb. 6 im unteren Flöz), weiße Flächen: kein Abbau wegen unzureichender Ressourcen oder zu geringer Flözstärke (aus: K+S, Ein Jahrhundert Kalibergbau an Werra und Ulster, S. 22).*

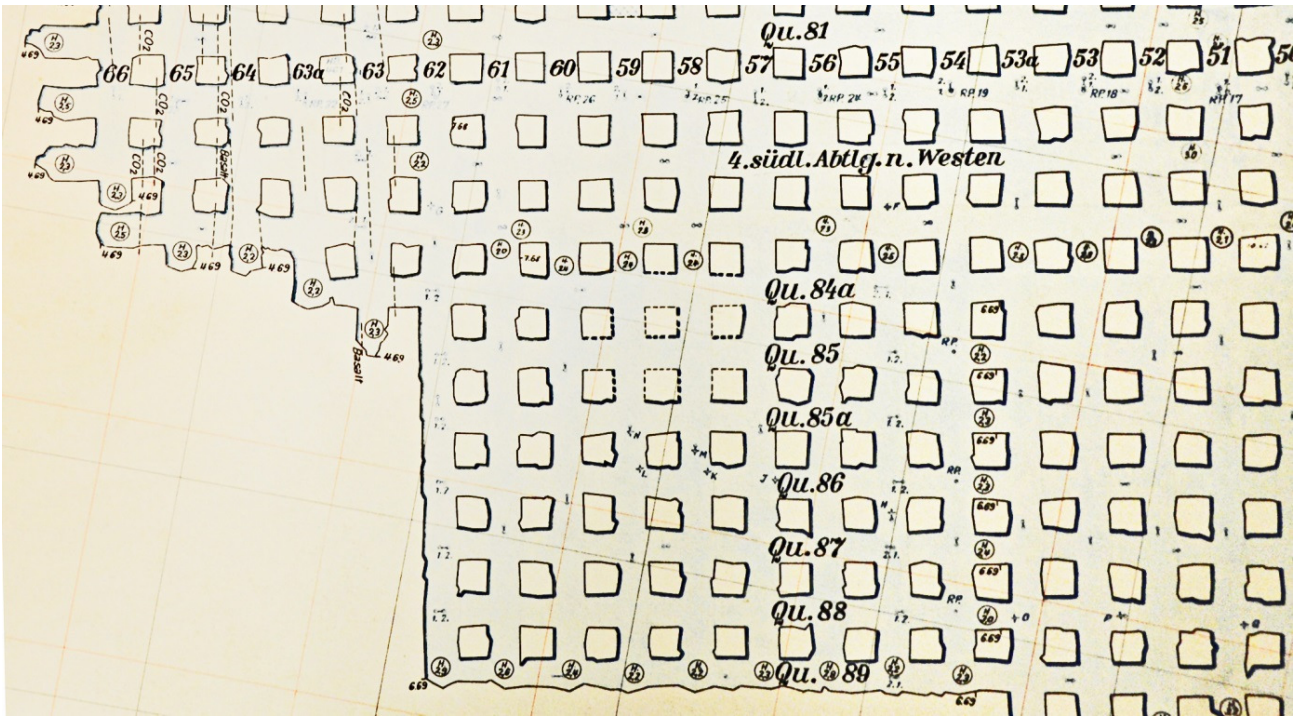


***Abb. 8**: Detail des „bergmännischen Rißwerks", einer präzisen Kartierung des Bergbaus, hier im Pfeilerbau-Bereich, der auch in Abb. 6 in einer Prinzip-Darstellung erscheint (Ausschnitt aus einem im Kali Museum Heringen ausgestellten Plan).*

Die Abbaustrukturen entstehen, indem in das Salz Bohrungen eingebracht werden, die den Sprengstoff zum Absprengen von Salzbrocken aufnehmen. Die abgesprengten Brockenhalden werden heute mit Radladern zu einem Brecher gefahren, der sie vorzerkleinert, ehe Sie über Förderbänder zu den Schächten gelangen und darin in Förderkörben in die Fabriken zur Weiterverarbeitung gehoben werden.

Die Mischung aus maximal 1/3 nutzbarer Mineralien im Steinsalzverbund muss nun aufbereitet werden. Dazu gibt es im Wesentlichen drei Verfahren, über die das Kali Museum in Heringen oder die zu Abb. 7 genannte K+S-Festschrift informieren. Neben einem bereits seit 1950 genutzten Flotations- und einem alternativen „Heißlöseverfahren“ bildet ESTA® (eine Marke der Firma K+S) die modernste Kalium-Isolierungsstrategie (Abb. 9). Dies von K+S entwickelte Verfahren steht für „Elektro-Statische Aufbereitung“: Das Rohsalz wird auf 1 mm Korngröße gemahlen und so in seine unterschiedlichen Mineralienbestandteile aufgeschlossen.

