

SEDIMENTPETROGRAPHISCHE ASPEKTE EINES RIFFKALKS AM BEISPIEL DES KELHEIMER AUERKALKS

Dr. Thomas Grunenberg,, Schläuhle 18 A in 86465 Welden, Tel.:082903-909886, Fax:08293-909941

Einleitung

An vorhandenen Bohrkernen aus dem Gebiet des Kelheimer Auerkalks bestand die Möglichkeit den säureunlöslichen Rückstand sowie das Silt/Ton-Verhältnis als sedimentpetrographische Parameter zu ermitteln. Daneben erfolgte die Bestimmung der Trockenrohichte, Wasseraufnahme sowie der Gesamt- und Nutzporosität als gesteintechnische Parameter. Ein möglicher Zusammenhang der genannten Gesteinsparameter mit der Gesteinsentstehung und Aspekte für die Gesteinsgewinnung und -bearbeitung werden aufgezeigt. Der Kelheimer Auerkalk ist seit der Antike als Baustein verbreitet. Er findet Verwendung als Massivbaustein, ebenso wie als Boden- und Wandbelag in plattierter Form.

Geologische und geographische Einordnung

Der Kelheimer Auerkalk ist bei einem Alter von etwa 145 – 150 Millionen Jahren in den obersten Malm Delta bzw. in das obere Mittel-Kimmeridge bis untersten Malm Zeta bzw. Unter-Tithon einzuordnen. Der zwischen Kelheim und Essing gelegene Steinbruch Oberau liegt innerhalb der Weltenburger Riffmasse zwischen Paintener Wanne im Norden, Kelheimer Wanne im Süden und Osten sowie Hienheimer Wanne und Altessing im Westen. Beim Kelheimer Auerkalk handelt es sich um einen ungeschichteten Korallenriffkalk mit eingelagerten Rasen- und Stockkorallen mit schwach angedeuteten Fossilfragmenten und winzigen weißen Kalkflocken (Tubiphyten).

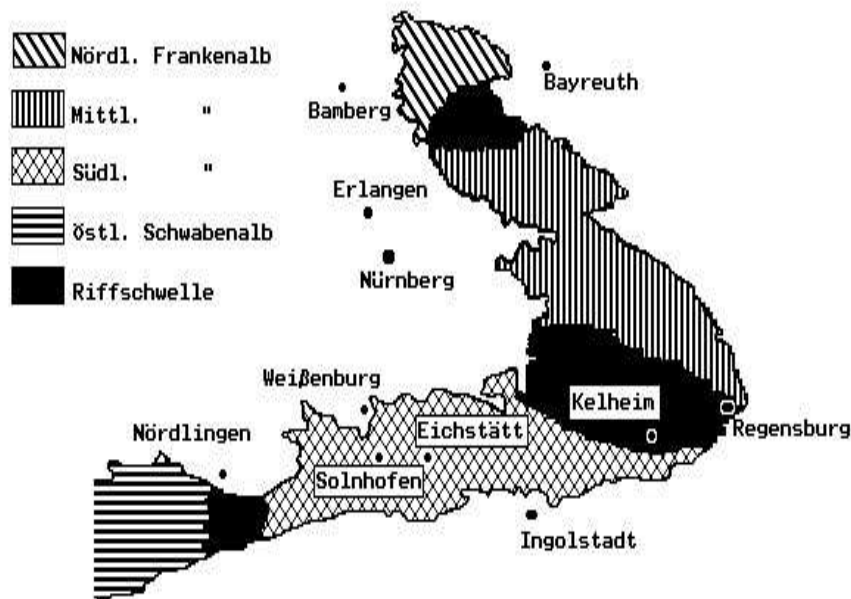


Abbildung 1: Übersicht der Faziesgebiete der Frankenalb nach Keupp (1977)

Petrographische Untersuchungen

Als Grundlage der vorliegenden Untersuchung diente die Gewinnung der säureunlöslichen Rückstände und die Bestimmung des Silt/Ton-Verhältnisses ($>/< 2\mu\text{m}$ Quotient) in ebendiesen, welche der Teufe gegenübergestellt wurden. Die nichtkarbonatischen, säureunlöslichen Bestandteile können die Eigenschaften eines Karbonatgesteins beeinflussen. Ihre Gewinnung und Untersuchung ist in diesem Zusammenhang daher von großer Bedeutung. Voraussetzung hierfür ist die quantitative Entfernung der karbonatischen Grundmasse.

