

Tektonische Regionen

Baden-Württemberg weist mehrere unterschiedliche tektonische Regionen auf, deren Strukturbau sich in der Schichtlagerung, der Orientierung und in den Versatzbeträgen der Störungen unterscheidet.



Tuffitische Sandsteine des Rotliegend bei Baden-Baden-Lichtental

Grundgebirgseinheiten

Die Einteilung des Landesgebiets in tektonische Regionen orientiert sich an der Schichtlagerung des Deckgebirges, also der Schichten vom Zechstein bis zum Quartär, die diskordant über den älteren Gesteinen liegen. Das Grundgebirge unter Baden-Württemberg zeigt dagegen eine ältere, davon abweichende Gliederung in tektonostratigraphische Einheiten, deren jeweilige Vorgeschichte und Gesteinsbestand von den anderen Einheiten abweicht und die bei der Variskischen Gebirgsbildung im Karbon ihre heutige Anordnung fanden (Geyer et al., 2011).

Im Norden des Landes streicht ein Teil der Mitteleuropäischen Kristalline im Odenwald zu Tage aus. Nach geophysikalischen Kartierungen setzt sich diese Kristallineinheit noch einige Kilometer unter das Deckgebirge von Kraichgau und Buntsandstein-Odenwald nach Süden und Osten fort. Südlich schließt sich unter dem Kraichgau, Hohenlohe und Teilen des Baulands das Nordbadisch-Fränkische Schiefergebirge an, das bei Boxberg und in Ingelfingen durch Tiefbohrungen nachgewiesen wurde und dessen Südrand bei Baden-Baden zutage tritt. Die Gesteine dieser Grundgebirgseinheit zeichnen sich durch einen sehr niedrigen Metamorphosegrad (Anchimetamorphose) aus, der erst in der mehr als einen Kilometer breiten Scherzone an ihrem Südrand von höheren Metamorphosegraden abgelöst wird. Im Nordschwarzwald schließt sich das Nordschwarzwald-Granit-Gneis-Gebiet an, das von Granitplutonen mit eingelagerten Gneisschollen geprägt ist. Südlich davon folgt das von mittelgradig metamorphen Gesteinen geprägte Zentralschwarzwald-Gneisgebiet. Ein Teil der Gneise mit eingelagerten Amphiboliten weist Reliktparagenesen auf, die eine vormalige hochgradige Metamorphose im Bereich der unteren Erdkruste belegen. Sie liegen heute als tektonische Decke auf anderen Gneiseinheiten mit abweichender Metamorphoseentwicklung. Besonders im südlichen Teil dieser Grundgebirgseinheit waren die Gneise teilweise aufgeschmolzen und liegen heute als Migmatite (Anatexite, Diatexite) vor. Granitplutone nehmen im Zentralschwarzwald-Gneisgebiet nur einen untergeordneten Teil des Ausstrichgebiets ein, der größte Pluton befindet sich um Triberg. Entlang einer nur wenige Kilometer breiten Zone kaum bis nicht metamorpher Sedimente und Vulkanite des Unterkarbons, die von Badenweiler im Westen bis Lenzkirch im Osten des Schwarzwalds streicht, grenzt im Süden das Südschwarzwald-Granit-Gneis-Gebiet an das Zentralschwarzwald-Gneis-Gebiet. Granitplutone nehmen im Südschwarzwald-Granit-Gneis-Gebiet einen größeren Anteil an der Ausstrichfläche ein und haben im Osten des Südschwarzwalds auch die Grenze zum Zentralschwarzwald-Gneis-Gebiet durchdrungen. Die mittelgradig metamorphen Gneiseinheiten liegen auch hier in mehreren tektonischen Decken übereinander, von denen eine Relikte einer älteren hochgradigen Metamorphose aufweist.

Östlich des Schwarzwalds sind in Tiefbohrungen mehrfach ähnliche Gneise und Granite angetroffen worden, die eine Fortsetzung der Kristallineinheiten unter dem Deckgebirge belegen. Geophysikalische Kartierungen von geringen Abweichungen im Magnet- und Schwerefeld der Erde belegen auch im verdeckten Grundgebirge eine Gliederung in unterschiedliche tektonostratigraphische Einheiten, lassen jedoch bislang nur Vermutungen über den genaueren Bau des dortigen Grundgebirges zu. Lediglich das Nordbadisch-Fränkische Schiefergebirge, das auch aus Bohrungen in Mittelfranken bekannt ist, zeichnet sich unter dem Kraichgau, Hohenlohe und dem Main-Tauber-Land gut erkennbar in den geophysikalischen Karten ab.

