

Ein Längsprofil durch den Harz auf der Basis von b0-Parameter und Illitkristallinität

THOMAS REDTMANN¹ & CARL-HEINZ FRIEDEL²

¹Institut für Geowissenschaften, Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg, Von-Seckendorff-Platz 3, 06120 Halle/S., redt82@googlemail.com

²Karl-Marx-Str. 56, 04158 Leipzig, chfriedel@gmx.de

Die variszische spätorogene Versenkung verursachte im größten Teil des Harzes (östliches Rhe-noherzynikum) anchizonale Metamorphosebedingungen. Nach der Illitkristallinität (IC) und den Inkohlungsdaten nimmt die niedriggradige Metamorphose im Harz generell nach NW ab, aber quer zum variszischen Streichen von SW nach NE zu (Friedel et al. 1995). Im Gegensatz zu den thermischen Bedingungen (Inkohlung, IC) sind außerhalb der Nördlichen Phyllitzzone (Wippraer Zone) Angaben über die erreichten Metamorphosedrücke aus dem Harz bisher kaum verfügbar. Daher wurde versucht, mit Hilfe eines semiquantitativen Muskovit-Geobarometers, das auf dem d(060)-Gitterabstand von Hellglimmer basiert (b0-Parameter, z.B. Guidotti & Sassi 1986, Kisch et al. 2006), Hinweise auf die maximale Versenkungstiefe auch des anchizonalen Teils des Harzes zu erhalten (Redtmann & Friedel 2009). Die Daten entstanden im Ergebnis eines einjährigen Praktikums von Th. Redtmann am Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt.

