

System Erde

Geländetag Odenwald-Geopark: Plattentektonik in Aktion!

Part II

Institut für Geowissenschaften, Universität Heidelberg

Leitung: Prof. Dr. Yamirka Rojas-Agramonte

Datum: 18. April 2026

Abfahrt: INF 234, 8:00 Uhr – Rückkehr ca. 18:00 Uhr

Die Kontinentverteilung um 400 Mio. a. (Frühes Devon)

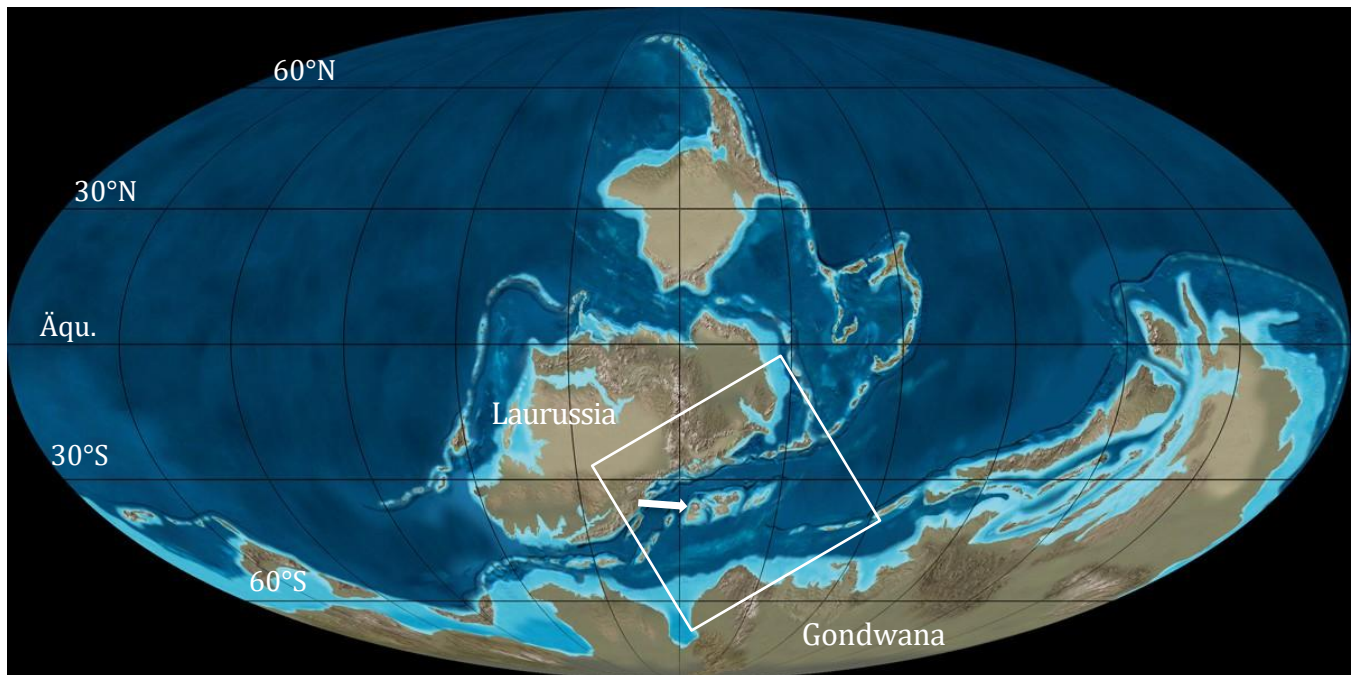
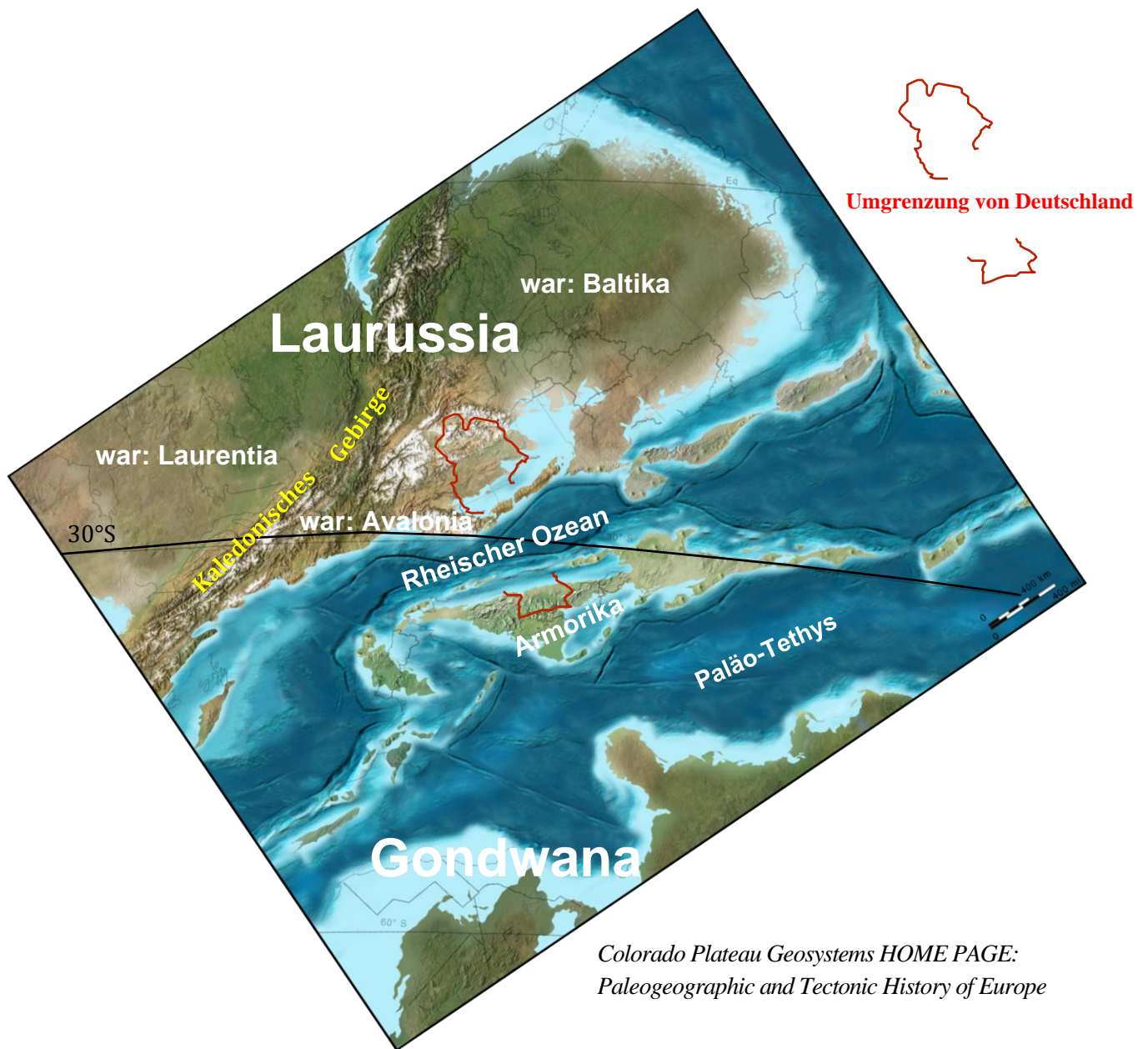


Abbildung 1. Lage des heutigen Odenwaldes südlich des Rheischen Teilozeanes im Bereich der heutigen Mitteldeutschen Kristallzone am N-Rand des Mikrokontinentes Armorika (Pfeil weist auf Lage des Odenwaldes vor der Kollision mit Laurussia hin).