Ein bewährtes Verfahren ist die Auflösung des Kalkgesteines in Monochloressigsäure, wobei eine möglichst schonende Behandlung der Rückstände, besonders der Tonminerale gewährleistet ist.

Ausführliche Beschreibungen und Erläuterungen dieser Methode, wie sie am Institut für Mineralogie in Erlangen angewandt wurde, finden sich bei BAUSCH (1980) und KÖHLER (1985). Aufgelöst wurden im Fall dieser relativ reinen Kalke jeweils etwa 250 Gramm des Probenmaterials. Der Mittelwert von 0,92 % für den Gesamtrückstand zeigt, dass es sich bei den untersuchten Riffkalken um hochreine Kalke mit weniger als 5 % Gesamtrückstand handelt. Die Bankkalke des Treuchlinger Marmors liefern vergleichsweise höhere Gesamtrückstände zwischen 1,50 % und 3,30 % (GRUNENBERG, 1992). Zur weiteren Untersuchung wurden die durch Auflösung in Monochloressigsäure isolierten Rückstände im Atterberg-Zylinder in Fraktionen $>2\mu\text{m}$ und $<2\mu\text{m}$ aufgetrennt. Die Tabelle 1 führt die Ergebnisse im Einzelnen auf.

Teufe [m]	Rückstand [%]	$< 2 \mu\text{m}$ [%]	$> 2 \mu\text{m}$ [%]	$>/< 2 \mu\text{m}$
1,0	1,14	1,05	0,10	0,10
3,0	1,44	0,19	1,26	6,75
5,6	2,19	0,66	1,49	2,25
8,0	1,15	0,11	1,00	9,00
11,7	0,84	0,35	0,38	1,11
14,5	0,47	0,36	0,11	0,30
17,0	0,87	0,08	0,75	9,50
19,0	0,91	0,18	0,69	3,75
21,0	1,41	0,59	0,73	1,23
27,0	0,76	0,17	0,55	3,25
30,0	0,43	0,12	0,28	2,33
31,5	0,56	0,16	0,36	2,25
33,0	0,81	0,19	0,58	3,00
36,0	0,50	0,12	0,35	3,00
39,0	0,78	0,11	0,60	5,33
40,5	0,62	0,10	0,38	4,00
42,0	0,43	0,26	0,13	0,50
45,0	0,61	0,49	0,12	0,25
46,5	1,58	0,50	1,08	2,17
48,0	0,54	0,11	0,40	3,67
52,0	1,42	0,36	1,07	3,00
53,0	0,85	0,12	0,65	5,67
54,4	0,91	0,15	0,76	5,25

Tabelle 1: Teufe, Gesamtrückstand, Fraktionen $< 2\mu\text{m}$ und $> 2 \mu\text{m}$ sowie $>/< 2 \mu\text{m}$ -Verhältnis von Proben des Kelheimer Auerkalks

Das $>/< 2 \mu\text{m}$ -Verhältnis erweist sich in diesem Falle als gut brauchbare Kenngröße zur Beschreibung unterschiedlicher Probengruppen. Aufmerksam auf die Nützlichkeit dieses aus den Gewichtsmengen der Fraktionen $>2\mu\text{m}$ und $<2\mu\text{m}$ gebildeten Quotienten zur sedimentpetrographischen Charakterisierung von verschiedenen Profilen machen bereits BAUSCH & POLL (1976). Durch die Kombination dieses Parameters mit den Werten für die dazugehörigen Gesamtrückstandsgehalte wird

die Kennzeichnung von Karbonatgesteinsserien verbessert. Die oben genannten Autoren schlagen daher zur graphischen Darstellung dieses Zusammenhanges die Auftragung der Messwerte im Diagramm Gesamtrückstand [%] gegen $>/< 2\mu\text{m}$ -Verhältnis vor (siehe hierzu auch BAUSCH, 1987). Für Kalksteine ergibt sich danach regelmäßig ein hyperbelähnlicher Kurvenzug. Dabei liegen die unreinen Kalke (ab etwa 5% Gesamtrückstand) und Mergel im Koordinatensystem nahe der Ordinate (senkrechter Hyperbelast), was bedeutet, dass ihre unlöslichen Rückstände überwiegend aus einem Anteil $< 2\mu\text{m}$ bestehen. Reine Kalke liegen dagegen nahe der Abszisse (waagerechter Hyperbelast) und über deren gesamtes Spektrum verteilt. Es kann bei den Rückständen sowohl der feinere, als auch der gröbere Anteil überwiegen.

