



Stratigraphie und Korrelation der Quadersandsteine der oberen Elbtal-Gruppe (Mittelturonium–Unterconiacium, Sächsisches Kreidebecken) – Resümee und neue Ansätze

Stratigraphy and correlation of the Quader sandstones of the upper Elbtal Group (Middle Turonium–Lower Coniacian, Saxonian Cretaceous Basin) – resume and new approaches

Birgit Niebuhr¹

¹ Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden, Museum für Mineralogie und Geologie, Königsbrücker Landstraße 159, 01109 Dresden, Deutschland

Corresponding authors: Birgit Niebuhr (birgit.niebuhr@senckenberg.de)

Academic editor Jan-Michael Lange | Received 25 March 2023 | Accepted 11 July 2023 | Published 6 September 2023

Citation: Niebuhr B (2023) Stratigraphie und Korrelation der Quadersandsteine der oberen Elbtal-Gruppe (Mittelturonium–Unterconiacium, Sächsisches Kreidebecken) – Resümee und neue Ansätze. *Geologica Saxonica* 69: 1–21. <https://doi.org/10.3897/gS.69.e109371>

Zusammenfassung

Die für die Sächsische Schweiz charakteristischen massigen Sandsteine der oberen Elbtal-Gruppe (Mittelturonium–Unterconiacium) wurden syntektonisch von der aufsteigenden Lausitz im Nordosten geschüttet und reichen bis Pirna, wo sie mit dünneren, tonig-mergeligen Zwischenschichten wechsellagern. Für die rechtselbischen Sandsteine der Sächsischen Schweiz erarbeitete Lamprecht (1928, 1931) ein petrographisch-morphologisches Gliederungsschema, dem Seifert (1955) die wechselhaften lithostratigraphischen Einheiten des faziellen Übergangsbereiches bei Pirna gegenüberstellt. Diese Korrelation hat sich in den letzten Jahren durch eigene Arbeiten aufs Feinste bestätigt, wurde aber zwischenzeitlich von dem Mibus'schen Gliederungsschema in den Hintergrund gedrängt. Allerdings demonstrieren Bohrungen in der Umgebung von Pirna eindeutig, dass die Korrelation von Mibus (1975) nicht korrekt ist. Biostratigraphisch konnten in den letzten Jahren erstmals die Basis des Mittelturoniums (mit *Collignonicerias woollgari*, *Mytiloides subhercynicus* und *M. hercynicus*), des Oberturoniums (mit *Inoceramus stuemckeii*) und des Coniaciums (mit *Cremnoceramus waltersdorfensis waltersdorfensis*) sowohl in der Mergelfazies, der Übergangsfazies als auch in den massigen Sandsteinen der Sächsischen Schweiz definiert werden. Im Mittel- bis Oberturonium lassen sich zwei Sedimentationszyklen von jeweils 810.000 Jahren nachweisen. Die Kreide-Sedimente sind heute 2–3° nach Nordosten senkrecht zur Lausitzer Überschiebung und unter 1° nach Nordwesten parallel zu ihr geneigt. So reihen sich entlang der Elbe die Steinbrüche der berühmten Werksandsteine von der tschechischen Grenze über die Königsberger Elbschleife (Mittelquader der Schmilka-Formation, Unter- bis unteres Mittelturonium) bis nach Pirna (Pirnaer Oberquader / Sandstein c₃ der obersten Postelwitz-Formation, mittleres Oberturonium) ungestört aneinander. Die Werksandsteine der Schrammstein-Formation (oberes Oberturonium bis Unterconiacium) stehen in Landbrüchen an.

Schlüsselworte

Sachsen, Oberkreide, Elbsandsteingebirge, Quadersandsteine, Stratigraphie, Korrelation

Abstract

The Middle Turonian–Lower Coniacian massive quartzose sandstones of the upper Elbtal Group of the Saxonian Switzerland were syntectonically shed from the rising Lusatian Massif in the southeast and reach Pirna, where they alternate with thinner, clayey-marly intercalations. For the sandstones exposed on the right-hand Elbe River bank, Lamprecht (1928, 1931) proposed a petrographic-morphological classification system which contrasts with the variable lithostratigraphic units of the transitional facies around Pirna, subdivided in detail by Seifert (1955). His correlation has been very well confirmed by own works in recent years, but has meanwhile been pushed into the background by Mibus' scheme of classification. However, boreholes in the Pirna area clearly demonstrate that the correlation of Mibus (1975) is incorrect. In the last years, the bases of the Middle Turonian (with *Collignonicerias woollgari*, *Mytiloides subhercynicus* and *M. hercynicus*), the Upper Turonian (with *Inoceramus stuemckeii*) and the Coniacian (with *Cremnoceramus waltersdorfensis waltersdorfensis*) were biostratigraphically defined for the first time in the marl facies, the transitional facies as well as the massive sandstones of the Saxonian Switzerland. In Middle to Late Turonian times, two sedimentary cycles can be detected each of which spanning about 810.000 years. Today, the Cretaceous strata are inclined towards northeast in the direction of the Lusatian Thrust Fault with approximately 2–3° and with less than 1° northwest parallel to it. Therefore, the quarries of the famous freestones along the Elbe River line up undisturbed from the Czech border via the Elbe bow near Königstein (Mittelquader of the Schmilka Formation, Lower to lower Middle Turonian) to Pirna (Pirnaer Oberquader / Sandstone c₃ of the upper Postelwitz Formation, mid-Upper Turonian). The freestones of the Schrammstein Formation (upper Upper Turonian to Lower Coniacian) are exposed inland.

Keywords

Saxony, Upper Cretaceous, Elbsandsteingebirge, Quader sandstones, stratigraphy, correlation

Einleitung

Die Elbtalkreide (Cenomanium–Mittelconiacium, untere Oberkreide) ist ein klassisches Gebiet der geologisch-paläontologischen Forschung in Deutschland und in Bezug auf ihre Fossilführung, Stratigraphie und Sedimentologie seit fast 200 Jahren intensiv untersucht worden. An dieser Stelle sei stellvertretend nur auf einige wesentliche historische Arbeiten verwiesen: Geinitz (1839–1842, 1849, 1871–1875, 1872–1875): fundamentale Arbeiten zur Paläontologie und Stratigraphie; Petraschek (1900, 1902): Fazieszonierung und Ammoniten der sächsischen Kreide; Schander (1923): grundlegende Arbeit zur Transgression des Cenomaniums; Lamprecht (1928, 1931): Sandstein-Gliederung der Hinteren Sächsischen Schweiz; Prescher (1954, 1957a, b, 1981): Sandsteinpetrographie, Stratigraphie; Seifert (1932, 1955): Stratigraphie und Paläogeographie; Tröger (1956, 1967, 1969): Paläontologie und Stratigraphie von inoceramiden Muscheln; Rast (1959): geologischer Führer durch das Elbsandsteingebirge; Voigt (1994): Sedimentologie und Stratigraphie; Tröger und Voigt (in Niebuhr et al. 2007): moderne Lithostratigraphie (jüngst ergänzt und revidiert durch Wilmsen et al. 2019; Niebuhr 2020, Niebuhr et al. 2020a–c, 2021; Niebuhr und Wilmsen 2023a). Auch haben sich gerade in den letzten Jahren zahlreiche neue Erkenntnisse zur Paläontologie (siehe z. B. aktuelle Revisionen ausgewählter Kreide-Faunen in Niebuhr und Wilmsen 2014, 2016 und Niebuhr 2021) sowie zur stratigraphischen Einstufung der Abfolgen des Cenomaniums (Wilmsen et al. 2022; Niebuhr und Wilmsen 2023a) und Turoniums bis Unterconiaciums (Wilmsen und Niebuhr 2009; Janetschke und Wilmsen 2014; Niebuhr und Wilmsen 2022) der Region

ergeben. Speziell im Mittelturonium bis Unterconiacium gibt es jedoch bis heute große Diskrepanzen in der Korrelation zwischen der rein sandigen Fazies der Sächsischen Schweiz im Südosten und der Übergangsfazies bei Pirna-Rosenthal, in der die mächtigen Quadersandsteine mit dünneren mergelig-tonigen Zwischenschichten wechsel-lagern.

Kurze geologische Übersicht

Das Sächsische Kreidebecken (SKB) liegt am Nordost-rand des Böhmisches Massivs, das einen Teil der großen Mitteleuropäischen Insel bildet (Abb. 1a, b). Im Bereich zwischen Meißen, Dresden, Pirna, dem Osterzgebirge und der Sächsischen Schweiz sind Sedimentgesteine der tieferen Oberkreide (Untercenomanium bis Mittelconiacium, ca. 100–87,5 Millionen Jahre; Wilmsen et al. 2022; Niebuhr und Wilmsen 2023a) sehr gut erschlossen. Lithologisch dominieren marine Quarzsandsteine (Quadersandsteine), Pläner (planar geschichtete mergelige Siltsteine bis siltige Mergelsteine), Mergel und mergelige Kalksteine; auch festländische Ablagerungen, wie kohlig-tonige Siltsteine, unreife Sandsteine und Konglomerate, treten lokal auf. Diese Sedimentgesteine werden lithostratigraphisch in der Elbtal-Gruppe zusammengefasst (Voigt und Tröger in Niebuhr et al. 2007; Niebuhr et al. 2020a; Niebuhr und Wilmsen 2023a; Abb. 2). Die Elbtalkreide öffnet sich nach Südost-

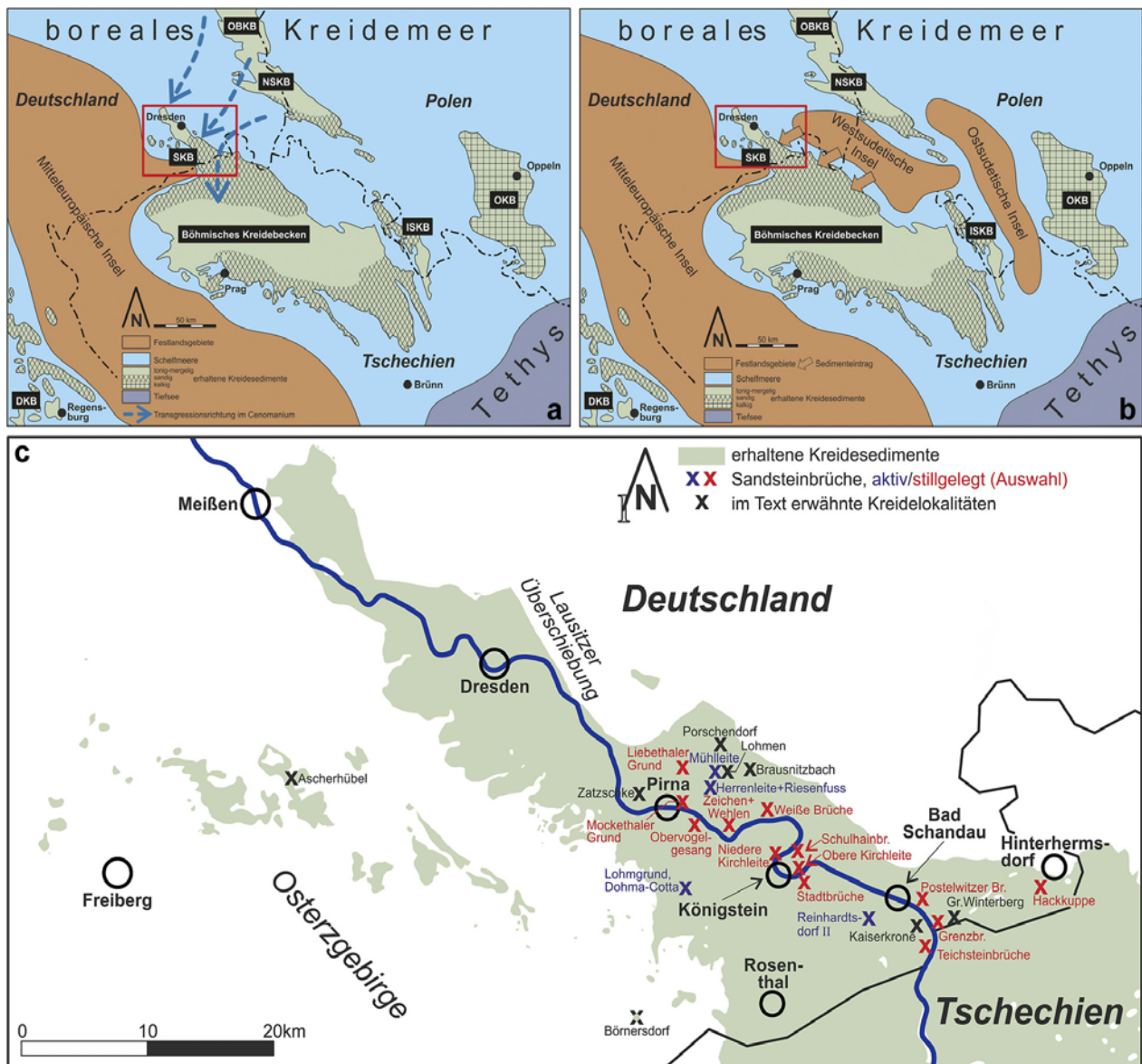


Abbildung 1. Vereinfachte Paläogeographie am Südwest- und Nordost-Rand des Böhmisches Massivs als Teil der Mitteleuropäischen Insel; **a** während der aus Norden kommenden kretazischen Transgressionen der unteren Elbtal-Gruppe (Untercenomanium bis unteres Mittelturonium; Niebuhr und Wilmsen 2023a), und **b** mit der syndimentär aufsteigenden West- und Ostsudetische Insel zu Zeiten der oberen Elbtal-Gruppe (mittleres Mittelturonium bis Coniacium). Rot: Arbeitsgebiet; epikontinentale Teilbecken: DKB = Danubisches, SKB = Sächsisches, OBKB = Ost-Brandenburgisches, NSKB = Nordsudetisches, ISKB = Intrasudetisches und OKB = Opole-Kreidebecken. **c** Erhaltene Kreidesedimente (grün) mit erwähnten Lokalitäten sowie aktiven und einer Auswahl an stillgelegten Werksandsteinbrüchen.

