

7. Sind die Vulkane der Auvergne endgültig erloschen?

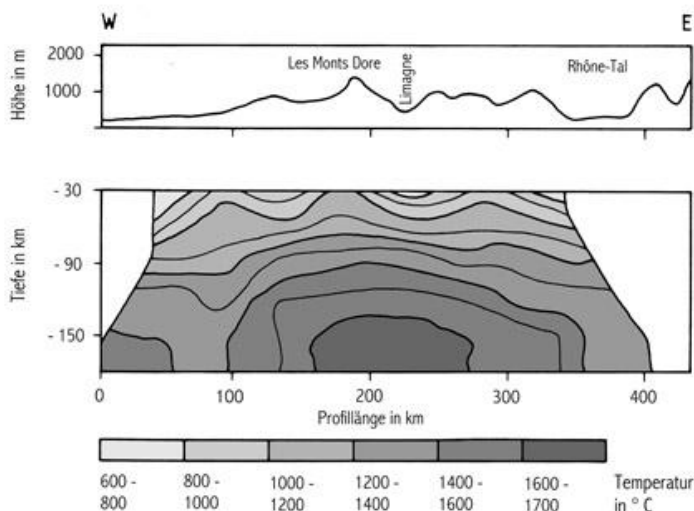
Die Auvergne zog Menschen seit altersher an. Für die Landwirtschaft waren fruchtbare Talniederungen, z. B. die Grande Limagne, von besonderer Bedeutung. Auf steil herausragenden Felsen wurden im Mittelalter Burgen erbaut. In der Nähe von heißen und mineralreichen Quellen entstanden Thermalbäder. Am Ufer von reißenden Flüssen siedelten sich kleine Betriebe an, die sich unter anderem auf die Herstellung von Papier spezialisierten. Bei der Aufzählung menschlicher Aktivitäten in der Auvergne dürfen selbstverständlich auch die Kultstätten nicht unerwähnt bleiben, wie z. B. der römische Merkurtempel auf dem Puy de Dôme.

Der überwiegende Teil der Auvergnaten ließ sich in der Grande Limagne nieder, speziell in Clermont-Ferrand, heute mit 150.000 Einwohnern die Hauptstadt des Departments Puy-de-Dôme. Nicht außer acht lassen sollte man jedoch, dass der Vulkanismus in der Auvergne wohl nicht endgültig der Vergangenheit angehört.

Die Vulkannatur der „chaîne des puys“ wurde erst 1752 von dem französischen Wissenschaftler J. E. Guettard entdeckt. Er schrieb damals: „... die Vulkane sind jung, sie könnten bei der geringsten Bewegung neu ausbrechen...“. Das Wissen um das Alter der Vulkane ist in den letzten 30 Jahren enorm gestiegen, insbesondere durch die Forschungsarbeiten von Alain de Goer de Herve und seinen Mitarbeitern von der Universität Blaise Pascal in Clermont-Ferrand.

Der jüngste Vulkan der Auvergne ist das Pavin-Maar mit einem Alter von 7000 Jahren. Allerdings sind auch vulkanische Tuffe mit einem Alter von 2700 Jahren bekannt. Diese Zeitspanne ist kürzer als die Ruhepausen zwischen den vier Aktivitätsphasen der Kette, die jeweils 15.000 bis 20.000 Jahre andauerten. Das heißt, dass die Vulkane zur Zeit vielleicht nur „schlafen“

Seit 1970 werden in der Auvergne geophysikalische Forschungsarbeiten betrieben. In deren Rahmen stellten Wissenschaftler fest, dass die Geschwindigkeiten von seismischen Wellen in zwei, fünf und 25 km Tiefe geringer werden. Dies deutet darauf hin, dass es in diesen Krustenbereichen noch nicht ganz ausgekühlte Magmenkammern gibt. Weitere geophysikalische Untersuchungen lokalisierten unter der Auvergne eine Aufwölbung des oberen Erdmantels in 90 bis 150 km Tiefe, in welcher die Temperaturen 150° bis 200° C über den durchschnittlichen Temperaturen des Erdmantels liegen.



Geophysiker stellten eine beachtliche Aufwölbung des oberen Erdmantels unter der Auvergne fest.

(Zeichnung: Undine Uhlig nach SOBOLEV et al. 1996)

Für die Existenz von noch nicht vollständig ausgekühlten Magmenkammern spricht auch die höhere geothermische Tiefenstufe dieser Region. Sie beträgt in der Auvergne 7° C pro 100 m Eindringtiefe, ist also etwa doppelt so hoch wie in anderen Gebieten. Außerdem ist die Häufung von Thermalquellen in dieser Region ein weiterer Hinweis auf einen erhöhten Wärmehaushalt. Desweiteren existieren in

der Auvergne Mofetten. Das sind kalte, CO₂-haltige Gasaushauchungen, die noch eine Zeitlang nach den letzten vulkanischen Tätigkeiten austreten. Die berühmteste Mofette der Auvergne befindet sich in Chamalières-Royat.



