

Sedimentologie und Biostratigraphie der unterkarbonischen Quarzitfolge der Hörre-Gommern-Zone im Rhenoharzynikum

Vorwort

Zusammenfassung

1. Die Quarzitfolge der Hörre-Gommern-Zone und ihre Problematik im Rhenoharzynikum	1
2. Untersuchungsmethodik	9
2.1 Sedimentologische Profilaufnahme	9
2.2 Sedimentpetrographische Methoden	9
2.2.1 Polarisations-Mikroskopie	9
2.2.2 Kathodolumineszenz-Untersuchungen	10
2.2.3 Rasterelektronen-Mikroskopie	10
2.3 Palynologische Methoden	11
2.3.1 Probenaufbereitung	11
2.3.2 Durchlicht-Mikroskopie	12
2.3.3 Auflicht-Mikroskopie	12
2.3.4 Rasterelektronen-Mikroskopie	12
2.3.5 Palynofazies-Untersuchungen	12
3. Definition der Kammquarzit-Formation im Unterkarbon der Hörre-Gommern-Quarzitzone	15
4. Regionales Auftreten	21
4.1 Lahnmulde und Hörre-Nordrand	21
4.2 Wollenberg	25
4.3 Kellerwald	26
4.4 Harz	29
4.4.1 Acker-Bruchberg-Ilseburg-Zug	29
4.4.2 Allerszug	33
4.5 Flechtinger-Roßlauer Scholle (Raum Gommern)	35
4.6 Brandenburg	38
5. Sedimentologie	41
5.1 Stoffbestand der Quarzite	41
5.1.1 Petrographische Klassifikation	41
5.1.2 Mineralogische Zusammensetzung der Quarzite	42
5.1.3 Korngrößenverteilung, Rundung und Korngefüge	48
5.1.4 Interpretation des Sedimentmaterials	50
5.2 Lithofazies-Typen	52
5.2.1 Quarzit-Fazies	52
5.2.2 Quarzit-Pelit-Fazies	56
5.2.3 Pelitfazies	59
5.3 Verteilung der Lithofazies-Typen in der Hörre-Gommern-Zone	59

5.4 Weitere Parameter der sedimentologischen Analyse	63
5.4.1 Bankmächtigkeit	64
5.4.2 Korngröße	65
5.4.3 Gesamtmächtigkeit der Formation	66
5.4.4 Paläoströmungsanzeiger	68
5.5 Sedimentologisches Modell	68
6. Palynostratigraphie und Palynofazies	75
6.1 Einführung in die Palynostratigraphie des Unterkarbons	76
6.1.1 Einführung in die Sporensystematik	77
6.1.2 Entwicklung der Mikroflora im Unterkarbon	80
6.1.3 Palynostratigraphie im Unterkarbon	82
6.1.3.1 Sporenzonierungen im europäischen Unterkarbon	84
6.1.3.2 Stand der Sporenzonierung im Unterkarbon in Deutschland	87
6.1.4 Parallelisierung der Sporenzonierung mit anderen biostratigraphischen Gliederungen des Unterkarbons in Deutschland	88
6.2 Palynostratigraphische Ergebnisse aus den bearbeiteten Proben	91
6.2.1 Südwestliche Hörre-Gommern-Quarzitzone	92
6.2.2 Harz	93
6.2.3 Gommern	99
6.3 Stratigraphische Reichweite der Kammquarzit-Formation	103
6.4 Palynofazies der Kammquarzit-Formation	105
7. Paläogeographische Interpretation der Kammquarzit Formation	111
7.1 Die klastische Küstenfazies Laurussias	111
7.2 Großtektonische Entwicklung im Rhenoherynikum	115
7.3 Sedimentationsgeschichte	116
7.4 Paläogeographisches Modell	118
8. Literaturverzeichnis	123
9. Beschreibung der Sporen	137
9.1 Alphabetische Auflistung der bearbeiteten Sporen	137
9.2 Systematische Beschreibung der bearbeiteten Sporen	141
Anhang A - Bildtafeln zur Sedimentologie	
Anhang B - Stratigraphische Reichweite der Sporen (range-charts) und Bildtafeln der überlieferten Sporen	
Anhang C - Profildarstellungen	