Mollewide Plate Tectonic Maps: Colorado Plateau Geosystems HOME PAGE: Global Paleogeography
[Paleokarten Worldwide](#)



Colorado Plateau Geosystems HOME PAGE:
Paleogeographic and Tectonic History of Europe

Abbildung 2. Laurussia entstand im frühen Devon vor rund 420–400 Millionen Jahren durch die Kollision von Laurentia, Baltica und Avalonia und bildete einen großflächigen Kontinent im Äquatorbereich. Südlich davon lag der Rheische Ozean, der Laurussia von dem Mikrokontinent Armorica trennte – jener Einheit, aus der später der Odenwald hervorging. Entlang dieser Ozeanzone herrschten aktive Subduktionsprozesse, die Inselbögen, Magmatismus und frühe Gebirgsbildungen erzeugten. Mit der allmählichen Annäherung von Gondwana im späten Devon und Karbon kollidierten beide Großkontinente schließlich und formten Pangaea. Diese Kollision löste die Variszische Orogenese aus, deren tiefgreifende Spuren heute im kristallinen Odenwald sichtbar sind.

1. Einführung

Der Odenwald gehört zu den geologisch vielfältigsten Mittelgebirgsregionen Mitteleuropas. Innerhalb weniger Kilometer treten Tiefengesteine, metamorphe Einheiten, permischer Vulkanismus und mesozoische Sedimente auf. Diese Vielfalt spiegelt die lange und komplexe Entwicklung Mitteleuropas vom Erdaltertum bis in die jüngste Erdgeschichte wider. Die Exkursion beleuchtet die wichtigsten Prozesse: die Variszische Orogenese, Plutonismus und Metamorphose, Landschaftsbildung durch tropische und pleistozäne Verwitterung, sowie den jungen Vulkanismus im Zusammenhang mit der Öffnung des Oberrheingrabens.

2. Regionale Geologie des Odenwalds

Der Odenwald gliedert sich in zwei Hauptbereiche:

- Westlicher (kristalliner) Odenwald: dominiert von Graniten, Granodioriten, Gabbros und Gneisen. Diese Gesteine entstanden im Zuge der Variszischen Gebirgsbildung.
- Östlicher (Buntsandstein-) Odenwald: aufgebaut aus fluviatilen Sand- und Schluffsteinen der Trias.

Beide Einheiten sind durch die Oetzberg-Störung getrennt, ein wichtiges tektonisches Element, das im Paläogen reaktiviert wurde.

3. Variszische Orogenese

Die Variszische Orogenese ereignete sich vor etwa 380–320 Millionen Jahren, als mehrere Kontinente und Mikroplatten – darunter Laurussia, Gondwana sowie die Kleinkontinente Avalonia und Armorica – miteinander kollidierten. Zwischen diesen Blöcken lagen verschiedene Ozeane, etwa der Rheische Ozean und der Rhenohertzynische Ozean, die durch Subduktion sukzessive geschlossen wurden. Die damit verbundenen Inselbögen, Subduktionszonen und Kollisionen führten zur Entstehung eines ausgedehnten Gebirgssystems, des Variszischen Gebirges.

Der heutige kristalline Odenwald stellt die tiefen Wurzelbereiche dieses alten Gebirges dar. Hier intrudierten magmatische Körper, und ältere Gesteine wurden metamorph überprägt. Dadurch bewahrt der Odenwald eine einzigartige Kombination aus Magmatiten, Metamorphiten und tektonischen Strukturen, die unmittelbar aus dieser komplexen Kollisionszone stammen.

Wesentliche geologische Aspekte des Odenwalds (Stein 2001; Dörr & Stein 2019):

- Der Odenwald bildet den nördlichsten Teil der Saxothuringischen Zone und enthält die Reste eines magmatischen Inselbogens, der sich über einer Subduktionszone bildete.
- Der westliche Bergsträßer Odenwald besteht zu rund 90 % aus kalk-alkalinen Plutoniten mit klarer Subduktionssignatur – typische Gesteine eines Inselbogen-Magmatismus.
- Der östliche Böllsteiner Odenwald beherbergt deutlich ältere Einheiten mit einer polymetamorphen Entwicklung, inklusive mittel- bis hochdruckbetonter Stadien.
- Die plutonischen Intrusionen treten in zwei Hauptphasen auf:

– ca. 365 Ma (Frankenstein-Gabbro, frühe Inselbogenphase)

– 340–325 Ma (Weschnitz-, Tromm- und Heidelberg-Plutone, spätere kollisionsbedingte Phase).

Die Gebirgsbildung war geprägt von Basalakkretion, Subduktionskeilen und Duplexstrukturen, die typisch für orogene Keile in komplexen Gebirgsbildungssystemen sind.

Der Odenwald bietet somit einen herausragenden Einblick in die Wurzelzone des Variszischen Gebirges und stellt ein natürliches Archiv für Prozesse wie Subduktion, Inselbogenmagmatismus, Kollision, Metamorphose und Plutonismus dar.

4. Plutonismus und Metamorphose

Mit dem Schließen der Ozeane und Beginn der Kollision wurden große Mengen Magma generiert. Diese stiegen in die Erdkruste auf und erstarrten dort zu plutonischen Körpern wie den Frankenstein-Gabbros, Granodioriten und Graniten des südlichen Odenwalds.

Plutonismus:

- Mehrphasige Magmenpulse führen zu komplexen Pluton Architekturen.
- Der Frankenstein-Gabbro kristallisierte bei über 900°C aus einer primitiven Mantelschmelze.
- Die südlichen Granite (z. B. Heidelberg-Pluton) sind Teil des späten, kollisionalen Magmatismus.

Metamorphose:

- Der Böllsteiner Odenwald zeigt mittel- bis hochdruckbetonte Stadien (bis granulitfaziell).
- Der Bergsträßer Odenwald wird dominiert von niedrigdruck-hochtestaturigem, Amphibolitfaziestyp in Bezug zu großvolumigen Granitintrusionen.
- Viele Einheiten dokumentieren zweiphasige Metamorphose mit unterschiedlichen geodynamischen Regimen.