Bei dem hier untersuchten Material handelt es sich wie bereits erwähnt um hochreine Kalke. Sie liegen daher in der Rückstandshyperbel alle nahe dem waagerechten Hyperbelast. Klar zu unterscheiden sind die Treuchtlinger Bankkalke von den Kelheimer Riffkalcken durch einen deutlich größeren Rückstand ersterer. Die Riffkalcke bilden eine eigenständige Gesteinsgruppe ohne Überschneidungen mit dem Treuchtlinger Marmor. Die untersuchten Riffkalcke zeichnen sich in der Regel durch Gesamtrückstände unter 2 % aus. Das $>/< 2\mu\text{m}$ -Verhältnis weist eine vergleichsweise hohe Spannweite von 0,1 bis 9,0 auf. In Abbildung 1 sind die Zusammenhänge graphisch dargestellt.

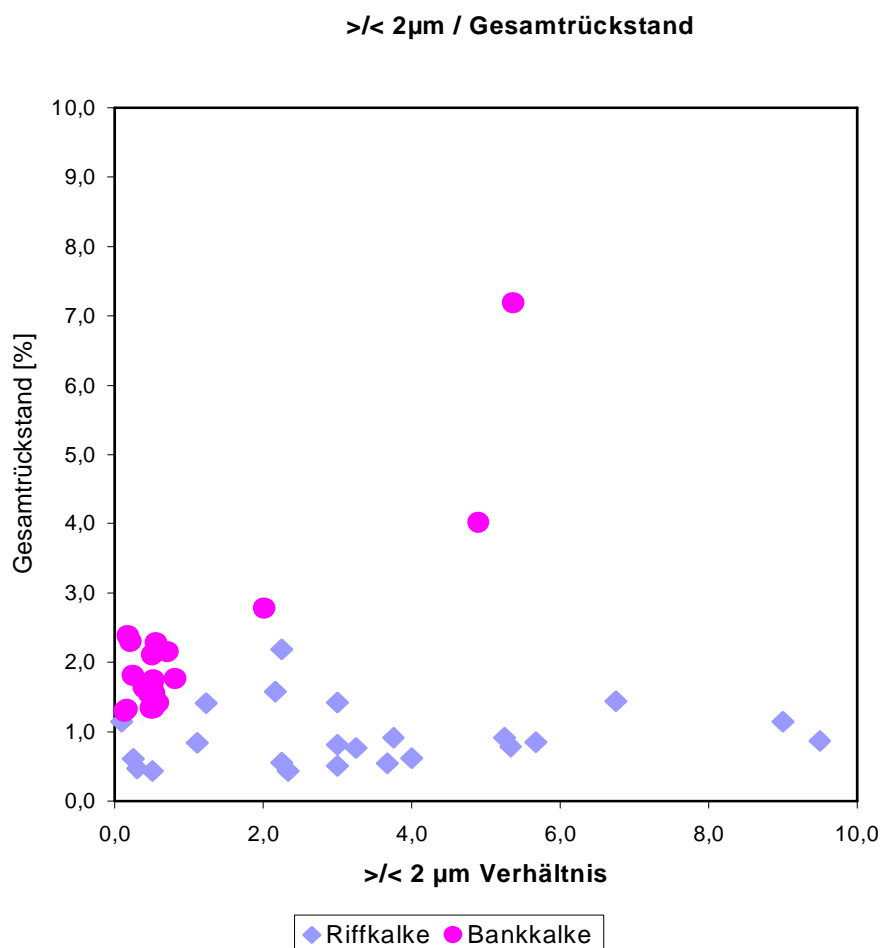


Abbildung 2: Gesamtrückstand gegen $>/< 2\mu\text{m}$ -Verhältniss nach Bausch 1987

Bei der näheren Betrachtung der Rückstandsparameter fällt auf, dass sowohl der Gesamtückstand wie auch die Silt- und Tonfraktion und damit einhergehend das Silt/Ton-Verhältnis rhythmischen Schwankungen unterzogen sind. Dies sind Hinweise auf Meeresspiegelschwankungen und/oder klimatische Änderungen in den Detritus liefernden Gebieten. Demnach ist der Kelheimer Auerkalk eindeutig als Rhythmit einzuordnen. Möglicherweise lässt sich hier durch weitere koordinierte Untersuchungen eine Beziehung zu den abwechselnden Kalkbänken und Mergelzwichenschichten der in der Nachbarschaft der Riffe angrenzenden Bankkalk finden. In den Abbildungen 3 und 4 sind die Verhältnisse in Diagrammen veranschaulicht.

