

Die Entwicklung des rheingrabennahen Grundgebirges am Beispiel des Schwarzwaldes

Saskia Frenz, Julia Hofmann, Fiona Kulzer

1. Einführung

Die deutschen Mittelgebirge, zu denen der Schwarzwald gehört, entstanden während der variskischen Gebirgsbildung. Die variskische Orogenese dauerte vom frühen Devon bis Ende des Perms an (MURAWSKI 2004). Die Faltengebirge bildeten sich im Zuge der Plattenkonvergenz von Laurussia und Gondwana, die zur Entstehung von Pangäa führte.

2. Grundgebirge

Die Varisziden wurden von KOSSMAT (1927) in unterschiedliche Zonen eingeteilt (Abb.1), deren Grenzen tektonischer Art sind.

Die nördlichste Zone ist die Rhenoharzynische Zone. Südlich schließt sich die Nördliche Phyllitzone, die Mitteldeutsche Kristallinschwelle, das Saxothuringikum und das Moldanubikum an. Der Grad der metamorphen Überprägung nimmt von Norden nach Süden hin zu. In der Moldanubischen Zone wurden die Gesteine mehrfach metamorph überprägt. (ROTHER 2005)

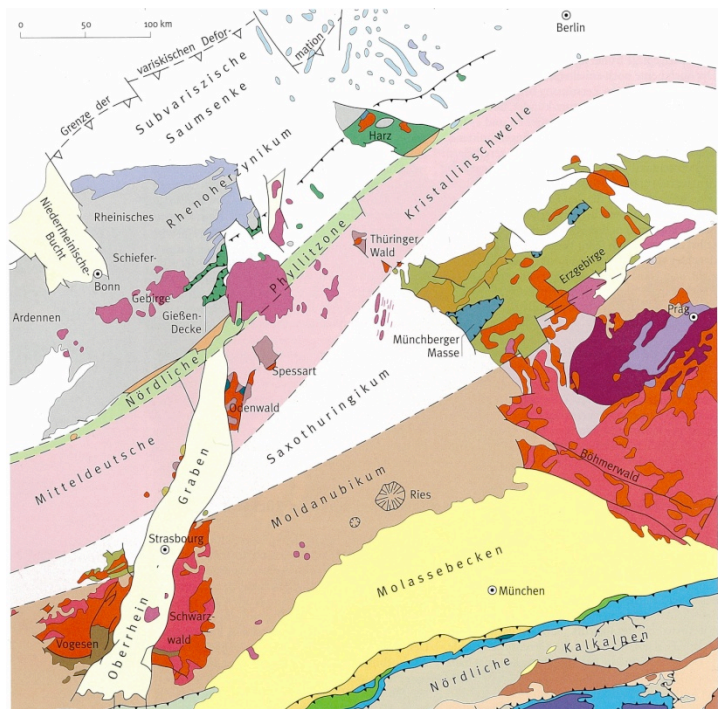


Abb.1: Kossmat'sche Zonen (ROTHER 2005)

Der Schwarzwald liegt im Westen Baden-Württembergs und bildet den nordöstlichen Rand des Oberrheingrabens. Größtenteils liegt das Mittelgebirge in der Moldanubischen Zone, nur der nördlichste Teil wird dem Saxothuringikum zugeordnet (HENNINGSEN 2006). Im Moldanubikum unterlagen die Gesteine mehreren variskischen und prävariskischen Metamorphosen. In der Saxothuringischen Zone unterlagen die Gesteine ebenfalls einer Metamorphose, aber nur gebietsweise einer prävariskischen. Die

paläozoischen Sedimente stammen überwiegend aus einem Tiefwassermilieu. (HENNINGSEN 2006) Während des Devons und Karbons fand die Hauptmetamorphose statt, die die älteren Gesteine meist überprägt hat. Sie wurden gefolgt von aufsteigenden granitischen Tiefengesteinen, die nicht überprägt wurden.

Der Schwarzwald, dessen geologisches Gegenstück auf französischer Seite die Vogesen

darstellen, wird von Nord nach Süd in vier Zonen unterteilt (Abb. 2, KALT 2000).