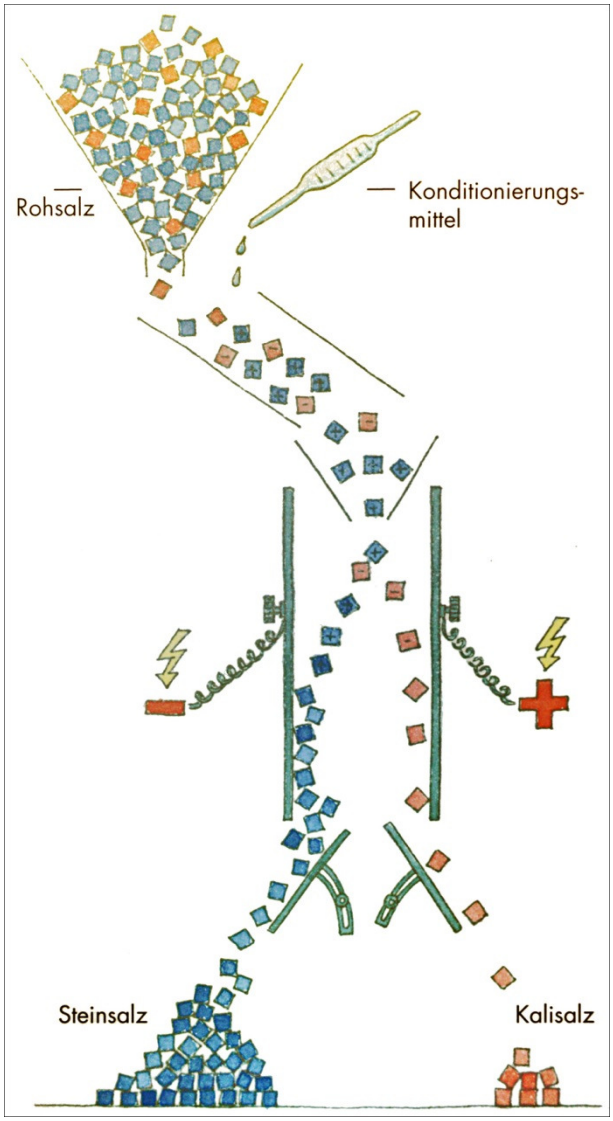


***Abb. 9**: Prinzip-Darstellung des ESTA®-Verfahrens der K+S („Elektro-Statische Aufbereitung“), nach einer Schautafel im Kali Museum Heringen*

Dann werden die Salzkörnchen bei genau zu bestimmenden klimatischen Bedingungen (Luftfeuchtigkeit und Temperatur) mit einem Konditionierungsmittel benetzt, das erst die elektrostatische Aufladbarkeit der Salzteilchen bewirkt. Dies so vorbehandelt Salz rieselt durch ein starkes elektromagnetisches Feld. Hier wird Kalisalz zum positiven Pol (Anode) und Steinsalz zum negativen Pol (Kathode) abgelenkt. Einstellbare Trennzungen leiten die beiden Körnchenströme aus der Anlage heraus. Das Kalisalz kann nun zu Düngemitteln weiterverarbeitet und abgepackt werden. Große Güterbahnhöfe an den Kalifabriken bilden die Infrastruktur für den Abtransport (Abb. 11). Das Steinsalz wird hingegen über ein langes Förderband auf die Halde transportiert, die Ausgangspunkt dieses Artikels war.

Das ESTA®-Verfahren ist sehr stromintensiv. Deshalb hat der Energieversorger E.ON unmittelbar am Werk „Wintershall“ bei Heringen eine Müllverbrennungsanlage gebaut, die den nötigen Strom liefert (Abb. 10).

Besichtigung in drei Abschnitten

Ein guter Einstieg in die Erkundung des Kalibergbaus an der Werra ist das **Werra-Kali Bergbau-Museum** in der Dickesstraße 1, unmittelbar im Zentrum von Heringen, wo die Straße vom Kaliwerk („In der Aue“) auf die N-S-Hauptstraße von Heringen trifft (L 3172). Auf Grund von Sparmaßnahmen des Landes Hessen sind die Öffnungszeiten inzwischen leider stark eingeschränkt worden (Info: Tel. 06624-919413, www.kalimuseum.de).

Das Museum bietet in vielen Schautafeln, Rekonstruktionen, Vitrinen mit Mineralien, Modellen usw. eine umfassende Einführung in die geologischen, chemischen und mineralogischen Grundlagen sowie in die Gewinnung, Verarbeitung und Vermarktung von Kalisalzen und daraus hergestellten Produkten.

Die Situation untertage kann im Besucher- bzw. „**Erlebnis Bergwerk Merkers**“ wenig westlich von Bad Salzungen studiert werden. Es finden dort 2,5- bis 3-stündige Führungen in der ganzjährig sommerlich warmen Grube statt (Information und Anmeldung: Tel. 03695-614101, www.erlebnisbergwerk.de).

***Abb. 10**: Das Kaliwerk „Wintershall“ vor Heringen (der Ort im Hintergrund), dazwischen rot-grau die E.ON-Müllverbrennungsanlage zur Stromversorgung insbesondere der ESTA®-Anlage – Sicht von der Steinsalz-Halde „Monte Kali“ nach Osten.*

***Abb. 11**:Der Güterbahnhof zum Kaliwerk „Wintershall“ (vorne links bis Bildmitte), hinten rechts beginnt die große Steinsalzhalde des Werks Hattorf (Unterbreizheim) im Ulstertal (Sicht von der Heringer Steinsalzhalde nach Süden)*

Ein abschließender Höhepunkt ist dann noch eine **Besteigung des „Monte Kali“**, dessen Basis bereits hoch über dem im Werratal gelegenen Werk „Wintershall“ (Heringen) thront. Angemeldete Gruppen werden mittwochs, freitags, samstags, Sonn- und Feiertags geführt, Einzelbesucher nur mittwochs, Sonn- und Feiertags um 15:00 Uhr. Karten können im Kalimuseum bestellt und abgeholt werden.

Die Zufahrt erfolgt über die Straße von Wölfershausen (südlich von Heringen) zur Autobahn A 4 Richtung NW, von der kurz vor Hönebach eine Werksstraße zurück zur Kalihalde abknickt. Die Besteigung läuft auf einer steilen Rampe neben den Salz-Transportbändern, auf der auch die schweren Maschinen das Haldenplateau erklimmen. Dabei sind gut 100 Höhenmeter zu überwinden, bis das Plateau erreicht ist, das bislang noch nicht auf die genehmigte Endhöhe von 520 m NN aufgeschüttet ist.