Odenwald und nordwestlicher Kraichgau

Zwischen der nördlichen Rheingraben-Hauptverwerfung und der Ubstadt–Walldürn-Störungszone weicht der tektonische Bau deutlich von den angrenzenden Regionen ab. Die wichtigste Streichrichtung der Störungen verläuft etwa N–S bis NNW–SSO. NW–SO- und NO–SW-streichende Störungen treten ebenfalls auf, bleiben im Vergleich mit den südlich anschließenden Regionen des Schichtstufenlandes aber im Hintergrund. Besonders zwischen der seit dem Paläozoikum mehrfach reaktivierten Otzberg-Störungszone und der Randstörung des Oberrheingrabens treten auch W–O-streichenden Sekundärstörungen auf.

Die Störungsmuster sind im kristallinen Grundgebirge des Odenwalds, soweit sie bisher kartiert werden konnten, offenbar ähnlich ausgerichtet wie im mesozoischen Deckgebirge, das in dieser Region überwiegend aus Buntsandstein und Muschelkalk besteht, in der Langenbrückener Senke jedoch bis in den Mitteljura erhalten ist. Die Schichtlagerung fällt dabei generell nach Süden und Südosten ein. Entlang der Rheingraben-Hauptverwerfung erscheint das Bruchschollenmosaik kleinteiliger als in größerer Entfernung davon. Der am stärksten abgesenkte Abschnitt liegt als kleinräumig zerblockte Langenbrückener Senke im Winkel zwischen Ubstadt–Walldürn-Störungszone und Grabenrand, hinter dem sich im Oberrheingraben eine von nur geringmächtigem Quartär bedeckte Randschollenzone anschließt. Auch der am stärksten angehobene Bereich, in dem heute der kristalline Odenwald aufgeschlossen ist, liegt unmittelbar neben der Oberrheingraben-Randverwerfung, weshalb das stärkste Schichteinfallen im Westen der Region entlang des Grabenrandes (um Heidelberg) ausgebildet ist und die Schichtlagerung nach Osten etwas flacher wird.

Nördliches Schichtstufenland

Südöstlich der Ubstadt-Walldürn-Störungszone und nördlich des Schwäbischen Lineaments schließt sich das Nördliche Schichtstufenland an, dessen Struktur im Deckgebirge von SW–NO- und NW–SO-streichenden Störungen und von flachen Mulden und Kuppeln in der Schichtlagerung geprägt wird. Die westliche Begrenzung dieser Zone wird südlich Ubstadt durch die Randbrüche des Oberrheingrabens gebildet. Da für die Einteilung nach tektonischen Regionen die alpidisch bis neotektonisch aktiven Strukturen ausschlaggebend sind, sind hier auch die Ausstrichgebiete des Grundgebirges im Schwarzwald in die Regionen des Schichtstufenlandes mit einbezogen. Im Osten stößt das Schwäbische Lineament auf die Impaktstruktur Nördlinger Ries, in der Deck- und Grundgebirge bis in Tiefen von mehreren Kilometern zerrüttet sind und dessen ringförmige Randbrüche alle älteren Strukturen überlagern.

Ein Vergleich der Schichtlagerungskarten zeigt einen deutlichen Einfluss von postvariskischen Strukturen (Rotliegend-Becken und -Schwellen) auf die heutige Schichtlagerung. Zwischen der Ubstadt–Walldürn-Störungszone und der Neckar-Jagst-Furche ist über dem permischen Kraichgau-Becken die Fränkische Senke in drei nur undeutlich gegeneinander abgegrenzten Teilmulden erkennbar, die als Kraichgau-, Stromberg- und Löwensteiner Mulde bekannt sind. Den Ostrand der Fränkischen Senke begleiten mehrere NW–SO-streichende Störungszonen. Weiter nordöstlich erscheint die Fortsetzung der Ubstadt–Walldürn-Störungszone in der Schichtlagerung als schmaler Thüngersheimer Sattel, an den sich nach Süden eine flache Einsenkung, die Bauland-Mulde, anschließt. Südlich davon und östlich der Fränkischen Senke hebt sich der Fränkische Schild über der aus Mächtigkeitsverteilungen des Mesozoikums bekannten Ries–Tauber–Schwelle heraus. Dabei lässt sich der Fränkische Schild nördlich und südlich der SW–NO-streichenden Hollenbacher Mulde nochmals in einen nördlichen Assamstädter und einen südlichen Schrozberger Schild untergliedern. Im Schrozberger Schild zeigt sich eine weitere, in der Schichtlagerung als schmale „Furche“ erscheinende Scherzone, die Fränkische Furche, die nach Westen unter spitzem Winkel auf die Neckar-Jagst-Furche zuläuft.