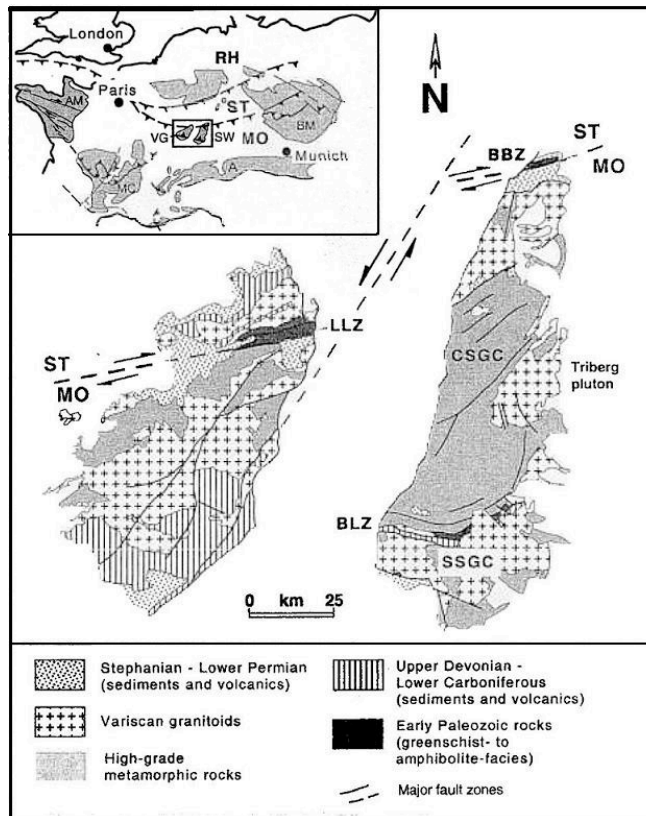


Abb.2: Geolog. Karte von Schwarzwald und Vogesen (KALT et al. 2000)

BBZ: Baden-Baden Zone
BLZ: Badenweiler-Lenzkirch Zone
CSGC: Zentralschwarzwälder Gneis Komplex
MO: Moldanubikum
RH: Rhenoheryzynikum
SSGC: Südschwarzwälder Gneis Komplex
ST: Saxothuringikum
SW: Schwarzwald
VG: Vogesen

2.1. Baden-Baden-Zone

Die nördlichste Zone des Schwarzwaldes

ist die Baden-Baden-Zone (BBZ). Das Grundgebirge besteht aus Gneisen und Amphiboliten, die bei Hochtemperatur-Niedrigdruck Bedingungen (730-780°, 0.4-0,45 GPa, KALT 1995) entstanden, sowie Granat- und Kyanitführende Schiefer und Quarzite, die bei 630-670° und 0,9 GPa (WICKERT et al 1990) entstanden. Die Schiefer wurden auf 334-331 Ma (ALThERR, unpubl. Daten) datiert. Sie wurden im frühen Karbon von einem Biotit-Hornblende-Granit intrudiert. Außerdem kommen Metasedimente und Grünschiefer vor, die bei unterschiedlichen Wassertiefen während des Oberkambrium bis Unterordovizium sedimentiert wurden und die einer Metamorphose bei 450° und 0,2 GPa unterlagen (WICKERT 1990). Diese Schichten werden überdeckt von permokarbonischen, undeformierten Sedimenten und Vulkaniten (E. SITTIG 1974, 1983; FRÖHLER u. LEBEDE 1994; HESS et al 1983).

2.2. Zentralschwarzwälder Gneis-Komplex

Die Schichten der BBZ fallen steil unter den südlich gelegenen Zentralschwarzwälder Gneis-

Komplex (CSGC= Central Schwarzwald Gneiss Complex) ein (HENNINGSEN 2006). Die Gesteine dieses Komplexes können in drei Einheiten, die durch mylonitische Scherzonen abgegrenzt sind, unterschieden werden. Die Gesteine sind überwiegend metapsammitische Gneise, die einer hochtemperatur-niedrigdruck Metamorphose (730-780° und 0,4-0,45 GPa, KALT et al 1994, KALT 1995) unterlagen. Die Gneise wurden auf 330 Ma (KALT et al 1994, LIPPOLT et al 1994) datiert. Die oberste Einheit besteht aus metapsammitischen bis metapelitischen Gneisen und Migmatiten. Sie enthalten Gesteinskörper aus Eklogit, Spinell-Peridotit, Granat-Spinell-Peridotit und Granat-Pyroxenit. Die Gesteine im Liegenden zeigen ein älteres Metamorphosestadium bei mittleren Temperatur- und Druckbedingungen. Die dritte Einheit repräsentiert ein tieferes Krustenniveau mit Gneisen der Granulitfazies. Es ist noch unklar, in welchem stratigraphischen Verhältnis sie zu den anderen beiden Einheiten steht. Die Metamorphite des CSGC wurden von vielen Graniten intrudiert. Es handelt sich dabei um Zweiglimmer- und Einglimmer-Granite des S-Typs (KALT 2000). Die Intrusionen wurden auf ca. 320 Ma datiert (HESS et al 2000). Die Biotitgranite, z.B. der Oberkirchgranit, sind älter als die Zweiglimmergranite.