Figure 1. Simplified paleogeographic situation at the southwestern and northeastern margin of the Bohemian Massif as a part of the Mid-European Island; **a** during the Cretaceous transgressions of the lower Elbtal Group proceeded from the north (Lower Cenomanian to lower Middle Turonian; Niebuhr and Wilmsen 2023a), and **b** with the syndimentary rising West and East Sudectic islands in times of the upper Elbtal Group (mid-Middle Turonian to Coniacian). Red: study area; epicontinental subbasins: DCB = Danubian, SCB = Saxonian, EBCB = East Brandenburg, NSCB = North Sudectic, ISCB = Intra-Sudectic and OCB = Opole Cretaceous Basin. **c** Distribution of preserved Cretaceous sediments (light green) with mentioned locations as well as active and a selection of decommissioned freestone quarries.

ten zum wesentlich größeren Böhmisches Kreidebecken (BKB) auf tschechischer Seite, nach Nordwesten geht das SKB in den breiten norddeutschen Kreide-Schelf über (Abb. 1a, b). Die Beckenfüllungen des SKB und BKB werden heute im Nordosten durch die Lausitzer Überschiebung begrenzt (Abb. 1c), an der die neoproterozoischen Lausitzer Grauwacken und Granitoide die

Sedimentgesteine der südöstlichen Elbtal-Gruppe um mindestens 500–1000 m überschoben haben. Die Mächtigkeitszunahme der Kreideablagerungen in Richtung auf die Randstörung und grobe, konglomeratische Schüttungen lassen annehmen, dass die Lausitzer Überschiebung ab dem Mittelturonium aktiv war und die Lausitz (als Westsudetische Insel) herausgehoben wurde (Malkovský

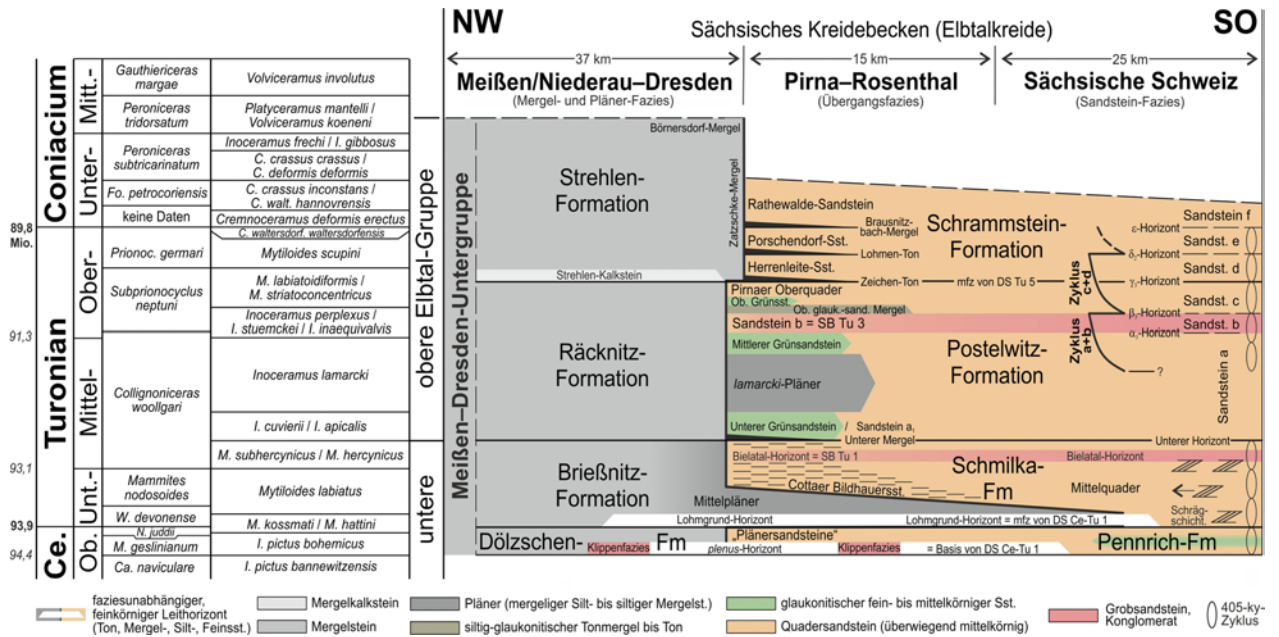


Abbildung 2. Revidierte Chrono-, Bio- und Lithostratigraphie des höchsten Cenomaniums bis Mittelconiaciums der Elbtalkreide des Sächsischen Kreidebeckens (stark verändert nach Niebuhr und Wilmsen 2023a). Die Zyklen a+b und c+d umfassen jeweils zwei 405-ky-Zyklen der langen Exzentrizität und enden wenig unterhalb der Coniacium-Basis. Absolute Alter der Stufengrenzen (in fett) nach Cohen et al. (2022); astronomisch basierte Alter (in kursiv) nach Laurin et al. (2014, 2021).

Figure 2. Revised chrono-, bio- and lithostratigraphy of the uppermost Cenomanian to Middle Coniacian of the Elbtal Cretaceous in the Saxonian Cretaceous Basin (strongly modified after Niebuhr and Wilmsen 2023a). Cycles a+b and c+d each compose of two 405-ky cycles of the long eccentricity and finish few below the base of the Coniacian. Absolute ages of the stage boundaries (in bold) after Cohen et al. (2022); astronomically based ages (in italics) after Laurin et al. (2014, 2021).

1976; Niebuhr et al. 2020a), was auch in anderen Kreidebecken im Umkreis der Mitteleuropäischen Insel nachgewiesen wurde (Niebuhr et al. 2011). Die Lausitzer Überschiebung steht damit im direkten geodynamischen und zeitlichen Zusammenhang mit einer ganzen Reihe NW/SO-streichender Strukturelemente in Mitteleuropa, die im Zuge einer früh-oberkretazischen Änderung in Bewegungssinn von Afrika und Iberia relativ zur Europäischen Platte durch SW-NO-gerichtete Einengung charakterisiert waren (Kley und Voigt 2008; Voigt 2009).

So ist die sächsische Kreide zweigeteilt: die Sedimente des Untercenomaniums bis unteren Mittelturoniums (untere Elbtal-Gruppe) wurden im Zuge mehrerer großer Transgressionen während eines eustatischen Meeresspiegelanstiegs von bis zu 100 m etwa 6,5 Millionen Jahren lang maßgeblich vom Erzgebirge im Südwesten angeliefert (Niebuhr und Wilmsen 2023a; Abb. 1a), wohingegen die des mittleren Mittelturoniums bis Mittelconiaciums (obere Elbtal-Gruppe) syntektonisch von der aufsteigenden Lausitz im Nordosten geschüttet wurden (Malkovský 1976; Niebuhr et al. 2020a; Niebuhr und Wilmsen 2023b; Abb. 1b). Zur oberen Elbtal-Gruppe, um die es in dieser Arbeit geht, gehören die tonig-mergeligen Räcknitz- und Strehlen-Formationen und ihre zeitgleichen sandigen Pendanten, die Postelwitz- und Schrammstein-Formationen (Tröger und Voigt in Niebuhr et al. 2007; siehe Abb. 2, 3). Auch die zeitgleichen Sandsteine der oberen Oybin-, Lückendorf- und Waltersdorf-Formationen des Zittauer Sandsteingebirges zählen dazu (Niebuhr et al. 2020a), sind aber nicht Teil dieser Arbeit.

Die Lamprecht'sche Gliederung in der Sächsischen Schweiz

Für die rechtselbischen Quadersandsteine der Sächsischen Schweiz (Mittelturonium bis Unterconiacium) erarbeitete Lamprecht (1928, 1931) ein bis heute angewendetes petrographisch-morphologisches Gliederungsschema, worin die dickbankig bis massigen, mittel- bis grobkörnigen Sandsteine mit lateinischen Buchstaben vom Liegenden ins Hangende durchnummeriert wurden (Sandsteine a–e, zum Teil untergliedert in z. B. a₁–a₃) und die feinkörnigen Schichtfugen griechische Kleinbuchstaben erhielten (α , β , γ , δ). Die Sandsteine a₁–a₃ werden nach dieser Gliederung von der Schichtfuge α_3 nach oben begrenzt (Abb. 3, 4). Die gute Anwendbarkeit des Lamprecht'schen Gliederungsprinzips beruht darauf, dass die feinkörnigen Schichtfugen weitverbreitete Transgressionsmaxima widerspiegeln und damit als geologische Zeugen von Phasen maximaler Überflutung eine sequenz- und chronostratigraphische (also zeitliche) Signifikanz haben (Voigt 1994; Janetschke und Wilmsen 2014; Wilmsen und Niebuhr 2014; Niebuhr et al. 2020a).

Der wichtigste Leithorizont der Lamprecht'schen Gliederung in der Sächsischen Schweiz ist zweifellos der Sandstein b (Abb. 4, 5, Magenta in Tab. 1). Der massive, wandbildende Mittel- bis Grobsandstein erreicht in der Sächsischen Schweiz 50–60 m (Seifert 1955; Niebuhr et al. 2020b), ist insbesondere in den Vorderen Schrammsteinen auffällig in drei etwa gleichmächtige Bänke

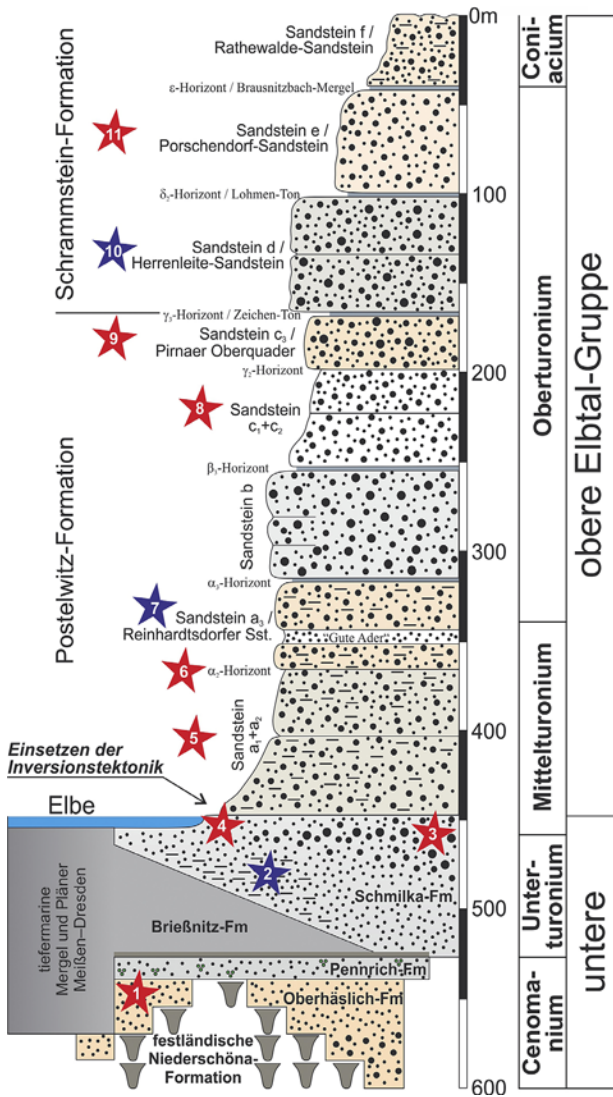


Abbildung 3. Standardprofil der Sächsischen Schweiz. Der Turonium–Unterconiacium-Abschnitt ist angelehnt an die Lamprecht’sche Sandstein-Gliederung (Lamprecht 1928, 1931; Seifert 1955; Rast 1959; abgeändert nach Niebuhr 2021; Niebuhr und Wilmsen 2023b), das Cenomanium-Profil basiert auf der Revision von Niebuhr und Wilmsen (2023a). Sternchen 1–11: Werksandstein-Auswahl (siehe Abb. 1c), rot = historische, blau = heute noch aktive Brüche; 1 „Unterquader“-Brüche: Grillenburg, Paulsdorfer und Dippoldiswalder Heide, Horkenberg in Bannewitz, Plauenscher Grund in Dresden; 2 Lohmgrund in Dohma-Cotta, Pirna-Rottwerndorf; 3 Teichsteinbrüche in Bad Schandau-Schöna; 4 Obere Kirchleite in Königstein-Halbestadt, Stadtbrüche in Königstein; 5 Schulhainbrüche; 6 Niedere Kirchleite bei Struppen-Thürmsdorf; 7 Reinhardtsdorfer und Postelwitzer Brüche (mit „Guter Ader“); 8 Weiße Brüche, 9 Pirna-Posta und -Obervogelgesang, Mockethaler Grund; 10 Liebethaler Grund, Lohmen bis Wehlen; 11 Porschendorf, Hackkuppe bei Sebnitz-Hinterhermsdorf.

Figure 3. Standard section of the Saxonian Switzerland. The Turonian–Lower Coniacian interval is based on the Lamprecht sandstone-subdivision (Lamprecht 1928, 1931; Seifert 1955; Rast 1959; modified after Niebuhr 2021; Niebuhr and Wilmsen 2023b), The Cenomanian section based on the revision of Niebuhr and Wilmsen (2023a). Asterisks 1–11: selection of freestones (see Fig. 1c).