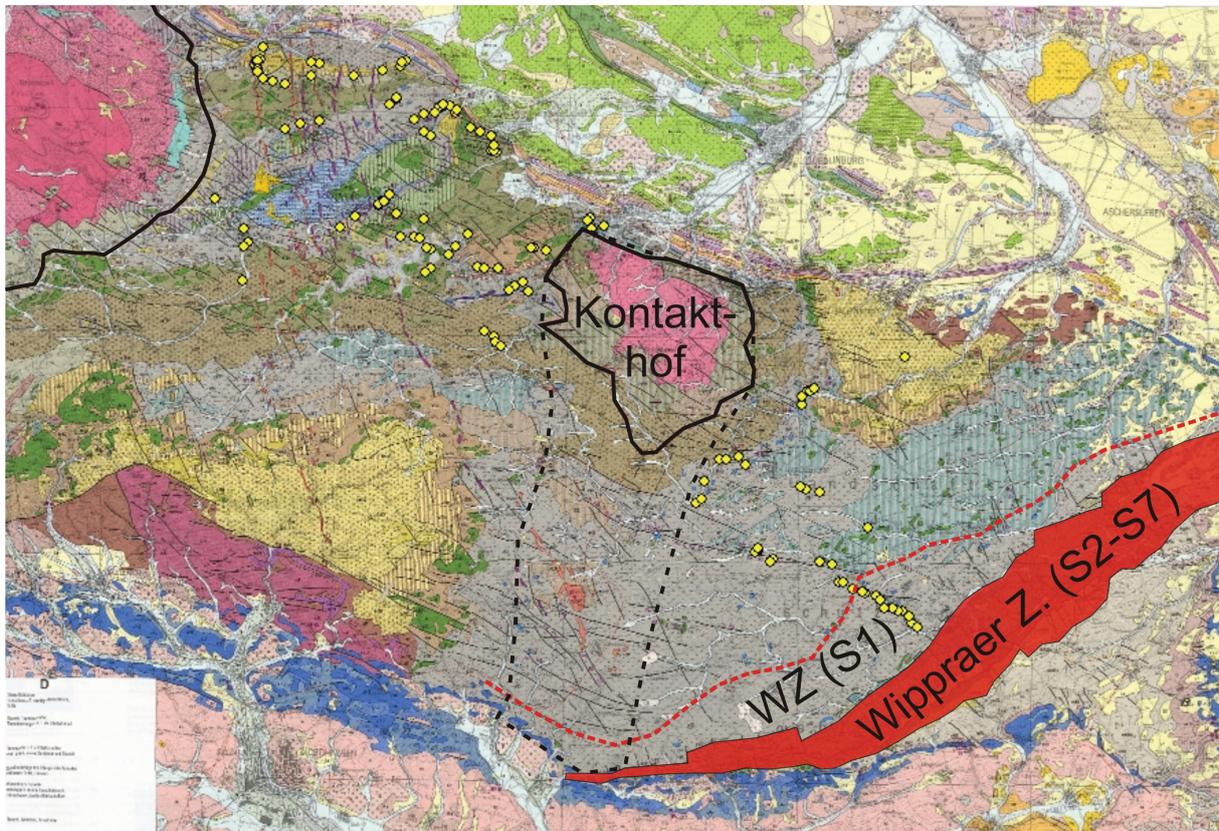


Abb. 1: Lokationen der Proben für die IC- und b0-Messungen (Ausschnitt aus der Geologischen Karte Harz, 1:100000, 1998 (GK Harz)). Die Probenahme erfolgte außerhalb der Kontakthöfe der Granite. Die rote gestrichelte Linie in der GK Harz zeigt die vermeintliche NW-Grenze der Regionalmetamorphose, sie repräsentiert aber lediglich den Übergang von epizonaler zur anchizonaler Regionalmetamorphose. Wippraer Zone (WZ) S1, S2-S7: Serien 1 bis 7.

Entlang einer SE-NW-gerichteten Traverse, die vom NW-Rand der epizonalen Wippraer Zone (Serie 1) bis zum anchizonalen nördlichen Mittelharz reicht, wurde an ca. 100 Tonschieferproben (Dickschliffe) der b_0 -Parameter bestimmt (Abb. 1). Zusätzlich wurden die Illitkristallinität (CIS-standardisiert, Warr & Rice 1994), der Gesteinschemismus und die mineralogische Zusammensetzung der Proben ermittelt, um alle wesentlichen Faktoren, die den Chemismus und die Gitterparameter der Illite bzw. Hellglimmer beeinflussen können, in die Interpretation der Messergebnisse einzubeziehen (s. Redtmann & Friedel 2009). Zusammen mit älteren Daten liegen damit aus dem Harz b_0 -Daten von über 150 Proben vor.

Ergebnisse

Illitkristallinität (IC): Die IC-Werte korrelieren nicht mit der Stratigraphie, sondern zeigen über das gesamte Profil überwiegend Metamorphosebedingungen der oberen Anchizone an (Abb. 2). Lediglich im Bereich der nördlichen Blankenburger Zone und im Nordrandkum fallen die IC-Werte auf das Niveau der unteren Anchizone ab (Abb. 2a, b). Im SE-Teil der Harzgeröder Zone ist anhand der IC-Daten von SE nach NW ein allmählicher Übergang von epizonaler zu anchizonaler Metamorphose vorhanden. Das spiegelt sich in der Abnahme der Phyllitisierung wider und entspricht der abnehmenden, aber nicht ausklingenden Regionalmetamorphose NW-lich der Serie 1 der Wippraer Zone (Abb. 2d).

b_0 -Parameter: Die gemittelten b_0 -Werte einzelner lithologischer und struktureller Einheiten des Harzes schwanken zwischen 9,0016 Å (Unterkarbon, Elbingeröder Komplex) und 9,0264 Å (Mitteldevon, südliche Blankenburger Zone), s. Abb. 3. Die b_0 -Daten wurden überwiegend an Proben aus der höheren Anchizone bis Epizone erhoben, so dass sie sich mit den Ergebnissen aus Einheiten vergleichen lassen, die als Referenzgebiete für diese Methode gelten (Sassi & Scolari 1974). Danach zeigen die Summenkurven der b_0 -Werte für die untersuchten Bereiche des Harzes mittlere Druckbedingungen an (Abb. 4, unterer Bereich der Mitteldruckfazies).

