

Savonnières, Morley & Co.: Oolithische Kalksteine aus Lothringen (Frankreich) als Bau- und Denkmalgesteine in Mitteleuropa.

Savonnières, Morley & Co.: Oolithic limestones from Lorraine (France) as dimension and decorative stones in Central Europe.

Heinz Lorenz¹, Gerhard Lehrberger²

¹ Dipl.-Geol. Heinz Lorenz, Natursteinconsulting Lorenz, natursteinconsulting@web.de

² Dr. Gerhard Lehrberger, Lehrstuhl für Ingenieurgeologie, Technische Universität München, lehrberger@tum.de

Zusammenfassung

Ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts werden in den Ländern Mitteleuropas helle, oolithische Kalksteine vermehrt als Bau- und Denkmalgesteine verwendet. Oft werden sie unter dem Typus „Savonnières“-Kalkstein geführt, benannt nach einem der Hauptabbauorte oolithischer Kalksteine im Department Meuse in Frankreich. Namhafte Beispiele finden sich in Frankreich und zahlreichen anderen Städten, in Deutschland in Frankfurt, Köln, Freiburg, München und Dresden, in Österreich und in sehr häufig in Holland. Im Rahmen eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU AZ. 28433-45) geförderten Forschungsprojektes wurden auch mehrere bedeutende Objekte im Westen der Tschechischen Republik entdeckt und untersucht. Die verwendeten Oolithkalksteine unterscheiden sich petrographisch stark, wobei die Schwankungsbreite von rein calcitischen bis zu fast rein dolomitischen Varietäten reicht. Die oolithischen Kalksteine sind u.a. aufgrund ihrer hohen Porosität und damit hohen reaktiven Oberfläche gegenüber schwefelsauren Niederschläge wenig beständig und es kommt zu erheblichen Schädigungen. Die Konservierung stellte aufgrund der komplexen Petrographie bisher ein großes Problem dar.

Schlüsselworte: Savonnières-Oolith, Morley-Oolith, Baugestein, Denkmalgestein

Abstract

Since the second half of the 19th century bright oolithic limestones from France were used rather frequently as dimension and monument stones in Central Europe, often as a replacement material for other weathered limestones. Often these oolithic rocks were named „Savonnières“ limestone named after one of the main villages in the quarrying area in the departments of Meuse in northeastern France.

Well known examples for the use of the oolithic limestones, which can be easily worked to its weakness and fine grained fabric are in the Gare de l'Est in Paris and in many other places in France, the „old opera house“ in Frankfurt and the cathedral and town hall of Cologne in Germany or the cathedral of Ulm. Buildings like the famous Hofbräuhaus or the Nymphenburg castle show applications of these French oolithic stone, in Vienna single objects in the St. Stefan cathedral and along the Ringstraße are known. In the Netherlands limestones from Lorraine were used not only as replacement material for historical buildings, but also for new constructions in Amsterdam, Haarlem, Nijmegen and Leyden. In the context of a research project funded mainly by the German Environmental Foundation (DBU) different objects in the western Part of the Czech Republic were discovered and investigated.

Besides the „classical“ calcitic limestone of the „Savonnières-type“ also dolomitic varieties exist, mainly known as „Morley-type“, named after a village, to whom the forest with the quarries belong. Many different special varieties can be distinguished in the quarries and linked with observations on stone objects. The oolithic limestones are badly resistant against acid precipitation and severe damage is partly observed. Due to corrosion of dolomite and calcite gypsum and Mg-sulphate salts such as epsomite are observed. Gypsum forms crusts on the surface of stone objects, which cause considerable changes in the porosity and have strong influence of the exchange of humidity and the possibilities of application of conservation agents.

Keywords: oolithic limestone, dolomitisation, Lorrain, France, building stone, decorative stone

1 Einleitung

In Mitteleuropa sind zahlreiche Steinobjekte aus hellem Oolith-Kalkstein bekannt, deren Alter ausschließlich im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts und in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts anzusiedeln sind. Vor allem in Deutschland ging man bisher davon aus, dass es sich um „Savonnières-Kalkstein“ aus dem Department Meuse in

Lothringen (Frankreich) handelt. Eine genaue Betrachtung und Recherche bringt jedoch ans Tageslicht, dass neben dem klassischen überwiegend calcitischen „Savonnières-Kalkstein“ auch noch dolomitische Kalksteine auftreten, die bisher nicht genauer untersucht waren. Oft wurden auch andere französische Kalksteine mit den Oolithen verwechselt. Eine Begriffsklärung ist daher dringend geboten.