Abbildung 4. Blick vom nördlichen Gipfel der linkselbischen Kaiserkrone auf die rechtselbischen Schrammsteine mit den Sandstein-Stufen, Grenzhorizonten und der Formationsgliederung (Wilmsen und Niebuhr 2009). Die hellen Wände in der Postelwitz-Formation gehören zu den historischen Steinbrüchen des Sandsteins a3.

Figure 4. View from the northern summit of the Kaiserkrone on the left Elbe bank to the Schrammsteine on the right Elbe bank, with sandstone steps, border horizons and formation subdivision (Wilmsen and Niebuhr 2009). The light-colored walls in the Postelwitz Formation belong to the historical quarries of the Sandstone a3.



Abbildung 5. Der massive Sandstein b der Postelwitz-Formation (unteres Oberturonium) im Lattengrund, Vordere Schrammsteine. **a** Die fast vollständige Mächtigkeit von ca. 50 m ist in drei oder sechs etwa gleich-mächtige Bänke unterteilt. **b** Der an der Basis befindliche feinsandige, mürbe α_3 -Horizont (Fotos: M. Wilmsen 08/2009).

Figure 5. The massive Sandstone b of the Postelwitz Formation (lower Upper Turonian) in the Lattengrund, Vordere Schrammsteine (photographs: M. Wilmsen 08/2009). **a** The almost complete thickness of ca. 50 m is divided into three or six roughly equally-thick beds. **b** The fine-grained, crumbly α_3 Horizon at the base (photograph: M. Wilmsen 08/2009).

Die Seifert'sche Gliederung der Übergangsfazies bei Pirna

Seifert (1955) verfasste eine umfassende Beschreibung der wechselhaften lithostratigraphischen Einheiten des faziellen Übergangsgebietes bei Pirna und korreliert diese – aufbauend auf Lamprecht (1928, 1931) – mit denen der Sächsischen Schweiz. So entsprechen Unterer Mergel, Unterer Grünsandstein und Lamarcki-Pläner dem Sandstein a_1 – a_3 , der Mittlere Grünsandstein dem Sandstein b, Oberer glaukonitisch-sandiger Mergel, Oberer Grünsandstein und Oberquader dem Sandstein c_1 – c_3 , die auffallende „Zwischenzone γ_3 “ der „Zeichener Tonbank“

(Lamprecht 1931), der Herrenleite-Sandstein („Überquader“) dem Sandstein d und der Sandstein e verzahnt sich mit dem „Tonmergel von Zatzschke“ (Seifert 1955: 137, Abb. 6b).

Zwischen Wehlen, Pirna und entlang der Wesenitz liegt das vermutlich älteste Steinbruchgebiet der Sächsischen Schweiz (Grunert 1986). Abgebaut wurde als „Postaer Stein“ der (Pirnaer) Oberquader (\cong Sandstein c_3 ; Rot in Tab. 1) und der Herrenleite-Sandstein (\cong Sandstein d; Hellblau in Tab. 1), beide getrennt durch die „Burglehn- und Zeichener Tonbank“, einem Äquivalent des γ_3 -Horizonts der Sächsischen Schweiz (Lamprecht 1931; Seifert 1955; Tannengrün in Tab. 1). Der Pirnaer Oberquader, ein

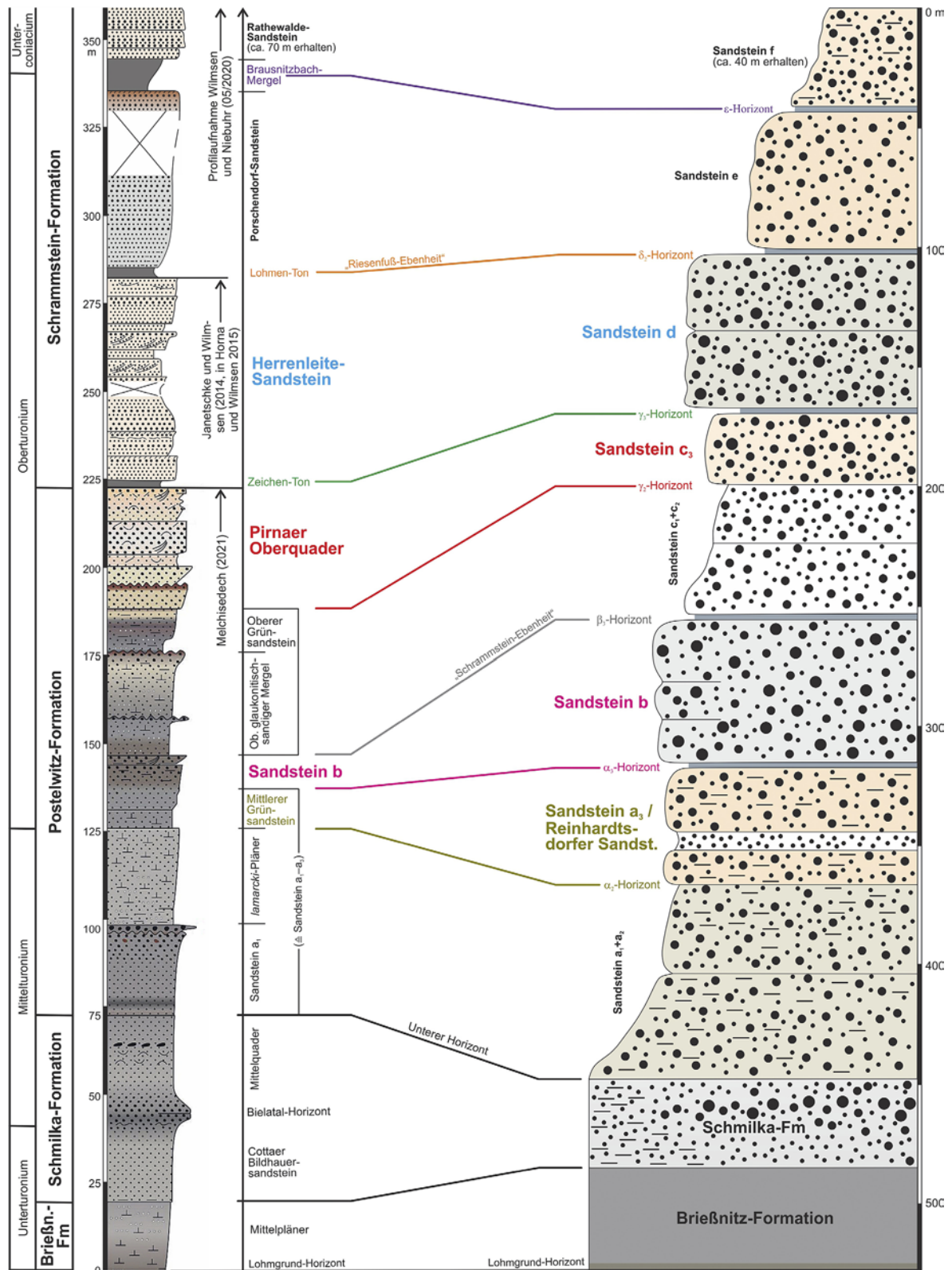


Abbildung 6. Korrelation zwischen der Sächsischen Schweiz und Pirna. Links: zusammengesetztes Standardprofil der Übergangsfazies bei Pirna; 0–225 m = Bohrung Pirna-Struppen 7006/2001, abgeändert nach Melchisedech (2021), 225–276 m = abgeändert nach Janetschke und Wilmsen (2014), ins Hangende erweitert von M. Wilmsen und B. Niebuhr (05/2020). Rechts: Standardprofil der Sandsteinfazies der Sächsischen Schweiz aus Abb. 3. Beachte die stratigraphische Position von Sandstein b und dem Pirnaer Oberquader, die von Mibus (1968, 1975) als „Stufe c₁“ miteinander korreliert wurden (siehe Tab. 2a). Farbgebung nach Tab. 1.

Figure 6. Correlation between the Saxonian Switzerland and Pirna. Left: composed standard section of the transitional facies near Pirna; 0–225 m = borehole Pirna-Struppen 7006/2001, modified after Melchisedech (2021), 225–276 m = modified after Janetschke and Wilmsen (2014), extended upwards from M. Wilmsen and B. Niebuhr (05/2020). Right: standard section of the sandstone facies of the Saxonian Switzerland from Fig. 3. Note the stratigraphic position of Sandstone b and the Pirnaer Oberquader which were correlated as “step c₁” by Mibus (1968, 1975) (see Tab. 2a). Color scheme according to Tab. 1.

großbankiger Mittel- bis Grobsandstein von etwa 30 m Mächtigkeit, ist der erste Elbsandstein, den Besucher auf der Weißen Flotte von Dresden kommend in Pirna an den Elb-Hängen sehen. In den Elbbrüchen ist auf alten Fotos auch lokal die „Burglehn- und Zeichener Tonbank“ resp. der γ_3 -Horizont zu erkennen, wie z. B. im Sandsteinbruch im Mockethaler Grund (Rast 1959: Abb. 42) und im ehemaligen Hancke-Bruch bei Wehlen-Zeichen (Kutzschke 2000: 16).

Dem ebenfalls 50–60 m mächtigen, massigen und stark verkieselten Herrenleite-Sandstein (\cong Sandstein d), der heute noch in der Mühlleite in Lohmen und südlich davon in Dorf-Wehlen gebrochen wird (Abb. 13), bringen die bunten, großen Quarz-Überkörner, die als dünne Sturmlagen in dem ansonsten homogenen, mittelkörnigen Sandstein auftreten, ein bisschen Abwechslung in sein Aussehen (Janetschke und Wilmsen 2014). Als berühmter Werksandstein ist der Herrenleite-Sandstein auch als „Liebethaler Sandstein“ (unterer Abschnitt) bzw. „Lohmener Sandstein“ (oberer Abschnitt) bekannt geworden (Seifert 1955; Grunert 1986; Alexowsky et al. 1997; Sie-



Abbildung 7. Der fossilreiche, mürbe Porschendorf-Sandstein (höchstes Turonium) ist an seiner Typuslokalität an der Wesenitz-Klamm in über 25 m hohen Wänden aufgeschlossen.

Figure 7. The fossil-rich, crumbly Porschendorf Sandstone (uppermost Turonian) is exposed at its type locality at the Wesenitz gorge in over 25 m high walls.

del et al. 2011; Lapp et al. 2017; Niebuhr und Wilmsen 2023b; vgl. Tab. 2c). Bohrungen in dem Mühlleite-Steinbruch aus den 1970er Jahren belegen Schichtmächtigkeiten bis 10 m; „Das Fehlen von horizontalen Trennflächen erschwerte die Gewinnung kolossal“ (Grunert 1986: 36). Letztmalig auf der „Geologischen Karte der Nationalparkregion Sächsische Schweiz“ existiert eine NW–SO-streichende, vom Wesenitztal bei Pirna-Vorderjessen über Pirna-Zatzschke bis in die Gegend von Pirna-Oberposta zu verfolgende, so genannte „Riesenfußflexur“ (Seifert 1932; Mibus 1975; Lobst 1993), an der der Herrenleite-Sandstein abrupt endet. Dies ist jedoch keine Störung, sondern die maximale Verbreitung des von der nordöstlich gelegenen, sich hebenden Lausitz (West-sudetischen Insel) geschütteten Sandsteins und abrupter Übergang in den „Zatzschker Tonmergel“ / der Mergelfazies der heutigen Strehlen-Formation (Alexowsky et al. 1997; Niebuhr et al. 2020a, c; Tröger et al. 2020).

Der δ_2 -Horizont der Sächsischen Schweiz an der Basis von Sandstein e wurde bisher mit dem Braunsnitzbach-Mergel korreliert (z. B. Prescher 1981; Tröger und Voigt 1995, in DSK 2000; siehe Tab. 2a, d). Aber bereits Beck (1892b, 1893) kartierte einen etwa 1 m mächtigen „Scaphitenthon von Lohmen“ beim Bau der Eisenbahnstrecke auf der Höhe von etwa 220 m ü. NHN („Mergel von Zatzschke“, Kartiereinheit mKSr3 bei Lobst 1993; Lohmen-Ton / δ_2 -Horizont bei Niebuhr et al. 2020a, c; Orange in Tab. 1c), nur ca. 2 km östlich vom Mühlleite-Steinbruch, wo bis zu einer Höhe von 210 m ü. NHN der Herrenleite-Sandstein gebrochen wird. Der jüngste turone Sandstein ist der fossilreiche, mürbe Porschendorf-Sandstein (\cong Sandstein e bei Niebuhr et al. 2020a, c), der an seiner Typuslokalität ca. 3 km nördlich des Mühlleite-Steinbruchs in über 25 m hohen Wänden in der Wesenitz-Klamm aufgeschlossen ist (Abb. 7). Im Steinbruch an der Hackkuppe bei Sebnitz-Hinterhermsdorf wurde aus dem zeitgleichen dort aufgeschlossenen, ebenfalls mürben Sandstein e eine Inoceramen-Assoziation des Turonium/Coniacium-Grenzbereiches geborgen (Abb. 10b; Niebuhr und Wilmsen, in Vorb.). Der Braunsnitzbach-Mergel an der Basis des Rathewalde-Sandsteins korreliert mit dem ϵ -Horizont an der Basis von Sandstein f auf dem Großen Winterberg – beide Grenzhorizonte (Violett in Tab. 1c) definieren in der Elbtalkreide die Basis des Coniaciums (Niebuhr et al. 2020a, c; Niebuhr und Wilmsen, in Vorb.).