5. Der Oberrheingraben

Ab etwa 50 Millionen Jahren setzte die Öffnung des Oberrheingrabens ein. Die Dehnung der Erdkruste führte zur Absenkung des Grabens und zur Aufwölbung seiner Ränder – einschließlich des Odenwalds. Dabei wurden alte Variszische Störungen reaktiviert, darunter die Otzberg-Zone.

Folgen der Grabenbildung:

- Hebung und Zerlegung des kristallinen Odenwalds in Schollen.
- Lokaler Vulkanismus (Otzberg, Messel, Rossdorf), verursacht durch das Aufsteigen kleiner Mantelschmelzen.
- Exhumation der Variszischen Wurzelzone, sodass heute Tiefengesteine an der Oberfläche stehen.

6. Exkursionsstopps

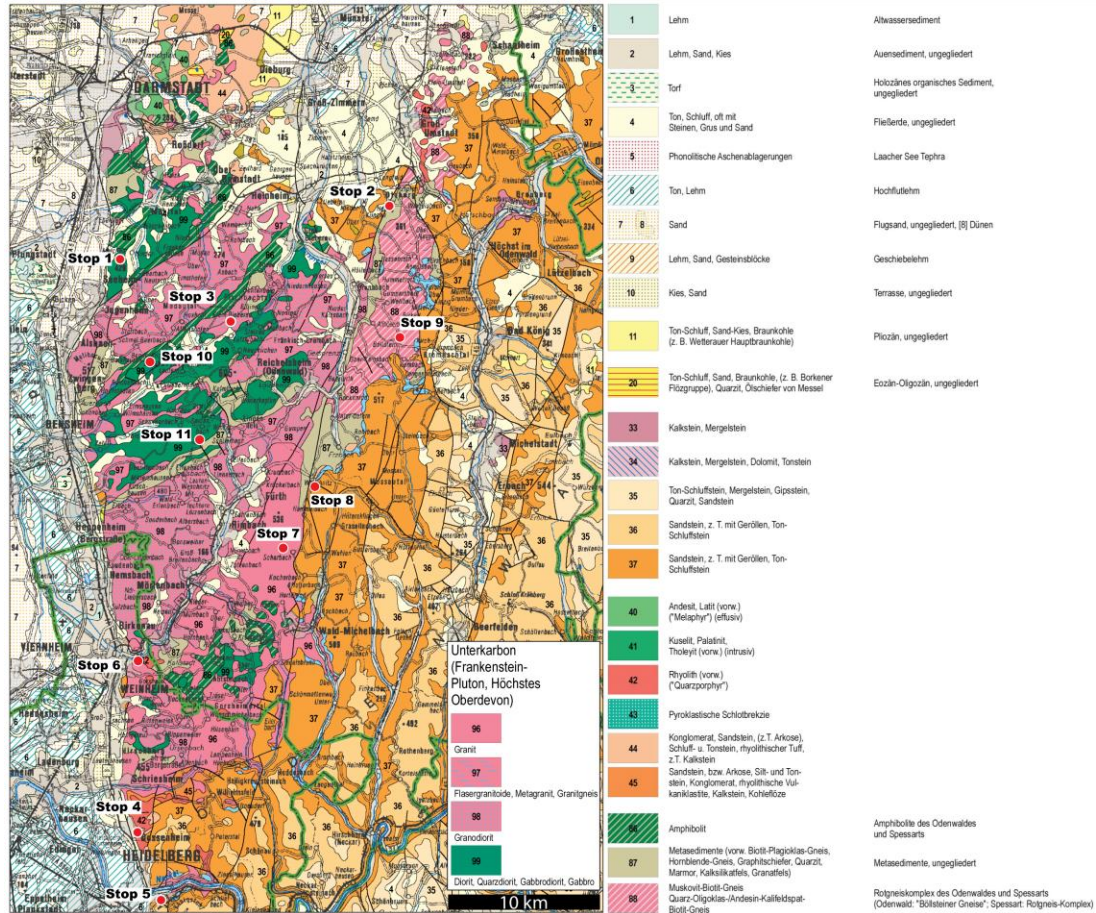


Abbildung 3. Exkursionsstopps: Part 1 stops 1 to 5. Part 2, stops 6 to 11

Stop	Ort	Koordinaten	Geologisches Thema
1	Burg Frankenstein (Mühltal)	49°47'17.51" N 8°40'4.79"E	Variszische Subduktionszone – Frankenstein Gabbro (Geotop 2024)
2	Hering (Otzberg)	49°49'11.26"N 8°54'46.53"E	Paläogener Vulkanismus – Otzberg Basalt (Geotop 2005)
3	Wildfrauhaus (Modautal-Lützelbach)	49°45'1.78"N 8°46'4.19"E	Granitverwitterung und Wollsackbildung (Geotop 2020)
4	Steinbruch Leferez (Dossenheim)	49°26'50.00"N 8°41'7.92"E	Permischer Rhyolith – Vulkanische Glutwolken (Geotop 2009)
5	Riesenstein (Burg Heidelberg)	49°24'26.71"N 8°42'16.05"E	Buntsandstein – Sedimentäre Zeugen der Trias

Stop	Ort	Koordinaten	Geologisches Thema
6	Wachenburg Weinheim	49°32'56.41"N 8°41'9.66"E	Permischer Rhyolith
7	Steinbruch in der Streitsdöll	49°36'51.30"N 8°48'59.14"E	Tromm-Granit (Biotitgranit)
8	Kahlberg Steinbruch	49°39'17.18"N 8°50'46.49"E	Bundsandstein
9	Böllsteiner gneiss	49°44'31.19"N 8°55'13.87"E	Gneiss
10	Fesberg bei Lautertal-Reichenbach	49°43'39.72"N 8°41'38.05"E	Quarzdiorit
11	Kreberg	49°40'42.14"N 8°44'20.66"E	Diorit

Stop 6 - Wachenburg (Weinheim)

Am Wachenburg bei Weinheim ist ein permischer Rhyolith (~290 Mio. Jahre) aufgeschlossen, ein helles, kieselsäurereiches vulkanisches Gestein, das nach der Variscan Orogeny entstand. Im Aufschluss sind teils Fließstrukturen erkennbar, die auf die Bewegung einer sehr zähflüssigen Lava hinweisen. Der Rhyolith steht für einen postorogenen Vulkanismus, der mit der Dehnung und dem Zusammenbruch des variszischen Gebirges verbunden ist, als sich differenzierte, SiO₂-reiche Magmen bildeten und nahe der Oberfläche erstarrten oder eruptierten. Damit dokumentiert dieser Aufschluss den Übergang von der Gebirgsbildung zu einer extensiven tektonischen Phase, die später zur Bildung von Becken und zur Ablagerung von Sedimenten in Mitteleuropa führte.