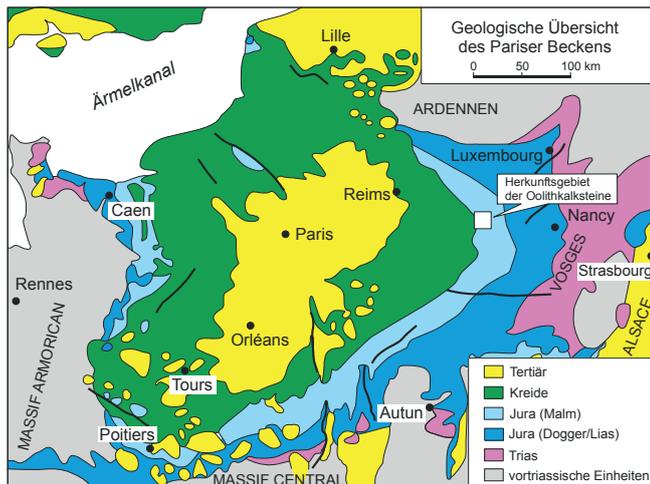


Abb. 1: Geologische Übersicht des Pariser Beckens und Lage des Herkunftsgebietes der Oolithe in Lothringen, Nordost-Frankreich.

Fig. 1: Geological sketch map of the Paris basin and localization of the provenance area of oolitic limestones in NE France.

Die hellbeigen Oolithe vom „Savonnières-Typ“ kommen aus einem sehr eng begrenzten Gebiet zwischen St. Dizier und Bar-le-Duc im Departement Meuse im Osten Frankreichs (Abb. 1). Die Steinbrüche sind aus der Literatur teilweise bekannt; detaillierte topographische Karten und die Auswertung von Luftbildern ermöglichen eine genaue Lokalisierung der ehemaligen und aktiven Abbaue. Vergleiche von Objekten in Mitteleuropa sowie umfangreiche Literaturrecherchen ergeben, dass man calcitisch gebundenen klassischen Savonnières-Oolith von den dolomitisch gebundenen Oolithen aus der Gegend zwischen Morley, Brauvilliers und Chevillon unterscheiden muss. Die Gesteine unterscheiden sich grundlegend in ihrem Erscheinungsbild, aber auch in den physikalischen Eigenschaften und im Verwitterungsverhalten.

2 Verwendung in Mitteleuropa

Die ältesten und vielfältige Verwendungsbeispiele der Oolith-Kalksteine lassen sich selbstverständlich in Frankreich in der Nähe der Steinbrüche und entlang der Flüsse als Transportwege finden (Abb. 2). Die heute zu beobachtende sehr weite Verbreitung der hellen Oolith-Kalksteine aus Lothringen über ganz Mitteleuropa ist eng mit der Entwicklung der großen Verkehrsverbindungen zu Wasser und auf der Schiene verbunden. Besonders in der Zeit nach dem Krieg von 1870/1871 fanden die Oolith weite Verbreitung, was schon zu der nicht eindeutig zu bestätigenden Annahme führte, die Reparationszahlungen könnten durch Frankreich in Form von Steinlieferungen erfolgt sein.



Abb. 2: Im Herkunftsgebiet der Oolithkalksteine an der Grenze der Departements Meuse und Haute Marne findet man zahllose Anwendungsbeispiele. Besonders beeindruckend sind die Grabskulpturen auf den Friedhöfen, wie das Beispiel in Bar-le-Duc zeigt.

Fig. 2: In the area of provenance along the boarder of the departements of Meuse and Haute Marne in France numerous examples of oolitic limestone work are found. Very impressive and finely sculptured objects are found on all cemeteries, like the town cemetery of Bar-le-Duc.

2.1 Verbreitung in Deutschland

In Deutschland ist die Verwendung an zahlreichen Stellen bekannt, aber es wurden bisher wenige Daten zusammenschauend publiziert. So wurden die Fassaden der Alten Oper in Frankfurt a.M. mit Savonnières-Kalkstein verkleidet und im Innenbereich auch Morley-Oolith verwendet worden (Becker & Giesenberg 1883: Spalten 145-147). In Köln sind die Oolithkalke als Austauschmaterial für Skulpturen am berühmten Dom in großem Umfang eingesetzt worden (von Plehwe-Leisen et al. 2004). In Mainz bestehen die Statuen des Neubrunnens sowie einige Grabmale und Grabkapellen auf dem Hauptfriedhof aus Savonnières-Oolith (Häfner 2009). Am Ulmer Münster ist archivalisch die Verwendung von Morley-Kalkstein erwähnt, heutzutage findet Oolith von Brauvilliers als Ersatzmaterial Verwendung.

Ein besonders beeindruckendes Beispiel der Verwendung von Savonnières- und Morley-Oolith stellt das Neue Rathaus in Hannover dar (Abb. 2), wobei hier die etwas dunkleren Steine von Morley bevorzugt für tragende Partien verwendet wurden (Anonymous 1913: 320).

In Bayern sind zahlreiche Beispiele von Objekten aus Oolith-Kalkstein, darunter die ursprünglichen Balustraden der Treppenanlage von Schloss Linderhof und die Steinelemente des Erkers des Münchner Hofbräuhauses bekannt (Reis 1935). Aber auch im Schloss Nymphenburg sowie auf den großen alten Friedhöfen Münchens wurden die Oolith als Architekturelemente und für Grabmäler eingesetzt.



Abb. 3: In der monumentalen Zentralhalle des Neuen Rathauses in Hannover (erbaut 1901-1913) wurden Savonnières- und Morley-Oolithe parallel verwendet, wobei Morley-Oolith für die statisch tragenden Teile eingesetzt wurde.