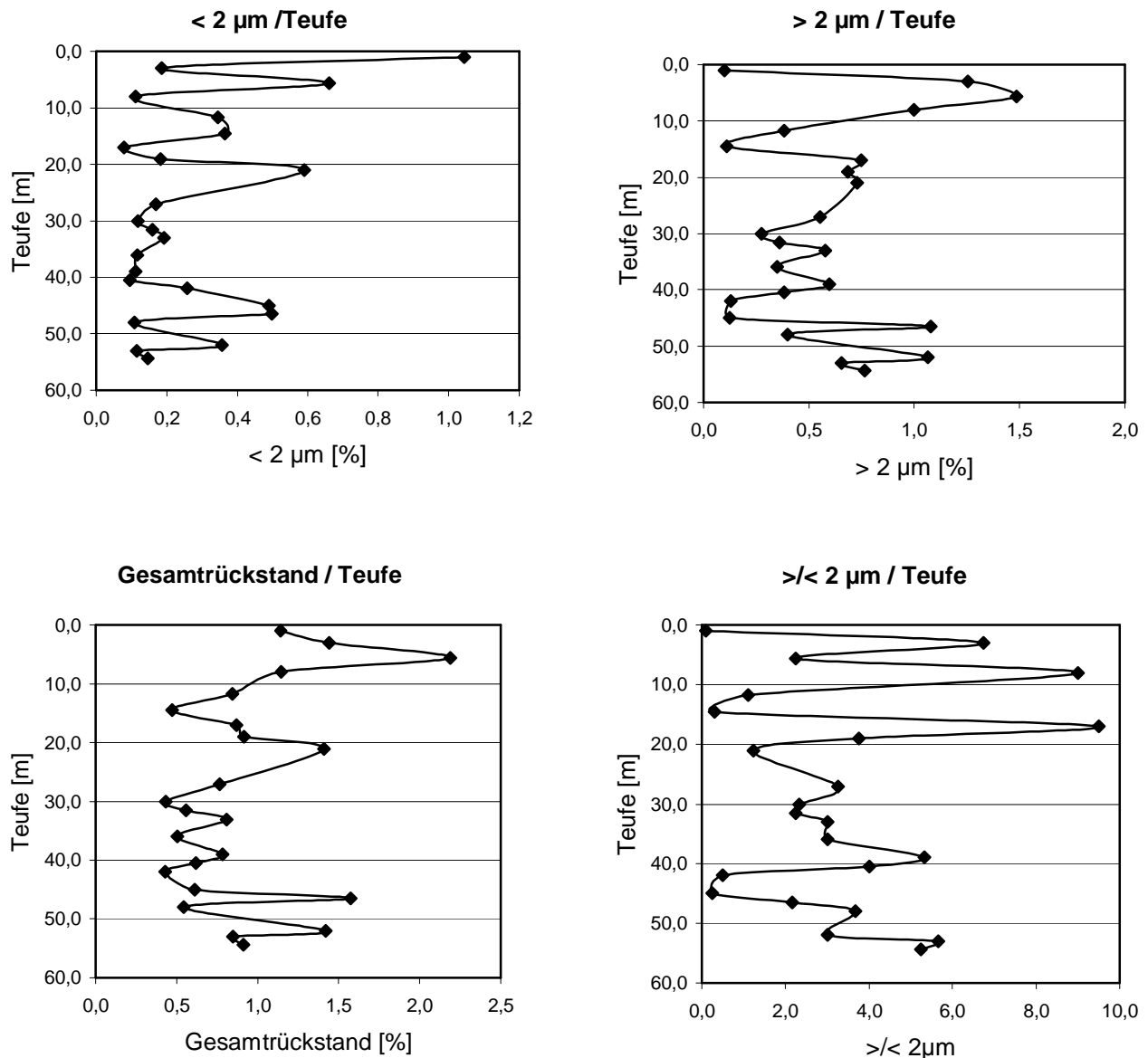


Abbildung 3: Rhythmische Schwankungen im Gesamtückstand, den Fraktionen > 2µm und < 2 µm sowie dem >/< 2µm- Verhältnisse in Proben des Kelheimer Auerkalks.