Vorwort

Seit langer Zeit ist die unterkarbonische Quarzitfolge der Hörre-Gommern-Zone ein sehr kontrovers diskutierter Puzzle-Stein des deutschen Paläozoikums. Trotz der langen Erforschungsgeschichte blieben bisher entscheidende Fragen zur Genese und paläogeographischen Einordnung der Quarzitfolge ungeklärt. Grund zur Neubearbeitung dieser klassischen Einheit waren neue Beobachtungen zur Lithofazies, die sich in den erst seit wenigen Jahren verfügbaren Bohrkernen aus dem Acker-Bruchberg-Zug überraschenderweise wesentlich heterogener darstellt als in den bisher hauptsächlich zugänglichen Oberflächenaufschlüssen. Erste sedimentologische Untersuchungen, die ich im Rahmen meiner Diplomarbeit an zwei Bohrkernen aus dem Acker-Zug durchführte, zeigten, daß in den Bohrkernen eine relative Fülle an Sedimentgefügen in der Quarzitfolge erhalten ist, die eine detaillierte sedimentologische Analyse möglich machen. Dazu kam die Tatsache, daß aus den pelitischen Zwischenlagen der als Fossil-leer geltenden Folge erstmals Mikroflora gewonnen wurde, die endlich eine biostratigraphische Einstufung der Folge möglich erscheinen ließ. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, anhand neuer Ergebnisse zur Sedimentologie und Biostratigraphie einen Beitrag zur genetischen und paläogeographischen Deutung der Quarzitfolge zu leisten.

Die vorliegende Arbeit entstand am Geologisch-Paläontologischen Institut der Technischen Universität Darmstadt auf Anregung von Prof. Dr. H.-J. GURSKY. Ihm danke ich ganz herzlich für seine Betreuung und Unterstützung seit meiner Diplomarbeit, sowie für sein Interesse an der Weiterführung dieser Untersuchungen im Rahmen meiner Dissertation. Seine steten Anregungen, Unterstützung und Diskussionsbereitschaft auch über den Rahmen der Arbeit hinaus waren nicht nur die Grundlage für die erfolgreiche Durchführung dieser Arbeit, sondern auch eine Bereicherung für meine persönliche Entwicklung.

Ein besonderer Dank geht an Herrn Dr. D. STOPPEL (ehemals BGR Hannover), der ebenfalls seit meiner Diplomarbeit mit Rat und Tat zur Seite stand, für all die kleinen und großen Hilfestellungen und Hinweise.

Ganz besonders danke ich Prof. G. CLAYTON (Trinity College Dublin) für seine Einladung nach Dublin und die Einweisung in die Geheimnisse der Unterkarbon-Mikroflora. Die gemeinsamen 'Sessions' am Mikroskop in Dublin sowie seine stete weitere Unterstützung (e-mail, Fax etc.) waren der entscheidende Durchbruch für meine palynologischen Bearbeitungen.

Für die sehr entgegenkommende Unterstützung bei der Suche nach und Auswertung von erhaltenen Resten alter Bohrungen in Ostdeutschland (Kernmaterial und Dokumente) bedanke ich mich herzlichst bei Dr. B. EHLING (GLA Sachsen-Anhalt), Dr. WASTERNAK (Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg), Dr. S. SCHRETZENMAYR (Erdöl-Erdgas-Gommern GmbH), Dr. W. LINDERT (BGR-Außenstelle Berlin) und Dr. W. VON BÜLOW (GLA Mecklenburg-Vorpommern).

Für interessante Diskussionen, Anregungen und Tips (nicht nur zur Harz-Geologie) bedanke ich mich sehr herzlich bei Prof. Dr. M. SCHWAB (Halle/Saale).

Dipl.-Geol. S. SCHRADER (Köln) bin ich für die vielen anregenden Diskussionen zu unserem „geliebten“ Kulm-Becken, besonders für die vielen e-mails, zu besonderem Dank verpflichtet. Dipl.-Geol. J. WEBER (Aachen) danke ich für gute Diskussionen über den Akkretionskeil.

Mein Dank gilt den Mitarbeitern des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Technischen Universität Darmstadt für ihre Unterstützung. Ganz besonders danken möchte ich Dr. S. FEIST-BURKHARDT für die Anleitung und Unterstützung in der Laborarbeit und der Palynologie allgemein, Dr. F. LÜTKE für die Stunden interessanter Diskussionen zum Harz (und mehr), Dipl.-Geol. H. DIRKS für die tatkräftige Unterstützung und Zuarbeit im Rahmen seiner Hiwi-Tätigkeit und seiner Diplomarbeit und Dr. P. ROTTENBACHER für die Ratschläge bei der Abfassung der Arbeit.

Weiterhin bin ich Dr. J. GÖTZE (Freiberg) für die Kathodolumineszenz-Untersuchungen und Dr. A. SCHAPER und Mitarbeitern (Marburg) für die Unterstützung am Rasterelektronenmikroskop zu Dank verpflichtet.