Zwischen der Neckar-Jagst-Furche und dem Schwäbischen Lineament hebt sich über der im Rotliegend wahrscheinlich weithin sedimentfreien Nordschwarzwald-Schwelle der Schwäbisch-Fränkische Sattel heraus, der von zahlreichen NW–SO-streichenden Quersprüngen weiter gegliedert wird. Im Schwäbisch-Fränkischen Sattel zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen der westlichen und der östlichen Hälfte. Östlich von Fils- und Remsmündung fallen die Schichten sehr schwach und generell nach Süden ein und werden dabei von den Störungen nur wenig beeinflusst. Westlich dieser Linie wendet sich das Schichtenfallen gegen Osten und wird durch grabenartige Vertikalbewegungen an den Quersprüngen stark modifiziert. Von Plochingen bis zur Hornisgrinde steigt dabei die Grundgebirgsoberfläche nach Westen um etwa 1000 m auf. Die größte Grabenstruktur in dieser Scholle ist der Fildergraben.

Südliches Schichtstufenland

Südlich des Schwäbischen Lineaments zeigt die Schichtlagerung einen stärkeren Einfluss des südlich angrenzenden Molassebeckens durch vorherrschend südöstliches und südliches Einfallen der Schichtenfolge. Die südliche Begrenzung der tektonischen Region Südliches Schichtstufenland stellt die Molasseflexur dar, an der sich das regionale Einfallen der Schichten, auf kurze Distanz von höchstens ca. 1° auf über 5° erhöht (kleinräumige stärkere Verstellungen nahe Störungen nicht mitgerechnet). Nach der Struktur des Deckgebirges zerfällt das Südliche Schichtstufenland in zwei Segmente. Westlich der etwa N–S-streichenden Lauchert-Mulde fällt ein im Norden von der Elztal- und Bebenhausen-Störungszone, im Süden von der Freiburg–Bonndorf–Bodensee-Störungszone etwa dreieckig begrenzter Schollenkomplex als Westabdachung des Zentralschwarzwaldes einheitlich gegen Ost-südosten ein (Kandel–Hohenzollern-Schollenfeld).

Nach der Verteilung der rezenten Erdbeben-Epizentren befindet sich am Ostrand dieses westlichen Segments eine mehrere Kilometer breite Störungszone im Grundgebirge, die als Albstadt-Scherzone bezeichnet wird. Der sinistrale Versatz dieser Zone äußert sich an der Oberfläche in fiederartig angelegten Dehnungsbrüchen (Hohenzollern-Graben, Achalm-Graben) und in einem leicht S-förmigen Versatz des Schwäbischen Lineaments (Illies, 1978, 1982; Reinecker & Schneider, 2002). Durchgehende Trennbrüche sind im höheren Deckgebirge nicht ausgebildet. Die Albstadt-Scherzone wird jedoch an ihrer östlichen Flanke von der Lauchert-Mulde begleitet, deren südlicher Abschnitt grabenartige Bruchstrukturen aufweist.

Östlich der Lauchert-Mulde wendet sich das generelle Schichtenfallen gegen Südosten auf das Molassebecken zu, wird jedoch durch eine dem Nördlichen Schichtstufenland ähnliche Gliederung in Kuppeln und Mulden überlagert. Auffälligste Struktur ist hier die annähernd runde Uracher Mulde im Gebiet der Mittleren Alb. Der Nordrand dieses Segments wird entlang der Hohenstaufen-Störungszone von einer lang ausgezogenen Struktur begleitet, der Albershäuser Kuppel. Diese ist durch die Filstal-Mulde, einem nordöstlichen Ausläufer der Uracher Mulde, teilweise vom südlich anschließenden Buttenhäuser Sattel abgetrennt, der weiter südwestlich auch die Uracher Mulde begrenzt. Östlich des Buttenhäuser Sattels zeigt sich eine weitere, breite Muldenstruktur im Gebiet der Ostalb, die Heidenheimer Mulde.

Im Osten des Südlichen Schichtstufenlandes liegen zwei Impaktkrater, in denen Deck- und Grundgebirge tiefgründig zerrüttet sind und die Tektonik von ringförmigen und radialen Strukturen geprägt ist. An der Landesgrenze und teilweise im Nördlichen Schichtstufenland liegt das Nördlinger Ries, etwa 30 km südwestlich davon das kleinere Steinheimer Becken. In tektonischer Hinsicht stellen sie Sonderstrukturen dar, deren Ausbildung nicht von endogenen Prozessen bestimmt wurde.