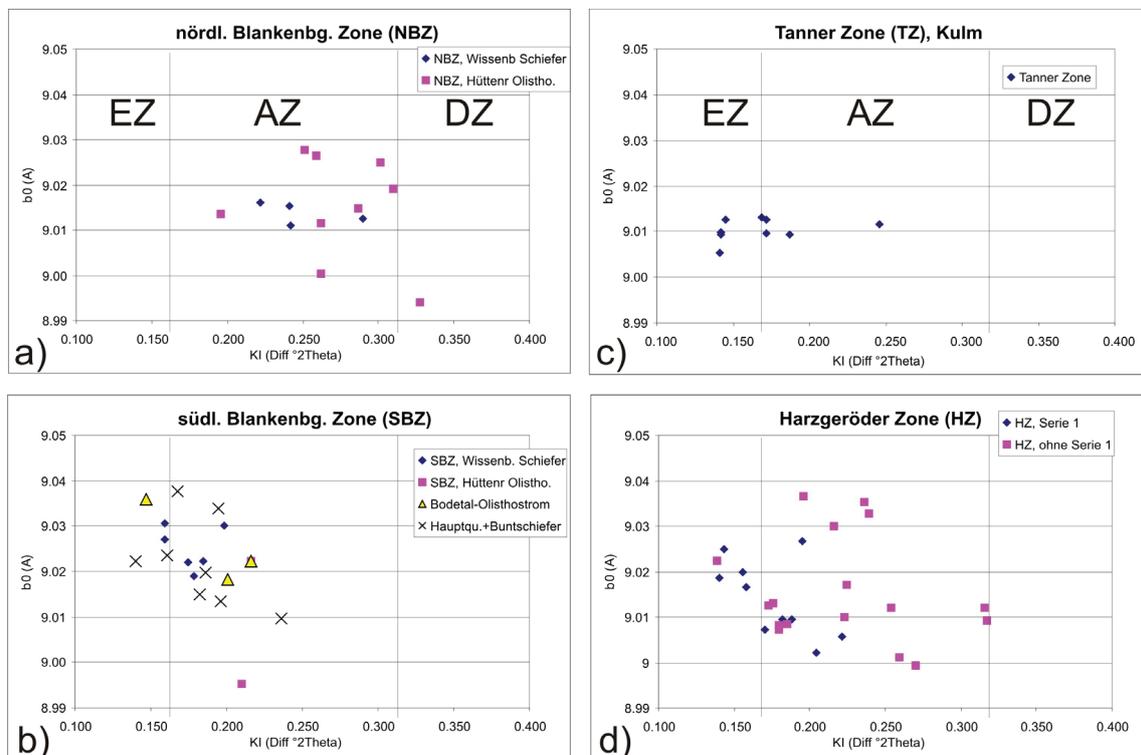


Abb. 2: Illitkristallinität (Kübler-Index, CIS-standardisiert) und b_0 -Werte einzelner struktureller Einheiten des östlichen Unter- und Mittelharzes. EZ, AZ, DZ: Epizone, Anchizone, Diagenesezone.

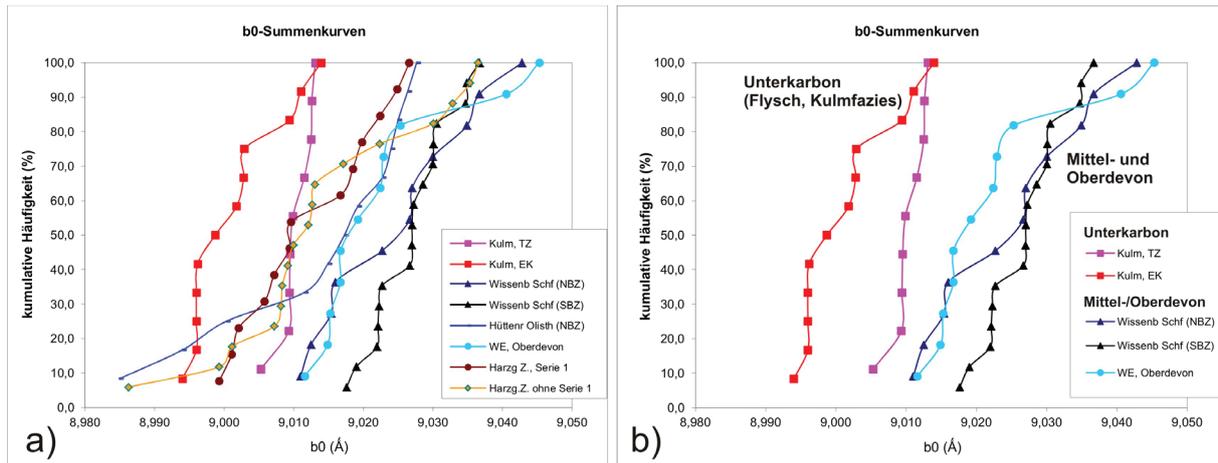


Abb. 3: a) Ergebnisse der b₀-Messungen (Summenkurven) bezogen auf einzelne strukturelle Einheiten des Harzes. b) Vergleich der b₀-Werte im Flysch des Unterkarbons (Tanner Zone und Elbingeröder Komplex) und in devonischen Beckensedimenten der nördlichen und südlichen Blankenburger Zone. Legende: NBZ und SBZ: nördliche bzw. südliche Blankenburger Zone (Wissenbacher Schiefer, Mitteldevon, Hüttenröder Olisthostrom, Unterkarbon), EK: Elbingeröder Komplex, WE: Wernigeröder Einheit, TZ: Tanner Zone, Harzg. Z.: Harzgeröder Zone (nur Serie 1, ohne Serie 1 der Wippraer Zone).