Stopp 7 – Steinbruch Streitsdöll (Tromm-Granit)

Im Steinbruch Streitsdöll ist ein mittel- bis grobkörniger Biotitgranit des Tromm-Plutons aufgeschlossen, der während der späten Phase der Variscan Orogeny (ca. 340–330 Ma) intrudierte. Das Gestein besteht hauptsächlich aus Quarz, Kalifeldspat, Plagioklas und Biotit und zeigt ein massiges, isotropes Gefüge ohne deutliche Schieferung. Häufig sind Klüfte gut ausgebildet, die das Gestein in Blöcke gliedern und eine wichtige Rolle für Verwitterung und Landschaftsformung spielen. Der Granit entstand durch langsame Abkühlung eines silikatreichen Magmas in der oberen Kruste, wahrscheinlich im Zusammenhang mit der späten Kollisions- und Aufschmelzungsphase der Varisziden, bei der auch Krustenmaterial beteiligt war.

Stopp 8 – Kahlberg Steinbruch (Buntsandstein)

Im Steinbruch Kahlberg sind rotbraune Sandsteine des Buntsandsteins (Untertrias, ~250 Mio. Jahre) aufgeschlossen. Die Sedimente wurden in einer kontinentalen, überwiegend ariden Landschaft abgelagert, geprägt von Flusssystemen, Überschwemmungsebenen und zeitweisen Dünenfeldern. Typisch sind Schrägschichtungen, die auf die Ablagerung durchfließendes Wasser oder Wind hinweisen, sowie eine intensive Rotfärbung durch Eisenoxide. Der Buntsandstein dokumentiert die Zeit nach der Variscan Orogeny, als Mitteleuropa Teil eines trockenen kontinentalen Beckens war und starke Verwitterung sowie Sedimenttransport dominierten.

Stopp 9 – Böllsteiner Gneis

Der Böllsteiner Gneis gehört zum kristallinen Grundgebirge des Odenwalds und besteht ausschließlich aus Orthogneisen. Die sogenannte „Schieferhülle“ wird nach aktueller Interpretation als allochthone Decke angesehen und gehört tektonisch zum Bergsträßer Odenwald. Der Gneis zeigt eine typische gebänderte Struktur (Foliation) aus hellen (Quarz, Feldspat) und dunklen Lagen (Biotit). Das Gestein entstand durch hochgradige Metamorphose magmatischer Ausgangsgesteine im Zuge der variszischen Orogenese. Die ausgeprägte Foliation dokumentiert gerichteten Druck und Deformation in der Erdkruste und erlaubt Rückschlüsse auf tektonische Prozesse in mehreren Kilometern Tiefe.

Stopp 10 – Felsberg (Lautertal-Reichenbach)

Am Felsberg ist ein Quarzdiorit aufgeschlossen, ein intermediäres plutonisches Gestein, das während der späten variszischen Orogenese in der Erdkruste erstarrte. Das Gestein besteht aus Plagioklas, Quarz und dunklen Mineralen (z. B. Amphibol, Biotit) und zeigt ein grobkörniges, massiges Gefüge. Charakteristisch sind ausgeprägte Klüfte, entlang derer intensive Verwitterung zur Bildung des bekannten Blockmeeres („Felsenmeer“) führte. Die Bildung des Blockmeeres ist jedoch ein zweistufiger Prozess: Auf eine intensive Verwitterungsphase im Eozän/Oligozän folgt die solifluidale Umlagerung der Blöcke unter periglazialen Bedingungen im Pleistozän. Dies illustriert eindrucksvoll die Wechselwirkung zwischen Gesteinsstruktur, Klimaentwicklung und Oberflächenprozessen.

Stopp 11 – Krehberg

Am Krehberg steht ein Diorit an, ein intermediäres Tiefengestein, das während der Variscan Orogeny aus einem Magma mittlerer Zusammensetzung kristallisierte. Das Gestein zeigt ein mittel- bis grobkörniges Gefüge und besteht überwiegend aus Plagioklas und dunklen Mineralen (v. a. Amphibol), mit wenig oder keinem Quarz. Diorite entstehen typischerweise in subduktionsbezogenen magmatischen Systemen und stellen eine Übergangsform zwischen mafischen und felsischen Gesteinen dar.

7. Zusammenfassung

Diese Exkursion bietet einen umfassenden Einblick in die geologische Entwicklung des Odenwalds und vermittelt zentrale geowissenschaftliche Konzepte anhand gut zugänglicher Geotope.

Der Odenwald ist ein klassisches Beispiel für eine durch die Variszische Orogenese (380–320 Ma) entstandene und später tektonisch überprägte Mittelgebirgslandschaft. Sein Aufbau spiegelt mehrere geologische Entwicklungsphasen wider – von der Subduktion und Kollision im Erdaltertum bis hin zur Grabenbildung im Paläogen-Neogen.

1. Westlicher Odenwald (Kristalliner Odenwald)

Alter: überwiegend 360–330 Millionen Jahre (Variszische Orogenese)

Gesteine: Granite, Granodiorite, Diorite, Gabbros, metamorphe Gesteine

Diese Einheit repräsentiert die **tiefen Wurzelzonen des Variszischen Gebirges**, das während der Kollision der Kontinente **Laurussia, Gondwana, Armorica und Avalonia** entstanden ist.

Hier finden sich:

- **Subduktionszonenmagmatite** (z. B. Frankenstein-Gabbro, ca. 362 Ma)
- **kollisionsbedingte Granite und Granodiorite** (z. B. Heidelberg-, Tromm-, Weschnitz-Plutone)
- **metamorphe Einheiten** wie Gneise und Migmatite

Diese Gesteine kristallisierten tief in der Kruste aus – entweder aus Mantelschmelzen im Inselbogenstadium oder aus Krustenschmelzen in der späteren Kollisionsphase.

2. Östlicher Odenwald (Böllsteiner Odenwald)

Alter: teilweise > 400 Millionen Jahre (älterer variszischer bis prä-variszischer Untergrund)

Gesteine: Gneise, Amphibolite, Paragneise, Orthogneise, Migmatite

Der Böllsteiner Odenwald enthält die **ältesten Gesteine der Region** und besitzt eine **polymetamorphe Geschichte**.

Typisch sind:

- mittel- bis hochdruckbetonte Metamorphosephasen
- mehrfach überprägte Gesteinsserien
- ältere Krustenfragmente, die im Zuge der Variszischen Kollision in die Orogenwurzel integriert wurden

Diese Einheit dokumentiert die komplexe Tektonik des **mitteldeutschen Kollisionsgürtels**, der sich während der Schließung des Rheischen und Rhenoherynischen Ozeans bildete.

3. Buntsandstein-Odenwald (Sedimentbedeckung der Trias)

Alter: ca. 250–240 Millionen Jahre (Frühe Trias)

Gesteine: fluviatile Sandsteine, Schluffsteine, Tonsteine

Nach der Abtragung des Variszischen Gebirges bedeckten großräumige **Flusssysteme in aridem Klima** die Region. Es bildete sich der typische **Buntsandstein**, der heute den

östlichen Odenwald dominiert.
Er ist nicht Teil der variszischen Kruste, sondern stellt eine **post-orogene Sedimentdecke** dar.