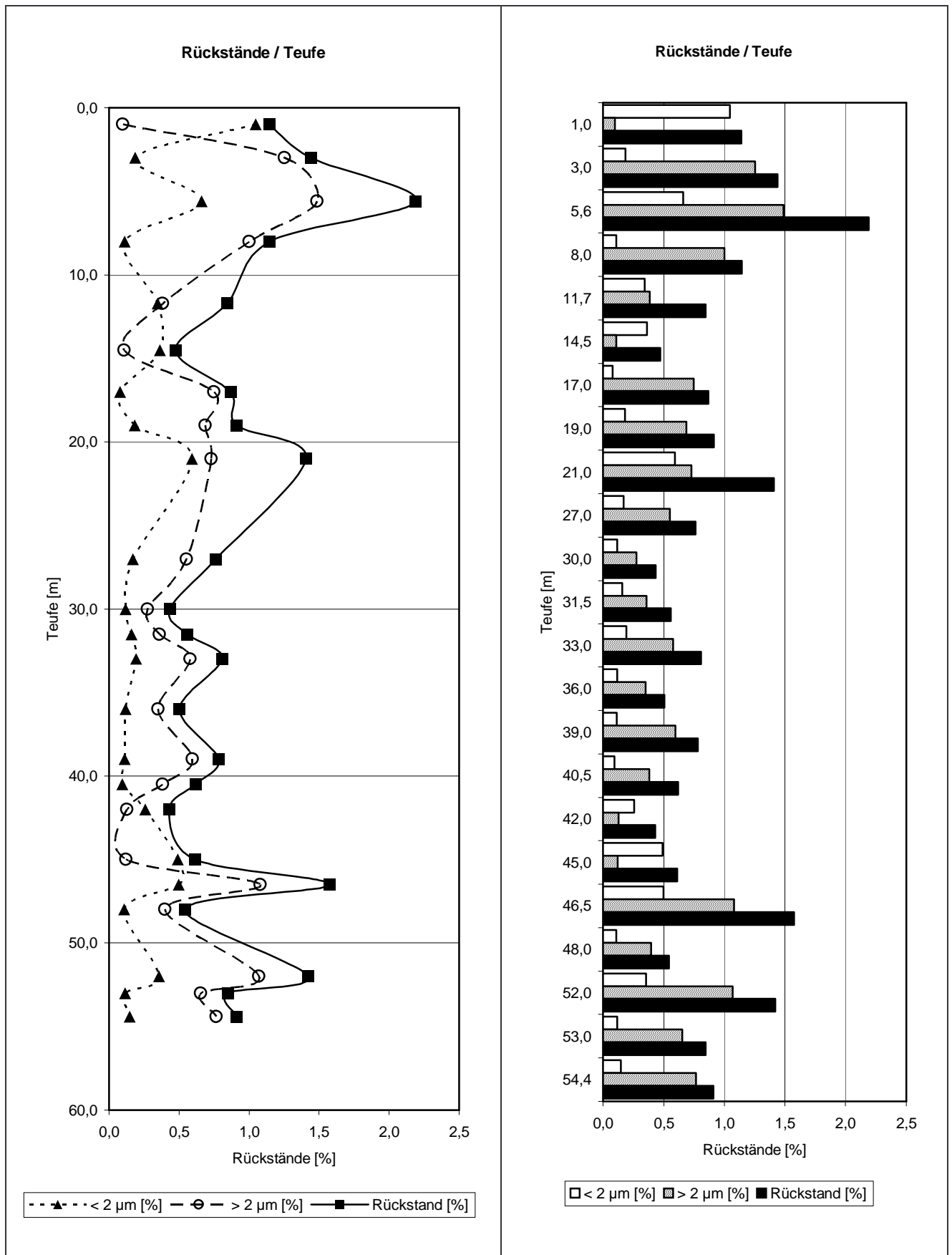


Abbildung 4: Rhythmische Schwankungen im Gesamtrückstand, den Fraktionen > 2μm und < 2 μm von Proben des Kelheimer Auerkalks (Balkendarstellung bei geänderter Teilung der Y-Achse).

Bestimmung von Trockenrohddichte, Wasseraufnahme, Gesamt- Nutzporosität

WEISS & SCHELLHORN (1989) zeigen an 55 Proben des Mittleren und Oberen Malms der Südlichen Frankenalb, dass es möglich ist, die Gesamtporosität von reinen Kalksteinen über die Messung von Volumen und Gewicht zu ermitteln. Voraussetzung hierfür ist die bekannte Dichte der festen Gesteinsbestandteile. Nach SCHELLHORN (1990) kann für sehr reine Kalke als Dichte der festen Bestandteile die Dichte von Calcit $2,715 \text{ g/cm}^3$ gesetzt werden. Die Gesamtporosität berechnet sich dann wie folgt:

$$\Phi_{\text{ges}} = \{1 - (\rho_{\text{tr}} / 2,715 \text{ g/cm}^3)\} \times 100$$

mit: ρ_{tr} : Dichte des Gesteins inkl. der luftgefüllten Poren

Da es sich beim vorliegenden Probenmaterial in den überwiegenden Fällen ebenfalls um sehr reine Kalke handelt, wird die Gesamtporosität wie oben beschrieben bestimmt. Zur Messung der Gesteinsdichte ρ_f der einzelnen Proben wird das Volumen und das Gewicht bestimmt. Die Ermittlung des Volumens erfolgt durch Vermessung der Bohrkern mit planparallel gesägten Ober- und Unterseiten, das Gewicht wird durch Wägung der Gesteinszylinder nach Trocknung bei 50°C bestimmt. Die Wasseraufnahme und die Gesamtporosität wird nach DIN 52102 bestimmt. Die Nutz- oder Effektivporosität ergibt sich rechnerisch über das spezifische Volumen von Wasser und dem Volumen der Prüfkörper aus der Wasseraufnahme. Die nachstehende Tabelle listet Trockenrohddichte, Wasseraufnahme, Gesamtporosität und Nutzporosität der untersuchten Proben bei verschiedenen Teufen.

Teufe [m]	Trockenrohddichte [g/cm^3]	Wasseraufnahme [Masse-%]	Gesamtporosität [Vol.-%]	Nutzporosität [Vol.-%]
8,0	2,39	8,0	11,97	6,61
11,7	2,13	11,0	21,55	9,23
14,5	2,47	4,7	9,02	3,86
17,0	2,57	3,7	5,34	2,99
27,0	2,44	6,3	10,13	5,22
33,0	2,24	6,9	17,50	6,02
39,0	2,46	5,5	9,39	4,67
42,0	2,16	14,8	20,44	12,75
45,0	2,30	11,6	15,29	10,00
48,0	2,50	3,8	7,92	3,03
52,0	2,47	3,4	9,02	2,84
53,0	2,57	2,9	5,34	2,49
54,4	2,55	3,5	6,08	3,03

Tabelle 2: Einzelergebnisse für die Bestimmung der Trockenrohddichte, Wasseraufnahme, Gesamtporosität und Nutzporosität.

Vergleicht man die Gesamtporositäten der Proben des Kelheimer Auerkalks mit Proben des Treuchtlinger Marmors so ist zu erkennen, dass die untersuchten Riffkalksteine mit durchschnittlich 11,5 Vol.-% etwa doppelt so hohe Porositäten aufweisen wie die Bankkalksteine des oberen Jura. Eichstätter/Solnhofener Plattenkalk, Treuchtlinger Marmor gelb und Treuchtlinger Marmor grau, besitzen durchschnittliche Gesamtporositäten von 5,3 Vol.-%, 4,8 Vol.-% und 4,2 Vol.-%.