Fig. 3: In the monumental central part of the new town hall of Hannover (erected 1901-1913) Savonnières and Morley limestones were used both. For statical important parts the "harder" Morley stone was applied.

2.2 Niederlande

In den Niederlanden sind die Oolithe vor allem im späten 19. und der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts als Austauschmaterialien für nordfranzösische Kalksteine sehr beliebt (z.B. Dubelaar et al. 2007). Eine Zusammenstellung von Verwendungsbeispielen geben Nijland & van Hees (2008), darunter das Stadttheater und das Hotel Europa in Amsterdam. Es wurden auch Fassaden von Neubauten mit dem verwitterungsbeständigen Morley-Oolith verkleidet. Eine von T. Nijland zur Verfügung gestellte Probe von der St. Peterskirche in Leyden stimmt völlig mit denen aus den Steinbrüchen im Wald von Morley überein.

2.3 Österreich

In Wien sind zahlreiche Anwendungsbeispiele von französischem Oolith bekannt (KIESLINGER 1949, 1972). Insbesondere sind die Bauten der Wiener Ringstraße zu nennen und auch einige Arbeiten am Stephansdom. Bisher geht man davon aus, dass es sich um Savonnières-Kalkstein handelt. Ob und in welchem Umfang neben Savonnières- auch Morley-Oolith in Wien selbst verbaut wurde, ist bisher aufgrund wohl fehlender Untersuchungen unklar. Auffällig ist, dass z.B. für Lieferungen Wiener Firmen nach Böhmen um 1900 auch Morley-Oolith angeboten wurde.

2.4 Tschechien

Im früheren Westböhmen konnte im Rahmen zweier DBU-Projekte regelrecht eine „Insel“ der Verwendung von lothringischen Oolithen entdeckt werden (LEHRBERGER et al. 2007a u. b, LEHRBERGER & GILLHUBER 2008). Die Verbreitung der Oolithe hängt eng mit Bauten des Klosters Teplá unter Architekt Josef Schaffer und den Werken der Bildhauer Karl Wilfert sen. und Karl Wilfert jun. zusammen. Der in Wien ausgebildete Schaffer hatte dort vermutlich die gut zu bearbeitenden Kalksteine kennengelernt. Die leicht zu bearbeitenden Oolithe avancierten regelrecht zum Lieblingsgestein der beiden Bildhauer aus Eger (Cheb).

Das Kirchenportal der Stiftskirche von Teplá stellt das größte Objekt aus Morley-Kalkstein in Tschechien dar und ist Hauptobjekt eines derzeit von der DBU geförderten Forschungsprojektes mit dem Titel „Beispielhafte Erhaltung von umweltgeschädigten Kulturgütern aus Oolithkalkstein des Savonnières-Typs“ (DBU AZ. 28433-45).

Ein weiteres Objekt findet sich Kurort Bilná vor dem 1878 eröffneten Kurhaus. Das Denkmal für die beiden Biliner Wissenschaftler Vater und Sohn Reuss wurde vom Atelier Wilfert „in französischem Marmor“ gearbeitet (KRUTSKÝ 2001: 60 f), der sich bei genauerer Untersuchung eindeutig als Morley-Oolith herausgestellt hat.

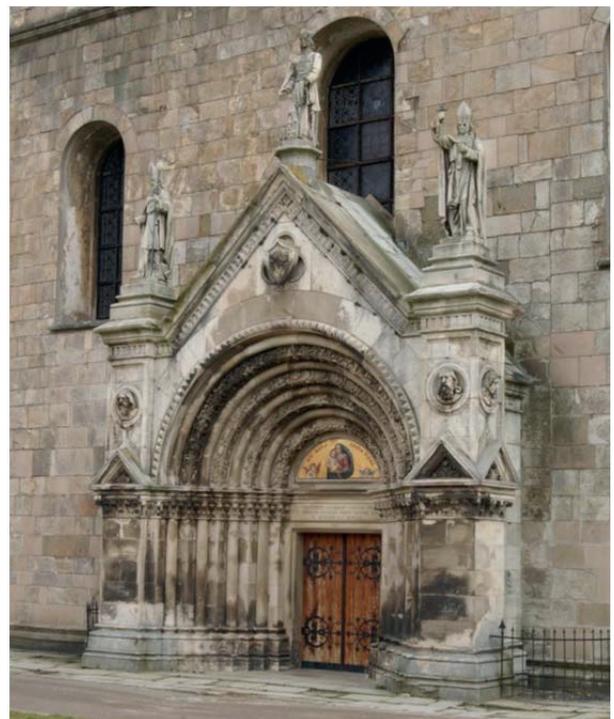


Abb. 4: Das Kirchenportal der Stiftskirche des Klosters Teplá in Tschechien wurde von 1893-1897 errichtet. Die Konstruktion besteht aus massiven Blöcken von Morley-Oolith. Es fallen die schwarzen Krusten auf, die vor allem im unteren Teil des Portals auftreten und überwiegend aus Gips bestehen. Das Portal stellt das Hauptobjekt eines aktuellen DBU-Projektes dar.