Die Hundegrotte an der Stadtgrenze zwischen Chamalières und Royat. In dieser Höhle strömt aus Spalten im Untergrund Kohlendioxid aus.

(Foto: Undine Uhlig)

Die zum Teil sehr heftigen Erdbeben im Mittelmeerraum, z. B. in der Türkei, in Griechenland und in Italien künden davon, dass der Druck zwischen afrikanischer und eurasischer Platte weiterhin anhält und somit auch weiterhin die Möglichkeit besteht, dass in der Auvergne abermals Störungszonen bis in tiefere Bereiche der Erdkruste aufreißen.

Die Gefahr, die von den Vulkanen in den Auvergne ausgehen könnte, beschäftigt die Menschen sehr. Frankreich ist aufgrund dessen mit seismischen Beobachtungsstationen übersät. In Clermont-Ferrand befindet sich ein Observatorium, welches sogar extrem schwache Beben registrieren kann. Zur Zeit ist die Erdbebenaktivität in der Auvergne allerdings sehr gering (ca. 100 mal schwächer als in den Pyrenäen zum Beispiel).

Exkursionstip: Hundegrotte (frz. la grotte du chien) in Chamalières-Royat

Die Hundegrotte befindet sich an der Stadtgrenze zwischen Chamalières und Royat, an der Kreuzung Avenue de la Gare/Avenue des Thermes. Von Clermont-Ferrand aus erreicht man die Grotte sowohl mit dem Bus als auch mit dem Zug (Bahnhof Royat).

Die Grotte ist eine natürliche, ungefähr drei Meter hohe Aushöhlung. Ihre Entstehung hängt eng mit dem Ausbruch des kleinen Puy de Dôme vor ca. 43.500 Jahren zusammen. Diesem Vulkan entstammt ein Lavastrom, der sich über das Hochplateau nach Osten ergoss, dem Tal der Tiretaine folgend. Die Höhle ist zwischen den Flussschottern der Tiretaine und diesem Lavastrom eingetieft.

In der Hundegrotte tritt aus Spalten im Untergrund Kohlendioxid (CO₂) aus. Da dieses Gas schwerer als Luft ist, steigt es nicht auf, sondern reichert sich bodennah an. Die Luft am Boden dieser Höhle besitzt 14% Kohlendioxid!

Die Grotte war bereits den Römern bekannt. Überreste aus dieser Zeit sind im Eingangsbereich zu sehen. Im Mittelalter zerfiel die Anlage jedoch. Im 18. Jahrhundert lagerten Bauern Weinfässer in dieser Höhle ein. Im 19. Jahrhundert wurden in dieser Grotte Vorführungen mit lebenden Tieren, insbesondere mit Hunden veranstaltet - deshalb der Name Hundegrotte. Da sich die Hunde bodennah in der CO₂-angereicherten Luft bewegten, starben sie, während die Zuschauer noch genügend Sauerstoff zum Atmen hatten. Kohlendioxid ist ein heimtückisches Gas. Da es geruchs- und farblos ist, tritt der Erstickungstod ohne Vorwarnung ein.

Heute befindet sich neben der Grotte ein Museum. Vom 1. 4. - 31. 10. ist es täglich von 10.00 - 12.00 und 14.00 - 18.00 Uhr geöffnet. Es wird ein ca. 13-minütiger Film über die Entstehung der Grotte und deren Nutzung gezeigt (auf Wunsch auch in deutscher Sprache). Während der Führung in der Höhle werden interessante Experimente vorgeführt: Kerzen löschen wie von Geisterhand ca. 100 cm über den Boden der Grotte aus; Seifenblasen sinken nicht ab, sondern schweben auf der „CO₂-Schicht“.

Glossar

Ammoniten: ausgestorbene Kopffüßer, deren spiralig aufgerollte Gehäuse z. T. einem Widderhorn ähnlich sehen. Die Bezeichnung Ammoniten kommt von „Ammon“, einer ägyptischen Hauptgottheit mit Widderkopf.

Asche: Pyroklastika (vulkanische Auswurfmassen), Korngröße kleiner als zwei Millimeter im Durchmesser.

Bärlapp: gehört zu den Sporenpflanzen, im Erdaltertum gab es baumartige Vertreter (z. B. *Lepidostrobus*), rezent mit über 400 Arten vertreten.

Basalt: basisches Ergussgestein, arm an Kieselsäure, Farbe zumeist schwarz, Mineralkomposition: überwiegend Feldspäte und Pyroxene; eine Herkunft der Basalte aus dem Erdmantel wird angenommen.