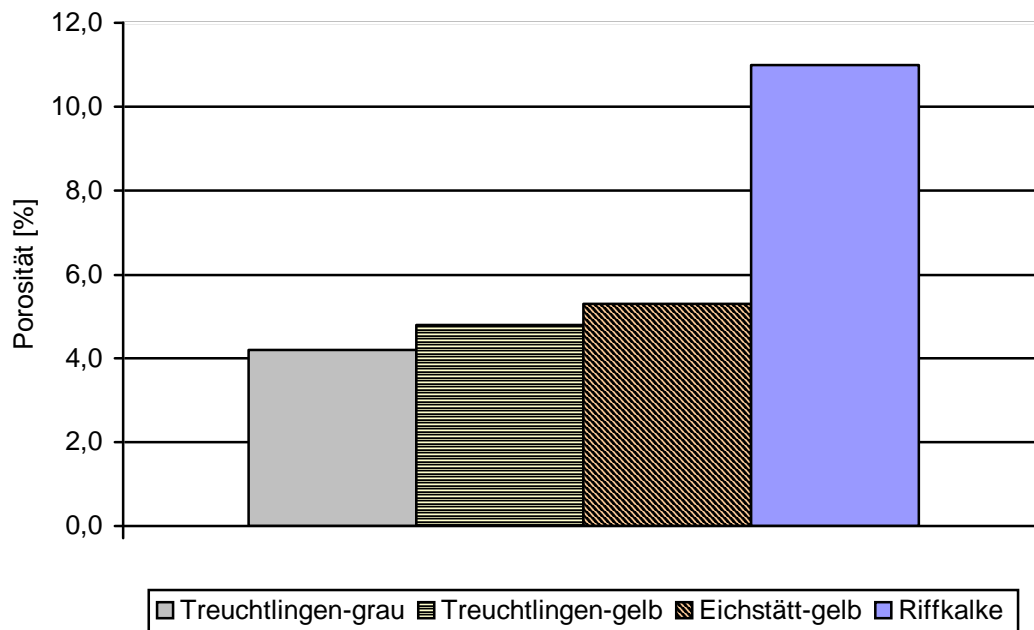


Abbildung 5: Vergleich mittlerer Gesamtporositäten von Bankkalken aus Treuchtlinger, und Eichstätter Steinbruchgebieten und Riffkalken aus Kelheim

Betrachtet man die Einzelwerte für die Trockenrohddichte, Wasseraufnahme sowie die Nutz- und Gesamtporosität so fällt auf, dass diese wie die sedimentpetrographischen Parameter deutlichen Schwankungen unterliegen. In Abbildung 6 ist dies graphisch dargestellt. Ein direkter Zusammenhang zwischen den sedimentpetrographischen und den gesteintechnischen Parametern konnte nicht nachgewiesen werden. Offensichtlich sind diese Beziehungen in Riffkalken zu komplex um sich in direkten Abhängigkeiten darstellen zu lassen.

Aus den gesteintechnischen Parametern lassen sich jedoch unmittelbar Aussagen über die Verwendbarkeit des untersuchten Riffkalkes als Werkstein treffen. Trockenrohddichte, Wasseraufnahme und die daraus abgeleiteten Größen für die Nutzporosität (Effektivporosität) und die Gesamtporosität geben erste Hinweise auf die baupraktische Verwendbarkeit des Kalksteines. Bei dem gewählten Maßstab in der graphischen Darstellung (Abb. 6) werden die Unterschiede in Abhängigkeit der Teufe anhand der Wasseraufnahme und der Porositäten offensichtlich. Die Trockenrohddichten für sich betrachtet liefert ebenfalls brauchbare Hinweise. So zeigen Trockenrohddichten ab etwa 2,5 g/cm³ als Werkstein abbauwürdige Bruchbereiche des Kelheimer Auerkalks an. Dies wird durch die Literaturwerte der Trockenrohddichte und die ergänzende Betrachtung der entsprechenden Druck- und Biegezugfestigkeiten des Gesteins bestätigt.

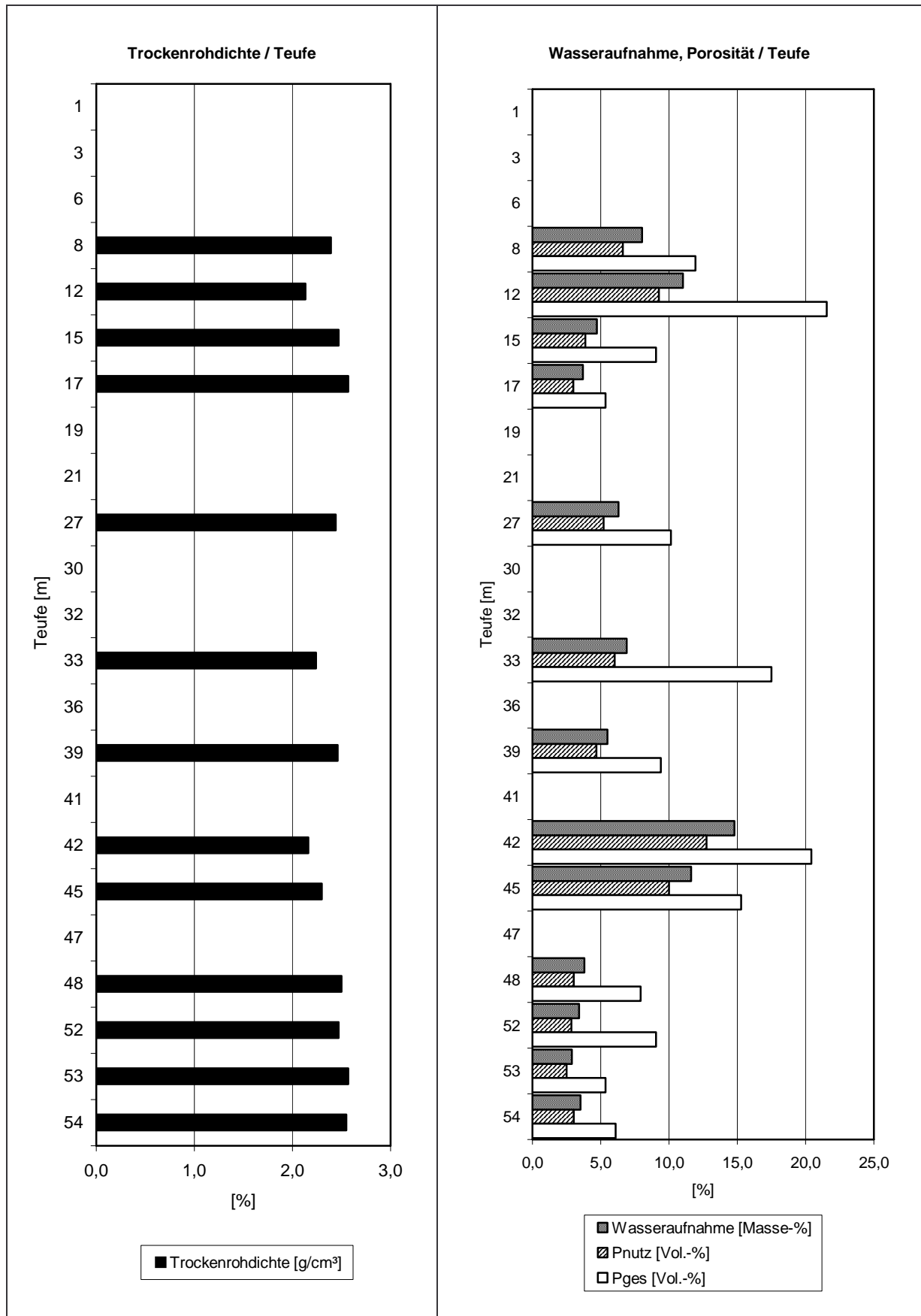


Abbildung 6: Trockenrohddichte, Wasseraufnahme, Nutzporosität und Gesamtporositäten von Proben des Kelheimer Auerkalks

Zusammenfassung

Die detaillierte Betrachtung der säureunlöslichen Rückstände des Kelheimer Auerkalkes führt zu dem Schluss, dass es sich bei dem als Werkstein weit verbreiteten Riffkalk um einen Rhythmit handelt. Der Anteil des säureunlöslichen Gesamtrückstands sowie die Fraktionen $> 2 \mu\text{m}$ und $< 2 \mu\text{m}$ weisen eindeutige rhythmische Schwankungen in ihren Mengenanteilen auf.

Durch die Betrachtung der Trockenrohichte, Wasseraufnahme und den Porositäten können Hinweise für die Abbauplanung und die Verwendung des Kelheimer Auerkalks als Werkstein gewonnen werden.

Literatur

BAUSCH, W.M. (1980): Tonmineralprovinzen in Malmkalken. - Erlanger Forschungen, Reihe B, Naturwissenschaften und Medizin, Band 8: 1-78.

BAUSCH, W.M. (1987): Significance and Interpretation of the Silt/Clay Ratio in Insoluble Residues of Limestones. - Chemie der Erde, 46: 329-335.

BAUSCH, W.M., & POLL, K.G. (1976): Nichtkarbonatische Rückstände von Malmkalken der Ostalpen. Geol. Rdsch., 65: 579-592, Stuttgart.

GRUNENBERG, T. (1992): Ursachen von Farben und Verfärbungen in Natursteinplatten aus Treuchtlinger Marmor. - Dissertation, Lehrstuhl für Mineralogie, Universität Erlangen-Nürnberg.

KÖHLER, W. (1985): Geochemische und petrographische Untersuchung des Profils Emmerthal im Malm der südöstlichen Frankenalb. - Unveröffentlichte Diplomarbeit, Lehrstuhl für Mineralogie, Universität Erlangen-Nürnberg.

SCHELLHORN, H. (1990): Petrophysikalische, geochemische und mineralogische Untersuchungen an eozänen Kalk-Rhythmiten der Cyrenaika (Libyen). - Dissertation, Lehrstuhl für Mineralogie, Universität Erlangen-Nürnberg.

WEISS, E., SCHELLHORN, H. (1989): Zur Bestimmung des Gesamtporenvolumens von Karbonatgesteinen. - Z. dt. geol. Ges., 140: 201-207.