Ergänzende Erkundungen zum Kupferschiefer

Die sieben Millionen Jahre, in denen sich die 300 m mächtigen Stein- und Kalisalze im Zechsteinmeer ablagerten, liegen nun schon ein 36-faches (nämlich 251 Mio. Jahre) zurück. In dieser ungeheuer langen Zeit passiert viel mit alten Gesteinspaketen, so dass es fast schon als Wunder erscheint, wie ungestört die beiden Kaliflöze über große Flächen noch immer parallel zur Erdoberfläche übereinander liegen. Natürlich gibt es auch Störungen. Eine davon ist die Ausbildung von „Salzhängen“. Ein solcher **Salzhang** kann entstehen, wenn über den Zechsteinsalzen eine wasserundurchlässige Schicht fehlt, so dass einsickerndes Wasser die Salze löst. Dieser Vorgang wird als Ablaugung oder Subrosion bezeichnet. Wo dies über Millionen von Jahren passiert, ist irgendwann das gesamte Salzlager verschwunden. Das Deckgebirge sinkt (oder stürzt) nach, an der Oberfläche bildet sich eine Senke. Auch dies Phänomen ist im Kali Museum von Heringen mit einer seiner sympathischen Aquarellzeichnungen veranschaulicht (Abb. 12):

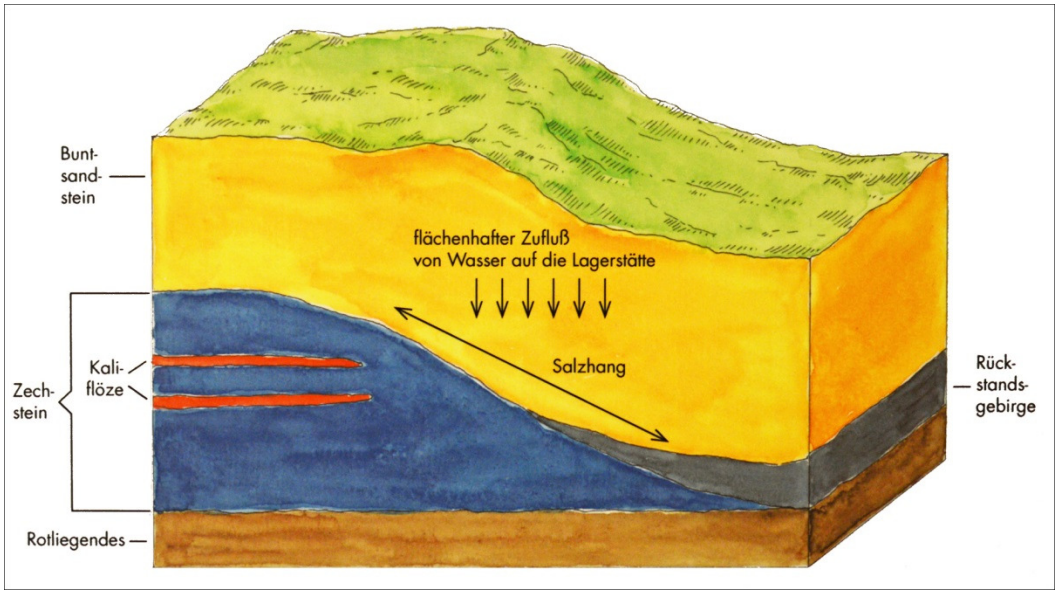


Abb. 10: *Entstehung eines „Salzhangs“ durch Subrosion (Auslaugung) einer Salzlagerstätte durch versickerndes Wasser am Beispiel des Werra-Zechsteinsalzes. Auch die beiden Kaliflöze „Hessen“ und „Thüringen“ (rot, links) enden am Salzhang (nach einer Infotafel im Kali Museum Heringen).*

Ein solcher Salzhang ist im Raum Fulda-Werra u.a. nordwestlich von Heringen entstanden, wo die Zechsteinsalze im Becken um das Dörfchen Kleinensee rapide abnehmen und dann auf der Höhe der Autobahn A 4 bereits verschwunden sind (Abb. 11, auch im Foto der Abb. 1).

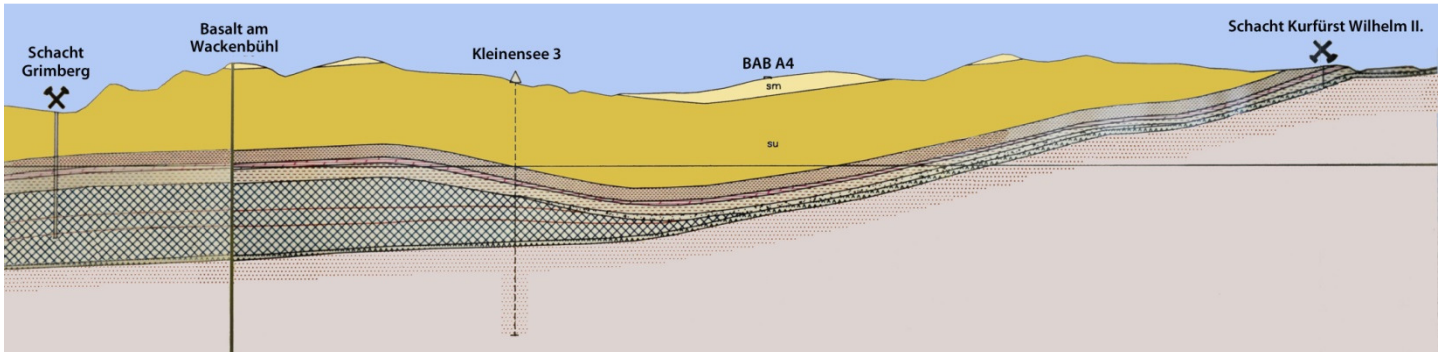


***Abb. 11**: geologischer Schnitt im Bereich nordöstlich von Heringen ab „Schacht Grimberg“ im Kaliwerk „Wintershall“ (links,* 9°59‘45‘‘ O / 50°53‘38‘‘ N*) bis „Schacht Kurfürst Wilhelm II.“ (ganz rechts, 9°51‘39‘‘ O / 50°58‘39‘‘ N) – nach einem geologischen Modell im Kalimuseum Heringen.*