Belemniten, („Donerkeile“): ausgestorbene Kopffüßer mit zehn Armen. Jeder Arm trug zwei Reihen Häkchen. Belemniten besaßen ein inneres kalkiges Gehäuse, dessen massiver Teil, das Rostrum, meist allein gefunden und oft ebenfalls als Belemnit bezeichnet wird.

Biotit: ein dunkler, zumeist schwarzer Glimmer, verwittert goldgelb („Katzengold“), Schichtsilikat mit Kalium, Magnesium und Eisen in der chemischen Formel.

Blöcke (vulkanische): Auswürflinge, Durchmesser größer als 64 mm, Kanten eckig.

Blocklava (frz. cheyre): zähflüssige Lava mit unebener Oberfläche. Sie besteht aus Lavablöcken, die außen abgekühlt und im Inneren noch flüssig sind. Die Lava schiebt sich voran, indem sich die Blöcke übereinander rollend vorwärts bewegen.

Bomben: aus einem Vulkan ausgeworfene Lavafetzen, Durchmesser größer als 64 mm, Kanten abgerundet, Gestalt kugel-, spindel- oder birnenförmig.

Caldera: kesselförmige Einbruchsstruktur mit einem Durchmesser von mehreren 100 m über einer Magmenkammer, die entweder durch die Abwanderung von Magma oder durch den Ausstoß gewaltiger Aschenmassen entleert wurde.

Diatomeen („Kieselalgen“): einzellige Algen ohne Geißeln, meist 20 bis 200 Mikrometer groß, mit einem zweiklappigen Gehäuse aus Kieselsäure. Die eine Klappe greift wie der Deckel einer Schachtel über die andere. Bei Massenaufreten dieser Algen können sich am Boden von Seen Diatomeenerden bilden.

Diatomit: verfestigte Diatomeenerde, zumeist helles Gestein, leicht und porös.

Differentiation (magmatische): Trennung eines Magmas in mehrere Teilmagmen, kann erfolgen a) durch die Trennung bereits fester Teile (Kristalle) von dem Schmelzanteil, b) durch die Aufteilung einer Schmelze in zwei oder mehrere unmischbare Schmelzen oder c) durch die Trennung nach Schwereisaigerung (= schwere Kristalle sinken in der Schmelze zu Boden).

Domit: Lokalbezeichnung in der Auvergne für Trachyt (siehe dort).

Dykes: erstarrte Nebengänge des Hauptförderschlot eines Vulkans.

Eiszeit: Abschnitt der Erdgeschichte, in dem bei absinkenden Temperaturen und vermehrten Niederschlägen größere Gebiete der Erdoberfläche von vorrückenden Gletschern und Inlandeismassen bedeckt werden. Bedeutende Eiszeiten können bereits seit dem Präkambrium nachgewiesen werden. In der vorliegenden Publikation bezieht sich der Begriff Eiszeit jedoch nur auf die letzte Eiszeit (Pleistozän), die vor ca. 1,8 Millionen Jahren begann und bis vor ca. 10.000 Jahren andauerte.

Endmoränen: sind bogenförmige Wälle, die sich beim Abtauen eines Gletschers an der Gletscherstirn bilden. Sie bestehen aus Gesteinsschutt, der vom Gletscher mitgeführt wurde.

Eozän: (griech. eos „Morgenröte“, kainos „neu“), die zweitälteste Epoche des Tertiärs von ca. 55 bis ca. 34 Mio. Jahren.

Erdaltertum (Paläozoikum): Ära der Erdgeschichte von ca. 545 bis ca. 250 Mio. Jahren.

Erdkruste: äußere, starre Erdschale. Es können eine kontinentale Kruste und eine ozeanische Kruste unterschieden werden. Die kontinentale Kruste ist normalerweise 30 bis 50 km dick (unter Hochgebirgen bis zu 70 km), die ozeanische Kruste hingegen weist eine Dicke von nur fünf bis zehn Kilometern auf.

Erdmantel: zwischen Erdkruste und Erdkern gelegene Erdschale. Man kann zwischen einem Oberen und einem Unteren Erdmantel unterscheiden. Die Grenze liegt bei ca. 7000 km Tiefe.

Erdneuzeit (Känozoikum): Ära der Erdgeschichte von ca. 65 Mio. Jahren bis heute.

Erosion: die ausfurchende Tätigkeit des fließenden Wassers, die eine Vertiefung und Verbreiterung des Flussbettes bewirkt. Das Ausmaß der Erosion ist abhängig von der Wassermenge und dem Gefälle, von der Art des Gesteins und von der ursprünglichen Geländebeschaffenheit.