2.3. Badenweiler-Lenzkirch Zone

Den Übergang zum Südschwarzwälder-Gneis-Komplex bildet die Badenweiler-Lenzkirch-Zone (BLZ), welche als Überschiebungs- und Störungszone dargestellt wird. Diese Zone ist durch SE-vergente Überschiebungen und dextrale Scherzonen tektonischer Bruchstücke von nichtmetamorphen bis hochmetamorphen paläozoischen Gesteinen des CSGC entstanden. Im südlichsten Teil liegt ein heterogener Komplex mit Biotit- und Biotit-Hornblende-Gneisen, leucograden Gneisen, Amphiboliten und porphyroklastischen Metagraniten vor. An der südlichen Grenze vom CSGC zeigt die BLZ eine duktile Deformation mit mylonitischer Foliation, die nach Nordwesten einfällt. Im nördlichen Teil der BLZ können verschiedene Blattüberschiebungen anhand ihrer Lithologien und ihrem metamorphen Grad unterschieden werden. Der metamorphe Grad der Ursprungsgesteine ist invers und nimmt nach Süden diskontinuierlich ab (ALTHERR & MAASS, 1977; WERLING & ALTHERR, 1987; WIMMENAUER & SCHREINER, 1990).

Dementsprechend haben die Gesteine am Deformationsursprung Bedingungen einer niedrigen Amphibolit-Fazies sowie die südlich angrenzenden Gesteine einer niedrigen Grünschiefer-Fazies erfahren. Im südlichen Teil der BLZ sind foliierte Metakonglomerate mit Kieseln ursprünglich klastischer Sedimente und Arc-Typ Vulkanite sowie niedriggradig metamorphe Siltsteine und Grauwacken vertreten. Mit Entfernung des Metamorphosezentrums Richtung

Süden treten nicht-metamorphe Sedimente und vulkanische Gesteine des oberen Devons bis unteren Karbons auf, die allenfalls eine kataklastische Deformation erfahren haben. Dieses Gebiet repräsentiert ein syn-orogenes Flyschbecken des Unterkarbons mit Olistostromen aus Bogen-Relikten und devonischen Nertic-Sedimenten (KROHE & EISBACHER, 1988; ECHTLER & ALTHERR, 1993). Der nördliche, metamorphe Teil der BLZ mit Foliationstexturen ist auf sedimentäre Vorläufer, die im mittleren bis oberen Silur abgelagert wurden, zurückzuführen (MONTENARI & MAASS, 1996). Die beiden Randgebiete begrenzen den zentralen Abschnitt der BLZ, der aus Bruchstücken von deformierten Graniten besteht.

2.4. Südschwarzwälder Gneis Komplex

Südlich der BLZ schließt sich der Granit dominierende Südschwarzwälder Gneis Komplex (SSGC = engl. Southern Schwarzwald Gneiss Complex) an. Die Granite können anhand ihrer Zusammensetzung in zwei verschiedene Gruppen unterteilt werden. Im Gegensatz zu den metaluminosen bis geringfügig peraluminosen Biotit-Granite stehen die peraluminosen Zweiglimmer-Granite, die hydrothermal alteriert sind (WENDT et al., 1970; MURAD, 1974; HOEFS & EMMERMANN, 1983). Insgesamt ereignete sich der granitische Plutonismus im südlichen Schwarzwald zeitgleich oder nach den akkretionären Prozessen, die in der BLZ dokumentiert sind (EMMERMANN, 1977; WERLING & ALTHERR, 1987; KROHE & EISBACHER, 1988).

Der SSGC beinhaltet neben den erwähnten charakteristischen Graniten den Wehra-Wiesetal Komplex, der vom Wehra-Wiesetal-Diatexit und dem Gneis-Leptinit-Verband aufgebaut wird. Der Wehra-Wiesetal Komplex besitzt eine Überschiebungsdeckenstruktur, die aufgrund der Aufschiebung des Wehra-Wiesetal-Diatexits über den Gneis-Leptinit-Verband gebildet wurde. Dieser Prozess kann durch die Tatsache, dass der Wehra-Wiesetal-Diatexit, jedoch nicht der Gneis-Leptinit-Verband, durch granitische und aplitische Dikes geschnitten wird, bewiesen werden (HAMM & SAWATZKI, 2000). Die U-Pb und Pb Zirkondatierung ergibt ein Alter von 347-349 Ma für anatektische Gneise sowie 341-344 Ma für granitische Dikes (CHEN et al., 1999). Der Wehra-Wiesetal Diatexit wird aus granitisiertem Biotit- (Hornblende-) Gneis mit Linsen von Amphibolit, Metagabbro und Meta-Anorthosit aufgebaut.