Die Zechsteinsalze sind kreuzschraffiert, stehen links voll an und verschwinden in der Bildmitte. Darin sind auch die beiden dünnen Kaliflöze zu erkennen (rot). In der Bildmitte ist die Lage der ebenfalls geschnittenen Autobahn A 4 auf einem Rest von mittlerem Buntsandstein (sm) eingetragen. Unter dem Zechstein stehen mächtige Ablagerungen des Rotliegenden an, darüber unterer (dunkelgelb / su) und vereinzelt auch mittlerer Buntsandstein (hellgelb / sm).

Zur Lokalisierung der Grube „Kurfürst“ vgl. Abb. 13. Blick in die Senke über dem Salzhang um Kleinen- und Großensee vom „Monte Kali“ aus in Abb. 1 [auch in Bild 13-08-21_1661]

Man erkennt in Abb. 11, dass der Schacht „Grimberg“ bis zum unteren Kaliflöz reicht. Er dient ja auch der Kaliförderung. Der Schacht „Kurfürst Wilhelm II“ hingegen geht nicht tief hinab, sondern endet alsbald an der untersten Lage des hier nur noch schmächtigen Zechstein-Rests. Ergänzend ist hervorzuheben, dass die subrodierten Zechstein-Schichten im Bereich der „Grube Kurfürst“ (so heißt die Lokalität in topografischen Karten) an die Oberfläche treten. Tektonische Kräfte haben hier eine Hebung bewirkt, das Buntsandstein-Deckgebirge wurde in diesem Bereich im Laufe der Jahrmillionen abgetragen.

Als unterste Zechstein-Ablagerung gilt (das wurde bereits eingangs vermerkt) der sogenannte **Kupferschiefer**, eine nur um einen halben Meter mächtige dunkle Sedimentschicht, bei der es sich streng genommen gar nicht um „Schiefer“ handelt. Denn seine dachschieferartige Schichtung resultiert unmittelbar aus der Sedimentationsfolge, während echter „Schiefer“ ein Produkt metamorpher Gesteinsumformungen (unter Druck und Hitze) ist, aus denen seine plattige Spaltbarkeit resultiert. Der Kupferschiefer ist ein unverkennbarer „Leithorizont“, der den Zechstein vom Rotliegenden scheidet. Es handelt sich um einen marinen Tonstein aus feinen, kalkhaltigen, durch organische Beimengungen gedunkelten Sedimenten, in denen sich eine Vielzahl von Metallverbindungen angereichert hat. Auch dies ist aber zu relativieren: die Metallgehalte liegen bei etwa 3 %, wovon die Kupfermineralien ungefähr 2 %-Punkte ausmachen. Trotz dieses eher dürftigen Erzgehalts war der Kupferschiefer ein begehrter Rohstoff und wurde zunächst dort abgebaut, wo diese unterste Zechsteinschicht zutage trat. Wo der abtauchende Kupferschiefer im Tagebau nicht mehr zu erreichen war, wurden später Bergwerke errichtet. Ein Beispiel ist die im Schnitt von Abb. 11 eingetragene Grube „Kurfürst“, die deshalb etwas innerhalb des Zechsteingebiets am Nordwestrand des Richelsdorfer Gebirges (im Iba-Tal östlich von Bebra) eingerichtet wurde, um dort auch in abgetauchter Lage noch an den Kupferschiefer zu gelangen (vgl. zur Lage Abb. 13).

Aus der geologischen Übersichtskarte 1 : 5 Mio. (*IGME 5000 / International Geological Map of Europe and Adjacent Areas) der CGMW (Commission of the Geological Map of the Word), herausgegeben von der BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe)* – ergibt sich bereits eine Übersicht, wo der Zechstein im Bereich Hessen / Thüringen aufgeschlossen ist. Das betrifft in Abb. 12 die hellbraunen Flächen (P3 – Spätes Perm / Zechstein) vor allem am Südrand des Harzes, ferner beidseits des nordwestlichen Thüringer Waldes sowie zwischen Fulda und Werra, unserem Betrachtungsgebiet. An den Rändern, wo diese Zechstein-Aufschlüsse aus dem Untergrund auftauchen, war dann auch der Kupferschiefer aufgeschlossen und konnte abgebaut werden.

