

## • II. Bearbeitungsstand und Stratigraphie der Aufschlüsse

Die Geländearbeiten konzentrierten sich auf drei Hauptgebiete: Oberschlesien, Brandenburg und Thüringen. Zusätzlich wurden auch Aufschlüsse in Kleinpolen, Niederschlesien und im nördlichen Harzvorland (Sachsen-Anhalt) aufgenommen (siehe Abb. 1).

Es wurden in allen Regionen repräsentative und stratigraphisch möglichst vollständige Profile ausgewählt, da diese die besten Resultate erwarten ließen (Abb. 5). Nur in Schlesien war es notwendig, Profile verschiedener Steinbrüche zu kombinieren, weil es hier keine stratigraphisch vollständigen Aufschlüsse im Unteren Muschelkalk gibt.

Die im Arbeitsgebiet verteilten Aufschlüsse decken alle Regionen mit unterschiedlicher fazieller Entwicklung im Becken ab. Dies ermöglicht die Analyse der sedimentären Bedingungen und eine gemeinsame stratigraphische Gliederung für das ganze östliche Becken.

Die Steinbrüche in Oberschlesien repräsentieren den Teil des Beckens, in dem die Ablagerung in unmittelbarer Nähe zu den Tethys-Pforten stattfindet und wo die erste Transgression beginnt. Der Aufschluß Rüdersdorf in Brandenburg zeigt die fazielle Entwicklung im zentralen Teil des Beckens, in das sich die Transgression anschließend fortsetzt und wo ab dem späteren Unteren Muschelkalk Schaumkalk-Fazies in Schwellenfazies sedimentiert wird. Die dritte Region ist das Thüringer Becken, wo die Transgression zuletzt angekommen ist und wo sich die stärksten Einflüsse von der Burgundische Pforte zeigen.

Auf Grund der unterschiedlichen sedimentären Entwicklungen und der Erforschungsgeschichte in den einzelnen

Teilen des Beckens existieren verschiedene stratigraphische Gliederungen im Muschelkalk. Im Arbeitsgebiet kann man drei stratigraphische Gliederungen unterscheiden (Tab. 2). Die ältesten der untersuchten Abfolgen in Deutschland sind Gesteine der Myophorien-Schichten, welche hier dem Röt (Oberer Buntsandstein) zugeordnet werden. Diese Schichten sind in den Steinbrüchen Steudnitz und Rüdersdorf aufgeschlossen. Dagegen gehören in Polen die mit den Myophorien-Schichten zeitgleichen Unteren Gogolin-Schichten zum Muschelkalk. Die Gogolin-Schichten sind in Gogolin aufgeschlossen sowie, einschließlich des darunter liegenden Röts, in den Steinbrüchen Raciborowice (Groß-Hartmannsdorf) und Pogorzycze. In Schlesien erfassen die aufgeschlossenen Profile die Unteren Gogolin-Schichten und Teile der Oberen Gogolin-Schichten, die Górazdze-Schichten, Terebratel-Schichten und Teile der Karchowice-Schichten. In Thüringen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg wurden Profile des gesamten Unteren Muschelkalks aufgenommen. Die jüngsten aufgenommenen Sedimente, die *Orbicularis*-Schichten in den Steinbrüchen Steudnitz und Rüdersdorf, gehören bereits zum Mittleren Muschelkalk.

Um einen vollständigen Überblick über die fazielle Beckenentwicklung zu geben, wird im Folgenden auch das Heiligkreuzgebirge (Góry Świętokrzyskie) mit einbezogen.

1. Polnische Gliederung des Unteren Muschelkalks

Durch die intensiven Fazieswechsel ist die stratigraphische Gliederung des Unteren Muschelkalks in Polen nicht einheitlich. So existieren für das Heiligkreuzgebirge (Góry Świętokrzyskie), das Schlesien-Krakau-Gebiet (Obszar śląsko-krakowski) und für Großpolen (Wielkopolska) drei unterschiedliche Gliederungen (Tab. 1).

Untergruppe	Formation	Gliederung in Thüringen nach HAGDORN et. al. 1993	Gliederung in Brandenburg nach ZWENGER 1985	Gliederung in Schlesien nach ASSMANN 1944	Gliederung in Heiligkreuzgebirge nach SENKOWICZOWA 1959	Makropaläontologische Chronozonen		Conodontenzonierung nach KOZUR 1974a	Biostratigraphische Symbole	Chronostratigraphie	
						Standardzonierung nach KOZUR 1974a	Crinoidenzonierung nach HAGDORN & GLUCHOWSKI 1993			Unterstufe	Stufe
so	Oberer Buntsandstein Röt - Formation	Myophorien-Schichten	Myophorien-Schichten	Untere Gogolin-Schichten	Wolice-Schichten						
mu	muJ	Unterer Wellenkalk	Wellenkalk-Stufe	Obere Gogolin-Schichten	Wellenkalk Schichten	<i>Beneckeia buchi / Myophoria vulgaris / Dadocrinus</i>	<i>Holocrinus acutangulus</i>	<i>Neospathodus germanicus</i>	mu1β	Bithyn	Anis
		Oolithbänke (Ooβ, Ooβ, Ooα)							mu1βoo		
Unterer Muschelkalk		Jena - Formation									
		Schaumkalk-Schichten (Sχ3, Sχ2, Sχ1)	Schaumkalk-Stufe	Karchowice-Schichten	Schichten mit <i>Lima striata</i>	<i>Judicartites / Neoschizodus orbicularis</i>	<i>Silesiacrinus silesiacus</i>		mm1	Illyr	
		Oberer Wellenkalk		Terebratula-Schichten							
		Terebratellbänke (Tbβ, Tbα)					<i>Decurtella decurtata</i>	<i>Holocrinus dubius</i>		mu2τ	Pelson
		Mittlerer Wellenkalk	Górażdże-Schichten	Łukowskie-Schichten		mu2					
									mu2τ		

**Tab. 2:** Stratigraphische Tabelle des Unteren Muschelkalks im Arbeitsgebiet. Bio- und Chronostratigraphie nach KOZUR 1974a.

## a) Heiligkreuzgebirge (Góry Świętokrzyskie)

Im Heiligkreuzgebirge (Góry Świętokrzyskie) werden nach SENKOWICZOWA (1959) im Unteren Muschelkalk vier lithostratigraphische Stufen ausgegliedert (Tab. 1). SENKOWICZOWA beschreibt im Hangenden des Röt (Röt-Formation, Oberer Buntsandstein) etwa drei Meter mächtige Wolice-Schichten. Es handelt sich dabei um helle, kristalline Kalksteine mit Crinoiden, die teilweise tonig sind. Manchmal erscheinen auch dolomitische Einlagerungen. Diese Schichten entsprechen den Unteren Gogolin-Schichten in Schlesien. Im Hangenden davon befinden sich etwa 25 m mächtige Wellenkalk-Schichten, welche mit den Oberen Gogolin-Schichten in Schlesien zu korrelieren sind. Es sind graue wellige Kalksteine mit Einlagerungen von dichten oder kristallinen dünnplattigen Kalksteinen. In nördlichen Teil des Heiligkreuzgebirges sind diese Bildungen sandig. Oberhalb davon befinden sich die 25 m mächtigen Łukowskie-Schichten, die den Góraźdże-Schichten in Schlesien entsprechen. Sie sind ausgebildet als helle kristalline Kalksteine mit Kalksteingeröllen und Hornsteinen. Gelegentlich treten darin Stylolithen auf (MORYC 1971), manchmal finde sich auch hellgraue Mergel oder sandige Kalksteine. Der Untere Muschelkalk wird durch Schichten mit *Lima striata* abgeschlossen, die etwa 15 m Mächtigkeit erreichen. Sie entsprechen den Karchowice-Schichten in Schlesien und sind ausgebildet als kristalline, ungeschichtete Knauerkalksteine, die mit dünnschichtigen grauen pelitischen Kalksteinen und Siltsteinen wechsellagern. Manchmal treten Mergel und mergelige Kalkstein- Einlagerungen auf, die eine reiche Fauna führen.

## b) Schlesien (Śląsk) und Region Krakau (Małopolska - Kleinpolen)

Im schlesisch-krakauischen Gebiet liegt der Untere Muschelkalk in typischer Entwicklung vor, wenngleich etwas abweichend von der deutschen stratigraphischen Gliederung (Tab. 1). Schon ASSMANN (1944) brachte die in Mitteldeutschland übliche Lithostratigraphie nach Schlesien; später benutzte sie auch SIEDLECKI (1949, 1952) in der Region von Krakau. Beide Autoren scheiden in diesem Gebiet im Hangenden des Röt die Gogolin-Schichten aus, die aufgebaut werden aus welligen oder knauerigen Kalksteinen, dolomitischen Kalksteinen, kristallinen Kalksteinen mit Crinoiden und karbonatischen Konglomeraten. In deren oberem Teil befinden sich manchmal erzführende Dolomite. Die Mächtigkeit liegt zwischen etwa 20 und 50 Metern. Darüber liegen die Góraźdże-Schichten mit Mächtigkeiten von 20-34 Metern, die als helle kristalline Kalksteine mit Stylolithen und Hornsteinen sowie gelegentlich als erzführende Dolomite ausgebildet sind. Im Hangenden folgen die 6-8 m mächtigen Terebratel-Schichten die aus welligen Kalksteinen mit Terebrateln, feinkristallinen Trochiten-Kalksteinen und manchmal erzführenden Dolomiten bestehen. Darüber liegen die etwa 7 bis 8 m mächtigen Karchowice-Schichten, die sich aus kristallinen, gelegentlich Mumien von Schwämmen enthaltend Kalksteinen zusammensetzen und manchmal Einschaltungen erzführender Dolomite aufweisen.

Das östlichste Arbeitsgebiet liegt in Südpolen (Małopolska - Kleinpolen), und zwar im ehemaligen Galizien. Es wurden der Steinbruch in Płaza bei Krakau und der Aufschluß in Pogorzyce in der Nähe von Płaza aufgenommen. Aufgeschlossen sind hier Röt (Steinbruch in Pogorzyce) und Unterer Muschelkalk (Steinbruch in Płaza) bis zu den Góraźdże-Schichten. Die Aufschlußverhältnisse in Płaza sind sehr gut, weil es sich um einen aktiven Steinbruch handelt. Das einzige Problem ist das Auftreten einer stark entwickelten Dolomitisierung am Übergang vom Röt zu den Unteren Gogolin-Schichten.

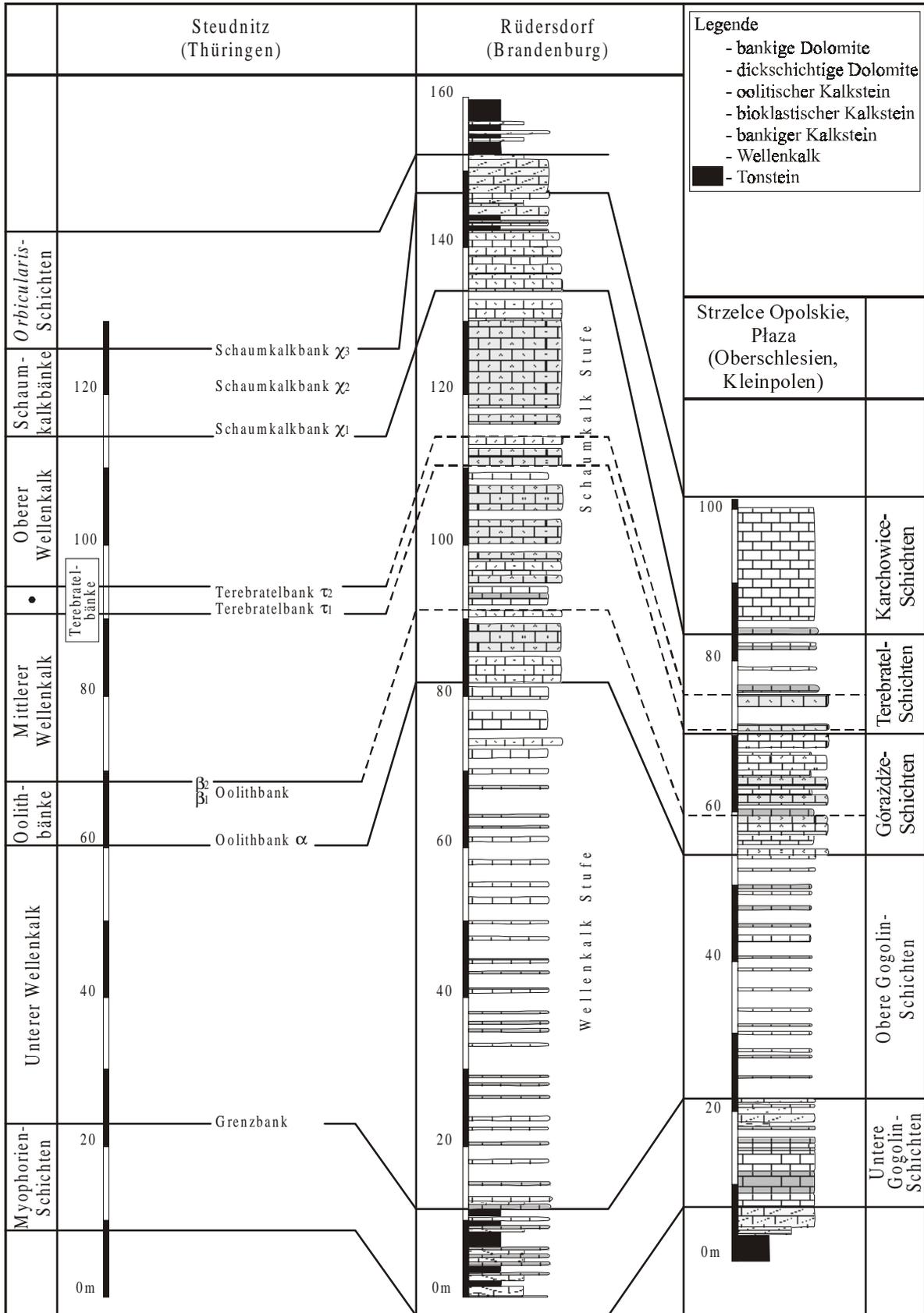


Abb. 5: Vereinfachte lithologische Profile aus den drei Hauptarbeitsgebieten.

Der Aufschluß in Pogorzycze befindet sich in einer Waldschlucht an einem Geologischen Wanderweg. Für die Profilaufnahme war eine Auffrischung des

Aufschlusses notwendig. Es ist aber ein wichtiges Profil, weil es den Übergang von der Röt-Basis bis zum Muschelkalk umfaßt.

Die Arbeiten in Oberschlesien gehen zurück bis in das 19. Jahrhundert (ECK 1865). Eine erste Kompilation erstellte ASSMANN (1913, 1926b, 1944). Die Kalkstein-Steinbrüche in diesem Gebiet sind seit Jahren eine wichtige Rohstoffquelle für die vielen Zementwerke in dieser Region. Daher gibt es hier eine große Zahl von Aufschlüssen. Aufgenommen wurde ein aktiver Steinbruch in Strzelce Opolskie (Groß-Strehlitz), weil hier die Aufschlußverhältnisse sehr gut sind. Darüber hinaus gibt es in der Nähe mehrere kleinere Steinbrüche, in denen man ein lithologisches Profil von den im Hauptsteinbruch fehlenden stratigraphischen Stufen aufnehmen kann. Diese ergänzenden Aufschlüsse sind Gogolin (mit Unteren Gogolin-Schichten) und Ligota Dolna (mit Oberen Gogolin-Schichten), wobei das Profil Ligota Dolna stratigraphisch früher einsetzt als das Profil Strzelce Opolskie (Groß-Strehlitz).

Der Steinbruch Raciborowice (Groß-Hartmannsdorf) liegt in einem Areal von mehreren Aufschlüssen im Bereich einer ehemaligen Zementfabrik. Die Profilaufnahme macht viele Probleme auf Grund starker Tektonik. Viele der einst aufgeschlossenen Wände sind verwachsen. Aus diesem Grund fehlt im aufgenommenen lithologischen Profil der Übergang zwischen Oberen Gogolin-Schichten und Góraźdźe-Schichten. Es handelt sich aber ein sehr wertvolles Profil weil es der beste Aufschluß von Unterem Muschelkalk in Niederschlesien ist und, weil es eine direkte Korrelation zwischen Thüringen und Oberschlesien erlaubt. Deswegen führte schon NOETLING (1880) Untersuchungen in diesem Gebiet durch. Er beschrieb das lithologische Profil mit seiner Fossilführung und gliederte es stratigraphisch. Den damaligen Unteren Wellenkalk unterteilte er in Nieschwitzer Grenzkalk, Untere Groß-Hartmannsdorfer Schichten und Obere Groß-Hartmannsdorfer Schichten; den Oberen Wellenkalk mit Schaumkalk wiederum gliederte er in Unteren Schaumkalk und Wehrauer Schichten. Die nächste paläontologische Arbeit erfolgte durch HOLDEFLEISS (1915). Später kommen zahlreiche lithologische, sedimentologische und paläontologische Arbeiten dazu unter anderem von LEŚNIAK (1978a, 1978b, 1979), SZULC (1991) und CHRZĄSTEK & NIEDŹWIEDZKI (1998).

### c) Großpolen (Wielkopolska)

In Großpolen ähnelt die Lithostratigraphie derjenigen von Brandenburg. Dieses Gebiet befand sich wie auch Brandenburg im Zentrum des Germanischen Beckens, weshalb die Faziale Ausbildung in beiden Regionen sehr ähnlich ist. Das Gebiet ist auch auf Grund der Buntsandstein/Muschelkalk-Grenze von großer Bedeutung. Die hier ausgeschiedenen Myophorien-Schichten gehören in Deutschland noch zum Buntsandstein und sind als marine karbonatische Sedimente in Wellenkalk-Fazies ausgebildet. In der polnischen Lithostratigraphie entsprechen sie den Unteren Gogolin-Schichten Schlesiens. Die Buntsandstein/Muschelkalk-Grenze liegt jedoch in Polen an der Basis dieser Formation. Im Hangenden der Myophorien-Schichten der großpolnischen Profile sind die Schichten weiter in Wellenkalk-Fazies abgelagert. Die Sedimente enthalten aber zunehmend weniger toniges Material. Über den Unteren Wellenkalk ist, wie in Brandenburg Schaumkalk-Fazies entwickelt.

## 2. Deutsche Gliederung des Unteren Muschelkalks

Schon seit über 150 Jahren werden in Deutschland Untersuchungen zur Stratigraphie im Muschelkalk durchführt. FRANTZEN & KOENEN (1889) gliederten den Muschelkalk und korrelierten ihn auf der Basis von drei Leithorizonten (Oolithbänke, Terebratelbänke, Schaumkalk) durch ganz Mitteldeutschland.

### a) Brandenburg

Der Steinbruch in Rüdersdorf (Brandenburg) zeigt ein komplettes Profil des Unteren Muschelkalks im Sinn der deutschen Gliederung. Nicht aufgeschlossen sind nur die untersten Meter der Myophorien-Schichten (Röt). Es handelt sich um einen aktiven Steinbruch, in dem die Aufschlußverhältnisse sehr gut sind. Hier gibt es ein klassisches Profil für dieses Gebiet, das schon von ECK (1872) beschrieben wurde. Später haben unter anderem RUSITZKA (1967), SCHWAHN & BÜTTCHER (1974) und ZWENGER (1985) Untersuchungen durchgeführt. Jedoch war die stratigraphische Gliederung auf Grund der faziellen Entwicklung sehr unpräzise. Es wurde eine Wellenkalk- und eine Schaumkalk-Stufe unterschieden. Auch geochemische Untersuchungen wurden durchgeführt (STREICHAN 1980). Auf der Basis dieser Daten wurde die Grenze Myophorien-Schichten/Unterer Muschelkalk festgelegt und der Untere Muschelkalk in die Zonen A bis K untergliedert.

### b) Nördliches Harzvorland

Der Steinbruch bei der Stadt Gernrode zeigt ein komplettes Profil vom mittleren Teil des Unteren Wellenkalks bis unter die Basis der Schaumkalkbänke. Der Steinbruch ist aufgelassen, aber auf Grund der steilstehenden Schichten sehr gut zugänglich. Außerdem gibt er durch seine Lage im nördlichen Harzvorland ein Bild vom Übergang zwischen oolithischen Fazies in Brandenburg und typischer Thüringer Fazies. Dieser Aufschluß wird zur Zeit mit Bauschutt aufgefüllt, so daß diese lithologische Profilaufnahme möglicherweise die letzte in diesem Steinbruch ist.

Auch hier wurden schon am Anfang dieses Jahrhunderts Arbeiten durchgeführt (HENKEL 1905, HÖHNE 1911, ZUNCKE 1957). Eine Korrelation dieses Profils mit anderen Profilen in Mitteldeutschland war aber schwierig, da hier häufiger einzelne Oolith-Horizonte zusätzlich zu den eigentlichen Oolithbänken und Terebratelbänken auftreten.

### c) Thüringen

Thüringen ist die Region mit der klassischen deutschen stratigraphischen Muschelkalk-Gliederung. Untersuchungen des Unteren Muschelkalks in der Umgebung von Jena sind schon seit dem 19. Jahrhundert durchgeführt worden. Die erste genaue stratigraphische Arbeit von diesem Gebiet schrieb WAGNER (1897). Weitere Arbeiten in dieser Region stammen unter anderem von FRANTZEN & KOENEN (1889), FREYBERG (1922), SEIFERT (1929), REICHARDT (1932), SEIDL (1965), WENDLAND (1980), ASSARURI & LANGBEIN (1987), SEIDL & LOECK (1990), GÖTZ (1994, 1996a), LANGBEIN & STEPANSKY (1996).

Schon die ersten Arbeiten erhalten Beschreibungen der Korrelations-Horizonte, die bereits in dieser Zeit Oolithbänke, Terebratelbänke und Schaumkalkbänke genannt werden (Abb. 5). WAGNER (1897) gliederte den Unteren Muschelkalk in einen Unteren Wellenkalk (von der Basis der Grenzkalkbank bis zu den Terebratelbänken) und in einen Oberen Wellenkalk. SEIFERT (1929) schlug als erster die bis heute gültige Gliederung in Unterer, Mittlerer und Oberer Wellenkalk vor, in dem er den Unteren Wellenkalk im Sinne von WAGNER (1897) zweigeteilt hat. Beide Autoren benutzten den Begriff „Zone“ im Sinne von lithologischen Abfolgen. WAGNER (1897) beschrieb eine Zone „a“ und „b“ unter den Myophorien-Schichten, die Myophorien-Schichten selbst als Zone „c“ und im Unteren Muschelkalk die Zonen „d“ bis „k“. SEIFERT (1929) beschrieb ganz ähnlich die Myophorien-Schichten als Zone I und im Muschelkalk noch weitere fünf Zonen (II bis VI).

Von REICHARDT & BERGER 1932 stammt eine detaillierte Profilaufnahme des Steinbruchs Steudnitz, auf welcher auch diese Arbeit aufbaut.

Der Steinbruch Steudnitz ist derzeit einer der besten Aufschlüsse im Unteren Muschelkalk von Thüringen, da er ein vollständiges Profil bietet und in einer für diese Region typischen Ausbildung vorliegt (Abb. 5). Es ist ein aktiver Tagebau, dadurch sind die Aufschlußverhältnisse sehr gut und die Wände frisch. Ein guter Zugang zu den Wänden ermöglicht die Beschreibung des vollständigen Profils.

Die tiefsten Anteile der Myophorien-Schichten, die etwa 17 m mächtig werden, wurden im Profil Dornburg aufgenommen, das etwa 2 km vom Steinbruch Steudnitz entfernt liegt. Nach der deutschen Stratigraphie gehören sie noch in den Buntsandstein. Ab der Grenzbank, die die Röt/Muschelkalk-Grenze definiert, wurde das Profil im Aufschluß Steudnitz aufgenommen. Über diesem Horizont liegen mehr als 35 m Unterer Wellenkalk. Darüber folgen die etwa 9 m mächtigen Oolithbänke, die von über 20 m mächtigem Mittleren Wellenkalk überlagert werden. Es folgen im Hangenden 4 m Terebratelbänke, die wiederum von 20 m Oberem Wellenkalk überlagert werden. Das Profil des Unteren Muschelkalks schließt mit den etwa 12 m mächtigen Schaumkalkbänken ab.