Fig. 4: The central portal of the church in the Teplá monastery in the Western Czech Republic was erected 1893-1897 with Morley oolithic limestone. The approx. 8 m high building consists of massive stone blocks with a maximum thickness of 60 cm. It is the main object of investigation of an actual DBU project.



3 Geologischer Rahmen und Stratigraphie

Die Vorkommen der Oolith-Kalksteine liegen in Nordost-Frankreich am E-Rand des Pariser Beckens. Das Pariser Becken ist ein intrakontinentales Plattformbecken, das von älteren Massiven begrenzt wird. Die Sedimentation im Pariser Becken erfolgte im Mesozoikum und Känozoikum. Die schüsselartig eingelagerten Schichten wurden mit der Heraushebung im Pliozän und Pleistozän (WALTER 1995: 345) zu einer Schichtstufenlandschaft herauspräpariert. Die Flüsse Meuse (Maas), Saar und Mosel folgen in ihrem Verlauf über weite Strecken parallel zu den Schichtstufen.



Abb. 7: Geologische Karte des Steinbruchgebietes zwischen Savonnières-en-Perthois, Morley und Chevillon (nach der geol. Karte von Frankreich, 1:50 000). Beprobte Steinbrüche gelb markiert.

Fig. 7: Geological map of the quarrying area of oolitic limestones between Savonnières, Morley and Chevillon (after the geol. map of France, scale 1:50 000). Sampled quarries: yellow stars.

Die Detailsituation im Bereich der Oolithlagerstätten stellt sich so dar, dass über einer weitgehend flach lagernden Abfolge des oberen Jura Kreidesedimente rudimentär als Überlagerung erhalten sind (Abb. 7 u. 13). Die Oolithe wurden im Malm in einem tropischen Flachmeer gebildet und weisen typische Gefügemerkmale von Sandbänken wie Schrägschichtung auf. Gelegentlich finden sich auch Wechsellagerungen von feinkörnigen Ooidlagen mit gröber körnigen Muschelschillhorizonten.

Als nutzbare Werksteinbänke sind zwei oder drei kompakte Lagen von Oolith ausgebildet, die im Bereich von Brauvilliers/Juvigny zu einer bis zu 3 m mächtigen Lage vereint sind (Abb. 13). Die Trennung einzelner Werksteinbänke erfolgt durch mergelige Lagen. Es ist auffällig, dass sämtliche Oolithe bei der Bearbeitung einen stark öligen Geruch entwickeln, was auf ihre Eignung als Erdöl-speichergestein hinweist.

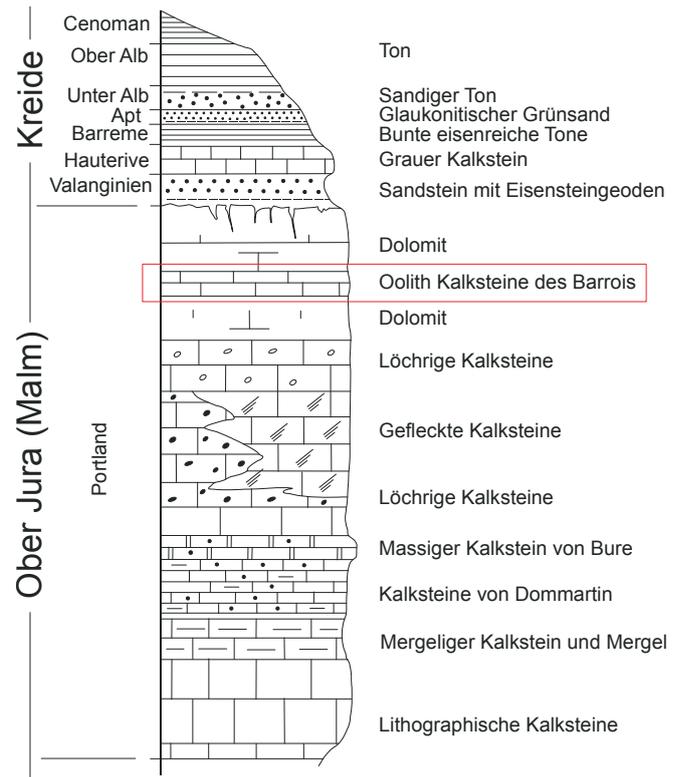


Abb. 8: Stratigraphisches Schema des Portlandiums und der Kreide im Barrois. Die Werksteinbänke sind rot markiert.

Fig. 8: Stratigraphic column of the Portlandium and Cretaceous in the Barrois. Dimension stone banks are marked in red.

Das stratigraphische Profil (Abb. 8) zeigt, dass in der Malmabfolge des Barrois mehrere Oolithhorizonte auftreten, aber nur diejenigen im Portlandium von Bedeutung als Werksteine sind. Die Geländeuntersuchungen ergaben allerdings keine Hinweise auf die stratigraphische Korrelation der Werksteinbänke in den unterschiedlichen Steinbrüchen.