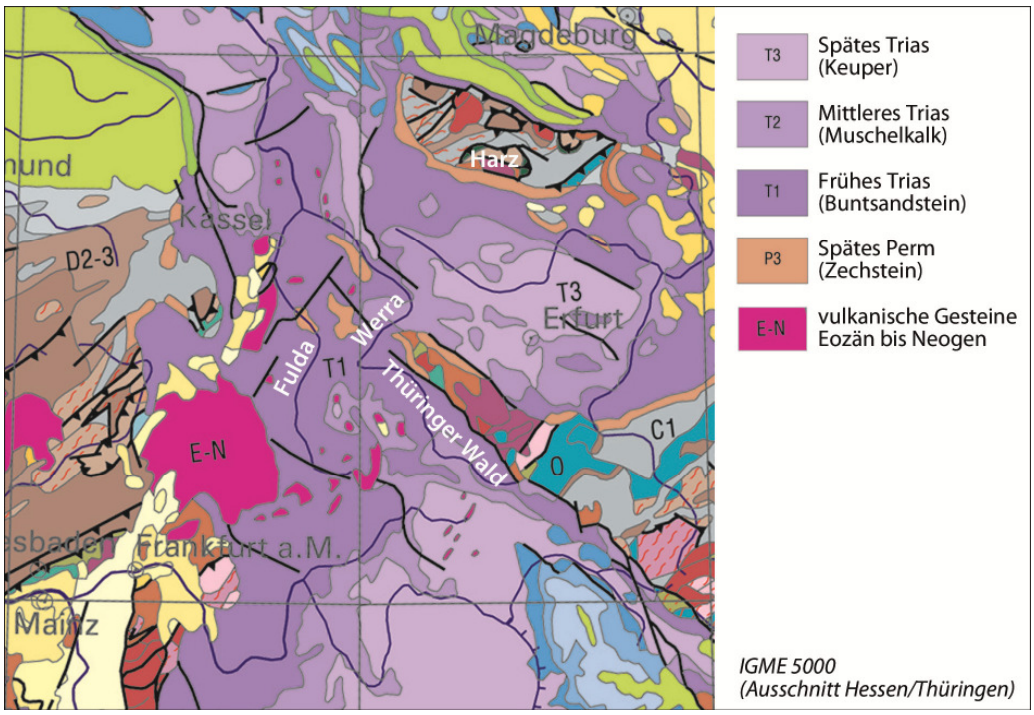


***Abb. 12**: Ausschnitt aus der geologischen Übersichtskarte 1 : 5 Mio. (IGME 5000) mit den hellbraunen Zechsteinaufschlüssen nordöstlich des Vogelsbergs (violetter Vulkanschild mit der Beschriftung E-N).*

Zur Erkundung des ehemaligen Kupferschieferbergbaus im Bereich zwischen Fulda und Werra und dort v.a. im „Richelsdorfer Gebirge“ sind zwei kleine Broschüren hilfreich, die von der Abteilung Archäologische und Paläontologische Denkmalpflege im Landesamt für Denkmalpflege Hessen und der Archäologischen Gesellschaft in Hessen e.V. herausgegeben wurden:

- Der Kupferschieferbergbau im Richelsdorfer Gebirge, Archäologische Denkmäler in Hessen 134 (mit topografischen Karten zu Aufschlüssen)
- Der Richelsdorfer Kupferschiefer, Paläontologische Denkmäler in Hessen 4 (mit Besprechung von Fossilienfunden im „Kupferschiefer“. Anmerkung: diese Fossilienfunde verweisen ebenfalls darauf, dass es sich nicht um echten „Schiefer“ handelt, in dem durch die metamorphen Beanspruchungen in aller Regel jegliche Fossilien verschwinden)

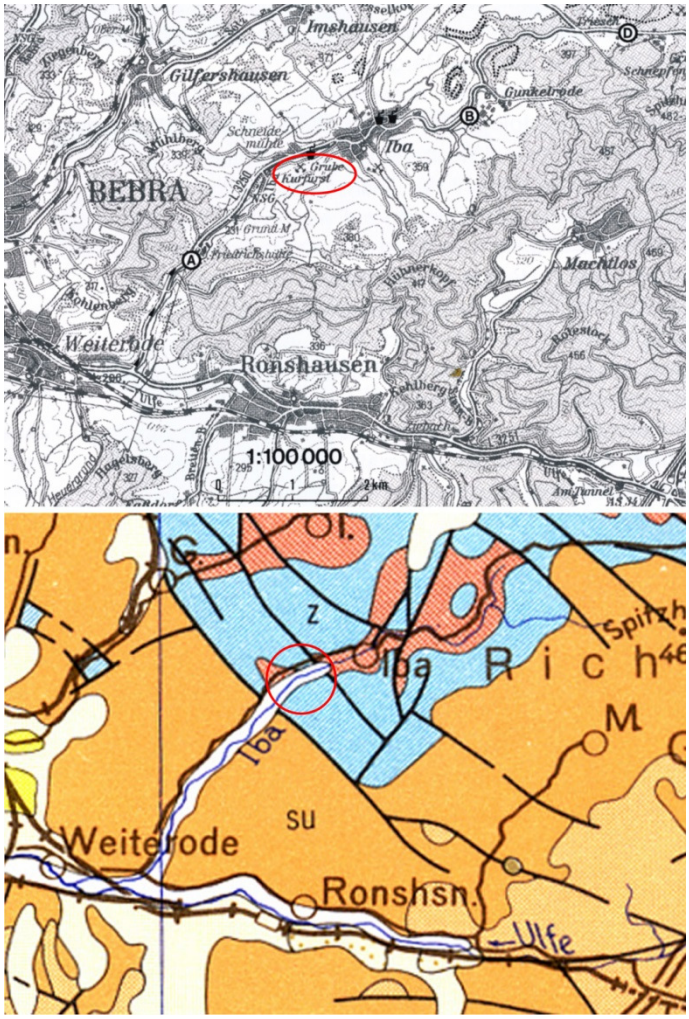
Zum Kupferschiefer findet sich zudem in Wikipedia ein eingängig und sorgfältig verfasster Artikel (*de.wikipedia.org/wiki/Kupferschiefer*).