4. Jüngere Überprägung: Oberrheingraben und Vulkanismus

Alter: seit ca. 50 Millionen Jahren (Paläogen)

Die Öffnung des Oberrheingrabens führte zu:

- **Hebung des Odenwalds als Grabenschulter**
- **Reaktivierung variszischer Störungen** (z. B. Otzberg-Störung)
- **lokalem Vulkanismus** (Otzberg, Messel, Rossdorf; 48–22 Ma)

Dabei wurden Teile der variszischen Kruste exhumiert und stehen heute an der Oberfläche an.



Abbildung 4. Europas tektonische Struktur entstand in mehreren Faltungsphasen (Orogenesen):

- Kaledonische (Silur/Devon)
- Variszische (Karbon)
- Alpidische (Kreide– Paläogen)

Alte Kratone wie der Baltische Schild bilden das stabile Fundament.

Junge Gebirge (Alpen, Karpaten) sind weiterhin aktiv deformiert durch die Kollision der Afrikanischen und Eurasischen Platte.

Seismische Aktivität und Vulkanismus konzentrieren sich im Mittelmeerraum und an Riftzonen (Island, Oberrheingraben).

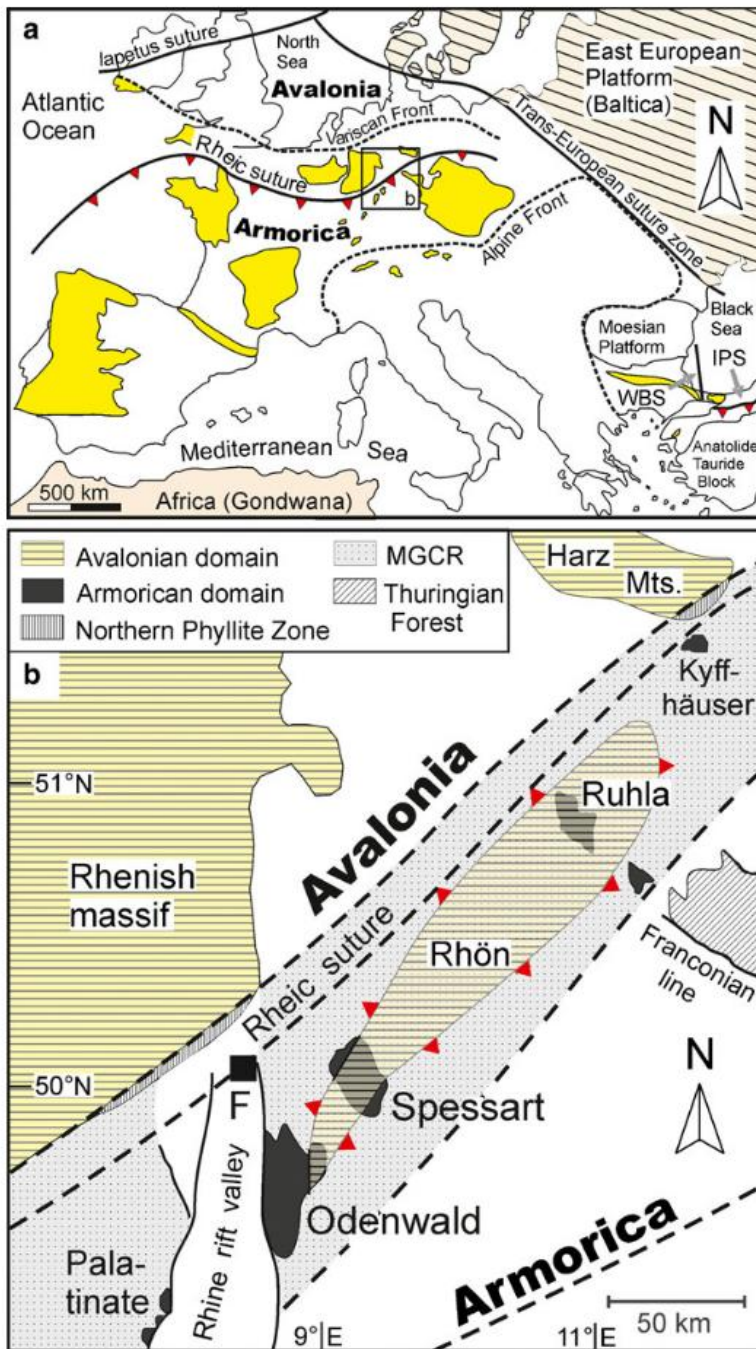


Abbildung 5. Tektonische Übersichtskarte Europas mit den Variszischen Einheiten und dem Verlauf der Rheischen Suture. Gelb markiert sind erhaltene Reste des Variszischen Gebirgszuges. IPS = Intra-Pontische Suture, WBS = Westschwarzes-Meer-Störung. (b) Lagekarte des Mitteldeutschen Kristallinaufschlusses (MGCR) mit Position der Rheischen Suture entlang der Northern-Phyllite-Zone. F = Frankfurt (Siebel et al., 2012)

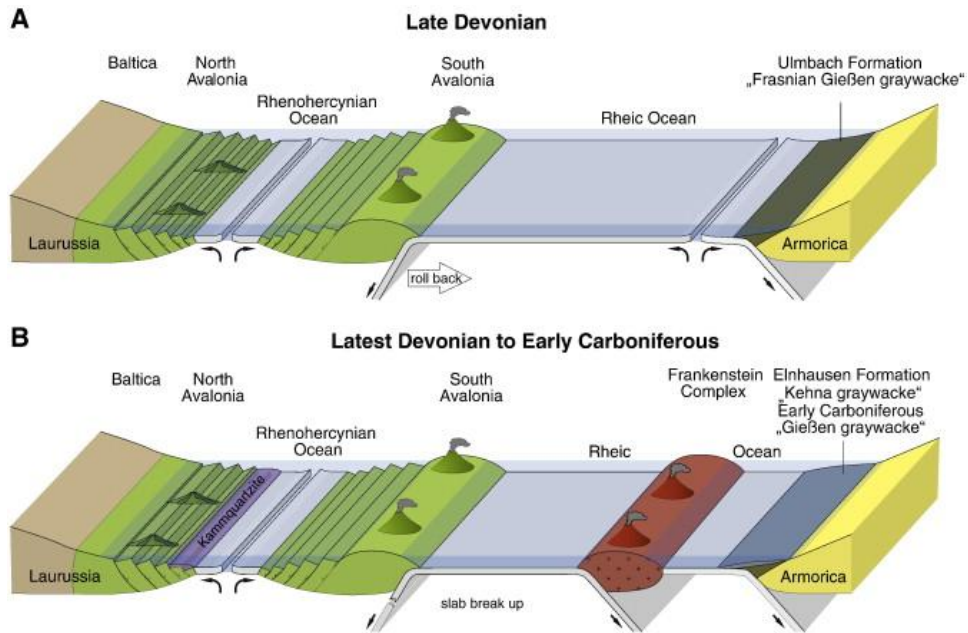


Abbildung 6. Vereinfachtes geotektonisches Modell für (A) das späte Devon und (B) das jüngste Devon bis frühe Karbonzeit (Eckelmann et al. 2014).