4 Petrographie

In allen Steinbrüchen des Herkunftsgebietes der Oolithe treten deutliche Variationen in der Mächtigkeit, aber auch in der Petrographie der Werksteinbänke auf. Das auffallendste Merkmal ist jedoch, dass im Nordwesten (Aulnois, Savonnières, Juvigny, Brauvilliers) calcitische Ausbildung, im Südosten (Morley, Javot, Chevillon) hingegen dolomitische Fazies auftritt.

Die calcitisch ausgebildeten Oolithe im Nordwesten entsprechen der ursprünglichen sedimentären Ausprägung und zeigen oft glänzende Oberflächen der klar abgegrenzten Ooide. Die Matrix besteht aus Calcit-Skalenoedern.

In den Steinbrüchen bei Morley und Chevillon sind immer zwei oder drei Werksteinbänke ausgebildet. Dabei treten neben härteren dolomitischen Oolithbänken auch weicher und höher poröse calcitische Bänke auf. Durch die sekundäre Dolomitisierung sind die Grenzen der einzelnen Ooide unscharf und der Porenraum ist oft mit Dolomitkristallen gefüllt. In verschiedenen Steinbrüchen treten aber auch unterschiedliche und sehr typische Varietäten der dolomitischen Oolithe auf, die eine Zuordnung ermöglichen.

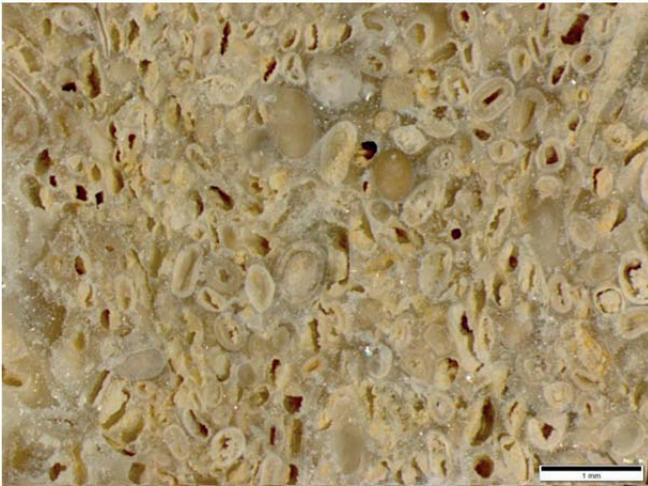


Abb. 9: „Klassische“ Ausprägung des calcitischen Ooliths vom Savonnières-Typ mit glatt begrenzten Ooiden.

Fig. 9: „Classical“ appearance of calcitic oolite of the Savonnières type with ooids with smooth surfaces.



Abb. 11: Gefüge des dolomitischen Morley-Ooliths mit stark veränderten Ooiden aus dem Wald von Morley.

Fig. 11: Dolomitized Morley oolite with strongly altered ooids from a quarry in the Forest of Morley.

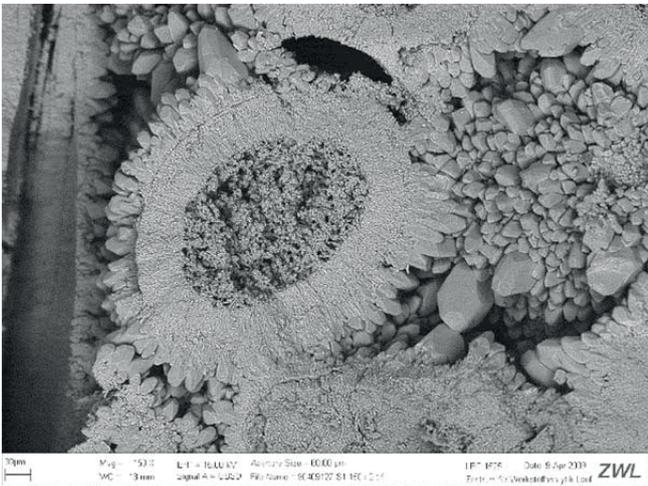


Abb. 10: Im REM erkennt man die calcitischen Ooide des „Savonnières-Ooliths“ mit porösen Kernen und Calcitkristallen in den Zwickeln.

Fig. 10: The SEM image shows the calcitic ooids of the „Savonnières type“ limestone with porous cores and with intergranular calcite crystals.



Abb. 12: REM-Aufnahme von Ooiden im „Morley-Oolith“ mit calcitischen Rändern, feinkörnigen Dolomit-Kernen und tw. stark korrodierten Dolomitrhomboedern in den Zwickeln.

Fig. 12: SEM image of ooids in „Morley oolitic limestone“ with calcitic rims, fine grained dolomitic cores and partly strongly corroded rhomboedric dolomite in intergranular spaces.