Die Mibus'sche Gliederung und Korrelation

In seiner Doktorarbeit präsentiert Mibus (1968, 1975) eine neue Gliederung der Elbsandsteine, die zwar auf der lithostratigraphischen Benennung von Lamprecht (1928, 1931) basiert, die etablierten Einheiten aber vollständig anders definiert (Tab. 2a). Der Kernsatz zum Verständnis seines Schemas lautet (Mibus 1975: 70): „Im Gebiet der Hinteren Sächsischen Schweiz entspricht c₁ der alten Stufe b von F. LAMPRECHT und bei Pirna dem sogenannten Oberquader (Stufe c₃)“ (von Seifert 1955).

Tabelle 2. a Die Mibus'schen Gliederung (M.-S. = Mibus-Stufe), in der M.-S. c₁ dem Sandstein b von Lamprecht (1928, 1931) entspricht und mit dem Oberquader von Seifert (1955) korreliert (Mibus 1968, 1975); **b–d** sowie Beispiele ihrer Umsetzung mit dem γ_1 -Horizont als Basis der Schrammstein-Formation (nach Prescher 1981). Die wichtigen Leithorizonte wurden in denselben Farben hervorgehoben wie in der Lamprecht/Seifert'schen Gliederung auf Tabelle 1, befinden sich aber zumeist auf unterschiedlichen Niveaus. Beachte z. B., dass zwischenzeitlich der Herrenleite-Sandstein mit M.-S. c₃ korrelierte, der Pirnaer Oberquader zu den „Schrammstein-Schichten“ gehörte und der „Zatzschker und Graupaer Mergel“ sowie der „Braunsnitzbach-Mergel“ dasselbe Niveau im Coniacium („-cn“) einnahmen.

Table 2. a The Mibus subdivision (M.-S. = Mibus Stage) in which the M.-S. c₁ is equivalent to the Sandstone b of Lamprecht (1928, 1931) and correlates to the Oberquader of Seifert (1955) (Mibus 1968, 1975); **b–d** as well as examples of their implementation with the γ_1 Horizon at the base of the Schrammstein Formation (cf. Prescher 1981). The important index horizons were highlighted in the same colors as in the Lamprecht/Seifert classification of Tab. 1, however, are mostly at different levels. Note that meanwhile the Herrenleite Sandstone correlated to M.-S. c₃, the Pirnaer Oberquader belonged to the “Schrammstein Beds“ and the “Zatzschke and Graupa Marl“ as well as the “Braunsnitzbach Marl“ took the same level in the Coniacian (“-cn“).

(a) Mibus (1975: Tab. 17)	(b) Prescher (1981)		(c) Alexowsky et al. (1997) (GK 25: 5049 Pirna)	(d) Tröger & Voigt (in DSK 2000)	
Rathewalde-Sst. M.-S. e — Brauns./ δ_2 -Hor. —	Turonium	Co.	Rathewalde-Sst. M.-S. e — Braunsnitzb. —	Rathewalde-Sst. M.-S. e — Braunsnitzb./ δ_2 -Hor. —	
Sandstein d M.-S. d — Zatzschke/ γ_1 -Hor. —			Sandstein d M.-S. d — Zatzschke —	Herrenleite-Sst. M.-S. d — Zatzschke —	Herrenleite-Sst. M.-S. d — Zatzschke —
Herrenleite-Sst. M.-S. c ₃ — Zeichen/ γ_1 -Hor. —		Ober-Schrammstein-Sch.	Herrenleite-Sst. M.-S. c ₃ — Zeichen —	Herrenleite-Sst. M.-S. c ₃ — Zeichen —	Oberquader (Pirna) M.-S. c ₃ — γ_1 -Horizont —
Sandsteinbänke M.-S. c ₂ — Zeichen/ γ_1 -Hor. —			Sandstein c ₂ M.-S. c ₂ — Zeichen —	Sandstein c ₂ M.-S. c ₂ — Zeichen —	Oberquader (Pirna) M.-S. c ₂ — γ_1 -Horizont —
Oberquader Mibus-Stufe c ₁ — Ob. glauk.-sand. Merg./ β_2 -Hor. —		Mittel-Postelwitzer Schichten	Oberquader Mibus-Stufe c ₁ — Ob. glauk.-sand. Merg./ β_2 -Hor. —	Pirnaer Oberquader, sKt ³	Oberer glaukonitisch-sandiger Mergel, Mittlerer Grünsandstein M.-S. b
Mittlerer Grünsandstein M.-S. b			Mittlerer Grünsandstein M.-S. b	Oberer glaukon.-sandiger Mergel, Mittlerer Grünsandstein, sKt ² G2	Mittlerer Grünsandstein M.-S. b
Lamarcki-Pläner, Unterer Grünsandst. M.-S. a		Unter-Schmilkaer Sch.	Lamarcki-Pläner, Unterer Grünsandst. M.-S. a	Lamarcki-Pläner, pKt ²	Lamarcki-Pläner, Unterer Grünsandst., Unterer Mergel M.-S. a
Labiatussandstein			Cottaer Bildhauer-sandstein Schmilkaer Schichten	labiatus-Sandstein (Cottaer/Rottwerndorfer Bildhauersandstein), sKt ¹ -2	Labiatus-Sandstein
unterer Labiatuspläner - - - Lohmgrundmergel - - -			unterer Labiatuspläner - - - Lohmgrundmergel - - -	unterer Labiatuspläner - - - Lohmgrundmergel, mpKt ¹ - - -	unterer Labiatuspläner - - - Lohmgrund-“Mergel” - - -

Ein graphischer Vergleich des „alten“ Schemas von Lamprecht (1928, 1931) mit seinem „neuen“ System erfolgt in seinen Arbeiten leider nicht. Nachdem nun die lithostratigraphischen Einheiten von Lamprecht (1928, 1931) „ihres Namens beraubt“ waren, gab es keine Möglichkeit mehr, die Gliederung und Korrelation von Mibus (1968, 1975) im Detail nachzuvollziehen – bis auf eine Ausnahme (Abb. 8). Mibus (1968) hatte etwa in der Mitte der 2,5 km langen Postelwitzer Steinbrüche am ehemaligen Wirtshaus „Gutes Bier“ folgendes Profil aufgenommen (Tab. 3), das bereits von Rast (1959) photographisch dokumentiert und nach der Lamprecht'schen Gliederung interpretiert worden ist.

Damit hatte der massive, mittel- bis grobkörnige und stark silifizierte Sandstein b, der wichtigste Leithorizont in der Sächsischen Schweiz (siehe Abb. 4, 5, 8), seine Funktion verloren, denn wenn fortan vom „Sandstein b“ die Rede war, war ein dünn- bis mittelbankiger Fein- bis Mittelsandstein gemeint (Mibus-Stufe b $\hat{=}$ Sandstein c₃ bei Lamprecht 1928). Auch hatte Mibus (1968, 1975) – entgegen seines Kernsatzes – lediglich die unteren etwa 32 m des 50–60 m mächtigen Sandsteins b von Lamprecht (1928, 1931) zu seiner „Stufe c₁“ (Mibus-Stufe c₁ = M.-S. c₁ auf Tab. 2) transferiert. Nichtsdestotrotz versuchte Prescher (1981), da auch er der Meinung war, dass die Lamprecht'sche Gliederung „nicht ganz fehlerfrei war“, eine Korrelation seiner neu definierten „Postelwit-

zer“ und „Schrammstein-Schichten“ nach Mibus (1968, 1975) mit der „Zwischenzone γ_1 “ als Grenze und einer Reduktion „auf 12 Schichten (member)“, nämlich „Unterer Grünsandstein, Lamarcki-Pläner, Mittlerer Grünsandstein, Oberer glaukonitisch-sandiger Mergel, Oberquader, Zeichener Ton, Sandstein c₂, Herrenleite-Sandstein, Zatzschker Tonmergel, Sandstein d, Braunsnitzbachmergel und Rathewalder Schichten“ (Tab. 2b). Die Mibus/Prescher'sche Gliederung hielt nun Einzug in die wissenschaftlichen Arbeiten und Kartierungen des Landesamts (siehe z. B. Lobst 1993; Tröger und Voigt 1995, in DSK 2000; Alexowsky et al. 1997; Lapp et al. 2017) und bestimmte für die nächsten Jahrzehnte die Untergliederungen der sächsischen Kreide – mit wechselnden Niveaus der Leithorizonte und ihrer Benennungen (vgl. Tab. 2a, c, d). Denn der Kernsatz von Mibus (1975) stimmt nicht! Bohrungsbearbeitungen in der Umgebung von Pirna (Janetschke und Wilmsen 2014; Melchisedech 2021; Abb. 6) dokumentieren eindeutig, dass Lamprechts Sandstein b resp. M.-S. c₁ (in Magenta; basales Oberturonium) vom Pirnaer Oberquader (in Rot; $\hat{=}$ Sst. c₃, mittleren Oberturonium) durch 40–45 m mächtige Sedimentgesteine, dem Oberen glaukonitisch-sandigen Mergel und dem Oberen Grünsandstein von Seifert (1955) resp. Sandstein c₁+c₂ z. B. in den Weißen Brüchen (Lamprecht 1928, 1931; Prescher 1954) voneinander getrennt sind (Abb. 6, 12, Tab. 2).

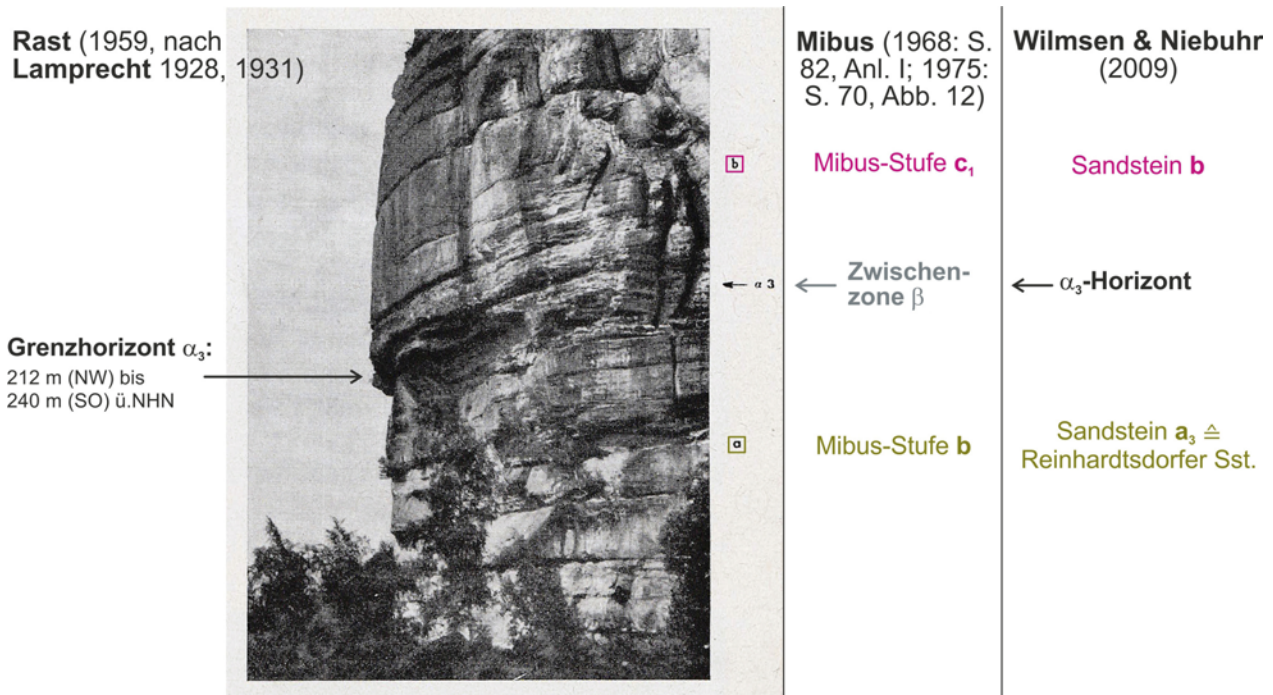


Abbildung 8. Reproduktion von Rast (1959: Abb. 108): „Steinbruchwand in den Postelwitzer Steinbrüchen. Deutlich ist der Grenzhorizont α_3 zu erkennen.“ Der „Grenzhorizont α_3 “ von Rast (1959) entspricht bei Mibus (1968, 1975) der „Zwischenzone β “ und bei Wilmsen und Niebuhr (2009) dem α_3 -Horizont. Gebrochen wurde der Sandstein a_3 mit der „Guten Ader“ \triangleq Reinhardtsdorfer Sandstein (vgl. auch Seifert 1955: Bild 9).

Figure 8. Reproduction of Rast (1959: fig. 108): “Quarry wall of the Postelwitz quarries. The boundary horizon α_3 is clearly visible.“ The “boundary horizon α_3 “ of Rast (1959) equals the “intermediate zone β “ of Mibus (1968, 1975) and the α_3 Horizon of Wilmsen and Niebuhr (2009). Quarried was the Sandstone a_3 with the “Good Vein“ \triangleq Reinhardtsdorf Sandstone (see also Seifert 1955: picture 9).

Tabelle 3. Gegenüberstellung der Lamprecht’schen Gliederung (Lamprecht 1931, in Rast 1959) und der Mibus’schen Gliederung (Mibus 1968, in Grunert 1986: 70) am Beispiel der Postelwitzer Steinbrüche (Abb. 8); Farbgebung nach Tab. 1.

Table 3. Comparison of the Lamprecht subdivision (Lamprecht 1931, in Rast 1959) and the Mibus subdivision (Mibus 1968, in Grunert 1986: 70) on the example of the Postelwitz quarries (Fig. 8); Color scheme according to Tab. 1.

Mibus (1968: 82, Anl. I)		Rast (1959)
Scharfer Hangknick		Sandstein b (52 m mächtig)
2,0 m	Sandstein, dünnbankig, mürbe, mit 1 dm mächtigen Sandlagen	
25,3 m	Mittel- bis grobkörniger Sandstein in 1,3–5,9 m mächtigen Bänken	
4,6 m	Mittelkörniger Sandstein in 0,2–1,3 m mächtigen Bänken	Zwischenzone β (226 m ü.NHN)
1,7 m	Mittelkörniger, stark feinkörniger Sandstein, Hangendes und Liegendes nicht aufgeschlossen	
3,3 m	Mittelkörniger Sandstein, die obersten dm schwach konglomeratisch, Bänke zwischen 0,6 und 1,2 m Mächtigkeit	Sandstein a_3
15,1 m	Feinkörniger, stark mittelkörniger, harter Sandstein	
Profilunterkante = Steinbruchsohle (208 m ü.NHN)		(194–222 m ü.NHN)

Resümee und neue Ansätze

Die heute gültige Definition der Schrammstein-Formation mit der Integration der „Rathewalde-Schichten“ von Prescher (1981) und dem γ_3 -Horizont als Basis erfolgte durch Tröger und Voigt (in Niebuhr et al. 2007). Die

Seifert’sche Korrelation von 1955 wurde durch eigene Arbeiten bestätigt, verfeinert und biostratigraphisch untermauert (Tab. 1c). So wurde beispielsweise Folgendes festgestellt:

(1.) Das annähernd zeitgleiche Erstauftreten (FO) des Index-Ammoniten *Collignonicerias woollgari* und der

inoceramiden Muscheln *Mytiloides subhercynicus* und *Mytiloides hercynicus* definieren die Basis des Mittelurioniums (cf. Walaszczyk 1992; Kennedy et al. 2000) bei etwa 93,1 Mio. Jahren (cf. Laurin et al. 2021). Beide Inoceramen erscheinen unmittelbar nach dem FO des Index-Ammoniten, sind damit mittelurone Arten und wurden im Cottaer Bildhauersandstein der oberen Schmilka-Formation, u. a. im Steinbruch Lohmgrund, unter- und oberhalb des Bielatal-Horizonts (= Sequenzgrenze SB Tu 1; Niebuhr et al. 2020a) gefunden. Zusammen mit *C. woollgari* treten sie auch in Lokalitäten des oberen Mergels und Mittelpläners der Brißnitz-Formation in Dresden auf (z. B. „*Inoceramus Cripsi*“ bei Geinitz 1872–1875: Taf. 13, Fig. 11, 12 = *M. subhercynicus*; Wilmsen und Nagm 2013, 2014; Tröger und Niebuhr 2014; Abb. 2, 9a, b, d). *Mytiloides labiatus*, Zonenfossil des Unterturoniums (Abb. 9c), reicht nach Walaszczyk (1992, in Kennedy et al. 2000) bis in die *M.-subhercynicus*/*M.-hercynicus*-Zone des basalen Mittelurioniums hinauf. Im Sächsischen Kreidebecken wurden die „obersten Formen“ dieser Art etwa 15 m unterhalb der Basis der Postelwitz-Formation gefunden (Tröger 1960).

Inoceramus lamarcki hingegen ist das Zonenfossil des mittleren und oberen Mittelurioniums (Sandstein a₂+a₃, zeitgleicher *lamarcki*-Pläner, Mittlerer Grünsandstein und Mergel der Räcknitz-Formation) und in diesem Zeitabschnitt weit verbreitet. *I. lamarcki* überlappt nicht mit den drei genannten Mytiliden, sondern hat sein Erstauftreten erst oberhalb dem von *Inoceramus apicalis* (Walaszczyk 1992: 31), dem Zonenfossil von Sandstein a₁ (vgl. Abb. 2). *I. apicalis* wurde von Tröger (1967: Taf. 7, Fig. 3+4) im Sandstein a₂ oder a₃ der Niederen Kirchleite-Brüche bei Königstein (Mibus-Stufe a₃ und b bei Grunert 1986) nachgewiesen; in den Oberen Kirchleite-Brüchen erscheint *Inoceramus lamarcki* erstmals etwa 35 m im Hangenden des Letztauftritts von *Mytiloides labiatus* (Tröger 1960).

(2.) Der Sandstein a₃, der in den rechtselbischen Postelwitzer Steinbrüchen (Seifert 1955: Bild 8; Rast 1959: Abb. 108; Abb. 4, 8, Tab. 1) und in den linkselbischen Niedere Kirchleite-Brüchen bei Königstein (Mibus-Stufe b bei Grunert 1986; Abb. 5, Tab. 1) abgebaut wurde und heute noch als linkselbischer Reinhardtsdorfer Sandstein im Steinbruch Reinhardtsdorf II gebrochen wird (Wilmsen und Niebuhr 2009), enthält im oberen Abschnitt mit dem Erstauftreten des Leitfossils *Inoceramus stuemckeii* die Basis des Oberturoniums (cf. Ernst et al. 1983; Tröger und Niebuhr 2014; Niebuhr und Wilmsen 2022; vgl. Abb. 2, 10a) bei etwa 91,3 Mio. Jahren (cf. Laurin et al. 2014). Bis vor wenigen Jahren befand sich die Oberturonium-Basis noch im Pirnaer Oberquader (\cong Sandstein c₃, Kartiereinheit sKt²⁻³; Tröger in Alexowsky et al. 1997: Abb. 3; in Lapp et al. 2017: Abb. 5; vgl. Tab. 2c).

(3.) Der Sandstein b mit der Sequenzgrenze SB Tu 3 (basales Oberturonium) ist der wichtigste Leithorizont der Sächsischen Schweiz und reicht bis in die Gegend von Pirna, allerdings bei deutlicher Verringerung seiner Mächtigkeit von 50–60 m im Winterberg-Gebiet (Lam-

precht 1928, 1931; Seifert 1955) bis auf 8–10 m in Pirna (Janetschke und Wilmsen 2014; Melchisedech 2021; Abb. 5, 6, 8, Tab. 2). Als Werksandstein wurde der massive, stark silifizierte Quarzsandstein nie gebrochen.

(4.) Die Basis der mergeligen Strehlen-Formation (Strehlen-Kalkstein und Zatzschke-Mergel), der zeitgleichen sandigen Schrammstein-Formation (Zeichen-Ton und γ_3 -Horizont), der Lückendorf-Formation des Zittauer Sandsteingebirges, des Hudcov-Kalksteins der unteren Teblice-Formation und der genetischen Sequenz TUR 6/1 der Sandsteinfazies des Böhmisches Kreidebeckens liegt in der *M.-labiatoidiformes*/*M.-striatoconcentricus*-Zone des mittleren Oberturoniums, auch belegt durch das weit verbreitete Auftreten des heteromorphen Ammoniten *Hyphantoceras reussianum* (Andert 1929, 1934; Seifert 1955; Čech et al. 1980; Tröger und Voigt in DSK 2000; Laurin und Ulicny 2004; Wiese et al. 2004; Uličný et al. 2009; Wilmsen und Nagm 2014; Wilmsen und Niebuhr 2014; Niebuhr et al. 2020a–d; Abb. 10d). Dieser wichtige isochrone Leithorizont ist faziesunabhängig und verbindet sowohl biostratigraphisch wie auch lithostratigraphisch das gesamte Sächsische und Böhmisches Kreidebecken (mfz von DS Tu 5; Niebuhr et al. 2020a: Fig. 8; Niebuhr und Wilmsen 2023a: Fig. 15; vgl. Abb. 2).

(5.) In der Mibus'schen Gliederung wird der „Tonmergel von Zatzschke“ als „Zwischenzone γ_3 “ im Hangenden der Mibus-Stufe c₃ („Herrenleite-Sandstein“ bzw. „Lohmener Sandstein“) und dem folgenden „Sandstein d“ ausgeschieden (Mibus 1975; Prescher 1981; Alexowsky et al. 1997; Lapp et al. 2017; Tab. 2a–c), bei Tröger und Voigt (in DSK 2000; Tab. 2d) korreliert er mit dem oberen Sandstein d. Der mehr als 60 m mächtige Zatzschke-Mergel (mittleres Oberturonium bis Mittelconiacium) liegt bei Pirna auf dem Pirnaer Oberquader (\cong Sst. c₃, Seifert 1955), wird aber von keinem weiteren Sandstein überlagert. Damit gehört der Zatzschke-Mergel definitionsgemäß auch nicht, wie bei Tröger und Voigt (in Niebuhr et al. 2007: 64) angegeben, zur Schrammstein-Formation, sondern markiert die südöstlichste Verbreitung der zeitgleichen mergeligen Strehlen-Formation (Niebuhr et al. 2020a, c; Tröger et al. 2020; Abb. 2). Die jüngste lithologische Einheit der Elbtalkreide ist der Börnersdorf-Mergel der Strehlen-Formation (Mittelconiacium) etwa 12 km westlich von Rosenthal (Horna et al. 2011; Abb. 2).

(6.) Der Sandstein e von Lamprecht (1928, 1931) und Seifert (1955) weist eine Zweiteilung auf: über dem Lohmen-Ton / δ_2 -Horizont erscheint der 50–60 m mächtige Porschendorf-Sandstein / Sandstein e, darüber der Braunsbach-Mergel / ε -Horizont (Abb. 2, 7, Tab. 1c). Es folgen der mindestens 70 m mächtigen Rathewalde-Sandstein resp. Sandstein f, von dem sich ca. 40 m am Hohen Winterberg erhalten haben (Niebuhr et al. 2020a, c).

(7.) Das Leitfossil für den Turonium/Coniacium-Grenzbereich, die inoceramide Muschel *Cremnoceramus waltersdorffensis waltersdorffensis*, wurde in mehreren



Abbildung 9. Fossilien zur Definition der Mittelturonium-Basis. **a** MMG: SaK 5018, *Mytiloides hercynicus* (Petrascheck, 1903), Zonenfossil (cf. Walaszczyk 1992), obere Brießnitz-Formation in Dresden-Kemnitz, basales Mittelturonium. **b** MMG: SaK 5932, *Mytiloides subhercynicus* (Seitz, 1934), Indexfossil (cf. Kennedy et al. 2000), Cottaer Bildhauersandstein der obere Schmilka-Formation in Dohma-Cotta, basales Mittelturonium. **c** MMG: SaK 6583, *Mytiloides labiatus* (Schlotheim, 1813), Mittelquader der Schmilka-Formation in Bad Schandau-Krippen; Unter- bis basales Mittelturonium. **d** MMG: SaK 5518, *Collignoniceras woollgari* (Mantell, 1822), Indexfossil (cf. Kennedy et al. 2000), obere Brießnitz-Formation in Dresden-Cotta, basales Mittelturonium.

Figure 9. Fossils for the definition of the base of the Middle Turonian. **a** MMG: SaK 5018, *Mytiloides hercynicus* (Petrascheck, 1903), zonal fossil (cf. Walaszczyk 1992), upper Brießnitz Formation in Dresden-Kemnitz, basal Middle Turonian. **b** MMG: SaK 5932, *Mytiloides subhercynicus* (Seitz, 1934), index fossil (cf. Kennedy et al. 2000), Cottaer Bildhauersandstein of the upper Schmilka Formation in Dohma-Cotta, basal Middle Turonian. **c** MMG: SaK 6583, *Mytiloides labiatus* (Schlotheim, 1813), Mittelquader of the Schmilka Formation in Bad Schandau-Krippen; Lower to basal Middle Turonian. **d** MMG: SaK 5518, *Collignoniceras woollgari* (Mantell, 1822), index fossil (cf. Kennedy et al. 2000), upper Brießnitz Formation in Dresden-Cotta, basal Middle Turonian.



Lokalitäten gefunden, u. a. in der Mergelfazies der Strehlen-Formation von Dresden, Pirna-Graupa, Pirna-Zatzschke, aber auch im Braunsitzbach-Mergel nordöstlich von Lohmen (Abb. 2, 10c) und im Sandstein e an der Hackkuppe bei Seibnitz-Hinterhermsdorf (Schrammstein-Formation; Abb. 2, 10b) sowie dem zeitgleichen Sonnenberg-Sandstein der Waltersdorf-Formation im Zittauer Sandsteingebirge (Wilmsen und Niebuhr 2014; Tröger und Niebuhr 2014; Niebuhr et al. 2020a, d). Die Basis des Braunsitzbach-Mergels der Schrammstein-Formation und die der „Schicht 10: Ton, schwarz“ des obersten Sonnenberg-Sandsteins der Waltersdorf-Formation im Zittauer Sandsteingebirge (Andert 1929: 59, 170), hiermit als Sonnenberg-Ton bezeichnet, markiert die Coniacium-Basis bei 89,8 Mio. Jahren (Niebuhr et al. 2020a; Cohen et al. 2022). So ist es sicher, dass der Rathewalde-Sandstein / Sandstein f der einzige coniaczeitliche Sandstein des Elbsandsteingebirges ist (Tab. 2c; Niebuhr und Wilmsen, in Vorber.).

(8.) Im Turonium sind folgende Sedimentationstrends überliefert: Die Sedimente der Brießnitz- und folgenden Schmilka-Formationen (Unter- bis unteres Mittelurionium) wurden weitestgehend vom Osterzgebirge geliefert (vgl. Abb. 1a), lassen keine syntektonische Steuerung erkennen und gehören damit zur unteren Elbtal-Gruppe, in der seit dem tieferen Unterconomanium die prä-cenomane Paläotopographie durch den eustatischen Meeresspiegelanstieg weitestgehend ausgeglichen wurde (Niebuhr und Wilmsen 2023a). Die Sedimentationsraten sind in der Übergangsfazies bei Pirna etwas niedriger als im Südosten (70 vs. 95 m; Tab. 4). Die Mergel und Pläner der Brießnitz-Formation erreichen ihre Maximalmächtigkeit im Grenzbereich des Sächsischen und Böhmisches Kreidebeckens (z. B. 50 m in der Bohrung Nasser Grund 1/2018), wohingegen die nordwestlichen Profile deutlich siliziklastisch dominiert sind (Janetschke und Wilmsen 2014; Melchisedech 2021).

Mit dem Einsetzen der Inversionstektonik im unteren Mittelurionium (obere Elbtal-Gruppe; vgl. Abb. 1b, 2) wird die Sedimentation unruhig: Die untere Postelwitz-Formation bis zum Top von Sandstein b ist in der

Übergangsfazies stark kondensiert (75 vs. 175 m; Tab. 4), einzelne Lagen keilen häufig aus, sind unreif und variieren stark in ihrer lithologischen Zusammensetzung. Im Gegensatz dazu weisen die Sedimente ab dem mittleren Oberturonium (obere Postelwitz- und Schrammstein-Formation) an der gesamten Front der Lausitzer Überschiebung nahezu identische Mächtigkeiten auf; auch haben die Sandsteine c₃, d und e sehr ähnliche Lithologien wie ihre Äquivalente bei Pirna (Pirnaer Oberquader, Herrenleite-Sandstein und Porschendorf-Sandstein) (Abb. 6, Tab. 4). Grund dafür könnte sein, dass sich der tektonische Stress von einem Depozentrum im Südosten (deutsch-tschechisches Grenzgebiet) erst mit zeitlicher Verzögerung nach Nordwesten ausbreitete.

(9.) Auffällig an der petrographisch-geomorphologischen Gliederung des Mittel- bis Oberturoniums in der Sächsischen Schweiz sind zwei außerordentlich ähnliche, übergeordnete Sedimentationszyklen (Zyklus a+b und c+d) und der untere Abschnitt eines dritten (Abb. 2, 11): Jeder Zyklus beginnt mit dünn- bis mittelbankigen, nicht verwitterungsresistenten heterolithischen Sedimenten, in denen überwiegend feinkörnige Sandsteine mit dünneren, tonig-siltigen, nicht horizontbeständigen Schichten wechsellagern (Sandstein a₁+a₂ – Sandstein c₁+c₂ – Sandstein e; grün in Abb. 11). Im mittleren Abschnitt der Zyklen (Sandstein a₃ / Reinhardtsdorfer Sandstein – Sandstein c₃ / Pirnaer Oberquader, blau in Abb. 11) befinden sich gut gebankte, überwiegend mittelkörnige Quarzsandsteine, die wichtige Werksandsteine lieferten und z. B. in den großen Postelwitzer Steinbrüchen, in Reinhardtsdorf, bei Königstein und Pirna gebrochen wurden bzw. noch gebrochen werden. Abgeschlossen werden die Sedimentationszyklen von großbankig bis massigen, wandbildenden Quarzsandsteinen, die im Allgemeinen mittel- bis grobkörnig sind (Sandstein b – Sandstein d / Herrenleite-Sandstein; rot in Abb. 11) und im gesamten Gebiet intensive Verwachungen der Quarzkörner und kieselige Anwachsäume, also eine starke kieselige Zementation aufweisen (Siedel et al. 2011). Sie bilden im Elbsandsteingebirge die Leithorizonte und der Sandstein d die meisten wandbildenden Gipfel der „Steine“. Getrennt

Abbildung 10. Fossilien zur Definition der Oberturonium- und Coniacium-Basis sowie der maximalen Überflutung in der Ablagerungssequenz DS Tu 5. **a** MMG: SaK 12777, *Inoceramus stuemcke* Heinz, 1928, Indexfossil der Oberturonium-Basis (cf. Niebuhr und Wilmsen 2022), oberer Sandstein a₃ der Postelwitz-Formation bei Königstein (vermutlich Niedere Kirchleite-Brüche, cf. Grunert 1986). **b, c** *Cremnoceramus waltersdorfensis waltersdorfensis* (Andert, 1911), Turonium/Coniacium-Grenzbereich; **b** = MMG: SaK 6852, drei kleine, doppelklappig erhaltene Exemplare, Sandstein e an der Hackkuppe bei Sebnitz-Hinterhermsdorf; **c** = Göpfert-S8f232, Braunsitzbach-Mergel bei Lohmen. **d** MMG: SaK 10092, *Hyphantopceras reussianum* (d’Orbigny, 1850), *M. labiatoidiformes* / *M. striatoconcentricus*-Zone des mittleren Oberturoniums (Geinitz 1874: Taf. II.35, Fig. 12; Wilmsen und Nagm 2014), Strehlen-Kalkstein der unteren Strehlen-Formation in Dresden-Strehlen.

Figure 10. Fossils for the definition of the base of the Upper Turonian and the Coniacian as well as the maximum flooding of depositional sequence DS Tu 5. **a** MMG: SaK 12777, *Inoceramus stuemcke* Heinz, 1928, index fossil of the base of the Upper Turonian (cf. Niebuhr und Wilmsen 2022), upper Sandstone a₃ of the Postelwitz Formation near Königstein (probably from the Niedere Kirchleite quarries, cf. Grunert 1986). **b, c** *Cremnoceramus waltersdorfensis waltersdorfensis* (Andert, 1911), Turonian/Coniacian boundary transition; **b** = MMG: SaK 6852, three small double-valved specimens, Sandstone e at the Hackkuppe near Sebnitz-Hinterhermsdorf; **c** = Göpfert-S8f232, Braunsitzbach Marl near Lohmen. **d** MMG: SaK 10092, *Hyphantopceras reussianum* (d’Orbigny, 1850), *M. labiatoidiformes* / *M. striatoconcentricus* Zone of the middle Upper Turonian (Geinitz 1874: tab. II.35, fig. 12; Wilmsen and Nagm 2014), Strehlen Limestone of the lower Strehlen Formation in Dresden-Strehlen.

Tabelle 4. Durchschnittliche Mächtigkeiten der lithostratigraphischen Einheiten in der Übergangsfazies bei Pirna (links, nach Seifert 1955; Niebuhr et al. 2020a–c; * Bohrungen Pirna-Krietzschwitz 7006/2001, Janetschke und Wilmsen 2014; Pirna-Struppen 7025/2000, Melchisedech 2021) und der zeitgleichen Sandsteinfazies der Sächsischen Schweiz (rechts, nach Lamprecht 1928, 1931; Niebuhr et al. 2020a–c; # Bohrung Nasser Grund 1/2018, Profilaufnahme M. Wilmsen und B. Niebuhr 02/2018). Beachte, dass die Sedimentationsraten der einzelnen lithostratigraphischen Einheiten im oberen Profilabschnitt (oberhalb von Sandstein b) in beiden Ablagerungsräumen nahezu identisch sind.

Table 4. Average thicknesses of the lithostratigraphic units in the transitional facies near Pirna (left, cf. Seifert 1955; Niebuhr et al. 2020a–c; * boreholes Pirna-Krietzschwitz 7006/2001, Janetschke and Wilmsen 2014; Pirna-Struppen 7025/2000, Melchisedech 2021) and the time-equivalent sandstone facies of the Saxonian Switzerland (right, cf. Lamprecht 1928, 1931; Niebuhr et al. 2020a–c; # borehole Nasser Grund 1/2018, measured by M. Wilmsen and B. Niebuhr 02/2018). Note that the sedimentation rates of the single lithostratigraphic units in the upper part of the section (above of Sandstone b) are nearly identical in both depositional areas.

NW	Übergangsfazies bei Pirna		Sächsische Schweiz	SO
>70 m	Rathewalde-Sandstein	Schrammstein-Fm	Sandstein f	>40 m
50 m	Porschendorf-Sandstein		Sandstein e	60 m
50 m	Herrenleite-Sandstein		Sandstein d	50–65 m
30 m	*Pirnaer Oberquader	Postelwitz-Formation	Sandstein c ₃	30 m
40–45 m	*Oberer Grünsandstein + Oberer glaukonitisch-sandiger Mergel		Sandstein c ₂ +c ₁	40–45 m
8–10 m	*Sandstein b		Sandstein b	50–55 m
10–12 m	*Mittlerer Grünsandstein		Sandstein a ₃ #	47 m
50–60 m	*Iamarcki-Pläner + Unterer Grünsandstein / Sandstein a ₁		Sandstein a ₂ +a ₁ #	77 m
50–60 m	*Schmilka-Formation		Schmilka-Formation#	45 m
10–20 m	*Brießnitz-Formation		Brießnitz-Formation#	50 m

werden die Zyklen durch ausgeprägte Transgressionsmaxima, die sich in besonders weit zurückspringenden Schichtfugen zwischen den Quadersandsteinen äußern (β_3 -Horizont = „Schrammstein-Ebenheit“ [Lamprecht 1928: Profil 1] – δ_2 -Horizont = „Riesenfuß-Ebenheit“ zwischen Pirna, Wehlen und Lohmen). Beide Zyklen umfassen zusammen gut 1,6 Mio. Jahre (etwa zwischen 91,8–90,2 Mio. Jahren, mittleres Mittel- bis oberes Oberturonium), beinhalten jeweils zwei 405.000-Jahre-Zyklen der langen Exzentrizität (nach Milanković 1941; Laurin und Uličný 2004; Laskar et al. 2011; Laurin et al. 2014; Gale et al. 2020) und enden oberhalb eines weiteren 405.000-Jahreszyklus etwa an der Basis des Braunsitzbach-Mergels = Basis des Coniaciums bei 89,8 Mio. Jahren (Niebuhr et al. 2020a; Cohen et al. 2022). Die Basis von Zyklus a+b kann nicht festgelegt werden, da sowohl Sandstein a₁ wie auch Sandstein a₂ sehr wechselhaft in ihrer Mächtigkeit und Lithologie sind und zudem aufgrund ihrer Verwitterungsunbeständigkeit fast immer unter Hangschutt verborgen bzw. überwachsen sind, wie z. B. unterhalb der großen Postelwitzer Steinbrüche und den ehemaligen Schulhainbrüchen (Grunert 1986).

(10.) Die Quadersandsteine der oberen Elbtal-Gruppe im Elbsandsteingebirge sind – wie bereits von Lamprecht (1931) beschrieben – in sehr flacher Lagerung von der tschechischen Grenze bis nach Pirna verbreitet, wo sie abrupt an der Mergelfazies der Räckwitz- und Strehlen-Formationen enden. Störungen innerhalb ihrer Verbreitung sind außerordentlich selten und größtenteils mit tertiären Basalt-Vorkommen assoziiert, wie z. B. am

Ascherhübel im Tharandter Wald (Eberlein 2004) oder an der Lausche im Zittauer Sandsteingebirge (Niebuhr et al. 2020a). Die vermeintliche „Riesenfußflexur“ in der Umgebung von Pirna, zwischen Zeichen im Südosten über den Riesenfuß bis nach Liebenthal im Nordwesten (Seifert 1932; Prescher 1957b; Mibus 1975; Lobst 1993), wurde bereits von Beck (1889, 1892a) korrekt als proximalste Sandsteinschüttung vor dem sich hebenden Lausitzer Massiv im Nordosten interpretiert („der Brongniartquader [hier: Herrenleite-Sandstein \cong Sst. d] hat innerhalb des Sectionsgebietes die Tendenz, sich nach Westen zu auszuweilen [. . .] dass diese Sandsteinbildung sich schon in der Gegend des Pillnitzer Tännigts [eine jungdiluviale etwa 5 m hohe Schotterterrasse der Elbe] völlig ausgekeilt hat“) und steht nun wieder als normale sedimentologische Begrenzung in den geologischen Karten (siehe Alexowsky et al. 1997).

Nördlich davon zwischen Liebenthal und Porschendorf ist eine Störung und Aufschubung des älteren „skt³-cn = Herrenleite-Sandstein“ auf den jüngeren „sKcn = Lohmener Sandstein“ verzeichnet (Blatt Dresden Ost, Lapp et al. 2017; vergl. Tab. 2c); nach eigenen Untersuchungen überlagert dort jedoch der jüngere, mürbe Porschendorf-Sandstein (\cong Sst. e) konkordant den älteren, massigen Herrenleite-Sandstein (\cong Sst. d; Niebuhr et al. 2020a; siehe Abb. 2, 3, 6, 7, 13). Dieses konkordante Auflager ist etwa 3 km in der von Lohmen nach Porschendorf verlaufenden Wesenitz-Klamm zu verfolgen – eine Störung zwischen beiden oberturonen Sandsteinen existiert nicht.

Auch die von Mibus (1968, 1975: 99, Anl. 2) postulierte „Liliensteinflexur“, die sich von der Elbe bei Ober-

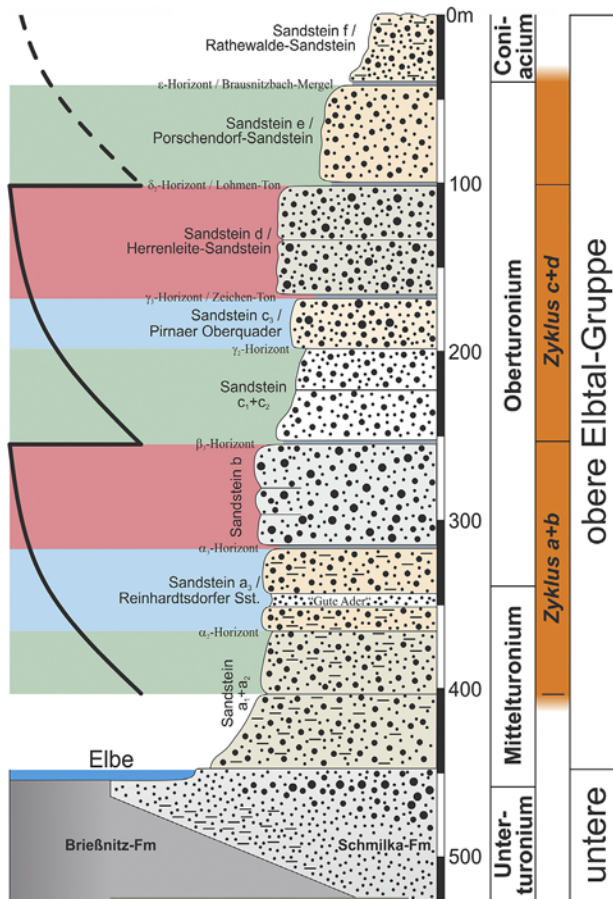


Abbildung 11. Sedimentationszyklen in der oberen Elbtal-Gruppe der Sächsischen Schweiz. Grün: unterer Abschnitt der Zyklen mit nicht verwitterungsresistenten, heterolithischen Sedimenten; blau: mittlerer Abschnitt mit gut gebankten, überwiegend mittelkörnigen Quarzsandsteinen, die wichtige Werksandsteine lieferten; rot: oberer Abschnitt mit massiven, mittel- bis grobkörnigen Quarzsandsteinen, die eine starke kieselige Zementation aufweisen. Beide vollständige Zyklen beinhalten jeweils zwei 405.000-Jahre-Zyklen der langen Exzentrizität (nach Milanković 1941).

Figure 11. Sedimentary cycles in the upper Elbtal Group of the Saxonian Switzerland. Green: lower part of the cycles with non-weather-resistant, heterolithitic sediments; blue: middle part with well bedded, mostly medium-grained quartz sandstones which supplied important freestones; red: upper part with massive, strong silicified medium- to coarse-grained quartz sandstones. Both complete cycles each contain two 405,000-years-cycles of the long eccentricity (after Milanković 1941).

rathen über die westliche Seite des Liliensteins, durch Königstein und entlang des Bielatal bis in die Nähe der Schweizermühle nördlich von Rosenthal im Süden ziehen soll, geht sicherlich auf die starke Mächtigkeitsabnahme insbesondere der Sandsteine a und b infolge zunehmender Entfernung vom Liefergebiet – der Westsudetischen Insel – zurück.

(11.) Die Kreide-Ablagerungen neigen sich heute in der Umgebung von Pirna mit etwa 2–3° nach Nordosten in Richtung der Lausitzer Überschiebung. Am Fuß des Bastei-Felsens liegt der Top von Sandstein b bei etwa 160 m ü. NHN (Lamprecht in Rast 1959), also etwa 40 m über dem Elbe-Niveau, wohingegen der β₃-Horizont im Hangenden des dort 52 m mächtigen Sandsteins b bei Schmilka auf etwa 292 m ü. NHN zu finden ist (cf. Seifert 1955; cf. Rast 1959; Tab. 3, vgl. Seite 6 dieser Arbeit). So ergibt sich weiterhin eine durchschnittliche Neigung der Schichten von unter 1° nach Nordwesten – für mindestens 25 km parallel zur Längserstreckung der Lausitzer Überschiebung. Zwischen Schmilka an der tschechischen Grenze (Teichsteinbrüche, Grenzbruch) und dem Lilienstein (Obere Kirchleite-Brüche, Stadtbrüche) streicht der Mittelquader der Schmilka-Formation mit dem Indexfossil *Mytiloides labiatus* auf Elb-Höhe aus und wurde als sehr guter Werksandstein gebrochen (Geinitz 1872–1875: 48; Tröger 1960; Siedel et al. 2011; Niebuhr 2021; Niebuhr und Wilmsen 2023b; Abb. 1c, 3). Elbabwärts zwischen dem Lilienstein und Rathen liegen rechtselbisch die Schulhainbrüche etwas

oberhalb des Elbe-Niveaus, die nur einen Werksandstein minderer Qualität aus dem Sandstein a₁+a₂ der unteren Postelwitz-Formation lieferten, was zur Stilllegung des Bruches bereit um 1900 führte (Herrmann 1899; Grunert 1986; Kutschke 2000; Niebuhr und Wilmsen 2023b). In den linkselbischen Niedere Kirchleite-Brüchen, schräg gegenüber bei Struppen-Thürmsdorf, steht der Sandstein a₂+a₃ (mit *Inoceramus apicalis* und vermutlich *Inoceramus stuemcke*, siehe Abb. 10a) in 70 m hohen Wänden an (Grunert 1986; Kutschke 2000; Tröger 1967; Abb. 1c, 3). In den Weißen Brüchen zwischen der Bastei und der Stadt Wehlen taucht der markante, massige Sandstein b, der den Zyklus a+b abschließt, an der Steinbruchbasis bei etwa 150 m ü. NHN ab, und es wurde von der ca. 70 m hohen Wand hauptsächlich der folgende mürbe Sandstein c₁+c₂ abgebaut (Prescher 1954; Grunert 1986; Abb. 12). Der mittel- bis grobkörnige Sandstein c₃, der nun nach Nordwesten zu Pirnaer Oberquader heißt (siehe Abb. 2, 6, Tab. 4), wurde bevorzugt in den rechtselbischen Zeichener Brüchen, dem Mockethaler Grund und in den wenig beachteten, linkselbischen Steinbrüchen zwischen Pirna-Obervogelgesang und Pirna-Struppen als „Postaer Stein“ gebrochen (Grunert 1986; Siedel et al. 2000; Niebuhr und Wilmsen 2023b; Abb. 1c, 3). Der massive Herrenleite-Sandstein, der den Zyklus c+d abschließt, wird heute noch in den Landbrüchen zwischen Wehlen und Lohmen abgebaut (Abb. 1c, 3, 13), bildet im Hangenden eine auffällige Felsterrasse (Lohmen-Ton / δ₂-Horizont = „Riesenfuß-Ebenheit“) im Liegenden des mürben Porschendorf-Sandsteins (Abb. 6, 7). So bestä-



Abbildung 12. Blick vom linkselbischen Oberrathen nach Nordwesten auf die rechtselbischen, mittel- bis oberturonen Sandsteine zwischen dem Wartturm und den Weißen Brüchen. Im ca. 70 m hohen Steinbruch steht im unteren Abschnitt der mürbe Sandstein c_{1+c_2} an, gefolgt vom wandbildenden Sandstein c_3 / Pirnaer Oberquader der oberen Postelwitz-Formation. Am Wartturm sind über dem γ_3 -Horizont noch Reste des folgenden Sandsteins d der unteren Schrammstein-Formation erhalten (Foto: M. Wilmsen 02/2023).

Figure 12. Northwestern view from Oberrathen on the left Elbe bank to the sandstones of the Middle and Upper Turonian on the right Elbe bank between the Wartturm and the Weiße Brüche quarries. In the lower part of the ca. 70 m high quarry section the crumbly Sandstone c_{1+c_2} is exposed, followed by the wall-forming Sandstein c_3 / Pirnaer Oberquader of the upper Postelwitz Formation. Above the γ_3 Horizon at the Wartturm remnants of the following Sandstone d of the lower Schrammstein Formation are preserved (photograph: M. Wilmsen 02/2023).



Abbildung 13. Die unteren ca. 25 m des massiven Herrenleite-Sandsteins der Schrammstein-Formation (mittleres Oberturonium) aus dem Steinbruch Dorf-Wehlen (Janetschke und Wilmsen 2014) wurden in den 1990er Jahren zum Wiederaufbau der Dresdner Frauenkirche verwandt.

Figure 13. The lower ca. 25 m of the massive Herrenleite Sandstone of the Schrammstein Formation (middle Upper Turonium) from the Dorf-Wehlen quarry (Janetschke and Wilmsen 2014) were used in the 1990s to rebuild the Dresden Frauenkirche.

tigt die Beschaffenheit und Qualität der Werksandsteine entlang der Elbe die Lamprecht/Seifert'sche Gliederung und Korrelation aufs Feinste und widerlegt den Kernsatz der Mibus'schen Gliederung (Mibus 1975: 70).

Literatur

- Alexowsky W, Wolf L, Kurze M, Tröger K-A (1997) Geologische Karte des Freistaates Sachsen 1:25.000 und Erläuterungen zu Blatt 5049 Pirna (3. Aufl.). Freiberg: Sächsisches LfUG.
- Andert H (1929) Die Kreideablagerungen zwischen Elbe und Jeschken. Teil II: Die nordböhmische Kreide zwischen Elbsandsteingebirge und Jeschken und das Zittauer Sandsteingebirge. Abhandlungen der Preußischen Geologischen Landesanstalt, Neue Fassung 117: 1–227.
- Andert H (1934) Die Kreideablagerungen zwischen Elbe und Jeschken. Teil III: Die Fauna der obersten Kreide in Sachsen, Böhmen und Schlesien. Abhandlungen der Preußischen Geologischen Landesanstalt, Neue Fassung 159: 1–477.
- Beck R (1889) Geologische Spezialkarte des Königreichs Sachsen. Blatt 83, Section Pirna (1. Aufl.). Leipzig: Engelmann.
- Beck R (1892a) Geologische Spezialkarte des Königreichs Sachsen. Blatt 83, Section Pirna, Erläuterungen (1. Aufl.). Leipzig: Engelmann.
- Beck R (1892b) Geologische Spezialkarte des Königreichs Sachsen. Blatt 84, Section Königstein-Hohnstein (1. Aufl.). Leipzig: Engelmann.
- Beck R (1893) Geologische Spezialkarte des Königreichs Sachsen. Blatt 84, Section Königstein-Hohnstein, Erläuterungen (1. Aufl.). Leipzig: Engelmann.
- Čech S, Klein V, Kříž J, Valečka J (1980) Revision of Upper Cretaceous stratigraphy of the Bohemian Cretaceous Basin. *Věstník Ústředního úslavu geologického* 55: 277–296.
- Cohen KM, Harper DAT, Gibbard PL, Ca N (2022) The ICS International Chronostratigraphic Chart 2022, v. 10. <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2022-10.pdf>
- DSK – Stratigraphische Kommission Deutschlands (2000) Stratigraphie von Deutschland III. Die Kreide der Bundesrepublik Deutschland. Courier Forschungsinstitut Senckenberg. Frankfurt am Main: Senckenberg.
- Eberlein M (2004) Die Geotope des Tharandter Waldes – Inventarisierung und Bewertung. Diplomarbeit, TU Dresden. [Unveröff.]
- Ernst G, Schmid F, Seibert E (1983) Event-Stratigraphie im Cenoman und Turon von NW-Deutschland. *Zitteliana* 10: 531–554.
- Gale AS, Mutterlose J, Batenburg S (2020) The Cretaceous Period. In Gradstein FM, Ogg JG, Schmitz MD, Ogg GM (Hrsg.). *The Geological Time Scale 2020*: 1023–1086.
- Geinitz HB (1839) Charakteristik der Schichten und Petrefacten des sächsischen Kreidegebirges. Erstes Heft. Der Tunnel bei Oberau in geognostischer Hinsicht, und die dieser Ablagerung verwandten Ablagerungen zwischen Oberau, Meissen und dem Plauenschen Grunde bei Dresden. Dresden und Leipzig: Arnold.
- Geinitz HB (1840) Charakteristik der Schichten und Petrefacten des sächsischen Kreidegebirges, Zweites Heft. A. Das Land zwischen dem Plauen'schen Grunde bei Dresden und Dohna. B. Fische, Crustaceen, Mollusken. Dresden und Leipzig: Arnold.
- Geinitz HB (1842) Charakteristik der Schichten und Petrefacten des sächsisch-böhmischen Kreidegebirges, Drittes Heft. Die sächsisch-böhmische Schweiz, die Oberlausitz und das Innere von Böhmen. Dresden und Leipzig: Arnold.
- Geinitz HB (1849) Das Quadersandsteingebirge oder das Kreidegebirge in Deutschland. Freiberg: Craz und Gerlach.
- Geinitz HB (1871–1875) Das Elbthalgebirge in Sachsen. Erster Theil: Der untere Quader. *Palaeontographica*, 20(I). Cassel: Fischer.
- Geinitz HB (1872–1875) Das Elbthalgebirge in Sachsen. Zweiter Theil: Der mittlere und obere Quader. *Palaeontographica*, 20(II). Cassel: Fischer.
- Grunert S (1986) Der Sandstein der Sächsischen Schweiz. Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden 34: 1–156.
- Herrmann O (1899) Steinbruchindustrie und Steinbruchgeologie. Berlin: Borntraeger.
- Horna F, Krentz O, Buske S, Schönfeld J, Sonnabend L (2001) Die Mergel von Börnersdorf (Osterzgebirge) – Stratigraphie, Tektonik und Geophysik eines verdeckten Oberkreiderekites. *Freiberger Forschungshefte C* 540: 65–78.
- Janetschke N, Wilmsen M (2014) Sequence stratigraphy of the lower Upper Cretaceous Elbtal Group (Cenomanian–Turonian of Saxony, Germany). *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* 165: 179–208.
- Kennedy WJ, Walaszczyk I, Cobban WA (2000) Pueblo, Colorado, USA, candidate Global Boundary Stratotype Section and Point for the base of the Turonian Stage of the Cretaceous, and for the base of the Middle Turonian Substage, with a revision of the Inoceramidae (Bivalvia). *Acta Geologica Polonica* 50: 294–334.
- Kley J, Voigt T (2008) Late Cretaceous intraplate thrusting in central Europe: Effect of Africa-Iberia-Europe convergence, not Alpine collision. *Geology* 36: 839–842.
- Kutschke D (2000) Steinbrüche und Steinbrecher in der Sächsischen Schweiz. *Geschichtliche und heimatkundige Beiträge aus Pirna und Umgebung* 11: 1–200.
- Lamprecht F (1928) Schichtenfolge und Oberflächenformen im Wintersteingebiet des Elbsandsteingebirges. *Mitteilungen des Vereins für Erdkunde zu Dresden, Neue Fassung* 1927: 1–48.
- Lamprecht F (1931) Die Schichten des sächsisch-böhmischen Turons rechts der Elbe. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Beilage B* 67: 113–138.
- Lapp M, Hübner F, Lichter L (2017) Geologische Karte des Freistaates Sachsen 1:25.000 und Erläuterungen zu Blatt 4949 Dresden Ost (4. Aufl.). Freiberg: Sächsisches LfULG.
- Laskar J, Fienga A, Gastineau M, Manche H (2011) La2010: A new orbital solution for the long-term motion of the Earth. *Astronomy Astrophysics* 532: A89.
- Laurin J, Uličný D (2004) Controls on a shallow-water hemipelagic system adjacent to a siliciclastic margin: example from Late Turonian of central Europe. *Journal of Sedimentary Research* 74: 697–717. <https://doi.org/10.1306/020904740697>
- Laurin J, Čech S, Uličný D, Štaffen Z, Svobodová M (2014) Astrochronology of the Late Turonian for the behavior of the carbon cycle at the demise of peak greenhouse. *Earth and Planetary Science Letters* 394: 254–269.
- Laurin J, Uličný D, Čech S, Trubač J, Zachariáš J, Svobodová M (2021) Chronology and Eccentricity Phasing for the Early Turonian Greenhouse (~93–94 Ma): Constraints on Astronomical Control of the Carbon Cycle. *Paleoceanography and Paleoclimatology* 36: e2020PA004188. <https://doi.org/10.1029/2020PA004188>
- Lobst R (1993) Geologische Karte der Nationalparkregion Sächsische Schweiz 1:50.000 (1. Aufl.). Freiberg: Sächsisches LfUG.