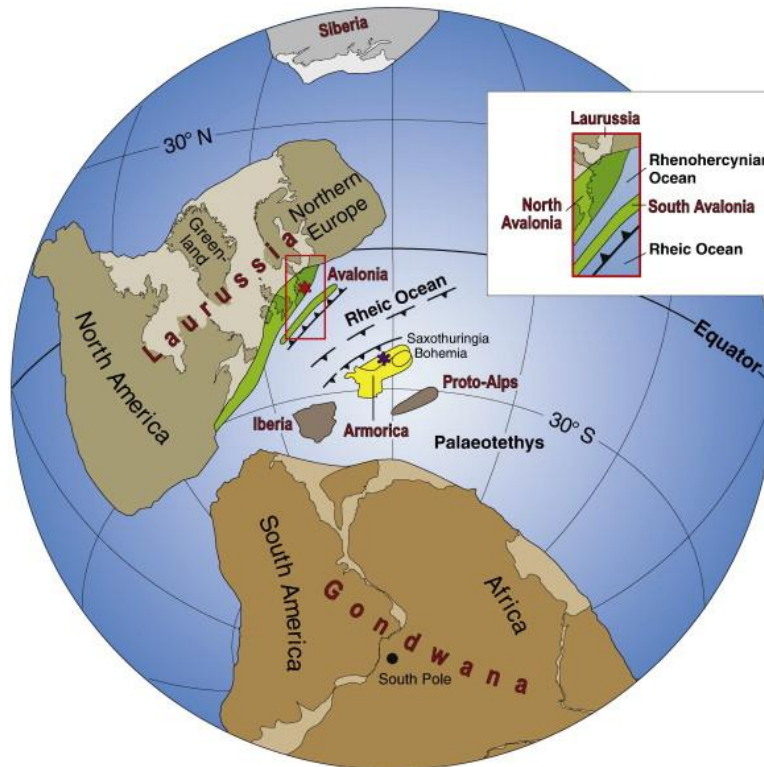


Abbildung 7. Plattentektonische Rekonstruktion vom späten Devon bis zum frühen Karbon. Roter Stern: Position des autochthonen Rheinischen Schiefergebirges. Blauer Stern: Herkunftsgebiet der Decken-einheiten im Südosten des Rheinischen Schiefergebirges (Eckelmann et al. 2014).

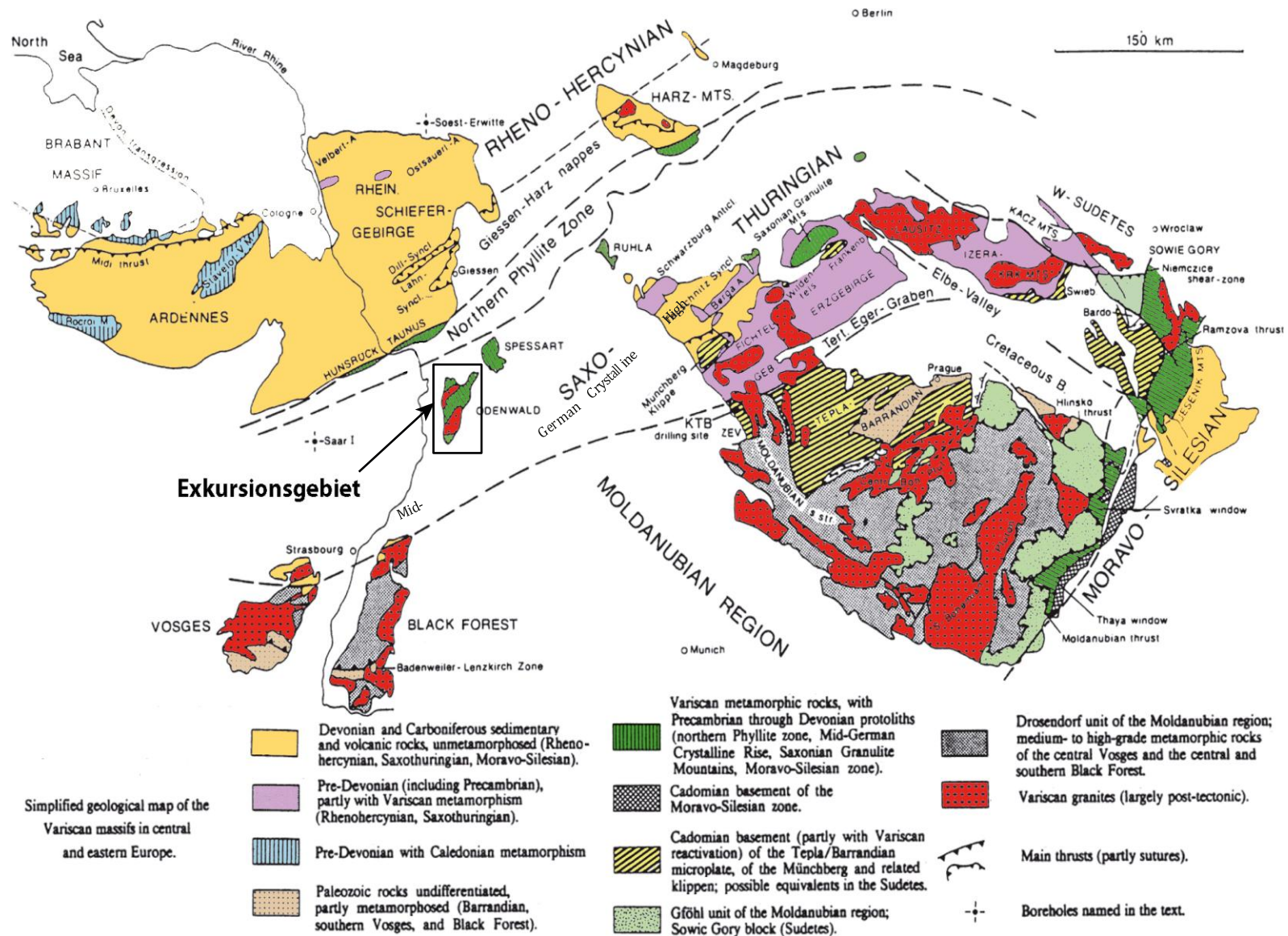


Abbildung 8. Vereinfachte geologische Übersichtskarte des Variszischen Massivs in Mittel- und Osteuropa mit den wichtigsten tektonischen Zonen, Basementeinheiten und Störungsstrukturen.