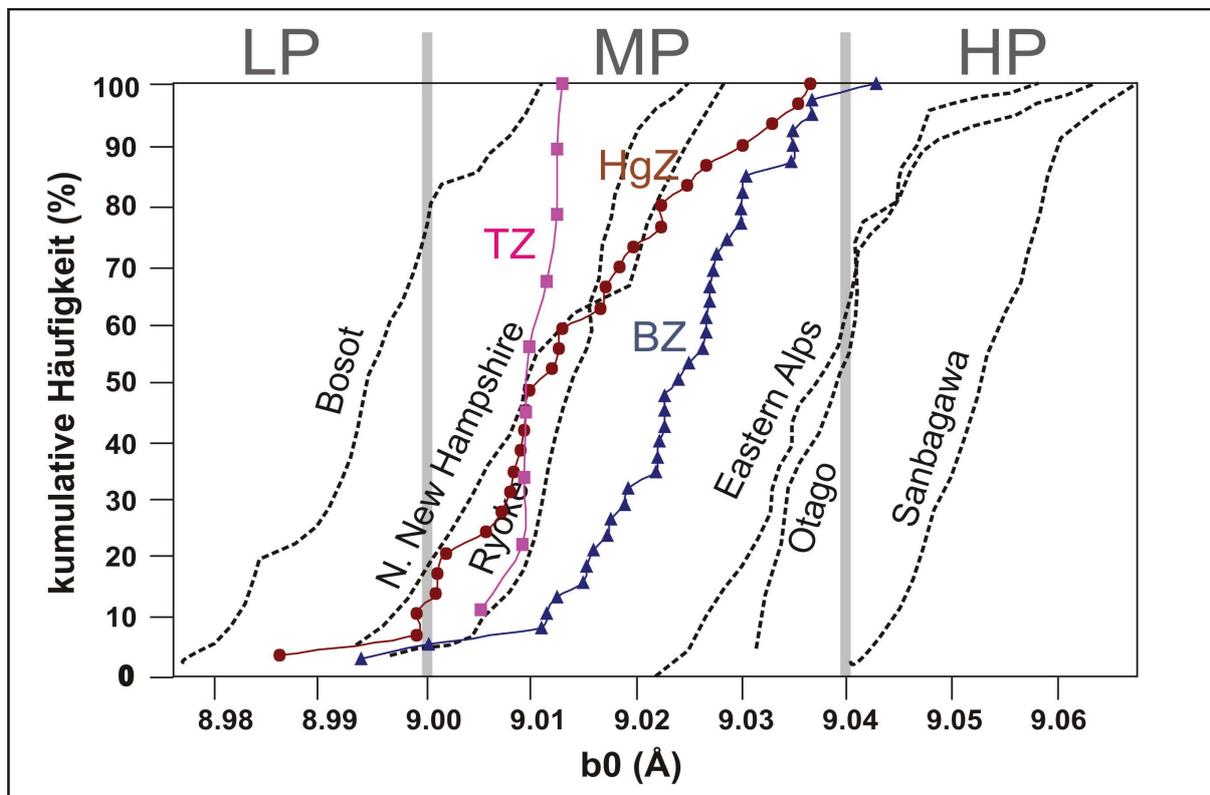


Abb. 4: Kurven kumulativer Häufigkeit der b₀-Daten für drei Einheiten des Harzes (TZ: Tanner Zone, HgZ: Harzgeröder Zone, BZ: Blankenburger Zone) im Vergleich mit Kurven aus anderen metamorphen Einheiten (Sassi & Scolari 1974). Unterscheidung in Bereiche niedriger (LP), mittlerer (MP) und hoher Druckbedingungen (HP) nach Guidotti & Sassi (1986).