***Abb. 13**: Lokalisierung der im Schnitt von Abb. 11 aufgeführten „Grube Kurfürst“ (Kupferschieferförderung im Bergbau) östlich von Bebra im Iba-Tal.*

Sie liegt etwas innerhalb des Zechsteinbereichs, der im Ausschnitt aus der geologischen Karte hellblau angelegt ist (umgeben bzw. ansonsten überlagert von unterem Buntsandstein – su). Der Zechstein tritt von SO her kommend, unter dem „Richelsteiner Gebirge“ aufsteigend, kurz vor Iba zutage. Dies ist auch der Verlauf des in Abb. 11 gezeigten Schnitts. An diesem südöstlichen Rand war auch der Kupferschiefer aufgeschlossen. Ab der Verwerfung südwestlich von Iba liegen die Zechsteinschichten wieder tiefer unter dem Buntsandstein.

Totografische und geologische Karte zeigen den gleichen Ausschnitt.

Der hier beginnende (und sich noch weiter nach Norden fortsetzende) hellblau markierte aufgeschlossene Zechstein entspricht in der geologischen Übersichtskarte von Abb. 12 dem hellbraunen Fleck links oberhalb des „W“ von „Werra“.



Ergänzende Erkundungen zum nebst Wanderungen im Basalt

Im „Erlebnisbergwerk“ Merkers wird den Besuchern auch gezeigt, wie ein **Vulkanschlot** die Salzlagerstätte durchschlagen hat. Auf solche Vulkanschlote sind die Bergleute in den Kaligruben häufig getroffen. Eine der aquarellierten Infotafeln im Kali-Museum von Heringen veranschaulicht auch diese Art von Störungen, die die Salzlagerstätten im Fulda-Werra-Gebiet im Gang der Erdgeschichte erfahren haben (Abb. 15). Zahlreiche Fundstücke aus den Bergwerken zeigen im Museum zudem die Kontaktflächen von Salz und Basalt (Abb. 14).

***Abb. 14**: Kontaktstück Basalt-Steinsalz aus dem Kaliwerk Hattorf (Kalimuseum Heringen)*

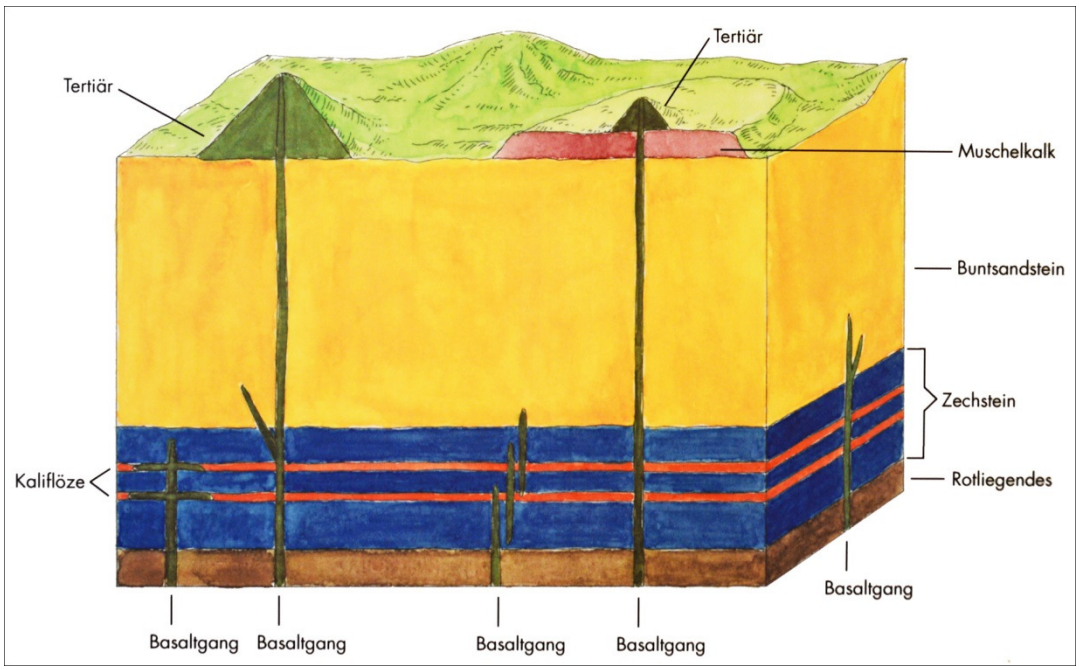


***Abb. 14**: Prinzipdarstellung von Vulkanschloten, die die Salzlagerstätten – und damit auch die beiden Kaliflöze im Werra-Gebiet – durchschlugen, teilweise noch den überdeckenden Buntsandstein durchbrachen und als Vulkane ihre Laven ergossen. Schautafel im Kali Museum.*

Die Ereignisse durchschlagender Magmasäulen gehen auf die letzten Stadien des Tertiärs zurück, die man heute als **Miozän** (vor 23,8 bis 5,3 Mio. Jahren) und **Pliozän** (vor 5,3 bis 2,6 Mio. Jahren) bezeichnet (danach folgt das Quartär). Ganz Europa – von der heutigen Rhone Mündung im Süden, über den Rheingraben bis hinauf nach Skandinavien – wurde von Dehnungen der Kontinentalplatte beansprucht, die zum **Europäischen Grabensystem** führten. Dazu gehören der Rhone Graben, der Niederheingraben von Basel bis zum Mainzer Becken und insbesondere auch die **Hessische Senke**, die dann vom intensiven Vulkanismus des Vogelsberges weiträumig ausgefüllt wurde (vgl. z.B. *www.oberrheingraben.de/Tektonik/EKG.htm*). Im Kontext mit dem Vulkanismus des Vogelsbergs, dessen Magmen durch viele Risse in der Erdkruste aufstiegen, steht auch der Rhön-Vulkanismus, der sich bis an die Werra hinauf erstreckt. Durch zahlreiche Kanäle in den Spalten der Erdkruste stiegen Magmen empor, drangen gang- oder schildartig horizontal in die Schichtungen des Deckgebirges ein oder erreichten gar die Oberfläche. Dabei führte ihr Weg auch an vielen Stellen durch die flächigen Ablagerungen des Zechsteins.