Es ist allerdings noch unklar, ob der SSGC und der CSGC vor der variskischen Orogenese eine gleiche Entwicklung erfuhren (STENGER et al., 1989).

Innerhalb des Leptinit-Gneis-Komplexes treten Gesteine mit vielfältigen Einheiten ohne Hochdruck-Relikte und eine Gneis-Einheit mit Überresten der Granulit-Fazies auf. Die Granulite werden hauptsächlich durch eine saure bis intermediäre Zusammensetzung charakterisiert und enthalten Relikte von Spinel Peridotit und Granat-Spinel Peridotit. Gleichgewichtsbedingungen für die Granulit-Fazies der SSGC betragen 1000-1050°C / 1,3-1,7 GPa (KALT et al., 1999b) und ähneln somit sehr denen der CSGC.

Entlang eines diskontinuierlichen Gürtels mit einer Länge von etwa 23 km sind Überreste einer geschichteten Intrusion im Wiesetal-Wehratal Gebiet erhalten (SEBERT & WIMMENAUER, 1992). Darin sind Dezimeter bis 100 m große Xenolithe vorzufinden, die aus Metabasiten bestehen. Die ausgeprägte Schichtungszusammensetzung bleibt während der Entstehung von magmatischen Kumulaten erhalten. Es liegt eine Foliation im Gestein parallel zur Schichtung vor und primäre magmatische Minerale werden teilweise durch Corona-Texturen und Amphibole ersetzt. Das Zirkonalter von 349-350 Ma aus anorthositischen Kumulaten und Amphiboliten wird als Alter des Basismagmatismus während des „finalen Stadiums der Plattenkonvergenz“ interpretiert (CHEN et al., 1999).

Literaturverzeichnis

Altherr, R.; Maass, R. 1977. *Metamorphite am Südrand der Zentralschwarzwälder Gneisanatexitmasse zwischen Gschwend und Bernau*. N Jb Geol Paläont Abh 154: 129-154

Altherr, R. unpubl.

Chen, F; Hegner, E; Hann, HP; Todt, W. 1999. *Zircon age constraints on nappe emplacement and Variscan plate convergence in the Moldanubian Zone of the Black Forest*. Terra Nostra 99/1: 67-68

Echtler, HP; Altherr, R. 1993. *Variscan crustal evolution in the Vosges Mountains and in the Schwarzwald: Guide to the excursion of the Swiss Geological Society and the Swiss Society of Mineralogy and Petrology (3-5 October, 1992)*. Schweiz Mineral Petrogr Mitt 73: 113-128

Emmermann, R. 1977. *A petrogenetic model for the origin and evolution of the Hercynian granite series of the Schwarzwald*. N Jb Miner Abh 128: 219-253

Fröhler, M. ; Lebede, S. *Das vulkanosedimentäre Permokarbon südwestlich von Baden-Baden, Nordschwarzwald*. Ber Naturf Ges Freiburg I Br 82/83: 47-77. 1994

Hamm, HP; Sawatzki, G. 2000. *Neue Daten zur Tektonik des Südschwarzwald – Ergebnisse systematischer Ar-Ar und U-Pb-Untersuchungen an Hornblende, Biotit, Pyroxen, Zirkon, Titanit und Apatit*. Ber Deutsch Mineral Ges, Beih 1 z Eur J Mineral 8: 95

Henningsen, D.; Katzung, G. *Einführung in die Geologie Deutschlands*. Elsevier, München, 2006. 234 Seiten

Hess, J.C.; Backfisch, S.; Lippolt H.J. *Konkordantes Sanidin- und diskordante Biotitalter eines Karbontuffs der Baden-Badener Senke, Nordschwarzwald*. N Jb Geol Paläont Mh 1983: 277-292.

Hess, J.C.; Hanel, M.; Arnold, M.; Gaiser, A.; Prowatke, S.; Stadler, S.; Kober, B. *Variscan magmatism at the northern margin of the Moldanubian Vosges and Schwarzwald I. Ages of intrusion and cooling history*. Ber Deutsch Mineral Ges, Beih 1 z Eur J Mineral 12: in press 2000.