Die b_0 -Werte zeigen aber auch Variationen, die an bestimmte Lithologien gebunden sind. Devonische Tonschiefer liefern in der Regel höhere b_0 -Werte als Tonschiefer des unterkarbonischen Flyschs (Abb. 3b und 5). Im Vergleich zwischen den b_0 -Werten und dem Gesteinschemismus besteht insgesamt zwar nur eine geringe Korrelation, aber insbesondere zwischen dem Flysch und dem mitteldevonischen Wissenbacher Schiefer wirken sich die Unterschiede in den $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ - und MgO/FeO -Verhältnissen des Gesamtgesteins auf die b_0 -Werte aus, da mit höheren SiO_2 - und MgO -Gehalten, bei vorherrschender Tschermak-Substitution, ein Anstieg der b_0 -Werte verbunden ist (Abb. 5). Die breite Streuung der b_0 -Werte bei den olisthostromalen Einheiten (z.B. Harzgeröder Zone) könnte demgegenüber durch die größere lithologische/lithochemische Vielfalt hervorgerufen sein.

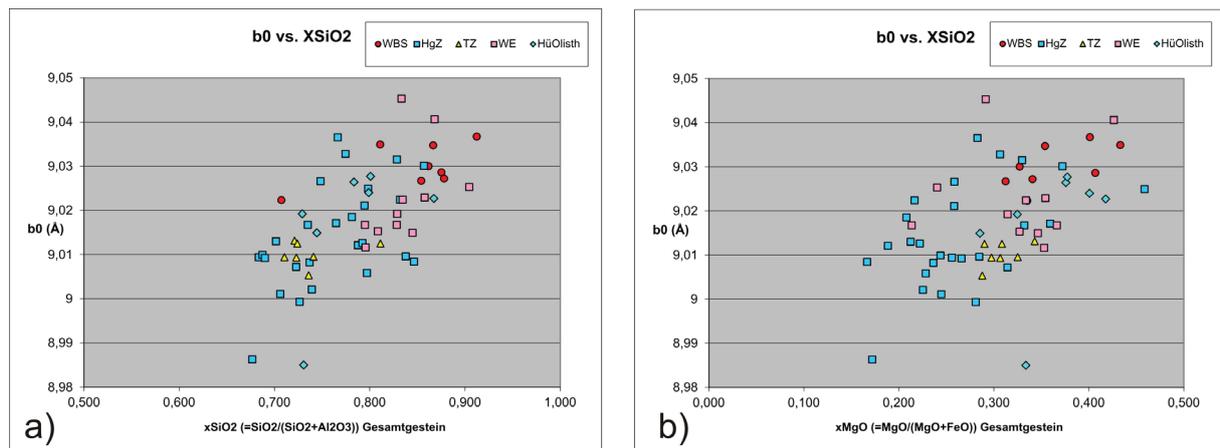


Abb. 5: Vergleich zwischen den b_0 -Werten und den $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ - und MgO/FeO -Verhältnissen des Gesamtgesteins. Mit steigendem SiO_2 - und MgO -Gehalten nehmen auch die b_0 -Werte etwas zu.

Schlußfolgerungen

NW-lich der Wippraer Zone endet nicht die Regionalmetamorphose im Harz, es vermindert sich lediglich der Grad der Metamorphose von der Epizone zur höheren Anchizone (s. auch Siedel & Theye 1993, Friedel et al. 1995). Die allmähliche Abnahme im Metamorphosegrad am NW-Rand der Wippraer Zone könnte ein thermischer Effekt der Auflagerung durch die wärmere Wippraer Zone und Mitteldeutsche Kristallinzone im Fußbereich der Überschiebung sein. Die untersuchten Struktureinheiten des Harzes zeigen sowohl bei der Illitkristallinität als auch beim b_0 -Parameter keine größeren Unterschiede, so dass mit relativ ähnlichen PT-Bedingungen zu rechnen ist (Abb. 2 und 6). Allerdings spiegeln sich in den b_0 -Daten auch Einflüsse anderer Faktoren, insbesondere der Gesteinschemismus, wider.

Eine Korrelation zwischen Illitkristallinität und b_0 -Parameter besteht nicht (Abb. 2). Das lässt darauf schließen, dass die Peakmetamorphose relativ spät, also erst zum Ende der Stapelung erreicht wurde.