Ein ganz besonderer Dank geht an meine Eltern für ihre langjährige Unterstützung, die mir diese Arbeit erst ermöglicht hat. Danke auch meinen Geschwistern und allen Freunden, die mir immer wieder Mut gemacht und den Rücken gestärkt haben.

Last, but not least - Von ganzem Herzen danke ich Gott für seine Begleitung in den letzten Jahren. Durch alle Hochs und Tiefs, die der Weg mit sich brachte, hat ER meine Bemühungen zum Erfolg gebracht - Danke!

Für finanzielle Unterstützung danke ich der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die im Rahmen der Forschungsprojekte Gu 289/3-1 und Gu 289/3-2 einen Großteil der Arbeit finanzierte, sowie dem Deutschen Akademischen Austauschdienst, der mir mit einem Kurzzeit-Stipendium den dreimonatigen Aufenthalt in Dublin ermöglichte.

Zusammenfassung

Die Hörre-Gommern-Zone ist eine über 300 km lange, aber nur wenige km breite rinnenförmige Zone im Rhenoharzynikum, die sich vom Lahn-Dill-Gebiet über Kellerwald und Harz bis in den Raum Magdeburg erstreckt. Dieser Sonderfaziesbereich unterscheidet sich vom Oberdevon an von der normalen pelitisch-kieseligen rhenoharzynischen Beckenfazies unter anderem durch eingeschaltete arenitische Folgen. Der stärkste Kontrast besteht im Visé zwischen der hier untersuchten Quarzitabfolge, die als Kammquarzit-Formation zusammengefaßt wird, und der pelagischen und hemipelagischen Kulm-Sedimentation. Obwohl diese Quarzitabfolge seit vielen Jahrzehnten Aufmerksamkeit erregt, ist ihre paläogeographische und tektonische Stellung bis heute in der Diskussion. Durch den Mangel an Fossilien und Sedimentgefügen in den Geländeaufschlüssen ist sowohl die genaue Alterseinstufung als auch die Genese der Folge unklar. Einige Interpretationen beziehen sich auf das petrographisch reife Sediment und führten zur Deutung als Großschwelle innerhalb des Beckens oder als Front einer vom südlichen Beckenrand ferntransportierten Decke. Andere Interpretationen beziehen die umgebende tiefmarine Beckenfazies mit ein und führen zum Modell einer beckeninternen Rinne, in die die Quarzsande als spezielle Form der Flyschsedimentation umgelagert wurden.

Neben den Geländeprofilen entlang der gesamten Zone konzentrieren sich die Untersuchungen im Rahmen dieser Arbeit besonders auf die Bearbeitung von Bohrungen im Harz und im Raum Magdeburg mit ihrer Fülle an Sedimentgefügen. Dadurch können drei Lithofazies-Typen in der Kammquarzit-Formation unterschieden werden:

Die QUARZIT-FAZIES ist die Hauptfazies der Folge. Dickbankige, massige Quarzarenite und -wacken herrschen vor, teilweise mit dünnen Pelitzwischenlagen. Sedimentstrukturen sind selten: Entwässerungsstrukturen, Gradierung, Intraklasten, Belastungs- und andere Sohlmarken. Es handelt sich um Ablagerungen aus hochkonzentrierten, energetisch proximalen turbulenten Suspensionsströmen.

Die QUARZIT- PELIT-FAZIES, die zweithäufigste Fazies, besteht aus Wechselfolgen von dünnbankigen, sehr feinsandigen Quarzwacken und zentimeter- bis metermächtigen Peliten. Millimeter-dünne Quarzitlagen sind homogen, teilweise horizontal geschichtet. In zentimetermächtigen Lagen dominieren verschiedene Arten von Schrägschichtung, die bei zunehmender Mächtigkeit undeutlich werden bis hin zur Strukturlosigkeit. Syntektonische Deformation (Rutschstrukturen, Wickelfaltung) ist häufig. Es handelt sich um niedrig-konzentrierte, energetisch distale Turbidite (Sedimentkanalrand-Ablagerungen und distale Ablagerungen i.e.S.) mit Anteilen pelitischer Beckensedimentation.

Die PELIT-FAZIES besteht aus bis zu mehrere Meter mächtigen dunkelgrauen bis schwarzen Peliten, die überwiegend horizontal geschichtet sind. Sie sind als niederenergetische Beckensedimentation zu deuten.