Oberrhein graben

Der Ostrand der tektonischen Region Oberrhein graben orientiert sich an der Verbreitung der Grabenrandbrüche, einschließlich der Vorbergzonen, und entspricht damit in seinem Verlauf weder exakt der topographisch definierten Oberrheinebene noch der Verbreitung der känozoischen Sedimente. Besonders am Schwarzwaldrand ist das Kristallin an einzelnen (rheinisch-streichenden) Grabenrandbrüchen nur wenig abgesenkt, weshalb deren Randschollen landschaftlich zum Schwarzwald, tektonisch aber bereits zum Grabenrand gehören (z. B. Hühnersedel-Scholle). Der Westrand des Oberrhein grabens sowie die Nord- und Südbegrenzung liegen außerhalb des Landesgebiets.

Der gerade gestreckte, SSW–NNO-streichende südliche und mittlere Abschnitt des Oberrhein grabens neben Schwarzwald und Kraichgau zeichnet sich durch ein komplexes Störungsmuster aus, dessen größter Teil von quartären und jüngeren tertiären Sedimenten verdeckt ist. Die dreidimensionale Modellierung des Grabeninneren anhand von reflexionsseismischen Profilen und Bohrergebnissen (GeORG-Projektteam, 2013) hat gezeigt, dass sich im tieferen Untergrund drei Störungssysteme überlagern.

Das offenbar jüngste davon, das auch für die lineare Gestalt des heutigen Oberrhein grabens in diesem Abschnitt verantwortlich sein dürfte, ist ein System aus steil einfallenden und sich nach oben Y-förmig aufspaltenden Scherzonen etwa unter der heutigen Rheinaue, die eine gerade durchziehende Struktur vom Sundgau bis in den Kraichgau bilden (Illfurth–Bruchsal-Störungszone). Ihr nördliches Ende stößt am Südrand der Langenbrückener Senke auf die Ubstadt–Walldürn-Störungszone im Deckgebirge der Grabenschulter. Entlang dieser Scherzone sprechen Anordnung und Geometrie der Störungsflächen für linksseitige Seitenbewegungen mit abschiebenden Anteilen.

Außerhalb dieser zentralen Scherzone liegen in ihrem Verlauf stärker gewölbte oder bogenförmige Abschiebungen, die am östlichen Grabenrand die Randschollenzone beherrschen. Sie dürften etwas älter als die zentrale Scherzone sein und den Beginn der Grabenbildung repräsentieren, wenngleich manche von ihnen später nochmals reaktiviert wurden. Hinzu kommen zahlreiche lokale Störungen, deren Orientierung nur schlecht in das tertiäre Spannungsfeld passt. Da ihr Streichen mit jungpaläozoischen Strukturen im Grundgebirge des Schwarzwalds und der Vogesen vergleichbar ist, handelt es sich wahrscheinlich um reaktivierte Grundgebirgsstrukturen, die im Tertiär nochmals bewegt wurden und so auch in den tertiären Sedimenten darüber neue Brüche hervorgerufen haben.

Südschwarzwald, Dinkelberg und Hegau

Das etwa dreieckige Gebiet zwischen Lörrach, Denzlingen und Konstanz ist durch seine strukturelle Gliederung sowohl gegen den Oberrhein graben als auch gegen das oberschwäbische Molassebecken und das Südliche Schichtstufenland deutlich abgesetzt. Es handelt sich um das am stärksten gehobene und verkippte Gebiet in Baden-Württemberg, in der das freigelegte Grundgebirge im Südschwarzwald die höchsten Erhebungen des ganzen Landes bildet (Feldberg 1493 m NHN, Herzogenhorn 1415 m NHN, Belchen 1414 m NHN). Das Deckgebirge ist daher im größten Teil dieser Zone bereits abgetragen, weshalb diese Zone meist nur im Klettgau und Hegau sowie am Randen, im Wutachgebiet und Dinkelberg auf Schichtlagerungskarten in Erscheinung tritt.