Die Summenkurven der b_0 -Werte liegen im unteren Bereich der Mitteldruckfazies. Quantitative Aussagen über die maximalen Drücke können mit diesem Muskovit-Geobarometer allein allerdings nicht getroffen werden, zumal für die b_0 -Summenwerte uneinheitliche Referenzdrücke angegeben werden. Bei Temperaturen von 250-300°C (obere Anchizone) würden sich bei Verwendung der Angaben von Guidotti & Sassi (1986) aus den gemittelten b_0 -Werten der Tanner Zone (TZ: 9.010 Å, n=9), der Harzgeröder Zone (HgZ: 9,0137 Å, n=29) und der Blankenburger Zone (9,0137 Å, n=38) Drücke von 2 bis 3 kbar ableiten lassen. Die Drücke dürften hier noch etwas höher liegen (bis ca. 5 kbar), darauf weisen die Ergebnisse der PT-Berechnungen in Metavulkaniten des Mittelharzes (Theye & Friedel, diese Heft). Aus der entsprechenden

maximalen Versenkungstiefe von ca. 10 bis 18 km (ca. 3 bis 5 kbar) ergibt sich ein geothermischer Gradient deutlich unter 30°C/km.

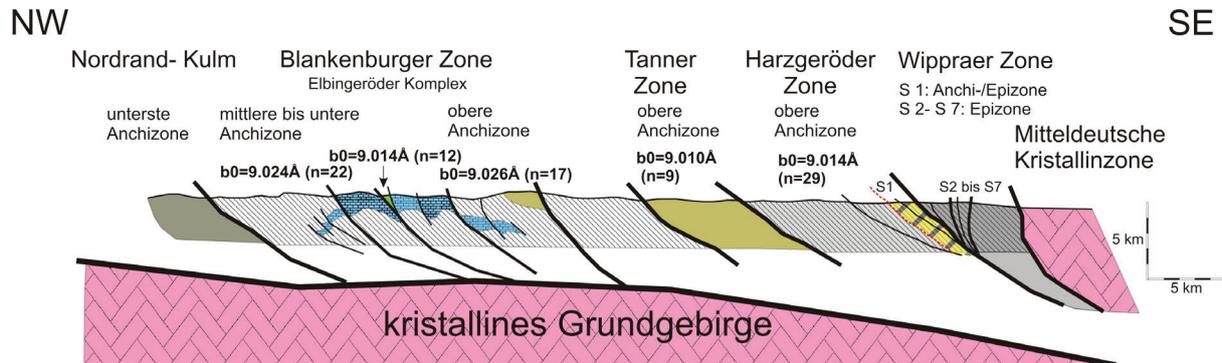


Abb. 6: Übersicht über die Ergebnisse der Illitkristallinitätsmessungen und b0-Daten in Bezug zu den strukturellen Einheiten des Harzes.

Literatur

- Friedel, C.-H., Hoth, P., Franz, G. & Stedingk, K (1995): Niedriggradige Regionalmetamorphose im Harz. - Zbl. Geol. Paläont. Teil 1, 1993 (9/10): 1213-1235
- Guidotti, C.V. & Sassi, F.P. (1986): Classification and correlation of metamorphic facies series by means of muscovite b0 data from low-grade metapelites. N. Jb. Min. Abh., 153: 363-380
- Kisch, H., Sassi, R. & Sassi, F.P. (2006): The b0 lattice parameter and chemistry of phengites from HP/LT metapelites. – Eur. J. Mineral., 18: 207-222
- Redtmann, T. & Friedel, C.-H. (2009): Anwendung des Muskovit-Geobarometers (b0-Parameter) in niedriggradigen Metapeliten des Harzes. – Exkurs.f. und Veröffentl. DGG, 239: 25-27
- Sassi, F.P. & Scolari, A. (1974): The b0 value of the potassic white micas as a barometric indicator in low-grade metamorphism of pelitic schists. - Contr. Mineral. Petrol., 45: 143-152
- Siedel, H. & Theye, T. (1993): Very low-grade metamorphism of pelites in the Wippra Metamorphic Zone, Harz mountains, Germany. - N. Jb. Miner. Mh., 3: 115-132
- Theye, T. & Friedel, C.-H. (dieses Heft): PT-Daten aus niedriggradigen Metavulkaniten der Tiefbohrung Hasselfelde 1-83 (Mittelharz)
- Warr, L.N. & Rice, A.H.N. (1994): Interlaboratory standardization and calibration of clay mineral crystallinity size data. – J. Metamorphic Geol., 12: 141-152