Eine etwas differenziertere Darstellung gibt Abb. 15 (aus: E. Rutte, Hundert Hinweise zur Geologie der Rhön, 1974)

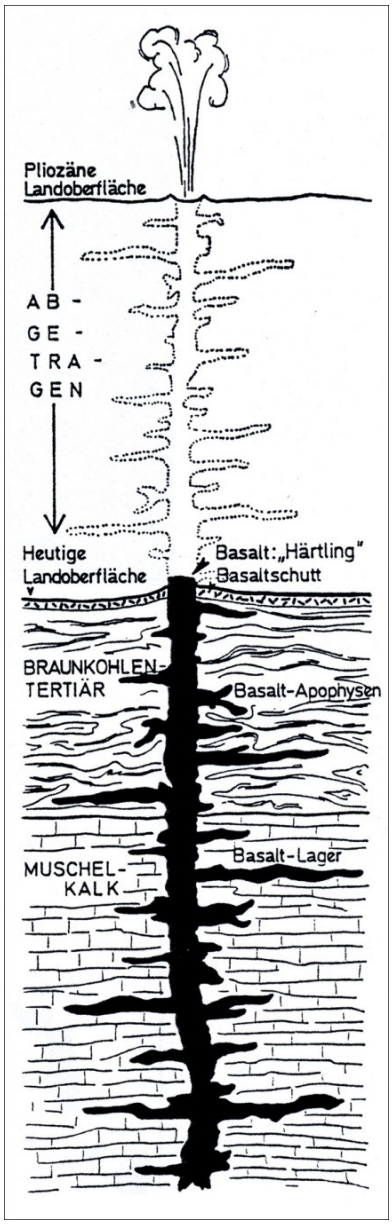


***Abb. 15**: Basaltschlot durch die Ablagerungen des Trias und des Tertiärs in der Rhön*

Aus Abb. 15 wird deutlich, dass nach Beendigung des Rhön-Vulkanismus im Zuge von Pliozän und Quartär ein Teil des anstehenden Gebirges inklusive der darin enthaltenen Basaltschlote und ihrer Gangverzweigungen abgetragen wurde. Wenn noch heute zahlreiche Kuppen in der Rhön als Basaltkuppen emporragen, so sehen wir darin nur noch die Stümpfe ehemaliger Vulkane. Teilweise haben die Decken ehemaliger Basalt-Lager, die im Zuge der Erosion an die Oberfläche getreten sind, eine weitere Erosion behindert und so die hügelige Morphologie der nördlichen Rhön geformt. Sie waren oft auch Gegenstand der Rohstoffgewinnung, so dass zahlreiche Basaltsteinbrüche zum weiteren Abtrag dieser Hügel geführt haben.

Dennoch liefern die Rhönvulkane reizvolle Ziele für erkundende Wanderungen, weil im Zuge der Tourismusförderung zahlreiche „Premium-Wanderwege“ bzw. „Extratouren“ zum Hauptwanderweg in der Rhön, dem „Hochrhöner“ ausgewiesen wurden. Abb. 16 zeigt diese Wanderwege im Bereich der nördlichen Rhön:

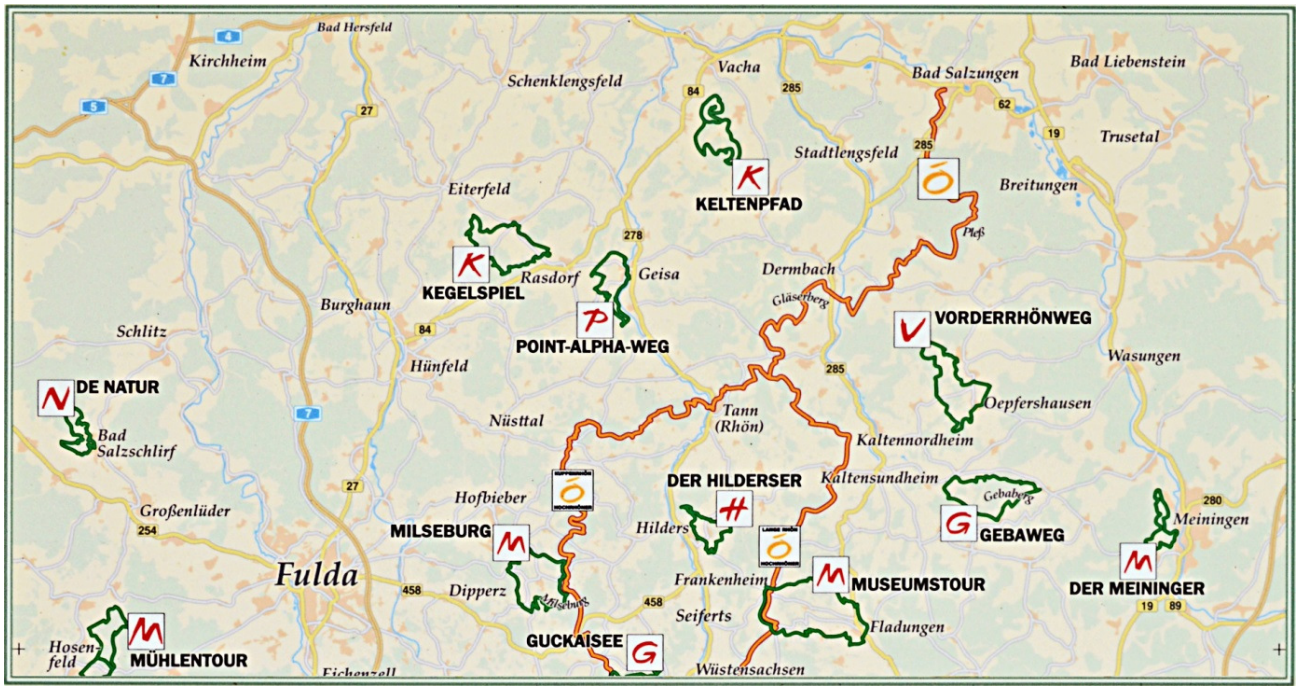


***Abb. 16**: Der verzweigte Verlauf des „Hochrhöners“ im Zentrum (orange, nördlicher Teil) sowie weitere „Extratouren“ – durchweg als Rundwege – (grün) mit ihren Markierungssymbolen (Buchstaben) im Bereich der nördlichen Rhön.*

Im Kontext von Vulkanerkundungen seien zwei der „Premium-Wanderwege“ besonders erwähnt:

– Der **Kegelspiel**-Wanderweg westlich von Rasdorf, der sich über 18,3 km um sechs der insgesamt neun kegelförmigen Rhönvulkane rankt, die dem „Hessischen Kegelspiel“ seinen Namen gegeben haben.

Da zu einem Kegelspiel neun Kegel gehören, wurden aus den zahlreichen Rhönkuppen diese schön beieinanderliegenden neun Vulkankuppen ausgewählt: Wissels-, Rückers-, Appels-, Stoppels-, Klein-, Mors-, Stall-, Licht- und Soisberg).

Nicht gar so lang und zudem gut auf zwei gemütliche Wandertage verteilbar, wenn man im mittendrin gelegenen „Keltenhotel Goldene Aue“ Quartier nimmt, empfiehl sich der

– **Keltenpfad** südlich von Vacha an der Werra.

Er ist wie eine 8 um zwei Vulkane gelegt, nördlich um den **Öchsenberg** und südlich um den Dietrichsberg. Auf ersterem wurde der Basaltbruch eingestellt und das Gelände unter Naturschutz gestellt. Mit einem Abzweig führt der Rundweg bis zum „Keltenkreuz“, das den (gekappten) Gipfel krönt. Der Öchsenberg ist ein tpyischer Rhönvulkan, aus dessen Schlot sich seitlich ein Basalt-Lager ausgebreitet hat, das im Zuge der weiteren Erosion freigestellt wurde und als härtere Decke die Erosion der liegenden Muschelkalk- und Buntsandsteinschichten gebremst hat (Abb. 17, vgl. auch Abb. 15).

Auf dem zweiten Berg, um den sich der Keltenpfad schlingt, dem Dietrichsberg, wird noch immer Basalt abgebaut, so dass der „Keltenpfad“ um den Steinbruch herumführt.

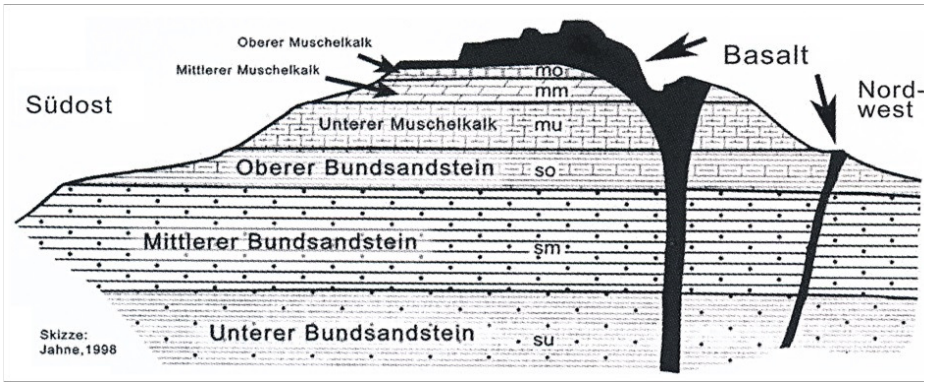


***Abb. 17**: Geologischer Schnitt durch den Öchsenberg, südlich von Vacha an der Werra (Darstellung im örtlichen Flyer sowie auf im Gelände aufgestellten Infotafeln)*

Besonderen Reiz haben auf diesem Abschnitt zwei Abzweige im Südosten, die in einen aufgelassenen Steinbruch am **Geiskopf** oberhalb von Wölferbütt bzw. auf dessen erhaltenen Kuppenrest hinauf führen. Es handelt sich hier um einen weiteren Vulkanschlot, in dem die aufsteigenden Magmen bilderbuchartig in der typischen Säulenform erstarrt sind. Weil der Abbau abgebrochen und das Gelände unter Naturschutz gestellt wurde, kann dieser besonders schöne Aufschluss gut besichtigt werden.

Der Aussichtspunkt auf dem Geiskopf selbst (zweiter Abzweig vom Keltenpfad) liegt über einer mächtigen Blockhalde, in der sich die von der Erosion (Frostsprengung) zerteilten Säulen den Hang hinab ergießen.

Als Ausgangspunkt für diese Erkundungen kann das schon erwähnte „Kelten-Hotel Goldene Aue“ empfohlen werden, das zu dem ihm westlich vorgelagerten Ort Sünna gehört (Tel. 036962-2670)

***Abb. 18**. Im aufgelassenen Steinbruch am Geiskopf – zu Säulen erstarrte basaltische Lava (Limburgit – nach dem Erstbeschreibungsort Limberg/Limburg am Kaiserstuhl), teilweise heruntergebrochen*

Michael Siebert, September 2012