

# Abschlussbericht

## Petrographie der Kreide-Ablagerungen im Sächsischen Anteil des Nordsudetischen Kreidebeckens

Dr. Thomas Voigt & Hannes Stengel  
Institut für Geowissenschaften  
Friedrich-Schiller-Universität Jena  
Burgweg 11  
07749 Jena  
[voigt@geo.uni-jena.de](mailto:voigt@geo.uni-jena.de)

## Inhalt

1. Einleitung .....	3
2. Durchgeführte Untersuchungen.....	4
3. Zusammenfassung der Ergebnisse .....	5
3.1. Kalksteine .....	6
3.2. Pelite.....	6
3.3. Sandsteine .....	7
4. Schlussfolgerungen .....	7

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Bohrungsprofile und Position der Proben

Anlage 2: Korngroessenanalysen

Anlage 3: Karbonatgehalte der Nordsudetischen Kreidemulde

Anlage 4: Dünnschliffbeschreibungen

Anlage 5: Elementverteilung XRF

Anlage 6: Quantitative Dünnschliffanalyse

Anlage 7: Probenliste Bohrungen aus der Nordsudetischen Kreidemulde

## 1. Einleitung

Die Nordsudetische Kreidemulde erstreckt sich von Polen in SE-NW-Richtung bis in die Niederlausitz (Sachsen-Brandenburg). Sie enthält eine Schichtenfolge, die vom Cenoman bis in das Santon reicht und in Sachsen mehr als 1000 m mächtig ist. Die Kreide-Sedimente überlagern Zechstein und Buntsandstein. Sie werden von tertiären, kohleführenden Lockersedimenten wechselnder Mächtigkeit und quartären, überwiegend glazialen Bildungen überdeckt. Die Basis-Sedimente des Cenoman und das Ober-Santon sind sandig ausgebildet. Über einer kalkigen Abfolge des Turons (Plänerkalke) folgen feinkörnige Sedimente des Coniacs und Unter-Santons, die überwiegend als Mergel und Tonsteine beschrieben wurden und mehrere hundert Meter mächtig sind. Sie werden von Sandsteinen des Ober-Santons gefolgt. Die Existenz einer mächtigen homogenen Tonsteinfolge in der Mitte der Kreide-Sequenz macht dieses Becken potentiell interessant für die Einrichtung eines Atommüll-Endlagers. Zur Charakterisierung und exakten Klassifikation der Gesteine wurde vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie ein Werkvertrag an die Universität Jena vergeben. Am Institut für Geowissenschaften (Sedimentlabor, Frank Linde) wurden die analytischen Arbeiten durchgeführt. Für die Auswertung der Daten war Dr. Thomas Voigt verantwortlich.

Der vorliegende Bericht besteht entsprechend der Aufgabenstellung für den Werkvertrag aus den folgenden separaten Teilen:

1. Bohrungsprofile und Position der Proben
2. Ergebnisse der Korngrößenanalysen
3. Ergebnisse der Karbonatgehaltsanalysen
4. Dünnschliffbeschreibungen
5. Elementverteilungen und quantitative Flächenscans der Mikro-XRF
6. Ergebnisse der quantitativen Dünnschliffanalysen

Die Ergebnisse wurden ausgedruckt und elektronisch am 24.11.2022 übergeben. Zusätzlich zu den Berichten in digitaler Form wurden Daten-Ordner übergeben, in denen neben den Einzelberichten sämtliche Messdaten in separaten Excel-Dateien enthalten sind. Die Messdaten wurden außerdem in einer Gesamt-Excel-Datei zusammengefasst. Im Datenpaket sind 88 Fotos der Proben vor der Analyse, 1227 Dünnschliff-Fotos, und 298 Elementscans enthalten, die größtenteils nicht für die Erstellung des Berichts verwendet wurden, aber für weitere Auswertungen zur Verfügung stehen.

Die Rest-Proben, die aufbereiteten Proben für die Korngrößenanalyse, die Proben-Quader für die Röntgenfluoreszenz-Analyse und 30 Dünnschliffe wurden am 24. November 2022 an den Auftraggeber übergeben.

## 2. Durchgeführte Untersuchungen

Die Proben wurden am 20. April 2022 an den ausgelegten Kernen von acht Bohrungen: Sp 101/61, Spremberg 67/59, Döbern 104/63, Muskau 1/62, B 1983/66, B 1979/67, B 1980 und B 1981E/66 in Zusammenarbeit mit Dr. Frank Horna und Dr. Manuel Lapp genommen. Die Bohrkern der sechziger Jahre wurden vor ihrer Archivierung reduziert, so dass nur die noch vorhandenen Kernmärsche und Belegstücke beprobt werden konnten. Die Auswahl der 40 Proben erfolgte unter der Zielstellung, die ganze Palette der auftretenden Lithologie der Kreidesedimente abzudecken. Dabei lag der Schwerpunkt auf den feinkörnigen Gesteinen, die potentielle Wirtsgesteine darstellen und in den Bohrungen Sp 101/61 und Spremberg 67/59 in großer Mächtigkeit vorliegen. Auf die sehr gut dokumentierte Bohrung SP 101/61 mit 1345,1 m Tiefe entfielen deshalb 23 Proben. Insgesamt wurden 43 Proben genommen, damit bei ungeeigneten Proben eine Reserve verbleibt. Im Nachgang wurde festgestellt, dass zwei der genommenen Proben stratigraphisch bereits in den unterlagernden Buntsandstein gehören. Sie waren 1961 als fraglich triassische Gesteine eingestuft worden. In der Bohrkernbeschreibung wurde allerdings Glaukonitführung erwähnt, die für den Buntsandstein absolut untypisch ist. Sie wurden deshalb in die Analysen einbezogen. Die Petrographie der eindeutig kreidezeitlichen Becken-Füllung wird von 41 Proben abgedeckt.

Die Proben wurden mit unterschiedlichen **Methoden** untersucht:

**Dünnschliffe** wurden von 30 Proben angefertigt, wobei alle Kalksteine und Sandsteine, sowie alle Gesteine mit visuell erkennbaren Körnern in Siltkorngröße berücksichtigt wurden. In den sehr feinkörnigen, tonigen Sedimenten wurde von Dünnschliffen wegen Ihrer geringen Korngröße und der Merkmalsarmut abgesehen. Feinkörnige, tonige Gesteine neigen bei der Präparation außerdem zur Bildung von Artefakten, selbst wenn die Dünnschliffe wasserfrei hergestellt werden. Die Herstellung der Dünnschliffe erfolgte im Sediment-Labor des Instituts für Geowissenschaften der Uni Jena durch Sandra Urban und Frank Linde.

Die **Dünnschliffe wurden qualitativ beschrieben** (Thomas Voigt und Hannes Stengel) und durch zahlreiche Fotos dokumentiert.

Die **quantitative Analyse der Dünnschliffe** (Kalksteine, Sandsteine, Schluffsteine) erfolgte über das point-counting nach der Gazzi-Dickinson-Methode (Thomas Voigt und Hannes Stengel). Es wurden pro

Schliff 300 Punkte gezählt. Neben Klasten (Gesteinsbruchstücke, Feldspäte und Quarz) wurden auch Biogene, Glaukonit, offener Porenraum, Matrix und Zement erfasst.

Die **Korngrößenanalysen** (Frank Linde) wurden auf die feinkörnigen Gesteine (Kalksteine, Mergel, Siltsteine) beschränkt (31 Proben), denn die Sandsteine zeigen entweder starke Zementation, die zum Bruch über die Korngrößen führt oder die primäre Korngrößenverteilung wurden durch sekundäre Kompaktion (Brekziierung der Klasten) und Feldspatlösung verändert. Für die Korngrößenbestimmung wurde ein Laser-Partikelmessgerät FRITSCH Analysette 22 genutzt.

An allen karbonatführenden Gesteinen wurden Analysen der **Karbonatgehalte** mit dem Scheiblergerät durchgeführt, so dass eine Unterscheidung von Dolomit und Calcit möglich ist.

Die feinkörnigen Sedimente (10 Proben) wurden auf ihre **Elementgehalte mit der Röntgenfluoreszenz-Analyse** ermittelt. Dazu wurde mit einer Bruker Tornado M4  $\mu$ -XRF in einem engen Raster (20  $\mu$ m) ein Scan über eine repräsentative Fläche von etwa 2x3 cm durchgeführt (Hannes Stengel). Dies erfolgte an den feinkörnigen Proben, von denen keine Dünnschliffdaten vorliegen.