Die Region zwischen südlichem Oberrhein graben und Bodensee ist intensiv durch NW–SO- und SSW–NNO-streichende Brüche mit einem Höhenversatz zwischen wenigen Metern und annähernd 200 m gegliedert. Im Norden des Gebiets (Südschwarzwald–Randen–Hegau) treten dabei in der Freiburg–Bonndorf–Bodensee-Störungszone die NW–SO-, im Süden (Dinkelberg, Hochrhein, fortgesetzt im Tafeljura) die SSW–NNO-streichenden Elemente in den Vordergrund, ohne die jeweils anderen ganz zu verdrängen. Wegen des Höhenversatzes werden die Strukturen meist als tektonische Gräben und Horste dargestellt, doch zeigen Harnischflächen und Herdflächenlösungen rezenter Erdbeben rechtslaterale (NW–SO-) bzw. linkslaterale (SSW–NNO-Brüche) Bewegungen. Die vertikalen Sprunghöhen sind diesen Horizontalbewegungen offenbar nachgeordnet und möglicherweise sekundäre Ausgleichsbewegungen infolge der Aufwölbung und Verkipfung der Kruste zwischen Faltenjura und Oberrhein graben. Im Klettgau stellt die Siglistorf-Antiklinale, die aus dem Aargau nach Nordosten in den Untergrund von Hohentengen einstreicht, den Nordrand des Faltenjura dar.

Oberschwäbisches Molassebecken

Nordöstlich von Bodensee und Hegau zeigt sich in allen Schichtlagerungskarten das oberschwäbische Segment des Molassebeckens als Gebiet kontinuierlich nach Südosten einfallender Schichtgrenzen. Der südöstliche Rand gegen die Faltenmolasse liegt bereits außerhalb des Landesgebietes, ebenso der östliche Übergang in das auch faziell abweichende oberbayerische Segment des Molassebeckens. Im Allgäu zeigt sich die Nähe der Nordrandstörung der Faltenmolasse jedoch in der Schichtlagerung der Oberen Süßwassermolasse, die hier verkippt wurde und nach Norden einfallend ausstreicht („Aufgerichtete Molasse“). Der nordwestliche Rand der tektonischen Region Molassebecken wird etwa am heutigen Donaulauf durch die Molasseflexur (Albsüdrandflexur) bestimmt, an der das allgemeine Einfallen des Tafeldeckgebirges über kurze Distanz von weniger als 1° im Gebiet der Alb auf etwa 5° unter dem Molassebecken zunimmt. Der Nordrand der tektonischen Region deckt sich damit nicht genau mit dem nördlichen Rand des Sedimentbeckens, das im Miozän bis wenigstens an die Klifflinie auf das Gebiet des Südlichen Schichtstufenlandes (Flächenalb) übergriff.

Die wichtigsten tektonischen Bruchlinien dieser Zone sind NW- und NO-streichende Dehnungsbrüche, die sich im Querschnitt als teils nord-, teils südfallende Abschiebungen darstellen. Die Sprunghöhe erreicht selten mehr als 100 m. An diesen Störungen wurde das mesozoische Deckgebirge zusammen mit den älteren auflagernden Molassesedimenten versetzt, während die Störungen im Hangenden von jüngeren Sedimenten überdeckt werden. Die Störungen lassen sich dadurch im Süden in das Oligozän datieren und verjüngen sich nach Norden bis in das Miozän (Bachmann & Müller, 1992). Die Orientierung dieser Brüche schräg zur alpinen Einengung legt nahe, dass sie zunächst als Scherbrüche angelegt, dann aber in einer vorübergehenden Dehnungsphase als Abschiebung reaktiviert wurden (Laubscher, 1970).

Literatur

- Bachmann, G. H. & Müller, M. (1992). *Sedimentary and structural evolution of the German Molasse Basin*. – *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 85, S. 519–530.
- GeORG-Projektteam (2013a). *Geopotenziale des tieferen Untergrundes im Oberrheingraben, Fachlich-Technischer Abschlussbericht des Interreg-Projekts GeORG, Teil 1: Ziele und Ergebnisse des Projekts (Zusammenfassung)*. – – LGRB-Informationen, 28, S. 1–103.
- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg*. 5. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- Illies, J. H. (1978). *Neotektonik, geothermale Anomalie und Seismizität im Vorfeld der Alpen*. – *Oberrheinische Geologische Abhandlungen*, 27, S. 47–78.
- Illies, J. H. (1982). *Der Hohenzollerngraben und Intraplatten-Seismizität infolge Vergitterung lamellärer Scherung mit einer Riftstruktur*. – *Oberrheinische Geologische Abhandlungen*, 31, S. 47–78.
- Laubscher, H. P. (1970). *Grundsätzliches zur Tektonik des Rheingrabens*. – Illies, J. H. & Mueller, S. (Hrsg.). *Graben Problems*, S. 79–87, Stuttgart (Schweizerbart).
- Reinecker, J. & Schneider, G. (2002). *Zur Neotektonik der Zollernalb: Der Hohenzollerngraben und die Albstadt-Erbeben*. – *Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins*, N.F. 84, S. 391–417.

Quell-URL (zuletzt geändert am 16.07.19 - 09:55): <https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/geologie/tektonik-schichtlagerung/tektonische-regionen>