- Malkovský M (1976) Saxonische Tektonik der Böhmisches Masse. *Geologische Rundschau* 65: 127–143.
- Melchisedech M (2021) Integrierte Stratigraphie und Faziesanalyse der Elbtal-Gruppe (Cenomanium–Turonium, untere Oberkreide) in der Bohrung HG 7025 (Strubben-Siedlung) nahe Königstein (Elbsandsteingebirge, Sachsen). Masterarbeit, TU Bergakademie Freiberg. [Unveröff.]
- Mibus H-P (1968) Beitrag zur Kenntnis der Geologie des Elbsandsteingebirges unter besonderer Berücksichtigung der hydrologischen Verhältnisse. Dissertation, TU Dresden. [Unveröff.]
- Mibus H-P (1975) Beitrag zur Kenntnis der Geologie des Elbsandsteingebirges. *Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden* 22: 1–121.
- Milanković M (1941) Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitproblem. *Königlich Serbische Akademie* 83, Bereich Mathematik und Naturwissenschaften 33. Belgrad.
- Niebuhr B (2020) Pennrich-Formation. In: *LithoLex [Online-Datenbank]*, Datensatz-Nr. 10000070 vom 19.08.2020; Hannover: BGR. <https://litholex.bgr.de>
- Niebuhr B (2021) Sandstein–Seestern–Saurier, Sachsen in der Kreidezeit. Begleitband zur Sonderausstellung. Kamenz: Museum der Westlausitz.
- Niebuhr B, Wilmsen M (2014, Hrsg.) *Kreide-Fossilien in Sachsen, Teil 1. Geologica Saxonica* 60(1). Frankfurt am Main: Senckenberg.
- Niebuhr B, Wilmsen M (2016, Hrsg.) *Kreide-Fossilien in Sachsen, Teil 2. Geologica Saxonica* 62. Frankfurt am Main: Senckenberg.
- Niebuhr B, Wilmsen M (2022) Large-sized Late Turonian–Early Coniacian (Late Cretaceous) inoceramid bivalves from Germany: taxonomic issues, temporal framework and palaeoecological implications. *Paläontologische Zeitschrift* 2023(97): 217–243. <https://doi.org/10.1007/s12542-022-00615-9>
- Niebuhr B, Wilmsen M (2023a) The transgression history of the Saxonian Cretaceous revisited or: the imperative for a complete stratigraphic reappraisal (Cenomanian, Elbtal Group, Germany). *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* 174(1): 69–118. <https://doi.org/10.1127/zdgg/2023/0376>
- Niebuhr B, Wilmsen M (2023b) Nicht nur Sandsteine: Geologie und Paläontologie der sächsischen Kreide (Elbtal-Gruppe). In: Kleeberg K, Siedel H, Niebuhr B (Hrsg.), *Vom Bausandstein bis zur Felssicherung – Nutzung und Schutz von natürlichen Ressourcen in der Sächsischen Schweiz. Exkursionsführer und Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* 268: 67–86.
- Niebuhr B, Hiss M, Kaplan U, Tröger K-A, Voigt S, Voigt T, Wiese F, Wilmsen M (2007) *Lithostratigraphie der norddeutschen Oberkreide. Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* 55. Hannover: DGG.
- Niebuhr B, Wilmsen M, Chellouche P, Richardt N, Pürner T (2011) Stratigraphy and facies of the Turonian (Upper Cretaceous) Roding Formation at the southwestern margin of the Bohemian Massif (southern Germany, Bavaria). *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* 162: 295–316. <https://doi.org/10.1127/1860-1804/2011/0162-0295>
- Niebuhr B, Wilmsen M, Voigt T (2020a) Die Oberkreide (Cenomanium–Mittelconiacium) im Zittauer Sandsteingebirge (Deutschland, Tschechien). *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* 171: 163–197. <https://doi.org/10.1127/zdgg/2020/0223>
- Niebuhr B, Wilmsen M, Tröger K-A, Voigt T (2020b) Postelwitz-Formation. In: *LithoLex [Online-Datenbank]*, Datensatz-Nr. 10000076 vom 20.08.2020; Hannover: BGR. <https://litholex.bgr.de>
- Niebuhr B, Wilmsen M, Tröger K-A, Voigt T (2020c) Schrammstein-Formation. In: *LithoLex [Online-Datenbank]*, Datensatz-Nr. 10000078 vom 20.08.2020; Hannover: BGR. <https://litholex.bgr.de>
- Niebuhr B, Wilmsen M, Voigt T (2020d) Waltersdorf-Formation. In: *LithoLex [Online-Datenbank]*, Datensatz-Nr. 10000079 vom 19.08.2020; Hannover: BGR. <https://litholex.bgr.de>
- Petrascheck W (1900) Studien über Faciesbildungen im Gebiete der sächsischen Kreideformation. *Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis, Dresden e. V.* 1899: 31–84.
- Petrascheck W (1902) Die Ammoniten der sächsischen Kreideformation. *Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients* 14: 131–162.
- Prescher H (1954) Sedimentpetrographische Untersuchungen oberturonischer Sandsteine im Elbsandsteingebirge. *Freiberger Forschungshefte C* 11: 1–96.
- Prescher H (1957a) Die Niederschönaer Schichten der sächsischen Kreide. *Freiberger Forschungshefte C* 34: 1–96.
- Prescher H (1957b) Karte des Cenomans und Turons im Elbtalgebiet. *Freiberger Forschungshefte C* 34: Anhang.
- Prescher H (1981) Probleme der Korrelation des Cenomans und Turons in der Sächsischen und Böhmisches Kreide. *Zeitschrift der geologischen Wissenschaften* 9: 367–373.
- Rast H (1959) *Geologischer Führer durch das Elbsandsteingebirge*. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Schander H (1923) Die cenomane Transgression im mittleren Elbtalgebiet. *Geologisches Archiv* 2: 49–96.
- Seifert A (1932) *Stratigraphie und Tektonik im Oberturon des Faziesgrenzgebietes von Pirna*. Dissertation, TU Dresden. [Unveröff.]
- Seifert A (1955) *Stratigraphie und Paläontologie des Cenomans und Turons im sächsischen Elbtalgebiet*. *Freiberger Forschungshefte C* 14: 1–218.
- Siedel H, Götze J, Kleeberg K, Palme G (2011) Bausandsteine in Sachsen. In: Ehling A, Siedel H (Hrsg.), *Bausandsteine in Deutschland 2: Sachsen-Anhalt, Sachsen, Schlesien (Polen)*: 163–272.
- Tröger K-A (1956) Über die Kreideablagerungen des Plauenschen Grundes (sedimentpetrographische und biostratigraphisch-paläontologische Untersuchungen). *Jahrbuch des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden* 2: 22–124.
- Tröger K-A (1960) *Kartierungsbohrung Königstein 1/1960*. Interner Bericht, Geologisches Landesamt Sachsen. [Unveröff.]
- Tröger K-A (1967) Zur Paläontologie, Biostratigraphie und faziellen Ausbildung der unteren Oberkreide (Cenoman bis Turon). Teil I – Paläontologie und Biostratigraphie der Inoceramen des Cenomans bis Turons Mitteleuropas. *Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden* 12: 13–207.
- Tröger K-A (1969) Zur Paläontologie, Biostratigraphie und faziellen Ausbildung der unteren Oberkreide (Cenoman-Turon). Teil II – Stratigraphie und fazielle Ausbildung des Cenomans und Turons in Sachsen, dem nördlichen Harzvorland und dem Ohmgebirge. *Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden* 13: 1–70.
- Tröger K-A, Niebuhr B (2014) Inoceramide Muscheln. *Geologica Saxonica* 60(1): 169–200.
- Tröger K-A, Voigt T (1995) Event- und Sequenzstratigraphie in der Sächsischen Kreide. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen E* 16: 255–267.
- Tröger K-A, Voigt T, Niebuhr B (2020) Strehlen-Formation. In: *LithoLex [Online-Datenbank]*, Datensatz-Nr. 10000080 vom 02.09.2020; Hannover: BGR. <https://litholex.bgr.de>

- Uličný D, Špičáková L, Grygar R, Svobodová M, Čech S, Laurin J (2009) Palaeodrainage systems at the basal unconformity of the Bohemian Cretaceous Basin: roles of inherited fault systems and basement lithology during the onset of basin filling. *Bulletin of Geosciences* 84: 577–610. <https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1128>
- Voigt T (1994) Faziesentwicklung und Ablagerungssequenzen am Rand eines Epikontinentalmeeres. Die Sedimentationsgeschichte der Sächsischen Kreide. Dissertation, TU Bergakademie Freiberg. [Unveröff.]
- Voigt T (2009) Die Lausitz-Riesengebirgs-Antiklinalzone als kreidezeitliche Inversionsstruktur: Geologische Hinweise aus umgebenden Kreidebecken. *Zeitschrift der geologischen Wissenschaften* 37: 15–39.
- Walaszczyk I (1992) Turonian through Santonian deposits of the Central Polish Uplands; their facies development, inoceramid paleontology and stratigraphy. *Acta Geologica Polonica* 42: 1–122.
- Wiese F, Čech S, Ekrt B, Košťák M, Mazuch M, Voigt S (2004) The Upper Turonian of the Bohemian Cretaceous Basin (Czech Republic) exemplified by the Úpolavý working quarry: Integrated stratigraphy and palaeoceanography of a gateway to the Tethys. *Cretaceous Research* 25: 329–352.
- Wilmsen M, Nagm E (2014) Ammoniten. *Geologica Saxonica* 60(1): 201–240.
- Wilmsen M, Niebuhr B (2009) Exkursion 9. Die Kreide der Elbtalzone. Exkursionsführer und Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften 241: 199–218.
- Wilmsen M, Niebuhr B (2014) Stratigraphie und Ablagerungsbedingungen der Kreide in Sachsen (Elbtal-Gruppe, Cenomanium–Unterconiacium). *Geologica Saxonica* 60(2): 347–369.
- Wilmsen M, Niebuhr B, Fengler M, Püttmann T, Berensmeier M (2019) The Late Cretaceous transgression in the Saxonian Cretaceous Basin (Germany): old story, new data and novel findings. *Bulletin of Geosciences* 94: 71–100. <https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1723>
- Wilmsen M, Niebuhr B, Kennedy W J (2022) Middle Cenomanian ammonites from the Oberhäslich Formation (Elbtal Group, Germany): stratigraphic and palaeogeographic implications for the Saxo-Bohemian Cretaceous. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 303: 271–294. <https://doi.org/10.1127/njgpa/2022/1048>
- Wilmsen M, Dommaschk P, Jahr U, Niebuhr B, Siedel H (2023) Exkursionsführer: Geologie, Gewinnung, Verarbeitung, Nutzung und Geofahren von Kreide-Sandstein in der Sächsischen Schweiz. In: Kleeberg K, Siedel H, Niebuhr B (Hrsg.), *Vom Bausandstein bis zur Felssicherung – Nutzung und Schutz von natürlichen Ressourcen in der Sächsischen Schweiz*. Exkursionsführer und Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften 268: 193–207.