- Hoefs, J; Emmermann, R. 1983. *The Oxygen isotope composition of Hercynian granites and pre-Hercynian gneisses from the Schwarzwald, SW Germany*. Contrib Mineral Petrol 83: 320-329
- Kalt, A.; Grauert B.; Baumann A. *Rb-Sr and U-Pb isotope studies on migmatites from the Schwarzwald (Germany): constraints on isotopic resetting during Variscan high-temperature metamorphism*. J Metam Geol 12:667-680. 1994.
- Kalt, A. *Petrologie cordieritführender Metapelite des Bayerischen Waldes und des Schwarzwaldes*. Terra Nostra 95/8: 108. 1995
- Kalt, A; Hanel, M; Marschall, H. 1999b. *Petrology of granulites from the Southern Schwarzwald (Variscan belt, Germany)*. Ber Deutsch Mineral Ges, Beih 1 z Eur J Mineral 11: 117
- Kalt, A., R. Altherr, und M. Hanel. „*The variscan basement of the Schwarzwald*.“ Berichte der deutschen mineralogischen Gesellschaft Nr. 2: S. 1-43. Schweizerbert'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 2000.
- Kossmat, F. „*Gliederung des varistischen Gebirgsbaues*“. Abh Sächs Geol Landesamt 1. 1927: 1-39.
- Krohe, A; Eisbacher, GH. 1988. *Oblique crustal detachment in the Variscan Schwarzwald, southwestern Germany*. Geol Rundsch 77: 25-43
- Lippolt, H. J.; Hradetzky, H.; Hautmann, S. *K-Ar dating of amphibole-bearing rocks in the Schwarzwald, SW Germany: I. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age constraints to Hercynian HT-metamorphism*. N Jb Miner Mh 1994/10: 433-448. 1994.
- Montenari, M; Maass, R. 1996. *Die Metamorphen Schiefer der Badenweiler-Lenzkirch-Zone/Südschwarzwald – Paläontologische Alterstellung (Acritarchen und Chitinozoen) und Tektonik*. Ber Naturf Ges Freiburg i Br 84/85: 33-79
- Murad, E. 1974. *Hydrothermal alteration of granitic rocks and its possible bearing on the genesis of mineral deposits in the Southern Black Forest*. Econ Geol 69: 532-544
- Murawski, H., Meyer, W. *Geologisches Wörterbuch*. S.241-243 Tabelle 3. Elsevier GmbH, Spektrum Akademischer Verlag, München, 2004.
- Rothe, P. *Die Geologie Deutschlands. 48 Landschaften im Portrait*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 2005. 240 Seiten
- Sebert, M; Wimmenauer, W. 1992. *Metagabbros and meta-anorthosites in the Southern Black Forest*. Jh Geol Landesamt Baden-Württemberg 34: 193-212
- Sitting, E. *Eine Geröllbestandsaufnahme im grobklastischen Oberrotliegenden der Senke von Baden-Baden*. Oberrhein geol Abh 32: 45-68. 1983.
- Sitting, E. *Die Schichtenfolge des Rotliegenden der Senke von Baden-Baden (Nordschwarzwald)*. Oberrhein geol Abh 23: 31-41. 1974.
- Stenger, R; Baatz, K; Klein, H; Wimmenauer, W. 1989. *Metamorphic evolution of the pre-Hercynian basement of the Schwarzwald (Federal Republic of Germany)*. Tectonophysics 157: 117-121
- Wendt, I; Lenz, H; Harre, W; Schoell, M. 1970. *Total rock and mineral ages of granites from Southern Schwarzwald, Germany*. Eclogae geol Helv 63: 365-370
- Werling, E; Altherr. 1987. *The southern border of the gneiss mass of the central Black Forest: an inverse metamorphic profile interpreted as Variscan back-thrust*. Terra Cognite Abstr 7: 173
- Wickert, F.; Altherr, R.; Deutsch, M. *Polyphase Variscan tectonics and metamorphism along a segment of the Saxothuringian-Moldanubian boundary: The Baden-Baden Zone, northern Schwarzwald (F.R.G.)*. Geol Rundsch 79: 627-647. 1990.
- Wimmenauer, W; Schreiner, A. 1990. *Geologische Karte 1 : 25 000 von Baden-Württemberg*. Erläuterungen zu Blatt 8114 Feldberg, 140 p