INTERNATIONALE CHRONOSTRATIGRAPHISCHE TABELLE



<https://stratigraphy.org>

Internationale Stratigraphische
Kommission

v2024/12

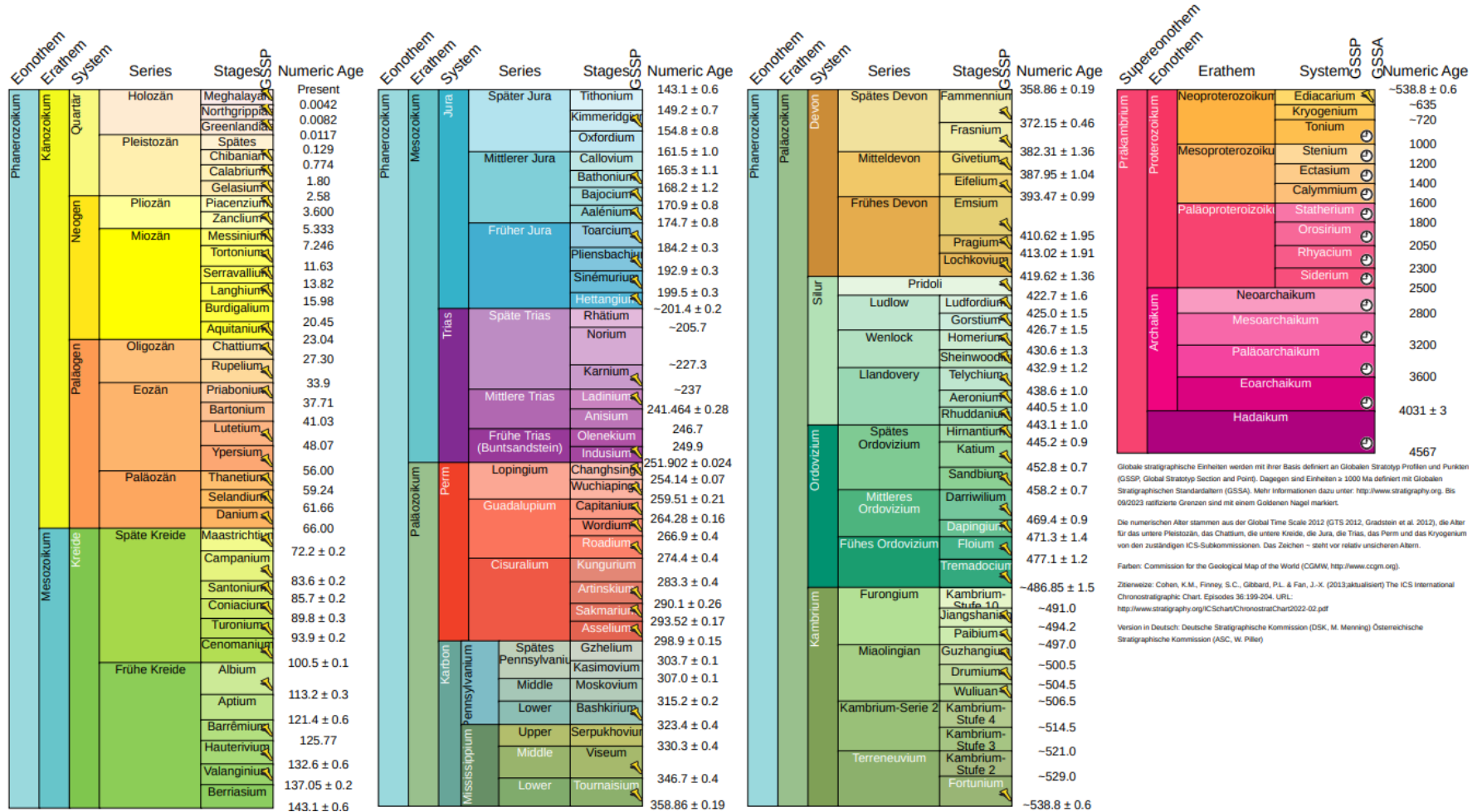


Abbildung 9. Internationale chronostratigraphische Tabelle (Version 2024/12) der Internationalen Stratigraphischen Kommission (ICS) mit globalen chronostratigraphischen Einheiten, numerischen Altersangaben und definierten GSSPs.