Die Auswertung der Elementscans, die Rückschlüsse auf die mineralogische Zusammensetzung erlauben, wurde durch Thomas Voigt durchgeführt.

### 3. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die petrographischen Analysen der 43 Proben zeigen eine breite Palette an Sedimentgesteinen. Sie wurden auf der Grundlage der Analysen nach verschiedenen Kriterien (Klassifikation für klastische Gesteine nach DIN 18123, Kalkstein-Klassifikation nach Folk und Dunham, Sandstein-Klassifikation nach Folk) determiniert. Es lassen sich folgende Gruppen unterscheiden:

- Kalksteine (Mudstones, Wackestones, -siliziklastenreiche Biomikrite)
- Kalkige Siltsteine
- Siltig-sandige Mergelsteine
- Lithische Subarkosen
- Quarzarenite
- Hybridarenite (bioklastenreiche Quarzarenite, glaukonitische Sandsteine)

Alle Gruppen sind durch kontinuierliche Übergänge miteinander verbunden. Die Korngrößenspektren reichen von der Pelitfraktion bis in den Feinkiesbereich.

### 3.1. Kalksteine

Die analysierten Kalksteine haben maximal einen Kalkgehalt von knapp 80%, sie besetzen im ternären Diagramm Sand-Pelit-Karbonat einen kontinuierlichen Raum zwischen tonig-sandigen Kalksteinen und tonigen Kalksteinen. Kalkmergelstein wurde nur in einer Probe diagnostiziert. Hinsichtlich der Kalksteinklassifikation handelt sich um mikritische, hemipelagische Kalksteine, die aus rekristallisierten Coccolithenkalken mit verschiedenen Biogenen bestehen (Mikrite, Biomikrite, Pelmikrite; Calcisphären-Packstones und biogen/bioklasten-führende Mudstones. Im Dünnschliff-Bild überwiegen bei den Komponenten Foraminiferen und Calcisphären. Bioklasten im Sand- und Feinkiesbereich bestehen aus disartikulierten oder zerbrochenen Echinidenresten und Bivalven, die auch vollständig erhalten sein können. Quarzkörner in Silt- und Feinsandgröße sind häufig. Akzessorisch treten Glaukonit und Pyrit auf. Pyrit kann in dunklen Kalksteinen Anteile von mehreren Prozent erreichen.

### 3.2. Pelite

Die Pelite nehmen mehrere hundert Meter des Profils im Sächsischen Teil des Nordsudetischen Kreidebeckens ein. Nach den durchgeführten Analysen handelt sich überwiegend um Siltsteine mit variierenden Anteilen von Ton, Kalk und Sand. Der Siltanteil überwiegt in fast allen Proben und bewegt sich zwischen 30 und 75%. Die Karbonatgehalte der Pelite reichen von 0 bis maximal 31%. Die Tongehalte der pelitischen Gesteine sind niedrig. Sie erreichen selbst in den karbonatbefreiten Proben maximal 54%. Die Sandgehalte liegen minimal bei 30% und maximal bei 41%. Die pelitischen Proben sind damit ausgesprochen siltdominiert. Im Flächenscan der Mikro-XRF wurden die Elementgehalte semiquantitativ analysiert. Die Gehalte von Kohlenstoff und Sauerstoff (leichte Elemente) können mit dieser Methode nicht genau ermittelt werden. Sie werden aber bei der Berechnung der Anteile der schwereren Elemente berücksichtigt. Die Gesamt-Aluminiumgehalte als grobes Maß für die Tonmineralanteile (Illit, Kaolinit, Smektit) schwanken zwischen 4 bis maximal 12 m%, während sie in den reinen Tonmineralphasen bei etwa 20 m% liegt. Bei der Interpretation muss beachtet werden, dass Aluminium auch in klastischen Glimmern und Feldspäten enthalten ist. Die semiquantitative Röntgenfluoreszenzanalyse bestätigt somit die Ergebnisse der Korngrößenbestimmung, die nur einen geringen Tonminerlaanteil der Pelite ermitteln konnte. Die mineralogische Zusammensetzung der Klasten im Siltbereich ist durch hohe Quarzgehalte geprägt. Feldspat und Lithoklasten sind selten. Dafür sind Biogene im Sand- und Siltbereich häufig (Calcisphären, Foraminiferen). Diese bioturbaten, matrixreichen Sedimentgesteine werden in der deutschen Kreide als „Pläner“ bezeichnet (Mischgesteine mit wechselnden Anteilen an Ton, Silt, Sand und Karbonat). Sie sind im Sächsischen Kreidebecken, im Münsterländer Kreidebecken und im nördlichen Harzvorland weit verbreitet. Die beprobten pelitischen Gesteine sind fast ausschließlich dieser Gruppe zuzuordnen.

### 3.3. Sandsteine

Die Sandsteine der Abfolge sind sehr heterogen zusammengesetzt. Es ist deutlich zwischen den häufig glaukonitreichen Quarzsandsteinen an der Basis des Profils (Cenoman) und den Sandsteinen des oberen Profilteils (Santon) zu unterscheiden, die einen hohen Anteil an Lithoklasten und Feldspat enthalten. Alle Sandsteine, bis auf die beiden Proben des Buntsandsteins, sind bioturbat. Das äußert sich in der Auslöschung der Schichtung, Homogenisierung des Gesteins und dem Eintrag von Matrix in den Porenraum. Die siliziklastischen Sandsteine decken im ternären QFL-Diagramm den Bereich der Subarkosen und der lithischen Subarkosen ab. Reine Quarzarenite sind nicht vertreten. Eine Ausnahme stellt die Probe SKM24 (hämatitisch zementierter Sandstein des Santons) dar, die einen hohen Anteil an Lithoklasten aufweist. Zusätzlich treten Hybridarenite auf, in denen Bioklasten und Glaukonite enthalten sind. Sie sind gleichzeitig durch hohe Matrixgehalte gekennzeichnet. Die Glaukonitanteile erreichen in den Grünsandsteinen bis zu 20%. Bioklasten sind seltener und auf matrixführende Sandsteine und Grünsandsteine beschränkt. Ihr Anteil kann bis auf 15% ansteigen. Der Diagenesepfad der Sandsteine verlief sehr unterschiedlich. Die Sandsteine im Cenoman sind überwiegend kalkig zementiert, in den basalen Sandsteinen ist auch Quarzzement zu beobachten. Sie enthalten häufig Pyrit und Phosphorit als diagenetische Neubildungen. Die Sandsteine des Santons wurden meist durch Lösung betroffen, der nicht nur die karbonatischen Bioklasten und die Zemente zum Opfer fielen, sondern auch ein Großteil der Feldspäte. Diese Lösung erfolgte unter Überdeckung und resultierte im Zusammenbruch des Korngerüsts und in der Kataklyse der Quarze. Der Porenraum wurde nicht wieder mit Zement ausgefüllt. Die Zusammensetzung der Siliziklasten widerspiegelt einen deutlichen Wechsel des Liefergebiets. Während im unteren Abschnitt (Cenoman) Monoquarze häufiger sind als Polyquarze, sind im Santon häufiger Polyquarze vertreten. Zusammen mit den zahlreichen Feldspäten, sowie metamorphen (Glimmerschiefer, Gneise) und granitischen Lithoklasten zeigen sie das Erscheinen eines frischen Liefergebiets an, dass aus mittelgradigen Metasedimenten besteht. Dafür kommt nicht der Lausitzer Block, sondern nur Iser- und Riesengebirge infrage.

## 4. Schlussfolgerungen

Die Probenahme orientierte sich an der Variabilität der Gesteine im Profil des Nordsudetischen Kreidebeckens. Der Fokus lag auf Gesteinen, die bei der Erstaufnahme per Augenschein als Mergel und

Tonmergel klassifiziert wurden. Bei allen untersuchten Peliten wurde allerdings abweichend von der bisherigen Einstufung als Tonstein und Mergel ein dominanter Siltanteil ermittelt.

Die Ausbildung der Sandsteine und Kalksteine stimmt mit dem bisherigen Kenntnisstand überein und entspricht ähnlichen Abfolgen im nordwestlichen Sächsischen Kreidebecken.