Eruption: Sammelbegriff für vulkanische Ausbruchstätigkeit, z. B. Lavaeruption, Aschen- und Schlackeneruption, Gas- und Dampferuptionen. Es handelt sich dabei, im Gegensatz zu einer Dauertätigkeit, um ein zeitweiliges, z. T. heftiges vulkanisches Ereignis.

Fossilien: Überreste von Organismen, z. B. Versteinerungen, Abdrücke, Knochen, Zähne, Lebensspuren.

Fumarolen: vulkanische Gas-Dampf-Aushauchungen, können verschiedene Temperaturen besitzen. Die Dämpfe zersetzen durch chemischen Angriff das umliegende Gestein, und es können sich verschiedene Mineralien abscheiden, z. B. Chloride und Sulfate.

Geophysik: Wissenschaftszweig der Geologie, der sich mit der Physik der festen Erde beschäftigt, insbesondere mit der Schwerkraft, den seismischen, thermischen, magnetischen und elektrischen Erscheinungen und dem physikalischen Aufbau des Erdinneren.

Gletschertal: durch die ausschürfende Tätigkeit des Eises (Gletschererosion) entstandenes Tal mit u-förmigen Querschnitt.

Gluttuff: vulkanisches Förderprodukt, das seine Entstehung der Eruption von Glutwolken (frz. nuée ardente) verdankt.

Gneis: metamorphes Gestein mit schieferiger Textur, enthält mehr als 20% Feldspat, weitere Bestandteile sind Glimmer und Quarz, mitunter tritt Granat auf.

Granit: magmatisches Tiefengestein, grau oder rötlich gesprenkelt, besteht hauptsächlich aus Feldspat (vorwiegend Kalifeldspat), Quarz und Glimmer, Mineralkörner sind mit bloßem Auge erkennbar.

Granodiorit: magmatisches Tiefengestein, dem Granit sehr ähnlich, allerdings ist der Plagioklas-Anteil höher.

Heilbad: Badeort mit Heilquellen (siehe dort).

Heilquellen: Wässer, die aus ursprünglich oder künstlich (z. B. durch Bohrung) erschlossenen Quellen stammen und durch medizinisch nachweisbare krankheitsheilende, -lindernde oder vorbeugende Eigenschaften zu Trink- und Badekuren gebraucht werden.

Hektar: 1 Hektar (ha) entspricht 10.000 m²

Hochmoor: Moore entstehen, wenn mehr Niederschlag fällt, als abfließt, versickert oder verdunstet und wenn bei Luftabschluss durch Wasser abgestorbene Pflanzen sich nur unvollkommen zersetzen. In Hochmooren herrschen Torfmoose (*Sphagnum*) vor. Diese Torfmoose wölben in stetigem Wachstum die Oberfläche des Moores auf und bilden mit ihren abgestorbenen Teilen Torflager.

Insektenfresser: älteste und ertümlichste Ordnung der höheren Säugetiere; sie umfaßt Formen wie die heutigen Spitzmäuse (Soriciden), Maulwürfe (Talpiden) und Igel (Erinaceiden). Insektenfresser sind von der Oberkreide an bekannt.

Jura: die mittlere Periode des Mesozoikums von ca. 205 bis ca. 145 Mio. Jahren, benannt nach dem Schweizer Jura. Die Dreigliederung in Schwarzen, Braunen und Weißen Jura legt die Verhältnisse in der Fränkischen und Schwäbischen Alb zugrunde.

Kalifeldspat (Orthoklas): Mineral aus der Feldspatreihe, $K(AlSi_3O_8)$, Farbe hellrosa, bräunlichgelb, rötlichweiß oder fleischrot, Glasglanz, meistens undurchsichtig.

Kalziumkarbonat (Kalzit): Mineral, $CaCO_3$, weiß und vielfach gefärbt, Glasglanz, sehr gute Spaltbarkeit, in kalter Salzsäure leicht löslich (schäumend).

Känozoikum: siehe Erdneuzeit.

Karbon: (lat. carbo „Kohle“), Steinkohlenformation, Periode des Erdaltertums, von ca. 355 bis ca. 290 Mio. Jahren.

Kieselsäure: Siliziumoxid, SiO_2 . Nur bei hohem SiO_2 -Gehalt in einem Gestein kommt es zur Bildung von Quarz (reines SiO_2). Ist die Kieselsäure nur in geringer Konzentration vorhanden, wird sie in die Kristallgitter anderer Minerale eingebaut, z. B. in Feldspäte.

Kreide: die jüngste Periode des Erdmittelalters von ca. 145 bis ca. 65 Mio. Jahren.

kristalliner Sockel: tieferliegender Bereich eines Faltengebirges, besteht zumeist aus Granit und / oder Gneis.

Lahar: (javanisch), bei Vulkanausbrüchen entstehender Schlammstrom. Je nach Hangneigung und Dichte der Schlamm suspension erreichen Lahare Geschwindigkeiten von 100 km/h, seltener 180 km/h.