Das reife, gut sortierte Quarzsand-Material wird als Produkt primärer fluviatiler und flachmariner Aufbereitung gedeutet, das durch eine Abfolge unterschiedlicher Trübeströme in einen tieferen Meeresbereich umgelagert wurde. Aus der Verteilung

der Lithofazies-Typen und der Entwicklung von Bankmächtigkeit, Korngröße und Quarzit: Pelit-Verhältnis in der gesamten Zone ergibt sich das Bild eines langgezogenen, rinnenförmigen Ablagerungsraumes, dessen Verlauf der heutigen Hörre-Gommern-Quarzitzone in etwa entspricht. Das Sediment wurde an mindestens zwei Punkten in die Rinne eingebracht und parallel zur Rinnenachse in einem verflochtenen Sedimentkanalsystem verbreitet.

Die Alterseinstufung der Kammquarzit-Formation wurde aufgrund des Fehlens von Makro- und Mikrofauna mit Mikroflora (Sporen) durchgeführt. Es zeigt sich, daß die pelitischen Zwischenlagen eine ausreichend erhaltene Mikroflora enthalten, die eine genauere Einstufung der Folge im Unterkarbon ermöglicht. Grundlage dafür sind überwiegend die modernen west- und osteuropäischen Standardzonierungen für Mikrosporen. Danach setzt die Hörre-Gommern-Quarzitfolge einheitlich an der Basis des Visé, in Sporenzone PU, ein. Das höchste stratigraphisch nachgewiesene Niveau ist Sporenzone NM (Subzone ME), höheres Visé, cuIII α/β -Grenze. Das bedeutet, daß die Quarzitabfolge in einem Zeitraum abgelagert wurde, in dem die Schüttungen der Kulmgrauwacken die Hörre-Gommern-Zone noch nicht erreicht bzw. überschritten hatten. Die Quarzitabfolge enthält viel aufgearbeitetes und umgelagertes Material älterer Einheiten. Daher repräsentiert die Mikroflora überwiegend eine Mischflora aus älteren Sporenarten und Arten des Sedimentationszeitpunkts der Quarzitabfolge. Die bearbeiteten Proben zeigen neben der Mikroflora des Visé also auch einen guten Einblick in die Mikroflora des gesamten Tournai (aufgearbeitet) in Deutschland.

Aus den sedimentologischen und biostratigraphischen Ergebnissen ergibt sich folgendes Modell:

Der fein- bis mittelkörnige Quarzsand, flachmarin aufbereitetes Material des nördlich gelegenen Küstensaums von Laurussia, wurde lokal durch unterschiedliche Trübestrome in das Kulm-Becken umgelagert. Das Material wurde in schmalen, vermutlich quer zur Hörre-Gommern-Zone verlaufenden Sedimentzufuhrkanälen durch das Becken bis in den tektonisch vorgegebenen, rinnenförmigen Ablagerungsraum transportiert. Innerhalb dieser Rinne wurde der Quarzsand parallel zur Rinnenachse verteilt und sedimentiert, während sich außerhalb der Rinne die "normale" pelagische bis hemipelagische Beckensedimentation in "Kulm-Fazies" fortsetzte. Die Kammquarzit-Formation ist somit als umgelagertes Schelfmaterial des passiven Kontinentalrandes von Laurussia anzusehen. Gleichzeitig, aber räumlich getrennt, wurden im südlichen Teil des Beckens vor dem aktiven Plattenrand, der heutigen Mitteldeutschen Kristallinzonen, mächtige Grauwackenfolgen gebildet. Mit der nach Nordwesten vorrückenden orogenen Front wurden auch die Grauwackenschüttungen nach Nordwesten verlagert, bis sie im cuIII β die Quarzitzone überschritten. Die Quarzsandsedimentation vom nördlichen Schelf war zu diesem Zeitpunkt schon abgeschlossen. Die räumliche Trennung zwischen dem Quarzit-Teilbecken und den vorrückenden Grauwacken-Teilbecken im rhenoherynischen Becken hat es ermöglicht, daß neben dem sehr stark dominierenden Sedimentationssystem des aktiven Plattenrandes im Süden (Grauwacken) auch das wesentlich kleiner dimensionierte Sedimentationssystem des

passiven Kontinentalrands im Norden (Kammquarzit-Formation) überliefert worden ist. Die Einengung im Zuge der variszischen Orogenese führte zur Bildung eines akkretionären Keils, in dem die unterschiedlichen Grauwacken-Teilbecken zu einem nordwest-vergenten Schuppenkomplex ineinandergeschoben wurden. Auch das Quarzitbecken wurde durch das Vorrücken der orogenen Front nach Nordwesten in diesen Schuppenkomplex integriert und bildete die Front dieses akkretionären Keils. Das führte zu der heutigen Position der Hörre-Gommern Zone zwischen den eingeschuppten Grauwacken des akkretionären Keils im Südwesten und den (par-) autochthonen Grauwackenfolgen nordwestlich der Quarzitzone.