5 Gewinnung über- und untertage

Die Steingewinnung im Raum Bar-le-Duc ist ab dem 16. Jahrhundert schriftlich belegt, möglicherweise wurden aber schon in der Antike Stein abgebaut. Der Bauboom ab der Mitte des 19. Jahrhunderts schaffte europaweit entsprechende Nachfrage (de Passy 1880). In dieser Zeit dürften die meisten der Steinbrüche eröffnet worden sein. Mit dem ersten Weltkrieg kamen Abbau und Einsatz zunächst zum Erliegen. In jüngerer Zeit wird Savonnières-Oolith westlich von Juvigny im „Carrière de la Longue Queue“, südlich von Brauvilliers („Au Poirier l’esprit“) und am nördlichen Ortsrand von Savonnières-en-Perthois gewonnen. Nördlich von Chevillon wird Oolith ausgehend von einem alten Tagebau unterirdisch abgebaut. Die zahlreichen alten Steinbrüche stehen in der Regel offen und ermöglichen die Beobachtung

und Beprobung der Werksteinbänke. Wie aus Abbildung 7 hervorgeht, liegen viele Orte auf den Kreidesedimenten und am Rande Plateaus an den Flanken der Bach- und Flusstäler waren ursprünglich die nutzbaren Kalksteinbänke aufgeschlossen, die immer weiter in den Berg verfolgt wurden bzw. dann auch vom Plateau aus mit tiefen Einschnitten erschlossen wurden. In allen Tagebauen wurden und werden z.T. erhebliche Abbaumengen bewegt, um an die nur 2 bis 3 Meter mächtigen Werksteinbänke zu gelangen (Abb. 13).

Die unterirdischen Abbaue stehen offen und werden z.B. in Savonnières von einem Speläologenverein betreut. Bei Chevillon hat man erst vor kurzem begonnen, wieder einen untertätigen Abbau zu aktivieren. In den alten Abbauen sind die Werksteinbänke perfekt aufgeschlossen und man erkennt das Abbaufahren eines Kammer-Pfeiler-Baus (Abb. 14), der allerdings langfristig zu Setzungen führt.



Abb. 13: Im Steinbruch „de la Longue Queue“ zwischen Juvigny und Savonnières wird Oolith vom Savonnières-Typ in einer über 3 m dicken Werksteinbank abgebaut. Man erkennt die mehrere Meter mächtige Überlagerung mit Kreide-Sedimenten.

Fig. 13: In the „de la Longue Queue“ quarry between Juvigny and Savonnières oolith of the Savonnières type is present in one more than 3 m thick layer. On top of the compact oolitic layer Cretaceous rocks of more marly composition are exposed.

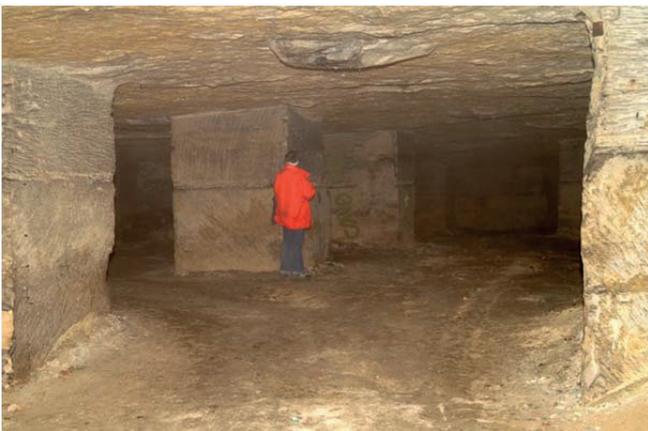


Abb. 14: An vielen Stellen wurde von Talflanken oder Tagebauen ausgehend ein sehr ausgedehnter Untertageabbau der Oolithe entwickelt. Vor allem in der Umgebung von Savonnières sind ganze Ortschaften unterhöhlt, was zu massiven geotechnischen Problemen führt.

Fig. 14: Many extensive underground works on limestone were in operation mainly in the central zone around Savonnières until the second half of the 20th century. Since whole villages stand upon such undercavitated hills, several geotechnical problems occur due to setting or break down of the underground quarry chambers.

6 Transport der Werksteinblöcke

Der Transport größerer Mengen an Werksteinen war ursprünglich an die natürlichen Wasserwege gebunden. So liegt das Verbreitungsgebiet zunächst in Frankreich im Einzugsbereich der größeren Flüsse, die Zuflüsse aus dem Gebiet der Marne und Maas haben. In der Mitte des 19. Jahrhunderts entwickelte sich in Frankreich ein ausgeklügeltes Kanalsystem, das fast sämtliche Flüsse verband.

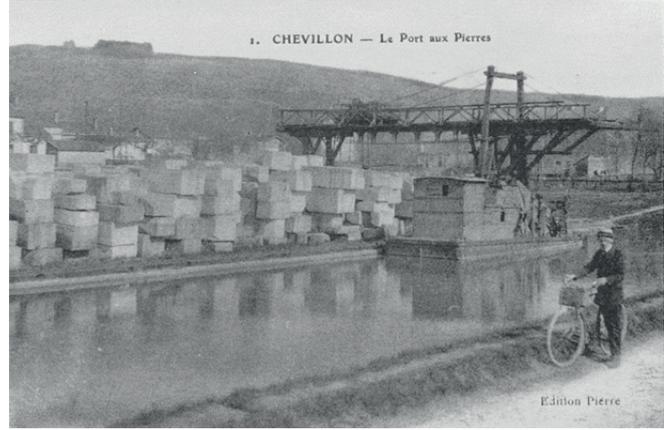


Abb. 15: Die Werksteinblöcke aus den Steinbrüchen zwischen Chevillon, Morley und Brauvilliers wurden mit Fuhrwerken an die Marne gebracht, wo sie auf Kähne verladen und über die Kanäle und Flüsse verfrachtet wurden. Postkartenarchiv G. Grundmann.