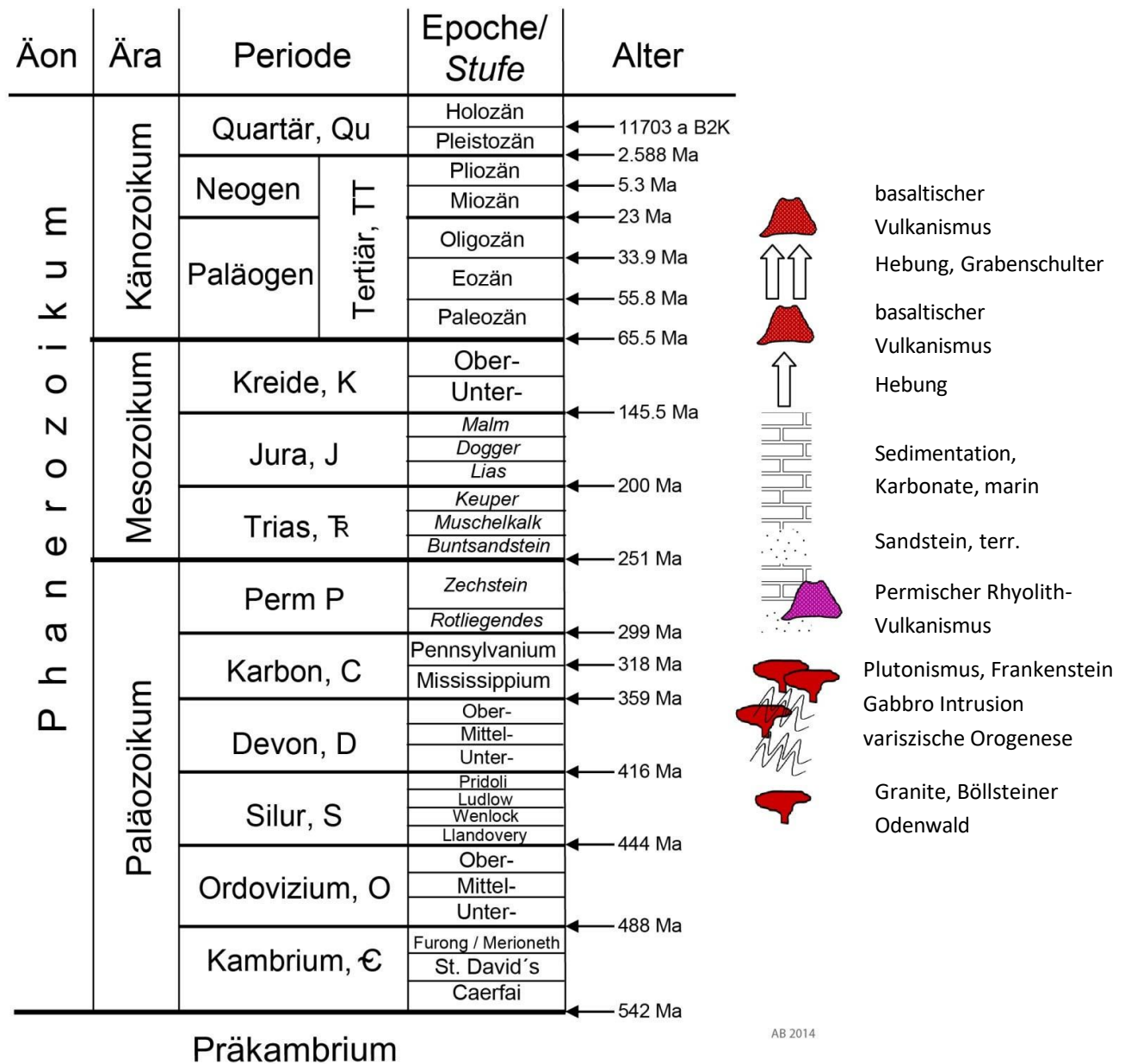
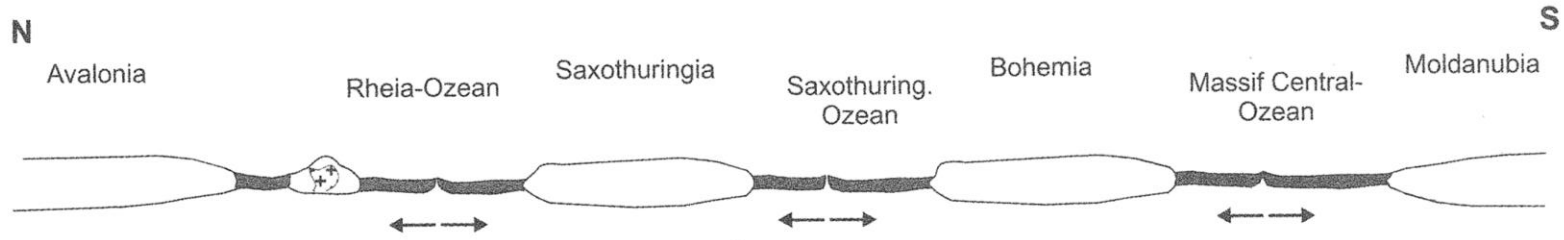
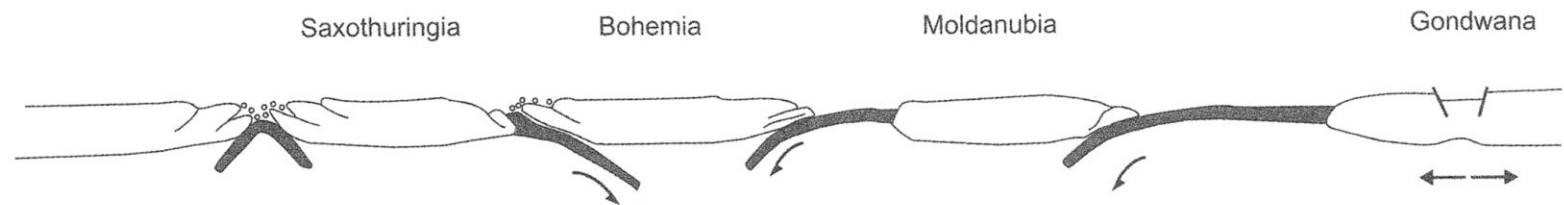


Abbildung 10. Übersicht der geologischen Zeitskala für den Odenwald mit den wichtigsten Perioden und Epochen der regionalen Entwicklung. Rechts sind schematische Symbole eingetragen, die zentrale geologische Prozesse markieren: die variszische Magmenaktivität im Devon–Karbon mit Bildung des Frankenstein-Gabbros (ca. 362 Ma) und weiterer Plutone; der permische Vulkanismus (Rhyolith von Dossenheim, ca. 290 Ma); die mesozoische Sedimentation (Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper); sowie junge Hebungs-, Verwitterungs- und Erosionsphasen bis ins Quartär.

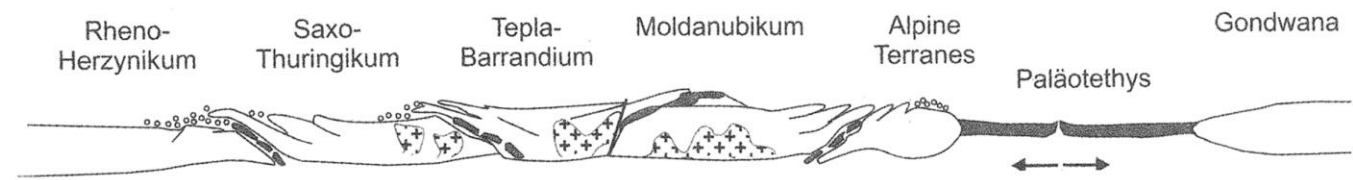
Spätes Silur



Mitteldevon



Unterkarbon



(Walter, 2007)

8. Verwendete Literatur

<https://geo-naturpark.net/bewahren/geologie/das-ried-die-bergstrasse-und-der-odenwald-ungleiche-geschwister/>

DÖRR, W. & STEIN, E. (2019) Precambrian basement in the Rheic suture zone of the Central European Variscides (Odenwald) - *International Journal of Earth Sciences* 108:1937–1957

ECKELMANN, Katja, et al. Plate interactions of Laurussia and Gondwana during the formation of Pangaea—Constraints from U–Pb LA–SF–ICP–MS detrital zircon ages of Devonian and Early Carboniferous siliciclastics of the Rhenohercynian zone, Central European Variscides. *Gondwana Research*, 2014, 25. Jg., Nr. 4, S. 1484-1500.

FRANKE, W. (2000) The mid-European segment of the Variscides: tectonostratigraphic unites, terrane boundaries and plate tectonic evolution. In: FRANKE, W., HAAK, V., ONCKEN, O., & TANNER, D. (eds.) *Orogenic Processes: Quantification and Modelling in the Variscan Belt*, Geological Society, London, Special Publication, 179, 35-61.

SIEBEL, W., et al. Zircon geochronology, elemental and Sr-Nd isotope geochemistry of two Variscan granitoids from the Odenwald-Spessart crystalline complex (mid-German crystalline rise). *Mineralogy and Petrology*, 2012, 105. Jg., Nr. 3, S. 187-200.

STEIN, E. (2001) *The geology of the Odenwald Crystalline Complex - Mineralogy and Petrology*, 72: 7-28, Springer

STEIN, E., DÖRR, W., HELM, J., SCHASTOK, J. & VELLEDEITS (2022) Coeval subduction and collision at the end of the Variscan Orogeny Odenwald, Mid German Crystalline Zone, Germany) - *Z.Dt.Ges.Geowiss. (J.Appl.Reg.Geol.)*, 173, 211-236, Schweizerbart, Stuttgart