Lapilli: vulkanische Pyroklastika (siehe dort), Korngröße zwei bis 64 mm im Durchmesser.

Lava: bei Vulkanausbrüchen mit Temperaturen von 1000° bis 1300 °C an die Erdoberfläche tretender Gesteinsschmelzfluss. Die Lava erstarrt schnell zu einem blasen- und gasreichen Ergussgestein. Die Lava nimmt beim Fließen die Form eines Stromes an.

Maar: durch den explosiven Kontakt von heißem, aufsteigendem Magma mit Oberflächen- oder Grundwasser erzeugte rundliche, trichterförmige Eintiefung über dem Schlot, mitunter von einem Wall aus vulkanischen Auswurfmassen umgeben und meist mit Wasser gefüllt. **Magma:** Gesteinsschmelze mit gelösten Gasen, die aus der Tiefe aufsteigend entweder in die Gesteine der Erdkruste eindringt und dort erstarrt (Intrusion), bis zur Erdoberfläche gelangt und dort ausfließt (Effusion) oder ausgeschleudert wird (Ejektion).

Magmenkammer: ein Reservoir des Magmas in der Tiefe, aus dem Plutone und Vulkane gespeist werden.

Mergel: Sedimentgestein mit 35 bis 65 % Kalziumkarbonat und 35 bis 65% Ton.

Mineral: bezüglich seiner physikalischen und chemischen Beschaffenheit stofflich einheitlicher natürlicher Bestandteil der Gesteine. Die meisten Mineralien ordnen ihre Atome und Ionen in Raumgittern, sind also kristallisiert. Nur sehr wenige sind nicht kristallin, sondern amorph, z. B. das Kieselgel Opal.

Mineralquelle: eine Quelle, die Mineralwasser liefert. Pro Liter Wasser müssen mindestens 1000 mg Mineralien oder mindestens 250 mg freies CO₂ gelöst sein.

Miozän: (griech. meion „weniger“, kainos „neue“), zweitjüngste Epoche des Tertiärs von ca. 24 bis ca. 5 Mio. Jahren.

Mofette: (neapolitanischer Volksausdruck), kühle vulkanogene CO₂-Dämpfe bzw. -Gase.

Niederschlagsmenge: Gemessen wird der Niederschlag (Regen, Niesel, Schnee, Griesel, Hagel, Eiskörnchen, Reif- oder Frostgraupeln) in einem zylindrischen Auffanggefäß, aus dem er zum Schutz vor Verdunstung in eine Kanne geleitet wird. Maß ist die Höhe in mm. Dabei entspricht ein Millimeter in der Kanne ein Liter Niederschlag pro m² in der Natur.

Oligozän: (griech. oligos „wenig“, kainos „neu“), die mittlere Periode des Tertiärs von ca. 34 bis 24 Mio. Jahren.

Olivin: silikatisches Mineral, (Mg, Fe)₂(SiO₄), olivgrün, durchsichtig, Glas- und Fettglanz.

Ordanchit: basisches Ergussgestein, Kieselsäuregehalt noch geringer als im Basalt, Mineralkomposition: vorwiegend Plagioklas, Pyroxene und Olivin.

Ostrakoden: Schalen- oder Muschelkrebse, 0,5 bis fünf Millimeter groß. Sie haben ein zweiklappiges, kalkiges Gehäuse, dessen Klappen auf der Rückenseite der Tiere miteinander gelenken. Sie leben in Meer-, Brack- und Süßwasser. Ostrakoden sind seit dem Erdaltertum bekannt.

Paläozoikum: siehe Erdaltertum.

Paläozän: (griech. palaios „alt“, eos „Morgenröte“, kainos „neu“), älteste Periode des Tertiärs von ca. 65 bis ca. 55 Mio. Jahren.

Perm: (nach dem früheren Gouvernement Perm in Russland), jüngste Periode des Erdaltertums von ca. 290 bis ca. 250 Mio. Jahren, wird in Mitteleuropa in Rotliegendes und Zechstein unterteilt.

Phonolith: (griech. phone „Klang“, lithos „Stein“), grünlichgraues Ergussgestein, besteht aus Feldspäten und Pyroxenen (ohne Quarz). Bei der Abkühlung entstehen Säulen oder dünne, beim Anschlagen klingende Platten.

Plagioklase: Minerale aus der Natrium-Kalzium-Feldspatreihe. Sie bilden eine lückenlose Mischkristallreihe. Wichtigste Vertreter sind Albit, Na(AlSi₃O₈) und Anorthit, Ca(Al₂Si₂O₈).

Platte: starre, 70 bis 100 km dicke Großscholle der Lithosphäre. Platten bewegen sich langsam und stetig auf der Asthenosphäre. Sie werden hauptsächlich entweder durch mittelozeanische Rücken oder durch Subduktionszonen begrenzt. Auf der Erde gibt es neun Großplatten: Eurasia, Afrika, India, Australia, Antarktika, Nordamerika, Südamerika, Nordpazifik und Südpazifik.

Plesiosaurier: in den Küstenregionen der mesozoischen Meere verbreitete, große, marine Reptilien mit zu Flossen umgewandelten Gliedmaßen und meist langem Hals.

Pliozän: (griech. pleion „mehr“, kainos „neu“), die jüngste Epoche der Erdneuzeit von ca. fünf bis 1,8 Mio. Jahren.

Polierschiefer: dünnblättriger Diatomit, wird zum Polieren von Metallen verwendet.

Puzzolan: Lokalbezeichnung in der Auvergne für kaum verfestigte, vulkanische Auswurfmassen (siehe Pyroklastika).

Pyroklastika: Sammelbezeichnung für sämtliche klastische, vulkanische Auswurfmassen, z. B. Aschen, Lapilli und Bomben.

Pyroxene: silikatische Minerale mit Kalzium, Natrium, Magnesium oder Eisen in der chemischen Formel. Wichtigste Vertreter sind Augit (schwarz, grünlich, Glasglanz) und Enstatit (grauweiß mit grünlicher Tönung, Glasglanz).

Quartär: (frz. „die vierte Stelle einnehmend“), die jüngste Periode der Erdneuzeit von ca. 1,8 Mio. Jahren bis heute, wird in Pleistozän (Eiszeit) und Holozän unterteilt.

Rhyolith: (griech. rhein „fließen, lithos „Stein“), ein zumeist rötliches Ergussgestein. In einer dichten Grundmasse befinden sich Feldspat- und Quarzeinsprenglinge.

Schachtelhalm: Gattung der Schachtelhalmgewächse, die besonders im Erdaltertum baumartige Formen (z. B. *Calamites*) entwickelte. Die heute lebenden Arten der Gattung Schachtelhalm wachsen vorwiegend in gemäßigten und kälteren Zonen. Die Blätter sind zu kleinen Schuppen reduziert.

Schläfer: kleinwüchsige, überwiegend nachtaktive Nagetiere. Sie bevorzugen Busch- und Waldlandschaften, können sehr gut klettern und springen und ernähren sich von Früchten, Samen, Insekten und Knospen. Heutige Vertreter sind z. B. der Siebenschläfer und die Haselmaus.

Sedimente: Bezeichnung für die im Verlauf der Sedimentation abgelagerten oder ausgeschiedenen Gesteinsmassen. Durch den Absatz fester Teilchen aus Luft oder Wasser entstehen z. B. die klastischen Sedimente.

Seismik: Verfahren der angewandten Geophysik, bei dem durch kleine künstliche Sprengungen oder Bodenerschütterungen mit Vibratoren elastische Wellen in der Erdkruste hervorgerufen werden, die sich in den einzelnen Gesteinsschichten aufgrund deren unterschiedlicher physikalischer Beschaffenheit mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ausbreiten und zurückgeworfen werden. Die Wellen werden mit Seismographen aufgefangen und in Seismogrammen aufgezeichnet.

Störung: allgemeiner Ausdruck für eine Trennfuge im Gebirge, an der eine Verstellung der beiden angrenzenden Schollen stattgefunden hat. Das Ausmaß der Verstellung kann vom cm- bis km-Bereich gehen.

Stratovulkan (Schichtvulkan): ein kegelförmiger Zentralvulkan mit konkaven Hängen und Böschungswinkeln von mehr als 15°. Über dem Schlot befindet sich der Krater mit steilen Wänden und dem in Zeiten der Ruhe geschlossenen Boden. Auf den Flanken existieren Nebenkrater und zungenförmige Lavaströme. Aufgrund der abwechselnden Förderung von Lava und Lockerprodukten entstehen schichtförmige Ablagerungen. Nach Einbruch des Gipfels bildet sich die Caldera.

Tektonik: Lehre vom Bau der Erdkruste und den Bewegungen und Kräften, die diesen erzeugt haben.

Tertiär: ältere Periode der Erdneuzeit von ca. 65 bis 1,8 Mio. Jahren. Der Name Tertiär rührt daher, dass man in der Frühzeit der Geologie das Paläozoikum als Primär und das Mesozoikum als Sekundär ansah.

Tethys: das seit dem Ende des Erdaltertums verfolgbare zentrale Mittelmeer, das sich zwischen Laurasia (Nordkontinent) und Gondwana (Südkontinent) erstreckte. Im Verlauf des Erdmittelalters und der Erdneuzeit wurde aus den Ablagerungen in der Tethys das alpidische Gebirge aufgefalten. Das heutige Mittelmeer, der Balaton, das Schwarze und Kaspische Meer sowie der Aralsee sind Reste der Tethys.

Thermalbad: Anlage mit Thermalquelle (heißer Quelle). Die Temperatur des Wassers muss über 20° C liegen.

Trachyandesit: dunkelgraues, poröses Ergussgestein, mittelmäßiger Gehalt an Kieselsäure, Mineralkomposition: Feldspäte, Pyroxene, Biotit.

Trachybasalt: grauschwarzes, dichtes Ergussgestein, Gehalt an Kieselsäure gering. Mineralkomposition: unter anderem Feldspäte, Magnetit, Pyroxene, Biotit.

Trachyt: hellgraues Ergussgestein, Gehalt an Kieselsäure relativ hoch, Mineralkomposition: vorwiegend Feldspat, wenig Pyroxene und Biotit.

Trias: (griech. trias „Dreiheit“), älteste Periode des Erdmittelalters von ca. 250 bis ca. 205 Mio. Jahren. In Mitteleuropa wurde die Trias in Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper unterteilt.

Tuff (vulkanischer): Auswurfmasse. Tuff kann geschichtet und sekundär verfestigt sein.

Tundra: arktische Vegetationszone jenseits der Waldgrenze in Eurasien, Nordamerika und einigen antarktischen Inseln, besteht vorwiegend aus Moosen, Flechten und Zwergstrauchheiden. Für die Tundrenzone sind niedrige Temperaturen, geringe Niederschläge und Dauerfrostboden charakteristisch.

Urnashörner: Einige der ältesten Urnashörner besaßen im Gegensatz zu den heute lebenden Vertretern keine oder nur sehr kleine Hörner. Die Hörner sind fossil nicht erhaltungsfähig, da sie aus einer haarähnlichen, also organischen Substanz bestehen. Sie hinterlassen jedoch auf dem Nasen- und /

oder Stirnbein eine aufgerauhte, rundliche Stelle. Der Vorderfuß war bei einigen Urnashörnern vierzehig; bei rezenten Vertretern ist er generell dreizehig. Urnashörner besaßen oftmals dolchartige Schneidezähne im Unterkiefer. Heutige Nashörner besitzen nur kleine, oder überhaupt keine Schneidezähne mehr.

überkritische Gase: stehen unter einem extrem hohen Druck und sind deshalb teilweise flüssig. Dieser Zustand wird z. B. in Magmenkammern erreicht, die sich in einigen Kilometern Tiefe in der Erdkruste befinden.

variskisches Gebirge: 500 km breiter Falteingürtel im Karbon, der sich vom französischen Zentralmassiv durch West- und Mitteldeutschland bis in die Sudeten erstreckte. Überreste dieses Gebirges können unter anderem noch heute im Rheinischen Schiefergebirge, im Harz und im Thüringer Wald beobachtet werden.

Verwesung: Zersetzung von organischer Substanz unter Zutritt von Luft und durch die Wirkung von Bakterien.

Literaturhinweise

- ALSAC, C., D'ARCY, D., BOULLER, R., FÉRAUD, J., GIOT, D. & JEAMBRUN, M. (1988) (franz.): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Frankreich, Blatt Aigueperse (669) 1:50.000. - 63 S., 7 Abb., 2 Tab.; Orléans (BRGM).
- AUTORENKOLLEKTIV (1997) (franz.): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Frankreich, Blatt Clermont-Ferrand (693) 1:50.000. - 64 S., 2 Abb., 7 Tab.; Orléans (BRGM).
- AUTORENKOLLEKTIV (1997): Raconte-moi le Parc. - Nature et Enfants, **3**: 23 S., 26 farbige Abb.; Aydat (Parc des Volcans d'Auvergne).
- BARDINTZEFF, J.-M. (1999) (deutsch): Vulkanologie. - 280 S., zahlreiche Abb.; Stuttgart.
- BRIAT, M. et al. (1991): Liebenswerte Auvergne. - 128 S., 154 farbige Abb.; Rennes (Éditions Ouest-France).
- BROUSSE, R., RANCON, J.-P., LE GARREC, M. J., TEMPIER, P., SUIRE, J., VEYRET-MEKDJIAN, Y., D'ARCY, D. & PERICHAUD, J. J. (1990) (franz.): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Frankreich, Blatt La Tour d'Auvergne (740) 1:50.000. - 68 S., 3 Abb., 8 Tab.; Orléans (BRGM).
- BROUSSE, R., RANCON, J.-P., TEMPIER, P. & VEYRET, Y. (1989) (franz.): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Frankreich, Blatt Bourg-Lastic (716) 1:50.000. - 78 S., 8 Abb., 6 Tab.; Orléans (BRGM).
- BRULE-PEYRONIE, M. & DURANTEL, P. (1997): Lacs en Auvergne. - 44 S., 60 farbige Abb.; Clermont-Ferrand (Éditions du miroir).
- BRULE-PEYRONIE, M. & LECUYER, F. (1998): Massif du Sancy & Monts Dore.- 35 S., 39 farbige Abb.; Clermont-Ferrand (Éditions du miroir).
- BRULE-PEYRONIE, M. & LEGROS, F. (1998): La chaîne des puys. - 32 S., 39 farbige Abb.; Clermont-Ferrand (Éditions du miroir).
- DECKER, R. & DECKER, B. (1998): Vulkane - Abbild der Erddynamik. - 267 S., zahlreiche Abb.; Heidelberg (Spektrum, Akademischer Verlag).
- DE GOER DE HERVE, A. (1997): Volcans d'Auvergne - la menace d'une éruption? - 64 S., 63 farbige Abb.; Rennes (Éditions Ouest-France).
- DE GOER DE HERVE, A. et al. (1994): Volcanology of the Chaîne des Puys. - 127 S., 98 Abb.; Aurillac (Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne).
- FABRY, R. (1997): La Ressource hydrominérale de Royat. - Cahiers d'artériologie de Royat, **22**: 44-45, 1 Abb.; Royat.
- HEISSIG, K. (1999): Family Rhinocerotidae. - In: RÖSSNER, G. & HEISSIG, K. (Hrsg.): The Miocene Land Mammals of Europe. - 175-188, 24 Abb.; München (Pfeil-Verlag).
- HUGUENEY, M. (1997): Biochronologie mammalienne dans le Paléogène et le Miocène inférieur du centre de la France: synthèse réactualisée - in: AGUILAR, J.-P., LEGENDRE, S. & MICHAUX, J. (Hrsg.): Actes du Congrès BiochroM'97 - Mém. Trav. E.P.H.E., Inst. Montpellier, **21**: 417-430, 2 Abb.; Montpellier.

- JOBERTON, G. (1996): Découvrons le volcanisme - Les sites volcaniques d`Auvergne. - 96 S., 155 farbige Abb.; Cournon-d`Auvergne (Éditions de Borée).
- KALMBACH, G. & LATZKE, H. E. (1995): Auvergne und Cevennen. - 263 S., zahlreiche farbige Abbildungen; Köln (Dumont-Verlag).
- KRAFFT, M. (1984): Führer zu den Vulkanen Europas, 2. Band: Deutschland, Frankreich. - 146 S., 46 Abb.; Stuttgart (Enke).
- MANRY, A.-G. & CHAZAL, P. (1979) (franz.): Chamalières. - 388 S., 19 Taf.; Clermont-Ferrand.
- PETERLONGO, J. M. (1972): Guides géologiques régionaux, Massif central. - 199 S., 81 Abb., 8 Taf.; Paris (Masson).
- POMEROL, C. (1980): Geology of France with twelve itineraries. - 256 S., 100 Abb., 1 geol. Kte. 1:2.500.000; Paris (Masson).
- SCHMINCKE, H.-U. (1986): Vulkanismus. - 164 S., zahlreiche Abb.; Darmstadt (Wissenschaftliche Buchgesellschaft).
- SOBOLEV, S. V., ZEYEN, H., STOLL, G., WERLING, F., ALTHERR, R., FUCHS, K. (1996): Upper mantle temperatures from teleseismic tomography of French Massif Central including effects of composition, mineral reactions, anharmonicity, anelasticity and partial melt. - Earth and planetary Science letters, **147**: 147-163; Amsterdam.
- ROSENBAUM, U. (1982): Auvergne und Zentralmassiv. - 238 S., zahlreiche Abb.; Köln (Dumont-Verlag).

Danksagung

Um die geologischen Details für diese Publikation zu recherchieren, unternahm ich mehrere Reisen in die Auvergne. Dabei begleiteten mich z. T. die Ko-Autorin Bettina Schenk, mein Mann Jens Uhlig, sowie die Damen Eleonore Dupont, Christiane Robert und Odilie Vaurice aus Chamalières bei Clermont-Ferrand. Herr Dipl.-Geol. Stéphane Pelucchi führte mich durch das Naturkundemuseum in Clermont-Ferrand. Herr Olivier Béthoux (Museum Rhinopolis in Gannat) stellte wichtige Informationen über die Fossilagerstätten in der Auvergne zur Verfügung. Die Literaturbeschaffung unterstützten Frau Yvette Sauer und Herr Heinz Kapfelsperger aus Geretsried sowie Herr Roger Arcambal aus Chamalières. Bei allen oben genannten Freunden, Bekannten und Fachkollegen möchte ich mich auf diesem Wege ganz herzlich bedanken.