Fig. 15: Raw blocks of dimension stones from the quarries between Chevillon, Morley and Brauvilliers were brought down to the valley of the Marne river by oxen and cart and then loaded onto boats, who carried them over rivers and channels.

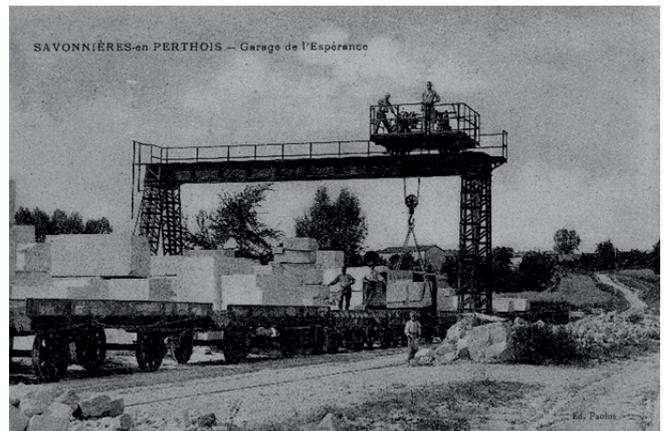


Abb. 16: Mit dem Bau von Eisenbahnlagen konnten die Oolithblöcke aus den Steinbrüchen bei Savonnières schnell und kostengünstig durch ganz Mitteleuropa transportiert werden. Die Postkarte aus der Zeit um 1900 zeigt die Ladebrücke des Espérance-Steinbruchs. Postkartenarchiv G. Grundmann.

Fig. 16: Since railroad connections spread over whole Europe, the oolitic limestone was transported from the quarries through whole Central Europe. The historic picture postcard shows the loading bridge of the Espérance quarry in Savonnières. Source: Postcard archive G. Grundmann.

Der große Wandel erfolgte etwas später in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts mit dem Bau der großen europäischen Eisenbahnlagen zu verzeichnen. Damit konnten Steinblöcke in großer Menge nach Deutschland, Österreich und schließlich auch nach Böhmen gelangen. Dieser Aufbruch ins technologische Zeitalter führte besonders für die Steinindustrie zu einer revolutionären Veränderung der Liefermöglichkeiten. Auch die Steinbrüche um Savonnières wurden z.T. mit eigenen Gleisanschlüssen direkt ans Schienennetz angeschlossen (Abb. 16)

7 Verwitterungsverhalten

Oolithe gelten grundsätzlich in städtischer Umgebung mit hoher Konzentration an schwefelsauren Abgasen als wenig verwitterungsbeständig. Es zeigt sich allerdings auch, dass die dolomitischen Varietäten geringere Verwitterungsneigung als die calcitischen Oolithe aufweisen. Trotzdem können auch an den dolomitischen Oolithen Veränderungen nachgewiesen werden.

Als Beispiel sei hier das Portal von Teplá genannt (Abb. 4), dessen dunkle Verfärbungen durch massive Verkrustung an der Steinoberfläche auffallen. Diese Krusten entstanden bereits wenige Jahre nach Errichtung des Portals. Die Krusten können zwischen 1 und 2 mm dick werden und führen zu einer Abdichtung der Oberfläche, was den Feuchtehaushalt des Steins massiv beeinträchtigt. Versuche zur Wasseraufnahme ergeben eine minimale Durchlässigkeit auf diesen Flächen. Dünnschliffpräparate (Abb. 16) und Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen gekoppelt mit XRD-Analysen konnten die Ursachen eindeutig klären.

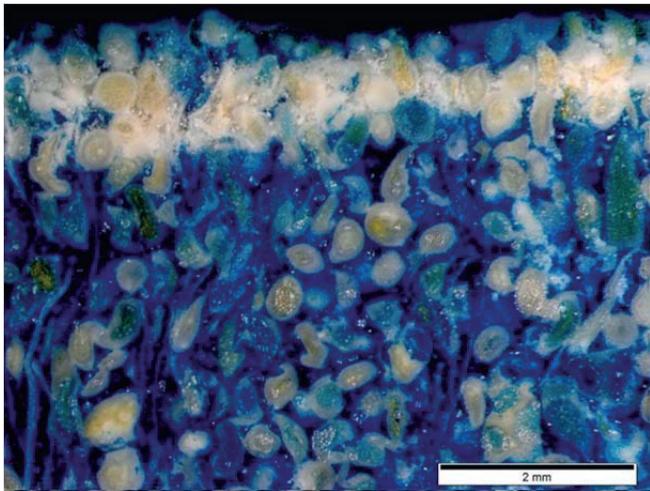


Abb. 16: Der Blick auf eine polierte Oberfläche einer Probe quer zur Steinoberfläche (Außen ist oben) zeigt, dass unter einer dünnen porösen Oberflächenschicht eine etwa 1 mm dicke Lage folgt, deren Poren fast vollständig verschlossen sind.

Fig. 16: View on a polished surface of a sample across the surface of a weathered Morley oolith from the Teplá monastery portal. The pores of an approx. 1 mm thick layer are completely closed.

Es handelt sich bei den Verkrustungen um Gipsbildungen, die durch die Einwirkung stark schwefelsaurer Niederschläge entstanden sind. Diese stammten bis zum Einbau von Filteranlagen im letzten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts aus der braunkohleverarbeitenden Industrie im naheliegenden Egergraben zwischen Cheb und Ústí nad Labem.

Die Verkrustungen stellen wegen ihrer geringen Durchlässigkeit auch ein Problem bei der Applikation von Gesteinsfestigern dar. Daher werden die Krusten auf mechanischem Wege und durch Anwendung chemischer Verfahren ausgedünnt, bevor Restaurierungsmaßnahmen erfolgen. Ein weiteres Problem stellen Salzgehalte – vor allem auch von Magnesiumsulfaten – dar, die das Magnesium vor allem aus der Lösung von Dolomit beziehen.

8 Literatur

- ANONYMOUS (1913): Das neue Rathaus der Stadt Hannover. – Zentralblatt der Bauverwaltung, 33. Jg., 49: 317-221, Berlin (Ministerium f. öff. Arbeiten).
- BECKER, J.A. & GRIESENBERG, E. (1883): Das Opernhaus zu Frankfurt a.M. – Zentralblatt der Bauverwaltung, IV-VI: Spalten 133-154, Berlin (Ministerium f. öff. Arbeiten).
- DE PASSY (1880): Rapport [au sujet de carrières de pierres de taille les propriétaires ou les exploitants avaient formé le projet de se réunir en Société, signe P. de Passy] – impr. De A.Chaix, Paris.
- DUBELAAR, W., NIJLAND, T. & TOLBOOM, H. (2007): Utrecht in steen. – 192 S., Utrecht (Matrijs).
- HÄFNER, F. (2009): [Steine in] Mainz. – in: SCHROEDER, H.J. (Hrsg.): Steine in deutschen Städten, 179-190, Berlin (Selbstverlag Geowissenschaftler in Berlin u. Brandenburg).
- KIESLINGER, A. (1949): Die Steine von St. Stephan. – 486 S., Wien (Herold Verlag).
- KIESLINGER, A. (1972): Die Steine der Wiener Ringstrasse. Ihre technische und künstlerische Bedeutung. – Die Wiener Ringstrasse. Bild einer Epoche, IV: 665 S., Wiesbaden (Franz Steiner Verlag).
- KRUTSKY, N. (2001): Památky na Franze Ambrose Reusse a Augusta Emanuela Reusse [Denkmäler für Franz Ambros Reuss und August Emanuel Reuss]. – in: AUTORENKOLLEKTIV (2001): Reussové z Bíliny. Památce velkých přírodovědců. – Monografické studie Regionálního muzea v Teplicích, 36: 39-61, Teplice (Regional-Museum).
- LEHRBERGER, G. & GILLHUBER, S. (2007a): Teplá-Trachyt. – Münchner Geologische Hefte, B, 22: 264 S., München (TUM).
- LEHRBERGER, G., GILLHUBER, S. & MINET, C. (2007b): Die Steinrohstoffe für den Bau des Klosters Teplá in Westböhmen - Eine 800 jährige Entwicklungsgeschichte. – In: SIEGESMUND, S. & EHLING, A. (Hrsg.): Rohstoff Naturstein, SDDG, 158: 501-518, Stuttgart (Schweizerbart Verlag).
- LORENZ, H. G. (1998): Verwitterungsverhalten und Konservierung bei Savonnières-Oolith - Objekte mit Verfallsdatum, Teil 1. – Stone Plus, 2: 24-28, Baden-Baden (Gölle-Verlag).
- LORENZ, H. G. (1998): Verwitterungsverhalten und Konservierung bei Savonnières-Oolith - Objekte mit Verfallsdatum, Teil 2: Konsequenzen für Reinigung und Konservierung. – Stone Plus, 3: 14-18, Baden-Baden (Gölle-Verlag).
- NIJLAND, T. & VAN HEES, R. (2008): Use and durability of Morley oolithic limestone (Dépt. Meuse, France) in the Netherlands. – Geophysical Research Abstracts, 10: EGU2008-A-02363, 2 S., Wien (EGU).
- NIJLAND, T. & VAN HEES, R. (2009): Salt decay of Morley limestone. – HERON, 54, 4: 279-289.
- REIS, O. (1935): Die Gesteine der Münchner Bauten und Denkmäler. – Veröff. d. Ges. f. Bayer. Landeskunde, 7-12: 243 S., München (Ges. für Bayerische Landeskunde).
- PLEHWE-LEISEN, E., SCHEUREN, E., SCHUMACHER, T. & WOLFF, A. (2004): Steine für den Kölner Dom. – Meisterwerke des Kölner Doms, 8: 100 S., Köln (Verlag Kölner Dom).
- WALTER, R. (1992): Geologie von Mitteleuropa. – 561 S., Stuttgart (E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung).